

# La Arqueología y la recuperación patrimonial

Josep M. Palet Martínez  
Hèctor A. Orengo Romeu  
Jordi Nadal Lorenzo

PID\_00149559



Universitat Oberta  
de Catalunya

[www.uoc.edu](http://www.uoc.edu)



# Índice

<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Arqueología y recuperación del patrimonio arqueológico.....</b>	<b>9</b>
<b>2. El paisaje arqueológico.....</b>	<b>16</b>
2.1. La transformación del paisaje .....	16
2.1.1. La reconstrucción paleoambiental .....	18
2.1.2. La evidencia arqueológica y los procesos posdeposicionales .....	21
2.2. La prospección aérea. El descubrimiento de yacimientos mediante la fotografía aérea a baja altitud .....	22
2.3. Los estudios arqueomorfológicos. La fotointerpretación y la cartointerpretación. La evidencia documental .....	27
2.4. Las prospecciones superficiales .....	31
2.4.1. Problemática general .....	31
2.4.2. Las prospecciones extensivas .....	33
2.4.3. Las prospecciones intensivas .....	37
2.5. Las técnicas geofísicas .....	38
2.5.1. Logística .....	39
2.5.2. Selección de técnicas de prospección .....	40
2.5.3. Interpretación de los resultados .....	42
2.6. Los análisis de fosfatos .....	43
<b>3. El yacimiento y la excavación arqueológica.....</b>	<b>45</b>
3.1. La estratigrafía arqueológica: la cronología relativa .....	45
3.2. Métodos y estrategias de excavación .....	48
3.3. Sistemas de registro de datos y de documentación .....	54
3.4. Documentación gráfica .....	58
<b>4. El laboratorio. Las relaciones con otras disciplinas y los   estudios multidisciplinarios.....</b>	<b>60</b>
4.1. Técnicas de datación absoluta .....	60
4.1.1. El radiocarbono .....	61
4.1.2. Otros sistemas de datación basados en la desintegración de elementos radiactivos .....	63
4.1.3. La dendrocronología .....	64
4.1.4. Otros sistemas de datación absoluta .....	66
4.1.5. ¿Cómo damos las referencias de las dataciones absolutas? .....	66
4.2. El estudio de los artefactos .....	66
4.2.1. Las secuencias tipológicas .....	67

4.2.2.	Los estudios de la industria lítica .....	69
4.2.3.	Los estudios de la cerámica .....	70
4.2.4.	Los estudios de los objetos metálicos .....	70
4.3.	El estudio de los ecofactos .....	71
4.3.1.	Los estudios paleobotánicos .....	71
4.3.2.	Los estudios arqueozoológicos .....	73
<b>5.</b>	<b>Tecnologías digitales aplicadas a la obtención, el tratamiento y el análisis de los datos arqueológicos.....</b>	<b>76</b>
5.1.	Captación de datos .....	76
5.1.1.	Estación total .....	77
5.1.2.	GPS .....	78
5.1.3.	Escáner láser .....	79
5.1.4.	Fotogrametría .....	81
5.2.	CAD, dibujo arqueológico y planimetrías .....	82
5.2.1.	La digitalización y la vectorización del dibujo tradicional .....	83
5.2.2.	El dibujo a partir de datos referenciados .....	83
5.2.3.	La reconstrucción de elementos en CAD .....	84
5.3.	Los sistemas de información geográfica y el análisis del paisaje .....	84
5.3.1.	Características de los SIG .....	85
5.3.2.	Fuentes y formatos digitales en entornos SIG .....	85
5.3.3.	Análisis vector .....	88
5.3.4.	Análisis <i>raster</i> .....	90
5.4.	La reconstrucción en 3D, volumetrías y entornos virtuales .....	93
5.4.1.	La reconstrucción en 3D: formatos y necesidades .....	94
5.4.2.	Aplicación y uso de las reconstrucciones en 3D .....	96
5.4.3.	Los entornos virtuales .....	96
5.5.	Bases de datos y la organización del registro arqueológico .....	97
5.5.1.	Tipos de datos .....	98
5.5.2.	SQL y la consulta de la base de datos .....	98
5.5.3.	La compatibilidad de los sistemas de información .....	99
5.6.	La integración de nuevas tecnologías .....	99
5.6.1.	Multicapa, multiescala y diacronía o el entorno integrado .....	99
5.6.2.	La panacea digital .....	100
<b>6.</b>	<b>La interpretación en Arqueología.....</b>	<b>102</b>
6.1.	Los enfoques "tradicionales". La Arqueología evolucionista y la Arqueología historicocultural. El difusionismo y la explicación de los cambios culturales .....	103
6.2.	La nueva Arqueología y la Arqueología procesual .....	106
6.3.	Las posiciones idealistas y materialistas: estructuralismo y materialismo histórico en Arqueología .....	109
6.4.	La Arqueología postprocesual y los enfoques neoestructuralistas y simbólicos .....	112

---

6.5. La objetividad en la historia .....	114
6.6. La situación actual y el futuro de la Arqueología .....	115
<b>Resumen</b> .....	117
<b>Glosario</b> .....	119
<b>Bibliografía</b> .....	122



## Introducción

Con estos materiales presentamos una visión global de la Arqueología como disciplina científica que tiene como objetivo conocer los pueblos y las culturas del pasado. Se pretende que todos los lectores interesados y, en especial, los gestores y difusores del patrimonio, puedan comprender los procesos de análisis y los requerimientos que supone la práctica arqueológica.

La Arqueología fundamenta su conocimiento en el estudio de las sociedades del pasado, y al mismo tiempo llega a ser la creadora, revitalizadora y conservadora del objeto patrimonial. Es muy importante impregnarse de las formas de trabajo de los arqueólogos y de la problemática que rodea al estudio de los bienes patrimoniales, con el fin de gestionarlos inteligentemente. Recordad, pues, que para gestionar es preciso conocer antes lo que quiere gestionarse.

El objetivo es que, una vez trabajada esta unidad, estéis en condiciones no tanto de realizar en efecto una práctica profesional específica en Arqueología (en el sentido de actividad de investigación histórica), sino de comprender sus necesidades con vistas a una adecuada gestión patrimonial.

Esto es especialmente importante, ya que en los últimos años la disciplina arqueológica va tomando un sentido nuevo aplicado que se propone transformar el conocimiento del pasado en una herramienta para la gestión actual.

La Arqueología es, pues, una disciplina muy "viva" y se convierte al mismo tiempo en un documento de las sociedades del pasado y un recurso para las sociedades actuales.



## 1. Arqueología y recuperación del patrimonio arqueológico

Este módulo presenta una visión global de la Arqueología como disciplina científica que tiene como objetivo el conocimiento de los pueblos y de las culturas del pasado. La Arqueología se presenta, no obstante, como una disciplina muy viva, que supone al mismo tiempo un documento de las sociedades del pasado y un recurso para las sociedades actuales. En los últimos años esta disciplina ha ido tomando, además, un nuevo sentido aplicado en tanto que se propone transformar el conocimiento del pasado en una herramienta para la gestión actual. Es precisamente en este último punto donde nos interesa profundizar de manera especial a lo largo de la asignatura. Porque para gestionar inteligentemente es necesario conocer primero aquello que queremos gestionar: en nuestro caso, el patrimonio arqueológico y la problemática específica que circunda su estudio, sus requerimientos, criterios y convenciones.

### Autoría de la unidad

J. M. Palet y J. Nadal.

El objetivo principal del módulo es profundizar en los requerimientos y en la problemática de la práctica profesional de la Arqueología con el fin de mejorar su gestión y la del patrimonio que se genera. Se trata de comprender globalmente dichos procedimientos y sus aplicaciones en proyectos de gestión patrimonial.

En las últimas décadas, la actividad arqueológica se ha ampliado en un dominio nuevo vinculado al desarrollo y **gestión del patrimonio arqueológico**. La Arqueología se ha orientado con un sentido aplicado para transformar el conocimiento sobre el pasado en una herramienta para la gestión actual del patrimonio cultural, contribuyendo al desarrollo de una gestión integral del mismo.

La Arqueología se ha convertido en una disciplina "viva" útil para la gestión del patrimonio producido por nuestro pasado. En este sentido, se configura como una disciplina creadora, revitalizadora y conservadora del objeto patrimonial. El patrimonio arqueológico se convierte, al mismo tiempo, en un documento de las sociedades históricas y un recurso para las sociedades actuales. Y es éste seguramente el elemento definidor más importante del patrimonio arqueológico: su incidencia social, la manera en que la sociedad participa en el mismo y lo disfruta.

Sin embargo, ¿qué es la **Arqueología**? En primer lugar, una ciencia histórica, que se ocupa específicamente del estudio y del conocimiento de las sociedades y culturas del pasado mediante sus restos materiales, utilizando un conjunto de técnicas y procedimientos propios específicos. Es importante resaltar que como ciencia histórica no se limita a ser una disciplina auxiliar de la Historia definida por su dimensión técnica, sino que aspira a explicar problemas histó-

ricos previamente planteados; es decir, a contribuir al incremento del conocimiento sobre el pasado, a partir del estudio de los restos materiales producidos por este pasado.

Entonces, ¿en qué consiste hoy la práctica arqueológica? Sobrepasando el objeto arqueológico, la Arqueología se basa sobre todo en conjuntos de datos arqueológicos, en la asociación en su contexto de espacio y de tiempo y en su interpretación.

La Arqueología se inicia, pues, en la identificación y recuperación del registro arqueológico, continúa con su valoración y estudio, ofrece soluciones para su gestión actual, posibilitando su **rentabilización** como **recurso cultural**, y culmina con la divulgación y difusión de los resultados y de los conocimientos obtenidos.

En este sentido, una idea que nos parece esencial es que, para gestionar, hace falta en primer lugar **conocer** aquel bien que precisamente queremos administrar, conservar, difundir, rentabilizar, etc. La investigación arqueológica, en tanto que actividad que produce un incremento del conocimiento histórico, es tan necesaria como la misma gestión, y con frecuencia ambas se confunden. Investigación y gestión se necesitan y se complementan. La gestión prepara, apoya y difunde la investigación, pero también es en sí misma investigación, ya que dentro de la categoría de gestión se incluye un gran número de actividades que también contribuyen al enriquecimiento del conocimiento histórico.

M. Ángeles Querol y Belén Martínez (1996) proponen diferenciar el amplio abanico de actividades arqueológicas en dos grupos: las actividades de gestión y las actividades de intervención, diferenciadas entre sí porque, a diferencia de estas últimas, las primeras no alteran los restos materiales.

Estas autoras definen la gestión del patrimonio arqueológico como el conjunto de actuaciones destinadas a su conocimiento, conservación y difusión, que incluye facilitar y controlar las intervenciones que se realizan.

Las autoras defienden, por lo tanto, una definición amplia de gestión, que abarca desde la investigación hasta la difusión y el impacto social, pasando por la intervención arqueológica, la cual, en muchas ocasiones, significa la destrucción de estos restos en el mismo momento de su estudio.

No obstante, ¿cómo se define el patrimonio arqueológico, y qué lo diferencia del patrimonio histórico?

#### Importancia del yacimiento

El yacimiento arqueológico es concebido como el espacio donde una comunidad humana desarrolló sus actividades y se relacionó con el medio y con otras comunidades. Constituye la unidad básica de estudio para la Arqueología.

Los textos legales, la Ley del Patrimonio Histórico Español (BOE núm. 155, 29 de junio 1985) y otras publicadas por algunas comunidades autónomas, como la Ley del Patrimonio Cultural Catalán (DOGC núm. 1.807, 11 de octubre de 1993) definen el patrimonio arqueológico y lo diferencian del patrimonio histórico por el uso de la metodología arqueológica; es decir, está formado por aquellos bienes muebles e inmuebles de carácter histórico para cuyo estudio detallado es necesario utilizar una metodología arqueológica.

**Artículo 46.1 de la Ley 9/1993, de 30 de septiembre, del patrimonio cultural catalán.**

Los bienes muebles e inmuebles de carácter histórico para el estudio de los cuales hay que utilizar metodología arqueológica integran el patrimonio arqueológico catalán. También lo integran los elementos geológicos y paleontológicos relacionados con el ser humano y con sus orígenes y antecedentes.

**Artículo 7.2.f de la Ley 9/1993, de 30 de septiembre, del patrimonio cultural catalán.**

Zona arqueológica: lugar donde hay restos de la intervención humana que sólo es susceptible de ser estudiado detalladamente con la metodología arqueológica, tanto si se encuentra en la superficie como si se encuentra en el subsuelo o bajo las aguas.

Se observa una cierta falta de concreción, ya que la metodología arqueológica puede ser aplicada a cualquier resto del pasado, y es posible que estos restos sean de naturaleza muy diversa y se hayan producido en tiempos muy recientes. Desde esta perspectiva, no existe una frontera clara y objetiva que permita separar el patrimonio arqueológico de otros tipos de patrimonio histórico previstos por la normativa (como por ejemplo el patrimonio etnográfico, formado por objetos y tradiciones que en muchos casos son también restos del pasado).

Por otro lado, en los últimos tiempos el patrimonio arqueológico ha adquirido un nuevo énfasis como **recurso cultural**, es decir, como "mercancía" que puede y debe ser rentabilizada. Entre los motivos y las condiciones que han propiciado esta situación se ha señalado la tutela pública que la legislación ha establecido sobre los bienes que integran este patrimonio, y la necesidad de gestionar y solucionar los problemas que su presencia genera. Sin embargo, también tiene importancia el valor que adquieren dentro de la creciente industria cultural, y la necesidad de buscar fórmulas de desarrollo sostenible y de fomentar fórmulas de turismo alternativo.

En consecuencia, la Arqueología ha pasado de ser una disciplina fundamentalmente académica a coexistir con otros sectores: en los campos tradicionales (la universidad, los museos) se ha añadido la denominada Arqueología de gestión, pública –realizada desde la Administración– y contractual –campo ocupado por empresas encargadas de actuaciones específicas. Esta ampliación ha conducido a menudo a conflictos de intereses entre los sectores, y se ha pro-

**Lectura recomendada**

M.A. Querol (1997). "El concepto de Arqueología para la sociedad española del siglo xx/xxi". En: G. Mora; M. Díaz –Andreu (ed.) *La cristalización del pasado: génesis y desarrollo del marco institucional de la arqueología en España* (págs. 635-645). Málaga: MEC, CSIC.

ducido una cierta confrontación entre lo que se ha llamado Arqueología académica y Arqueología de gestión, debate que a nuestro entender debería superarse en beneficio de unificar el trabajo en un proyecto común.

Debe señalarse, en este sentido, que buena parte del crecimiento de la actividad arqueológica en los últimos años ha ido acompañado precisamente de la expansión de la denominada *Arqueología Preventiva* en intervenciones provocadas por la proliferación de obras de urbanización, de carácter público (carreteras, aeropuertos, vías férreas...) y privado (polígonos, áreas de residencia...). En la actualidad, la mayor parte de intervenciones en el marco europeo occidental, de manera general, son de carácter preventivo o de "urgencia". Son justamente estas intervenciones las que aportan novedades a menudo espectaculares que contribuyen a incrementar el conocimiento histórico en un ámbito histórico específico. Por todo ello, desde la Arqueología académica debe hacerse un esfuerzo de coordinación, de manera que los proyectos de investigación dirigidos por profesores e investigadores respondan también a las necesidades de gestión. Sólo así tanto esfuerzo revertirá en una sociedad que es, en última instancia, la beneficiaria de toda esta actividad.

Buen ejemplo de esta situación son las nuevas perspectivas arqueológicas abiertas para el avance del conocimiento del período visigodo en Castilla a partir de mediados de los años ochenta del siglo pasado. El nuevo marco legislativo, la transferencia de la gestión del patrimonio arqueológico a las comunidades autónomas y la mayor sensibilidad respecto a la protección del patrimonio amenazado por el desarrollo urbanístico, confluyeron en el desarrollo de una ingente labor arqueológica. En este contexto destacan los descubrimientos arqueológicos sobre asentamientos de época visigoda, que han significado una revolución en la investigación histórica del período altomedieval y han permitido escribir la historia del poblamiento rural visigodo en amplias áreas del sur de Castilla. Se critica, sin embargo, como problemas no resueltos, la escasa coordinación, la excesiva parcelación de las intervenciones, la falta de publicación de los resultados...

No existe una Arqueología que no sea a la vez investigación y contribuya a incrementar el conocimiento.

Como hemos dicho más arriba, el objetivo esencial de la Arqueología es el estudio y el conocimiento de las sociedades y culturas del pasado. Al margen de la singularidad artística del objeto, de su sacralidad, lo que importa verdaderamente en Arqueología es su contexto y su contribución a la memoria, a la explicación del proceso histórico, a la construcción de conocimiento. La investigación arqueológica implica muchas veces la destrucción del objeto y, de hecho, se produce una cierta contradicción entre investigación e intervención

#### Lectura recomendada

*Actas de las Primeras Jornadas de Patrimonio Arqueológico en la Comunidad de Madrid*. Madrid, 2005.

#### Lectura recomendada

F. Criado (1996). "El futuro de la Arqueología, ¿la Arqueología del futuro?". *Trabajos de Prehistoria* (vol. I, núm.53, págs. 15-35). Madrid.

#### Lectura recomendada

M.A. Querol; B. Martínez (1996). *La gestión del Patrimonio Arqueológico en España*. Madrid: Alianza.

y conservación del patrimonio arqueológico. Como ha señalado Felipe Criado (1996, págs. 22-23), detrás de ciertas actitudes conservadoras se esconde una voluntad de sacralizar el objeto arqueológico.

La Arqueología se construye sobre la destrucción del patrimonio arqueológico para conservar la memoria y construir un conocimiento arqueológico que en cierta medida compensa la destrucción.

Además, hay que tener en cuenta que el nivel de destrucción dependerá también del tipo de intervención y de yacimiento –no es lo mismo un suelo de ocupación del paleolítico que una villa romana. En todo caso, intervención y conservación tienen que buscar un equilibrio que es en sí mismo uno de los objetivos de la gestión del patrimonio arqueológico y un magnífico reto de futuro.

A pesar de su tradicional identificación con la antigüedad, hoy se considera que la Arqueología no tiene un límite temporal concreto y que puede extenderse como ciencia, con un método particular, a todos los periodos de la Historia, desde los orígenes de la humanidad hasta la sociedad de las nuevas tecnologías, es decir, hasta ayer mismo. Este marco temporal tan amplio y las propias necesidades didácticas y analíticas han obligado, en la práctica, a subdividir la disciplina en especialidades cronológicas que coinciden con los periodos en que, de manera convencional, se ha dividido la historia.

Así, entre otros, nos encontramos con una Arqueología prehistórica que estudia las sociedades del pasado ágrafas mediante sus restos materiales; una Arqueología protohistórica, concepto que se aplica al momento en que una sociedad empieza a tener contacto con la escritura de manera directa o indirecta; una Arqueología clásica, en el sentido de pertenecer a la antigüedad griega y romana, y que ha constituido el límite tradicional de aplicación de la metodología arqueológica; una Arqueología medieval, dedicada al estudio de las fuentes materiales de la Edad Media; y una Arqueología moderna o industrial, dedicada a las épocas más recientes de la historia humana.

Sin embargo, los planteamientos teóricos y metodológicos y los procedimientos técnicos de la Arqueología, a pesar de las especificidades de cada área de conocimiento, son los mismos, con independencia del tiempo concreto del pasado que se estudie.

De hecho, la división en diferentes campos de competencia para las distintas ciencias que se ocupan del estudio de las sociedades del pasado es en buena medida **relativa**, y responde muchas veces más a un problema de **vocabulario** y de convencionalismo que a cuestiones esenciales, propiamente metodológicas e interpretativas. Éste puede ser, por ejemplo, el caso de la relación entre la Arqueología y la prehistoria. Si bien es cierto que el estudio arqueológico de

sociedades con escritura presenta problemáticas diferentes al de las sociedades para las cuales se dispone exclusivamente de restos arqueológicos, es evidente que un prehistoriador es un arqueólogo, ya que las fuentes que utiliza son restos materiales. De hecho, con frecuencia los dos términos son utilizados indistintamente.

También es controvertida la relación entre la Arqueología y la Historia. El arqueólogo no es un técnico que presenta un material bruto que el historiador elaborará posteriormente. Por el contrario, él mismo es un historiador que interpreta históricamente la documentación que maneja. En este sentido, la diferencia fundamental entre Arqueología e Historia es precisamente la naturaleza de las fuentes y las técnicas de estudio que ambas disciplinas utilizan, y que les dan una especificidad propia.

Además, la disciplina arqueológica ha realizado, en las últimas décadas, un intenso debate teórico y metodológico y un esfuerzo para definir sus posibilidades de interpretación y su relación con el resto de las ciencias sociales que han incidido en todos los campos de la investigación arqueológica. Fruto de este proceso, se ha producido una cierta "clasificación" de la disciplina por corrientes, según cuáles sean sus postulados teóricos y metodológicos (Arqueología procesual, antropológica, marxista, posprocesual, contextual, simbólica o posmoderna –podéis ver el apartado 6 de este módulo–); o su ámbito de trabajo (Arqueología urbana, del territorio, del paisaje, subacuática, etnobotánica, de la muerte, de la mujer, etc.).

De hecho, la tarea del arqueólogo es cada vez más especializada y, por ello, al mismo tiempo más **pluridisciplinar**. La práctica científica comprende actividades muy diferentes, desde el estudio del territorio, la localización de yacimientos y la excavación misma, hasta el tratamiento y análisis de los restos y su conservación e interpretación. Cada vez es más frecuente, en un mismo proyecto, encontrar a especialistas en diferentes campos y periodos de la Arqueología y a especialistas de otras disciplinas. La colaboración entre arqueólogos, antropólogos e historiadores es frecuente. Lo mismo ocurre con geógrafos y geólogos.

Las relaciones con **la Antropología cultural** merecen especial atención, ya que ésta es una disciplina con la cual la Arqueología mantiene vinculaciones muy estrechas.

La Antropología cultural proporciona datos muy útiles para entender los procesos de formación de los yacimientos arqueológicos y el significado de la evidencia arqueológica (los artefactos que encuentra el arqueólogo) en relación con los comportamientos que tuvieron como resultado su producción, modificación y disposición eventual.

#### La excavación

La tarea de excavación no se reduce a extraer, clasificar y presentar los restos materiales de un yacimiento. Una excavación es un proceso investigador e interpretativo, y resulta más provechosa si quien la realiza conoce el periodo histórico del yacimiento y si la excavación se inserta en un proyecto de investigación científico más amplio.

En este sentido, también se ha definido la Arqueología como el "tiempo pasado de la Antropología cultural". A veces los métodos de ambas se superponen, ya que los arqueólogos también pueden basar sus investigaciones en experiencias extraídas de comunidades actuales. De hecho, la Etnoarqueología es una rama de la Arqueología que se ha desarrollado bastante en las últimas décadas. Hay que decir que la Arqueología norteamericana se encuentra mucho más vinculada a la Antropología que la Arqueología europea, estrechamente vinculada a la Historia. Esto ocurre hasta el punto que en Estados Unidos la Arqueología es considerada una rama de la etnología que se ocupa de las sociedades indígenas extinguidas.

En consecuencia, hay que aceptar una cierta pérdida de autonomía, indispensable en beneficio de investigaciones pluridisciplinarias. Sin embargo, esto no significa que cada especialista no mantenga su propia especificidad: por razones de eficacia y por razones científicas las "compartimentaciones" son necesarias. Tampoco tenemos que situar todas las disciplinas en un mismo nivel: la mayor o menor relevancia de una u otra dependerá de diferentes factores, como por ejemplo, del tipo de sociedad que estemos estudiando: en una investigación sobre la relación de las sociedades y el medio, los geógrafos físicos tendrán un peso más específico si se trata de comunidades cazadoras-recolectoras que, por ejemplo, si estudiamos a sociedades históricas de época romana, con una capacidad muy superior de intervenir en el medio y de transformarlo.

Uno de los autores más prolíficos en los últimos años y que ha reflexionado más a fondo sobre la articulación pluridisciplinar de la investigación arqueológica, especialmente en el campo de la Arqueología del Paisaje, es el profesor Philippe Leveau, catedrático emérito de Arqueología en la Universidad de Provenza, en el sur de Francia. Philippe Leveau ha conseguido aglutinar en proyectos comunes de investigación centrados en el mundo antiguo (época romana principalmente) a especialistas de distintas disciplinas: arqueólogos, historiadores, geógrafos, biólogos, geólogos, etc.

#### Lectura complementaria

Un buen ejemplo de estas relaciones son los trabajos del arqueólogo norteamericano Lewis R. Binford sobre el proceso de neolitización, basados de manera muy significativa en el estudio de las experiencias de vida de distintos grupos humanos actuales. Os recomendamos la siguiente obra: **Lewis R. Binford** (1988). *En busca del pasado*. Barcelona: Crítica.

## 2. El paisaje arqueológico

Hoy en día, el "yacimiento" concebido como elemento aislado, monumento desprovisto de todo contexto paisajístico, ha dejado de ser el objetivo esencial de la Arqueología de campo. Lentamente, el registro arqueológico se ha ido extendiendo a tipos de vestigios cada vez más amplios y que no constituyen "yacimientos" en el sentido tradicional del término. Los arqueólogos saben que existe una gran variedad de datos arqueológicos, desde artefactos dispersos a límites de campos, rastros de arado, sistemas de regadío, cercas para rebaños u otras estructuras territoriales como pueden ser las vías de comunicación o los límites entre comunidades, que nos informan sobre las formas de **organización y de conceptualización del paisaje** por parte de las sociedades del pasado.

**Autoría de la unidad**

J. M. Palet y H. A. Orengo.

### 2.1. La transformación del paisaje

De hecho, los paisajes forman sistemas en transformación y, en su mayoría, son el resultado de la interrelación de variables físicas y antrópicas a lo largo del tiempo. Excepto sectores muy concretos, puede afirmarse que el paisaje natural, no antropizado, no existe, y que es posible hablar de entornos humanizados, modificados por las actividades de los seres humanos. Así, el territorio, en su globalidad, se convierte en el escenario donde tienen lugar las actividades humanas y, por ello, constituye un objeto arqueológico en sí mismo, una primera fuente de conocimiento en la investigación arqueológica.

Desde esta perspectiva, los paisajes constituyen **expresiones culturales**, espacios culturizados, vividos y conceptualizados, producto de la acción de los seres humanos a largo plazo. Por lo tanto, son la expresión de aquellas culturas y procesos históricos que los han configurado a lo largo de los siglos. Constituyen sobre todo una creación humana y un elemento arqueológico en su totalidad. Su estudio es objeto de la denominada **Arqueología del paisaje** (*Landscape Archaeology* en inglés, *Archéologie du paysage* en francés).

La Arqueología del paisaje es, pues, la disciplina que se ocupa de la interpretación y conocimiento de los espacios culturizados y del registro arqueológico que los caracteriza.

Sin embargo, a la vez que constituye una disciplina fundamental para la investigación histórica, considera también un segundo objetivo esencial, en el cual se ha revelado de gran utilidad en los últimos tiempos: su aplicación como **herramienta de gestión**. En efecto, el estudio histórico y arqueológico

del paisaje es también un instrumento para evaluar, proteger y revalorar inteligentemente el patrimonio de amplias áreas, con la creación de parques arqueológicos. Desde la perspectiva de esta disciplina, los parques arqueológicos no ilustran sólo el yacimiento y su entorno, sino todo el contenido histórico y cultural de los paisajes actuales, revelando y potenciando su valor patrimonial. Este hecho proporciona nuevas bases para una gestión del patrimonio arqueológico que entiende los **paisajes culturales** como recurso turístico, con la integración de yacimientos y entornos en parques culturales, potenciando su uso social por medio de actividades didácticas y formativas y contribuyendo al desarrollo territorial sostenido.



El valle del Madriu, declarado Patrimonio de la Humanidad por la Unesco en 2004 en la categoría de Paisaje Cultural. Desde 2004, y en relación con esta declaración, se lleva a término un proyecto multidisciplinar de estudio arqueológico y paleoecológico del paisaje de este valle. Las investigaciones son dirigidas desde el Instituto Catalán de Arqueología Clásica (ICAC), con sede en Tarragona, y cuentan con el apoyo del Gobierno de Andorra.

El estudio territorial constituye, por tanto, el primer nivel de información arqueológica, el denominado nivel **macroespacial**. Se trata de una fuente de conocimiento en sí mismo y, al mismo tiempo, la disciplina que permite a los arqueólogos localizar y registrar los yacimientos y las estructuras del pasado. Sin embargo, ¿cuáles son las técnicas y estrategias que se utilizan en Arqueología territorial? Nos ocuparemos de las mismas en los apartados 2.2 a 2.6 de este módulo. Como veréis, abarcan un amplio abanico de tareas englobadas bajo el nombre genérico de "prospección arqueológica", y que comprenden desde el reconocimiento del territorio desde el aire (prospección aérea y fotointerpretación) a pie (prospección de superficie) al estudio documental (textos y mapas antiguos) y bibliográfico, los análisis químicos de los fosfatos de los suelos o las técnicas de prospección geofísicas.

De hecho, la prospección arqueológica fue considerada durante mucho tiempo una tarea secundaria, destinada a preparar lo que constituía el objetivo principal de la Arqueología de campo: la excavación arqueológica. Hoy en día, el estudio del territorio y las prospecciones arqueológicas han llegado a ser una práctica con entidad propia, en gran medida gracias a las nuevas vías de



#### Montañas con sistemas de terrazas

Sistemas de terrazas de la sierra de Marina (Badalona). Los sistemas de terrazas constituyen un signo de antropización del paisaje típicamente mediterráneo.

investigación que abrió la nueva Arqueología en los países anglosajones en los años sesenta y setenta, y que desde los años ochenta se han extendido a los países del arco mediterráneo (Francia, Italia, Grecia, España, etc.).

Los diferentes métodos utilizados actualmente son, de hecho, complementarios, y cada uno aporta su pequeño grano de arena a la investigación territorial. Individualmente, se aplican a terrenos específicos (según la geología y los suelos de cada zona), a coberturas vegetales distintas (prados, bosques, cultivos, etc.) y a tipos específicos de yacimientos (zonas de hábitats, espacios de producción, estructuras agrarias, etc.). En este sentido, lo más importante no es tanto la elección del método de prospección como la definición de los objetivos de la prospección, apoyados en problemáticas específicas que aconsejarán seguir determinada estrategia de intervención. No se trata tanto de preguntarse cómo prospectar, sino por qué prospectar. En último término, lo que pretendemos conocer es lo que determinará la estrategia de prospección y las técnicas que habrá que utilizar.

Sin embargo, antes de entrar en materia es preciso que nos centremos en dos problemáticas esenciales en la tarea del arqueólogo. La primera, el estudio paleoambiental, es decir, la reconstrucción de las características físicas que ha presentado el paisaje a lo largo del tiempo. Y la segunda, no menos importante, el estudio de los procesos que han intervenido en la creación y conservación del registro arqueológico tal y como hoy es descubierto por los arqueólogos en el transcurso de sus trabajos de campo.

### 2.1.1. La reconstrucción paleoambiental

Los cambios climáticos y, desde la época neolítica, la explotación del medio por parte de las comunidades humanas han modificado enormemente los paisajes. Sin embargo, antes de saber cómo se adaptó el hombre al medio natural y qué relaciones se establecieron entre sociedades y entornos, hay que conocer cómo era este medio en tiempos pretéritos. Actualmente, gracias a la perspectiva de los estudios paleoecológicos aplicados a la Arqueología, de la Arqueobotánica, de la Arqueozoología y de la geomorfología (el estudio del modelado del medio físico y de su dinámica en relación con el registro arqueológico) podemos llegar a conocer las características del medio natural del pasado, y relacionarlas con las variaciones climáticas y con la acción antrópica y los procesos de adaptación y de explotación de las comunidades humanas a lo largo del tiempo.

La cubierta vegetal y la estabilidad de los suelos están íntimamente relacionadas. En medios mediterráneos (clima seco con lluvias torrenciales), la deforestación de una zona de montaña por acción del hombre para crear pastos, por ejemplo, tiene como consecuencia la intensificación de los procesos erosivos de las vertientes y la acumulación y recubrimiento sedimentario de los

#### La nueva Arqueología

La nueva Arqueología es una corriente teórica que nace en el ámbito científico anglosajón en las postrimerías de los años sesenta del siglo xx. Podéis ver más información en el apartado 6.

#### Lectura recomendada

M. Dabas; H. Deletang;  
A. Ferdière; D. Jung; W.H.  
Zimmermann (1998). *La  
prospection*. París: Éditions  
Errance.

fondos del valle. La deforestación expone los suelos a la acción del agua. En zonas con pendiente pronunciada, la acción erosiva puede ser superior a la capacidad de los suelos de regenerarse.



Vertiente en el valle de Saint-Geniez de Dromon (Provenza, Francia). Puede observarse la vertiente "peinada" por la erosión y la acumulación de sedimentos en el fondo de valle.

El arrastre de desprendimientos por acción de la erosión con la formación de conos de deyección y piedemontes en las zonas de ruptura de pendiente, o el crecimiento de los deltas en áreas litorales están estrechamente vinculados a la dinámica climática (periodos más o menos fríos y secos) y a la acción antrópica (desforestación para crear campos de cultivo y zonas de pasto). En pocos años, y en pocas generaciones, esta acelerada erosión de los suelos puede modificar el modelado físico y desplazar más sedimentos de lo que podrían hacer milenios de cambio climático. Las consecuencias para el aprovechamiento económico son claras: el paisaje pierde buena parte de sus suelos y se fuerza su aprovechamiento como pastos extensivos.

El estudio de todos estos cambios paisajísticos y de los procesos de erosión y sedimentación son objetivo de la Geomorfología y de la Geoarqueología (su vertiente aplicada al registro arqueológico y al estudio de su alteración posdeposicional). Los sedimentólogos y los pedólogos –los especialistas en suelos– basan sus trabajos en el análisis de los sedimentos (los materiales depuestos en la superficie de la tierra) y de los suelos (el nivel superior de estos sedimentos) en columnas o cortes estratigráficos realizados en el terreno.

Un análisis visual detallado permite conocer la composición y la textura de los diferentes sedimentos: niveles con gravas y arenas que drenan el agua con facilidad o niveles arcillosos que, en cambio, la retienen. Puede caracterizarse también el tamaño de las partículas de los sedimentos (guijarros, arenas y limos) y su grado de consolidación (más o menos compactado). En el lugar donde el sedimento se encuentra más compactado, el especialista toma muestras con el objetivo de realizar después láminas delgadas para el análisis microscó-

#### Lectura recomendada

K.W. Butzer (1989). *Arqueología. Una ecología del hombre* (núm. 8). Barcelona: Bellaterra.

pico de los sedimentos. Igualmente, el estudio de la composición, del color y de los cambios de textura de los suelos permite al pedólogo determinar si éstos fueron depositados por el agua, el viento o la acción humana, y hacerse una idea de las condiciones meteorológicas en que se formaron y, por lo tanto, del clima local que existía en aquel momento.



Detalle del sedimento extraído con sonda de una turbera.

La **Arqueobotánica** tiene como objetivo la reconstrucción del medio vegetal con que se encontraron las comunidades humanas del pasado en un lugar y momento concretos. Dentro de su campo se incluye la **Palinología**, disciplina que se ocupa de la reconstrucción en el tiempo de la cobertura vegetal a partir del estudio de los granos de polen fósiles, conservados en medios palustres o muy húmedos. Los estudios arqueobotánicos se complementan con el estudio de macrorrestos vegetales recuperados en sedimentos de yacimientos arqueológicos (de carbones de madera –la **Antracología**– y de semillas y granos –la **Carpología**–), que nos informan sobre qué especies crecían en los alrededores de los yacimientos, es decir, sobre la manipulación humana de las plantas. De estas últimas disciplinas hablaremos con más detalle en el apartado 4.3 de este módulo. Ahora nos interesa insistir especialmente en la aportación de la primera para la reconstrucción del paisaje vegetal regional.



Palinólogos sondeando una turbera en el valle del Madriu.

Efectivamente, mientras que los estudios paleoecológicos realizados en yacimientos nos ilustran sobre el uso que del entorno vegetal hicieron los habitantes de un determinado lugar, los análisis polínicos en sedimentos de origen lacustre o en turberas y en marismas de un territorio nos informan sobre el paisaje vegetal regional y, por lo tanto, permiten medir con mayor exactitud la acción antrópica y el impacto de las actividades humanas a escala regional, especialmente en la época posglacial u holoceno.

### Palinología

La búsqueda de los sedimentos adecuados es la primera fase de trabajo de los palinólogos.

En los análisis polínicos se extrae del sedimento la exina del polen (su carcasa exterior casi indestructible, y que puede sobrevivir decenas de miles de años), que pasa a ser estudiada con el microscopio para identificar a partir de su forma característica la especie o taxón vegetal a la cual pertenece. Una vez han sido identificados y cuantificados todos los granos, los resultados se plasman en las curvas de un diagrama polínico, donde se ilustra con columnas la evolución de cada especie vegetal durante todo el periodo cronológico comprendido en el sedimento analizado. Después se estudian las fluctuaciones de las curvas de cada categoría vegetal, como signo de la evolución del paisaje que es consecuencia de las oscilaciones climáticas y de la acción antrópica. El marco cronológico se establece con dataciones de carbono 14 y por analogías con las asociaciones vegetales que han caracterizado en diferentes momentos aquel sector (podéis ver el apartado 4.3 de este módulo).

### 2.1.2. La evidencia arqueológica y los procesos posdeposicionales

Los vestigios arqueológicos, desde su deposición hasta el momento en que son descubiertos por una intervención arqueológica, están sometidos a toda una serie de procesos que provocan las condiciones en que son encontrados. Son los denominados **procesos posdeposicionales**.

Los yacimientos pueden ser descubiertos a profundidades muy distintas, y su estado de conservación puede ser muy variable dependiendo de su antigüedad y naturaleza, así como de las características climáticas, geológicas y geomorfológicas de la zona. Por ello, hoy se considera indispensable acompañar o preceder todo trabajo de campo de un estudio geomorfológico y geológico, que permita abordar el problema de la **tafonomía** de los yacimientos, es decir, de su recubrimiento sedimentario o de su erosión a lo largo de los siglos y, por lo tanto, evaluar su facilidad de reconocimiento y el éxito de la prospección de campo. Así, la Geoarqueología, aparte de su contribución al estudio paleoambiental, tiene una segunda aplicación, muy directa en Arqueología: evaluar el grado de transformación del modelado físico de la zona que se estudia, con el fin de organizar y planificar adecuadamente los trabajos de prospección y de evaluar el contexto del registro arqueológico en el momento del descubrimiento.

Los procesos erosivos y sedimentarios pueden modificar enormemente las características de la evidencia arqueológica y condicionar los resultados de las prospecciones. Los yacimientos pueden haber sido recubiertos por muchos metros de sedimentos, lo cual dificultará enormemente su descubrimiento. Y al contrario, los restos arqueológicos pueden ser arrastrados centenas de metros por efecto de la erosión, y ser encontrados lejos del lugar original de deposición.

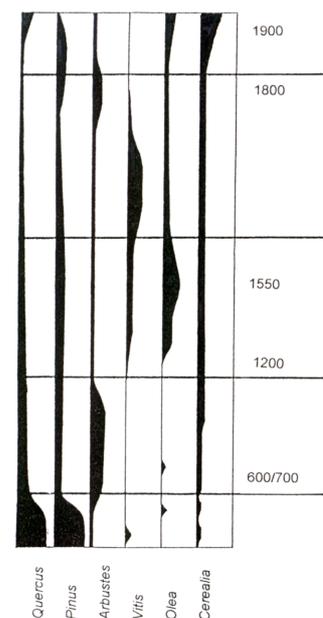


Diagrama polínico sintético del Besós. Se observa la evolución de los diferentes taxones vegetales a lo largo de los siglos. Fuente: S. Riera.

#### Problemática erosiva

Uno de los principales problemas en las prospecciones arqueológicas es, precisamente, evaluar la fiabilidad del registro y la correlación entre la evidencia de superficie y la realidad arqueológica del subsuelo.

Por este motivo, en prospección siempre hay que cuestionarse la validez de los hallazgos, de manera que normalmente estos son seguidos de una fase de verificación o de diagnóstico, en la cual, a partir de la realización de sondeos, se comprueba la existencia efectiva del yacimiento.

En vertientes con pendiente pronunciada los vestigios arqueológicos son arrastrados hacia el fondo del valle. Los estratos más modernos son los primeros en ser desplazados y deponerse en el fondo. Los estratos más antiguos lo hacen después, y se sedimentan por encima de los materiales modernos. El resultado será el hallazgo de vestigios arqueológicos lejos del lugar original de deposición, y estratigráficamente invertidos (los materiales más antiguos por encima de los más modernos).

La conservación del material arqueológico también está sometida a condiciones naturales que favorecen su conservación o su deterioro. Los materiales que mejor se conservan son la piedra –los utensilios líticos pueden llegar a tener unos dos millones de años–, la arcilla cocida –como la cerámica, que tradicionalmente ha sido la fuente principal de datos de los arqueólogos a partir del momento de su invención, hace unos 12.000 años–, y los metales –el oro, la plata y plomo se conservan bien, y el cobre, el bronce y el hierro se oxidan con rapidez. Las características de los sedimentos que rodean los hallazgos –más o menos ácidos– y el clima (seco, húmedo, frío) tienen un papel muy importante en la conservación de los restos, especialmente si se trata de materiales orgánicos, que sobreviven con más dificultades. Una atmósfera muy seca –buena parte del valle del Nilo, por ejemplo–, o un entorno muy frío –en regiones polares, en glaciares– evita la descomposición de la materia orgánica. Las zonas pantanosas (turberas, lagos) también son favorables para la conservación de materiales orgánicos, a causa de la humedad y la falta de aire.

## **2.2. La prospección aérea. El descubrimiento de yacimientos mediante la fotografía aérea a baja altitud**

La prospección aérea a baja altitud consiste en buscar rastros de yacimientos sobrevolándolos a baja altitud y registrándolos por medio de fotografías.

Además de restos materiales, las actividades humanas dejan en el terreno rastros más o menos profundos, que se manifiestan en determinados momentos y que pueden ser identificados y comprendidos a partir de una visión global difícilmente realizable desde el suelo.

A diferencia de la fotointerpretación, donde se trabajan fotogramas ya realizados por los institutos cartográficos (podéis ver el subapartado 2.3.), en prospección aérea se fotografía lo que se quiere.

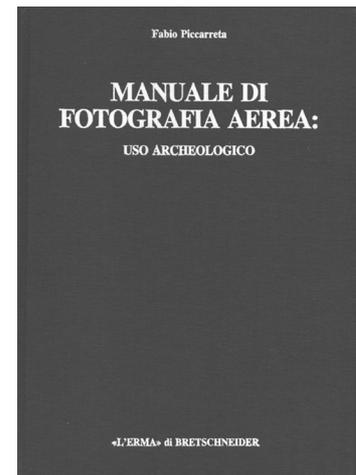
Desde el avión el observador puede asociar los elementos de un yacimiento que a simple vista nos podrían parecer aislados y heterogéneos. Además, el avión permite cubrir grandes superficies con rapidez y obtener imágenes oblicuas y casi verticales de lugares de difícil acceso. La altura del vuelo, según la estructura que queramos fotografiar, oscila entre los 100 y los 300 metros, para lugares de hábitat, y hasta los 700 y los 800 metros, para grandes estructuras del paisaje, como vías antiguas o parcelarios. ¿Qué se fotografía? Resultaría imposible y probablemente inútil fotografiarlo todo de manera continua; ésta es la función de las fotografías aéreas verticales que realizan los institutos cartográficos. En el caso que ahora nos ocupa, se trata de hacer una **selección**, de reconocer el elemento pertinente, de elegir adecuadamente lo que puede ser revelador de la presencia de un yacimiento...

No existe un único método de prospección aérea, ya que los procedimientos dependen de diferentes factores, como por ejemplo, los medios económicos de los que se dispone o las inquietudes y los objetivos del prospector. Un elemento de importancia capital en este tipo de prospección es que las condiciones de **visibilidad** y, por lo tanto, la eficacia y el éxito de la operación dependen de multitud de factores que el prospector debe tener muy en cuenta: la época del año, las condiciones climáticas (períodos más o menos secos), el relieve y el uso del suelo, etc. El terreno puede presentar anomalías muy distintas, vinculadas a causas naturales o antrópicas, cuya observación puede variar enormemente según el momento en el que se haga la prospección.

¿Cuáles son las prácticas comunes de trabajo para buscar en el paisaje indicios que revelen la presencia de un yacimiento arqueológico?

1) **Indicios fitográficos** o relativos al crecimiento de las plantas (*crop-marks*, en inglés).

En condiciones climáticas favorables –períodos de sequía–, el crecimiento de las plantas, su altura y su color, especialmente en los campos de cultivo, reflejan en superficie las perturbaciones del subsuelo, ya sean de origen natural o antrópico. Las perturbaciones antrópicas aparecen asociadas principalmente a dos tipos de vestigios arqueológicos: puntos más hundidos (pozos, fosas, silos, cisternas, etc.) y estructuras y otros elementos construidos soterrados, más o menos arrasados (restos de muros, cimientos, etc.). La colmatación de fosos excavados retiene la humedad y el agua, y favorece el crecimiento de las plantas. Contrariamente, la presencia de muros y de otros elementos construidos soterrados dificulta su crecimiento. En caso de déficit hídrico, estas anomalías pueden ser muy espectaculares, de manera que la vegetación puede llegar a recrear un relieve, pero invirtiéndolo.



Portada del libro de Piccarreta, un clásico de la fotografía aérea aplicada a la Arqueología.

#### Lectura recomendada

F. Piccarreta (1985). *Manuale di fotografia aerea: uso archeologico*. Roma: L'Erma di Bretschneider.

#### Condiciones de visibilidad

Las condiciones de visibilidad son de primordial importancia en la prospección aérea.

#### Lectura recomendada

M. Dabas; H. Deletang; A. Ferdière; D. Jung; W. H. Zimmermann (1998). *La prospection*. París: Errante Éditions.

El análisis de fotografías multiespectrales, en las que se reflejan bandas del espectro electromagnético no visibles, como los infrarrojos, está empezando a introducirse también en las prospecciones aéreas. En el caso de los indicios fitográficos, la banda de infrarrojo cercano, en combinación con la banda verde, permite la detección de sutiles variaciones en la vegetación. El desarrollo de índices de vegetación a partir de los datos proporcionados por esta banda permite la detección de variaciones en la cubierta vegetal que pueden ser indicativas de la presencia de yacimientos. Este tipo de imágenes presentan, sin embargo, el inconveniente de que su tratamiento debe realizarse mediante un software específico y, por lo tanto, los resultados no pueden ser analizados durante el desarrollo de la prospección aérea.

Un factor importante que hay que tener en cuenta en el análisis de indicios fitográficos es que no todas las plantas manifiestan este tipo de irregularidades. Entre los cultivos, los cereales son, en general, las plantas que mejor revelan estas anomalías, sobre todo en el momento inicial del crecimiento. La viña es, por lo general, un indicador deficiente, aunque durante el otoño la velocidad con la que la hoja toma tonalidades rojizas puede indicar la existencia de estructuras lineales soterradas (como por ejemplo, la existencia de un camino antiguo). Los prados naturales reflejan bien la presencia de muros.

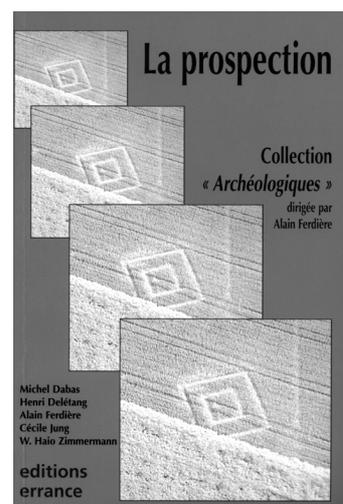
Hay que tener presente, sin embargo, que la prospección aérea se encuentra fuertemente condicionada por las técnicas modernas de cultivo, con la generación de los regadíos intensivos y de los herbicidas, que enmascaran buena parte de estas irregularidades.

## 2) Indicios hidrográficos o manchas de humedad.

En determinadas condiciones, la humedad superficial no desaparece de manera uniforme y crea manchas y líneas que pueden revelar la presencia de fosas y de otras estructuras. Se trata de anomalías que no vienen indicadas por la vegetación (y, por lo tanto, se evitan ciertas confusiones), sino por la totalidad del terreno, aunque a menudo resulta muy difícil diferenciar si son de origen natural o arqueológico. Las fotografías multiespectrales pueden también facilitar la localización de este tipo de indicios; la banda de infrarrojo medio, por ejemplo, resulta especialmente indicada para discriminar marcas de humedad en el suelo.

## 3) Indicios pedográficos o marcas del suelo (*soil marks*, en inglés).

Los colores de los suelos pueden revelar la presencia de yacimientos en el subsuelo. En invierno, o al inicio de la primavera, las variaciones de color (manchas con tonalidades más o menos oscuras) del suelo de campos labrados pueden ser indicadoras de rastros arqueológicos, aunque su interpretación no es siempre evidente. En Inglaterra, uno de los países (junto con Francia) donde



Un buen ejemplo de divulgación científica. Este libro constituye una excelente iniciación a las prospecciones arqueológicas.

más se ha utilizado la prospección aérea, entre los vestigios más espectaculares descubiertos a partir de marcas del suelo, destacan parcelarios de época protohistórica (los *celtic fields*) y romana (centuriaciones).

#### 4) Microrrelieves (*shadow sites*, en inglés).

Con la luz rasante al inicio o al final del día o en invierno, los microrrelieves en positivo o en negativo (pequeñas fosas, plantas más altas, etc.) son sobredimensionados visualmente por sus sombras y pueden ser analizados por el observador si se emplaza en posición oblicua a la dirección de los rayos solares. Se trata de un tipo de rastro muy visible en prados, en campos cultivados –en el momento inicial del crecimiento– y en bosques, aunque en este último caso la cobertura vegetal puede ser un obstáculo para la observación aérea. La aplicación de nuevas tecnologías, como la Estereofotogrametría Digital o el LIDAR, en combinación con análisis topográficos SIG, pueden llegar a localizar microrrelieves de forma enormemente eficaz, sin tener que contar con unas circunstancias favorables de iluminación solar. Estudiaremos estos sistemas en detalle en el apartado 5.1.

Como en el caso de la prospección superficial (podéis ver el apartado 2.4), antes de realizar el vuelo es necesario llevar a cabo toda una serie de estudios previos que favorezcan el éxito de la prospección. Como hemos comentado, hay que elegir muy bien el momento adecuado para fotografiar los campos, ya que los indicios arqueológicos más visibles pueden permanecer completamente enmascarados según la época del año que elijamos.

Sin embargo, también es necesario efectuar un trabajo de investigación para impregnarse de los rasgos naturales y humanos de la región que sobrevolaremos. Hay que estudiar la geología, el clima, el relieve y las condiciones hídricas de la zona para conocer las condiciones de erosión y de sedimentación, y la conservación potencial de los yacimientos; realizar un estudio documental previo (de los mapas topográficos e históricos y de las fotografías aéreas ya existentes) con el fin de elaborar una primera base de datos sobre la existencia de vías antiguas, parcelarios, hábitats, etc., y consultar la carta arqueológica y la bibliografía sobre yacimientos ya conocidos e inventariados, con el objetivo de tener muy presente el potencial arqueológico de la región. Cuanto más preparemos la salida, más garantías de éxito tendremos.

Una vez realizado el vuelo, se inicia la explotación del material fotográfico para rentabilizar al máximo los descubrimientos. Para la interpretación de las fotografías, se efectúan calcos de una copia en papel de gran formato (18 cm × 24 cm, o más) que refleje todo tipo de detalles. El resultado muestra las anomalías y los rastros relacionados con restos arqueológicos. Normalmente, se trabaja con **fotos oblicuas**, por lo que se obtiene una imagen deformada de los lugares, dependiendo de la inclinación de la cámara en el momento de hacer la fotografía (algunos prospectores utilizan fotografías casi verticales). Otro trabajo lento, y muy importante, consiste en rehacer un mapa con pro-

yección vertical del resultado obtenido. Actualmente, con la ayuda de programas informáticos de tratamiento de imágenes, esta tarea puede hacerse de forma mucho más rápida.



Vista aérea de Ampurias. En Ampurias (Alto Ampurdán), la ciudad griega y la ciudad romana son muy visibles desde el aire.

Un último problema en este tipo de trabajos es el de la datación de las anomalías de origen arqueológico detectadas. En este dominio, el prospector tiene que ser muy prudente y proponer hipótesis que será preciso confirmar a partir de un control de terreno. Se conocen estructuras que aparecen perfectamente idénticas y que pueden tener un origen y una función muy diferentes. La fotografía aérea registra rastros de todas las épocas y, aunque a veces la tipología de los restos permite una adscripción cronológica (por ejemplo, una villa romana), la interpretación de muchas marcas quedará pendiente de verificación.

Finalmente, conviene insistir en el interés de la prospección aérea –y de las otras técnicas de prospección– como útil de gestión e instrumento de Arqueología Preventiva. Excavar es muy caro y significa siempre destruir el pasado de forma irremediable. La fotografía aérea presenta, en esta línea, ventajas importantes: no es destructiva y la información que proporciona constituye una base de datos muy importante para la elaboración de programas coherentes de investigación y de políticas arqueológicas preventivas que eviten la precipitación causada por la urgencia que deriva del riesgo inmediato de una destrucción.

### 2.3. Los estudios arqueomorfológicos. La fotointerpretación y la cartointerpretación. La evidencia documental

La **Arqueomorfología**, término creado por el historiador francés Gerard Chouquer en los años ochenta, es la disciplina que se ocupa del estudio arqueológico de las formas antrópicas visibles en el paisaje; es decir, de las huellas que en el paisaje han dejado las intervenciones humanas a lo largo del tiempo (canales, vías, parcelarios, etc.).

Los **paisajes culturales**, tal y como los hemos definido en el apartado 2.1, están formados por estructuras lineales (vías, parcelarios, drenajes, canales, regadíos, terrazas, etc.) de diferente origen cronológico, y su organización es heredera de acondicionamientos más antiguos. La Arqueomorfología estudia su dinámica para caracterizar las distintas fases que constituyen la historia de los paisajes culturales. Los estudios van pues más allá de la caracterización de las formas del paisaje de un período concreto, para profundizar e interpretar cómo se muestra el paisaje a lo largo del tiempo y analizar las sucesivas etapas desde una perspectiva diacrónica.

Los mapas topográficos y antiguos, las fotografías aéreas, los documentos escritos –los catastros, principalmente– y el trabajo de campo son las técnicas y los materiales que los arqueólogos utilizan para estudiar la morfología histórica del paisaje. La **cartointerpretación** y la **fotointerpretación** consisten esencialmente, a partir de mapas topográficos en el primer caso y de fotografías aéreas verticales en el segundo, en analizar los elementos constitutivos del paisaje y en extraer los estratos sucesivos de su organización. Esto se puede realizar en un entorno digital gracias a la introducción de los sistemas de información geográfica (SIG). La digitalización de los documentos cartográficos y ortofotográficos y su posterior georreferenciación permiten integrar estos documentos en los SIG como capas. En estos entornos los procesos de fotointerpretación y cartointerpretación se pueden hacer de forma rápida y precisa.

En una primera fase, los datos extraídos de la cartointerpretación y de la fotointerpretación digital se integran en el entorno SIG como nuevas capas digitales. Posteriormente, el estudio se completa con el análisis regresivo (de más moderno a más antiguo) de documentos escritos (por ejemplo, catastros) relativos a la zona de estudio y, cada vez más, con un control de las estructuras sobre el terreno que permita verificar su antigüedad.

La fotografía aérea como plasmación directa de la realidad es el documento que aporta más información geográfica al estudio arqueomorfológico. Junto con el mapa topográfico, se trata de uno de los instrumentos básicos de la investigación. Es muy útil la fotografía aérea vertical más antigua, anterior a las grandes transformaciones de las últimas décadas.



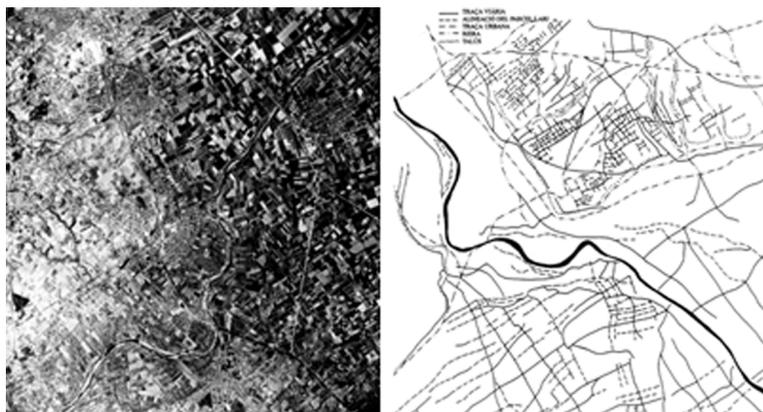
Uno de los mapas más antiguos conservados para el Ampurdán (*Territorio de Sant Pere Pescador*, anterior a 1716. Biblioteca Nacional, G. M./M. XLIII, núm. 51). La cartografía histórica es una herramienta esencial en Arqueomorfología.

## Ejemplo

En Cataluña destaca la existencia de dos vuelos con una cobertura sistemática para todo el territorio. El más antiguo, del año 1946, conservado en el Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire, tiene una escala aproximada de 1:45.000. Su calidad es defectuosa, ya que se realizó en unas condiciones climatológicas adversas. El más moderno, conservado en el Servicio Geográfico del Ejército, es de los años 1956-1957, tiene una escala aproximada de 1:33.000 y se caracteriza por una calidad excelente que, combinada con su relativa antigüedad, lo convierte en el documento fotográfico más adecuado y utilizado en este tipo de investigación. El Instituto Cartográfico de Cataluña dispone también de vuelos a diferentes escalas para toda Cataluña y para momentos más recientes.

Asimismo, la introducción de imágenes multiespectrales, ya se hayan tomado desde plataformas aéreas o satélites, permite, como ya hemos visto en el apartado anterior, el análisis de rasgos invisibles al ojo humano y puede ayudar a la localización de elementos parcelarios completamente sedimentados.

Del trabajo de fotointerpretación se extraen los rasgos morfológicos más significativos y se diferencian distintos componentes: elementos naturales –relieve, arroyos y cursos fluviales– y antrópicos –rastros viarios, formas del parcelario, canales, etc. Cada uno de estos componentes constituirá una capa diferenciada de líneas dentro del SIG a partir de cuyo análisis arqueomorfológico se podrá establecer una primera secuencia cronológica.



Fotografía aérea del delta del río Llobregat y su interpretación. Elaboración propia.

El mapa topográfico y su equivalente digital, el modelo digital del terreno, son los otros productos básicos de información geográfica más ampliamente utilizados en Arqueología del Territorio: sirven de apoyo cartográfico para restituir la información obtenida de la fotointerpretación y resultan, al mismo tiempo, una fuente de información extraordinaria para el análisis arqueomorfológico. Entre el material cartográfico, los mapas antiguos constituyen un instrumento fundamental para obtener unos primeros criterios de datación de los elementos restituidos y de las secuencias cronológicas propuestas, y para proceder a la discriminación de rastros y comprobar que el análisis arqueomorfológico se fundamenta en elementos estructuradores de entidad.

Sin embargo, hay que tener muy presentes las limitaciones del método, derivadas tanto de la parcialidad de la información morfológica que nos llega, inherente a la misma transformación del paisaje, como de las dificultades para establecer las secuencias cronológicas. A menudo el arqueólogo tiene que

conformarse con señalar una serie "de anomalías" que deberían ser contrastadas a partir de otras técnicas de trabajo (estudio de la documentación escrita, control del terreno, la excavación arqueológica, etc.).

También es importante tener en cuenta que, en última instancia, lo que interesa en Arqueología es la interpretación histórica de las formas, obtener información sobre las sociedades que las crearon. En este sentido, hay que entender el análisis arqueomorfológico como un medio, y no como un fin en sí mismo. Es necesario ser conscientes de la diversidad de elementos que integran el paisaje y avanzar hacia aproximaciones que combinen distintas variables.

Uno de los elementos más trabajados para analizar la estructuración del territorio es la **red viaria**. Las vías de comunicación son el resultado de numerosas transformaciones e intervenciones, y reflejan en el espacio dinámicas históricas concretas. Las vías son también estructuras paisajísticas estables, ejes "mayores" que pueden ser reutilizados y recrear determinada morfología del territorio más allá de su momento de creación y funcionamiento original.

Hay que señalar que el estudio arqueológico de las redes viarias ha experimentado un avance metodológico importante en los últimos años. Los trabajos de investigación más innovadores priorizan la definición del "todo", de la red, de la estructura general, para analizar después cada una de las partes, los itinerarios y los rastros que la forman.

Dentro de la red viaria, hay que hacer una distinción entre **itinerarios** y **trazas**. Los primeros son ejes de comunicación de primer orden de tipos regionales o extrarregionales, mientras que los segundos hacen referencia a la diversidad de segmentos que pueden formar parte de cada itinerario. Así, se estudian, por una parte, las fluctuaciones internas en los itinerarios, que pueden indicar la antigüedad y la evolución, y por otra, los desplazamientos producidos entre itinerarios, que reflejan la dinámica de cambio del conjunto de la red viaria.

Del análisis arqueomorfológico deriva la lectura cronológica. El estudio de los cambios internos en cada itinerario y la presencia de rastros anómalos, de imbricaciones y de desplazamientos entre itinerarios y rastros, permiten establecer **secuencias cronológicas relativas**, indicativas de sucesivas transformaciones de la red viaria. La caracterización de estas secuencias y de los factores naturales o humanos que las provocan permite entender la dinámica histórica de la red viaria, reflejo de las transformaciones del territorio.

Dentro de los estudios arqueomorfológicos, la caracterización de **parcelarios antiguos** (protohistóricos, romanos, medievales...) ha tenido una incidencia muy relevante en los últimos años.

#### Lecturas recomendadas

J.M. Palet (1998). "Les empreintes del paisatge". *L'Avenç* (núm. 231, diciembre, págs. 73-77). Barcelona.  
E. Vion (1989). "L'analyse archéologique des réseaux routiers: une rupture méthodologique, des réponses nouvelles". *Paysages découverts* (núm. 1, págs. 67-99). Lausana: GREAT.



Parcelario en estrella. Parcelario medieval radial perceptible en la morfología del paisaje actual. Vista realizada desde el *oppidum* de Ensérune (Occitania).

La morfología histórica de los paisajes actuales refleja con frecuencia los rastros de parcelarios más antiguos.

Mención especial merece la investigación de **centuriaciones**, la forma más canónica en época romana de división del paisaje agrario en unidades de medida variable (cuadradas o rectangulares), producidas por una red que estaba formada por ejes paralelos o perpendiculares (la *limitatio*, de *limes*, 'camino o rastro que sirve de límite entre centurias') y base a partir de la cual se hacían las divisiones y las asignaciones de los lotes de tierra.

Estos estudios tienen una larga tradición. Fueron impulsados por los trabajos pioneros de los años cincuenta y sesenta del siglo xx de los arqueólogos Raymond Chevallier y Max Guy, y más adelante, desde inicios de los años ochenta, por el denominado Grupo de Besançon. El método para el estudio de redes centuriadas que propuso este grupo del Centro de Historia Antigua de la Université de Franche-Comté de Besançon defendía, como elemento identificador principal, la existencia de una orientación y de un módulo uniforme relacionable con una modulación basada en el *actus*, medida de longitud característica de la época romana. Como trabajo de referencia básico de este grupo, podéis consultar la Mesa Redonda celebrada en Besançon en el año 1980 (M. Clavel-Lévêque, ed., 1983. *Cadastres et espace rural. Approches et réalités antiques*. Besançon: CNRS).



Reconstrucción de una centuriación (Ilici, Elche). Fotografía aérea e interpretación. En La Alcudia de Elche se encuentra el mejor ejemplo de centuriación conservada de la Península Ibérica. Sus límites son claramente perceptibles en la morfología del paisaje actual.

Los estudios arqueomorfológicos actuales insisten en la utilidad de esta técnica para la definición de estructuras agrarias romanas y para su contextualización en la historia del paisaje. Desde la perspectiva de la Arqueología del Paisaje, es esencial caracterizar e interpretar las formas del paisaje desde una perspectiva diacrónica, y definir el grado de antropización y la variabilidad de elementos que configuran los territorios.

A pesar de la diversidad de enfoques, se coincide en señalar que los estudios diacrónicos proporcionan la perspectiva necesaria para contextualizar cada etapa en la dinámica evolutiva del paisaje en relación con los elementos que definían fases precedentes o que definirán las posteriores. En este sentido, la Arqueomorfolología supera el campo de investigación de la Arqueología clásica para abarcar también el campo de los especialistas en las épocas medieval y moderna.

#### Lectura recomendada

J. M. Palet (1997). *Estudi territorial del Pla de Barcelona. Estructuració i evolució del territori entre l'època iberoromana i l'altmedieval. Segles II- I aC. a X-XI dC.* Barcelona: Ajuntament de Barcelona.

Así, los estudios arqueomorfológicos insisten en la necesidad de contextualizar en el tiempo las fases que conforman los paisajes culturales y en el interés de esta perspectiva diacrónica para el estudio de las sociedades que han modelado el territorio a lo largo del tiempo. Desde enfoques neoestructuralistas se defiende, además, la idea de que detrás de toda organización del espacio se encuentra una determinada concepción del mismo. Las formas del paisaje van más allá de su estricta funcionalidad social y económica, para connotar también significados culturales, simbólicos y subjetivos.

La Arqueología del Paisaje comprende, de esta manera, una Arqueología de la Percepción que tiene entre sus objetivos evaluar el efecto de los rasgos naturales y artificiales del paisaje sobre sus observadores pretéritos.

## 2.4. Las prospecciones superficiales

Hasta ahora nos hemos ocupado de las prospecciones aéreas. Lo cierto, sin embargo, es que actualmente el modelo más generalizado de prospección entre el colectivo de arqueólogos continúa siendo el reconocimiento directo de la superficie del terreno.

### 2.4.1. Problemática general

La prospección de superficie es la técnica de campo más utilizada y con más tradición en Arqueología Territorial, y consiste en la búsqueda y la localización de yacimientos a partir de su manifestación superficial, y en la evaluación de sus entornos y de su dispersión y relaciones. ¿Cuáles son entonces los indicios que se consideran reveladores de un yacimiento en este tipo de prospección? Podemos diferenciar dos grandes categorías: las **estructuras** (muros y elementos contruidos de todo tipo) y los **conjuntos de materiales**. De la primera categoría hemos hablado ampliamente en los apartados anteriores; ahora nos interesa tratar de la segunda. En el caso que nos ocupa, el yacimiento se nos manifiesta como una concentración de materiales arqueológicos en superficie (elementos constructivos, fragmentos de cerámica y de otros objetos), limitada en el espacio (sobre el terreno podemos delimitarla) y en el tiempo (de un período cronológico más o menos largo).

Por lo general, los conjuntos de materiales proceden de yacimientos enterrados a poca profundidad, cuyos materiales arqueológicos afloran a la superficie por efecto del arado y de la erosión en general. Volvemos a encontrarnos, pues, con un problema primordial del que ya hemos hablado en otras técnicas de prospección: la fiabilidad del registro. Normalmente, los materiales en superficie presentan una correlación con la realidad arqueológica del subsuelo, pero esto no es así siempre (recordad la problemática en torno a los procesos posdeposicionales tratada en el apartado 2.1 de este módulo).

### Lectura recomendada

G. Chouquer (1997). "La place de l'analyse des systèmes spatiaux dans l'étude des paysages du passé". En: *Les formes du paysage. L'analyse des systèmes spatiaux* (pág. 14-24). París: Errance (colección "Archéologie d'Aujourd'hui", 3).

G. Chouquer (2000). *L'étude des paysages. Essais sur leurs formes et leur histoire*. París: Errance.

Esto implica que, una vez más, la prospección superficial tenga que acompañarse de todo un trabajo previo, geológico y documental que nos ayude a conocer bien la zona, que señale las estrategias de campo que hay que seguir y que sirva para evaluar la potencialidad arqueológica del sector que prospectamos. En muchos casos, además, será aconsejable realizar posteriormente un trabajo de verificación o diagnóstico con sondeos para contrastar los resultados de la evidencia superficial.

Por otra parte, mientras que la preocupación por el método de recogida de información en la excavación arqueológica generó enseguida una metodología (podéis ver el apartado 3 de este módulo), no ocurrió lo mismo con la recogida de datos en superficie, que hasta no hace mucho se encontraba condicionada por la subjetividad del arqueólogo y por interpretaciones y sistemas de registro también muy subjetivos. Antes de la irrupción de la Nueva Arqueología (podéis ver el apartado 6.2), el objetivo de los trabajos de prospección consistía básicamente en dar a conocer la existencia de un yacimiento y elaborar un mapa de restos. La prospección de superficie se consideraba una técnica destinada a localizar los yacimientos que podrían excavar en un futuro, y el procedimiento para confeccionar las **cartas arqueológicas** (el inventario del patrimonio arqueológico de una región determinada). Como técnica de campo, era valorada por su contribución a la técnica considerada como la "verdadera" Arqueología de campo: la excavación arqueológica.

Como ya hemos comentado, el panorama empezó a cambiar en el ámbito científico anglosajón a partir de la década de los sesenta del siglo XX, en buena medida gracias a la renovación teórica y metodológica impulsada por la Nueva Arqueología. La prospección arqueológica, especialmente la prospección intensiva, fue reivindicada como una técnica arqueológica con la misma importancia que la excavación, y pasó a ser considerada el mejor método para conocer e interpretar la dispersión de los asentamientos y para el estudio global del territorio.

Hoy, cuatro décadas después de todo este impulso, se asume que no puede conseguirse un verdadero conocimiento del territorio sin recurrir a una prospección intensiva.

Sin embargo, no existen todavía unos **criterios y convenciones** plenamente asumidos y consensuados por todos los especialistas para afrontar el registro arqueológico de campo. En efecto, la recogida de información en prospección superficial no sigue siempre criterios uniformes, y es relativamente frecuente que cada arqueólogo siga sus propios sistemas de registro. Hay que tener presente, en este sentido, que la problemática de cada territorio y los objetivos y las necesidades que se plantean en cada proyecto condicionan las prácticas de campo y los sistemas de registro.

#### Lectura recomendada

L. García (2005). *Introducción al reconocimiento y análisis arqueológico del territorio*. Barcelona: Ariel.

Así, puede afirmarse que no hay prospecciones mejores ni peores, sino muchos tipos de prospección del suelo adecuados a necesidades muy distintas. El objeto de una prospección superficial puede ser la elaboración de un inventario o una carta arqueológica para la Administración, o el estudio completo del territorio en un proyecto de Arqueología del Paisaje. La prospección puede ser diacrónica, es decir, abarcar todos los períodos cronológicos de la prehistoria a la época industrial, o más selectiva y centrarse en una época o en unos períodos en concreto, (la época ibérica, la época romana, etc.).

Puede registrarse todo tipo de vestigio arqueológico, aunque la prospección también puede ser más temática, centrada, por ejemplo, en el estudio de las "líneas del paisaje" (las vías, los parcelarios, etc.) o en la detección de conjuntos de materiales arqueológicos (la forma que toman normalmente en superficie los yacimientos arqueológicos). El área prospectada puede reducirse a un espacio relativamente pequeño (a veces la superficie de un solo yacimiento), con lo que será más fácil cubrirlo totalmente y hacer un registro muy esmerado, o a una superficie de muchos kilómetros cuadrados, lo que hará más difícil llevar a cabo una prospección de cobertura total de la zona.

#### 2.4.2. Las prospecciones extensivas

Sobre el terreno pueden distinguirse dos grandes aproximaciones no excluyentes: la denominada **prospección extensiva**, en la que la zona delimitada no es prospectada de manera sistemática, sino que se visitan zonas privilegiadas y previamente elegidas, y la **prospección intensiva**, que consiste en pasar metódicamente por todos los campos para cubrir de manera total el territorio prospectado. Entre las dos opciones hay técnicas intermedias, como la de prospectar metódicamente la superficie del yacimiento previamente elegido o establecer el grado de fineza de la prospección de cobertura total, que depende del número de prospectores y de su separación en la batida del campo.

La prospección extensiva consiste en un tipo de actualización sobre el terreno de los datos que ya se conocen, ya sea mediante la bibliografía, la carta arqueológica o la encuesta de la gente de la zona (campesinos, aficionados locales, etc.). Ahora bien, prospección extensiva no es sinónimo de trabajo poco sistemático. De hecho, es una técnica muy aconsejable en una primera fase de trabajo: se trata de realizar un estado de la cuestión a partir del cual se planificará la prospección intensiva.

De hecho, una vez que el equipo prospector se encuentra en el yacimiento, puede procederse a un trabajo tan sistemático como el de una prospección intensiva. Se prospecta metódicamente la totalidad del área ocupada por el yacimiento, con el fin de evaluar in situ el conjunto de materiales superficiales y eventualmente las estructuras visibles, y se registra en una ficha toda una serie de datos sobre el yacimiento y su entorno, y sobre las condiciones del descu-

#### Sobre las formas de prospección

Recordad que no hay prospecciones mejores ni peores, sino que éstas han de ser adecuadas a diferentes necesidades y objetivos.

brimiento, datos necesarios para el análisis territorial posterior. Decíamos más arriba que existen muchos **tipos de fichas**, en función del tipo de prospección y del yacimiento en cuestión, pero todas reúnen unos campos comunes, que pueden sintetizarse en los puntos siguientes:

**Identificación.** Es siempre el primer campo de la ficha y su objeto es recoger con la máxima precisión los datos que identifican y que nos permitirán posteriormente localizar el yacimiento. Todos los yacimientos tienen un número y un nombre de referencia, y su ubicación se precisa en coordenadas (UTM, Lambert, geográficas...), se describen los accesos y se indica el número del mapa topográfico en el que aparecen a gran escala (normalmente, 1:25.000).

**Yacimiento.** Son los datos propiamente relativos a los vestigios arqueológicos. Hay que definir el tipo de yacimiento –si se trata de un asentamiento, de un lugar funerario, de un lugar de culto, de un espacio de actividad económica, etc.–, su adscripción cultural –indicación de la época (ibérica, romana, medieval...), a veces con más detalle (romanorepublicana, altoimperial, bajoimperial)–, sus dimensiones (en metros cuadrados, en hectáreas...), la visibilidad que tenemos de la superficie del lugar (nula en bosques, muy buena en un campo recién labrado, etc.) y si hemos recogido materiales arqueológicos. Sobre todo, se realiza una descripción lo más objetiva y clara posible de los restos visibles que caracterizan el yacimiento –de las estructuras, del conjunto de materiales y del yacimiento en su conjunto.

**Condiciones del emplazamiento.** Es otro campo imprescindible para el estudio territorial y consiste en hacer una valoración del entorno vinculado al yacimiento: del relieve donde se ubica (en un plano, encima de una colina, etc.), de su vinculación con vías naturales de tráfico (por ejemplo, con una línea de cresta, con un camino tradicional ya abandonado, etc.), de la visibilidad desde el yacimiento (completamente circular, lineal o muy puntual, etc.), del uso del suelo (si es un campo cultivado, si es yermo, etc.), de la vegetación del lugar, de los tipos de geología de la zona, de la tafonomía del yacimiento (es decir, de los procesos de erosión y de sedimentación a los que ha sido sometido...), etc.

**Situación patrimonial.** El arqueólogo tiene que hacer también una primera evaluación del potencial arqueológico del yacimiento, de su estado de conservación y de su interés arqueológico y patrimonial, con el fin de planificar futuras intervenciones (excavaciones, diagnóstico del impacto si tiene que construirse en la zona, etc.).

Finalmente, se acaba con un campo dedicado al **registro general**: fotografías que hemos tomado y tipo de intervención que hemos hecho. Si se considera necesario, se lleva a cabo un croquis planimétrico del yacimiento –de las estructuras visibles, de la concentración de materiales arqueológicos, etc.



Prospección del territorio en una área de montaña.

### Identificación

Yacimiento núm.:

Nombre:

UTM x:	UTM Y	Altitud
Mapas hojas:	1:5.000:      1:25.000:	1:50.000:
Localización:	Comarca:	País:
	Municipio:	
	Topónimo:	
Inédito (sí/no)	Circunstancias del descubrimiento:	
Accesos:		
Fecha:	Autor	

### Yacimiento

Tipología:	
Dimensiones:	
Visibilidad superficial:	
Materiales recogidos (sí/no)	
Relación muestra recogida / muestra real:	
Adscripción cultural:	
Descripción de las estructuras:	
Descripción del conjunto de materiales:	
Descripción del yacimiento en conjunto:	
Evaluación arqueológica y patrimonial	

### Condiciones del emplazamiento

Tipo de relieve:			
Vinculación con vías naturales de tráfico:			
Visibilidad	Puntual		Lineal
	En abanico		Circular
Pendiente:			
Vegetación puntual:			
Edafología:			
Sustrato geológico:			

Uso del suelo:			
<b>Situación patrimonial</b>			
Estado de conservación (1-5):		Grado de protección (1-5):	
Valoración arqueológica:			
Valoración patrimonial:			
<b>Registro</b>			
Tipo de actuación realizada:		Prospección:	
		sondeo/calas (sí/no y núm.)	
Bibliografía:			
Foto b/n (carrete, núm., fecha, hora):		Diapositiva (carrete, núm., fecha, hora):	
Color (carrete, núm., fecha, hora):		Croquis:	

Modelo de ficha para el registro de yacimientos en prospección.

La incorporación de las nuevas tecnologías en los trabajos de prospección ha supuesto una verdadera revolución metodológica. La ficha de prospección de campo ha asumido un carácter digital con la incorporación de las bases de datos, que permiten introducir toda la información recogida durante la prospección de forma indexada. Esto resulta de gran utilidad para la consulta y la extracción de los datos. Las bases de datos pueden, además, ser integradas dentro de los SIG, lo que permite el análisis de los datos obtenidos en prospección mediante parámetros espaciales.

Los sistemas de posicionamiento global (GPS) han sido una de las tecnologías más ampliamente adoptadas. Estos receptores GPS, pequeños y rápidos en la toma de datos, permiten situar la localización de yacimientos u otros objetos de interés arqueológico con una precisión bastante adecuada en cuanto a los estándares normales de las prospecciones superficiales. De hecho, en los receptores GPS de mano las desviaciones máximas pueden ser de 15 metros, aunque en general los errores de situación no suelen sobrepasar los 5 metros. Además, proporcionan coordenadas globales que pueden ser introducidas en SIG de forma automatizada. Asimismo, los SIG resultan una herramienta esencial en la planificación y el desarrollo de las prospecciones, ya que permiten la integración de todo tipo de informaciones geográficas de interés, que ayudarán a planificar las salidas de campo. Los SIG también proporcionan la capacidad de producir mapas de distribución de yacimientos de forma inmediata, lo que hace posible monitorizar el desarrollo de las prospecciones.

### 2.4.3. Las prospecciones intensivas

Como hemos comentado, para disponer de un conocimiento del territorio más o menos profundo, es necesario recurrir en mayor o menor medida a la prospección intensiva. Los especialistas en este tipo de prospección han planteado, sin embargo, una serie de problemas que aún siguen vigentes en los debates actuales.

Lo primero que se tiene que hacer es definir el tipo de cobertura que hay que realizar. Un control de la totalidad del área de prospección implica movilizar muchos recursos, lo que significa un ritmo de trabajo lento que no se ve siempre compensado por el incremento de los hallazgos. Por ello, a menudo este tipo de prospección se realizaba en pequeñas superficies elegidas aleatoriamente, las famosas franjas o cuadrados *–transects y quadrats en inglés–*, que eran utilizados como muestreos probabilísticos. Hoy, sin embargo, éstos han entrado en desuso porque imponen al trabajo de campo unos límites abstractos completamente alejados de la realidad física del territorio y, en consecuencia, se prefiere delimitar los espacios de una prospección intensiva a partir de unidades geográficas reales o, directamente, llevar a cabo una prospección de cobertura total de la zona que se trabaja.

#### Ejemplo

En Cataluña, entre los años 1985 y 1990, las universidades inglesas de Southampton y Durham llevaron a cabo un proyecto de estudio territorial en el campo de Tarragona, que utilizó como técnica principal de trabajo la prospección intensiva por el sistema de franjas o *transects*. Posteriormente, los resultados fueron publicados y han enriquecido enormemente nuestros conocimientos sobre el poblamiento antiguo en el territorio de la Tarragona romana. Podéis ver: J. M. Carreté; S. Keay; M. Millett (1995). "A roman provincial capital and its hinterland. The survey of the territory of Tarragona, Spain, 1985-1990". *Journal of Roman Archaeology*. Supplementary Series (núm. 15), Míchigan: Ann Arbor.



Prospectores sobre el terreno prospeccionando un transect.

El otro gran debate reside en establecer los criterios para definir qué es un yacimiento, ya que la experiencia de campo muestra que a veces ciertos yacimientos tienen una manifestación en superficie muy débil, difícil de identificar sin un trabajo muy esmerado. Junto a las grandes concentraciones de materiales claramente vinculadas a vestigios arqueológicos del subsuelo, pueden aparecer otros materiales dispersos, pequeñas concentraciones, relacionadas con distintos factores (desde pequeños asentamientos hasta áreas de producción o materiales arrastrados por la erosión). Es lo que en terminología inglesa se ha definido como *off site archaeology*, en contraposición a la evidencia *in site*. Por ello, en prospección intensiva normalmente se trabaja a partir de **índices de densidades**. Es decir, los conjuntos de materiales vienen definidos a partir del número de fragmentos de materiales arqueológicos por hectárea o por metro cuadrado en una **unidad de registro** previamente establecida.

El procedimiento es simple: se divide el territorio en pequeñas unidades de registro *–normalmente parcelas y campos de cultivo–* y se procede a recoger y a cuantificar todos los artefactos por unidad. Se establece una línea de prospectores más o menos espaciados (entre 5 y 20 metros como máximo) y se va

"peinando" sistemáticamente cada campo. Se elabora una ficha por unidad de registro en la que se indican las características físicas del campo (la superficie, los límites, el uso del suelo, etc.), la separación entre los prospectores y la visibilidad superficial (que depende básicamente de la cobertura vegetal y de los procesos erosivos). El material es recogido y separado por unidades de registro para su posterior clasificación y cuantificación. El resultado final es una trama de densidades, indicativa de una mayor o menor frecuencia de artefactos, que eventualmente puede ser corregida a partir de mapas de visibilidad. A partir de estas tramas finalmente se definen los conjuntos de materiales y los posibles yacimientos arqueológicos.

La técnica no ha solucionado completamente el problema, ya que existen demasiadas variables que afectan el registro final. La corrección a partir de mapas de visibilidad es subjetiva, como también lo es la cuantificación a partir de fragmentos de artefactos, ya que éstos pueden estar más o menos fragmentados y, además, en áreas muy antropizadas resulta muy difícil determinar la procedencia de los materiales y, por lo tanto, garantizar la fiabilidad del registro.

Las prospecciones intensivas también se han visto beneficiadas por la introducción de nuevas tecnologías digitales. Los GPS han servido para delimitar las unidades de prospección, ya sean campos de cultivo, ya cuadrículas regulares. En algunos casos, incluso se han tomado las coordenadas de cada uno de los materiales localizados a fin de poder analizar patrones de distribución a escala microespacial. Los SIG, asimismo, han resultado de enorme utilidad no sólo en la selección de las áreas de prospección y la planificación de las salidas de campo, sino también en la generación de mapas de densidades y en la creación de mapas temáticos donde se analizan las características de las distribuciones de materiales. Los SIG también permiten un análisis contextualizado de los datos de prospección, lo que permite extrapolar interpretaciones más detalladas gracias a la inclusión de factores como la topografía, la visibilidad, la calidad de los suelos, etc.

## 2.5. Las técnicas geofísicas

La prospección geofísica es una disciplina auxiliar de la Arqueología, con más de cincuenta años de historia, y que permite detectar restos de estructuras enterradas antes de iniciar una excavación.

Así pues, la prospección geofísica incluye una serie de técnicas arqueológicas no destructivas que, basándose en las diferencias entre las propiedades físicas de los materiales constructivos y de los suelos que los rodean, proporcionan un tipo de radiografía de los restos arqueológicos enterrados. Concretamente, el contraste entre las propiedades geofísicas de estructuras constructivas y suelos

es lo que facilita unos buenos resultados en una prospección. En el caso de que este contraste sea mínimo o no existiera, habría pocas posibilidades de identificar algún resto.

La mayoría de las técnicas geofísicas sólo facilitan información de los restos enterrados que se encuentran a una profundidad máxima de 1,5-2 metros. El otro condicionante de las prospecciones es que los cambios de propiedades geofísicas de los suelos dependen de la estación del año, ya que se ven afectadas por el grado de humedad y la estructura del mismo suelo. En principio, las prospecciones geofísicas en los países mediterráneos se realizan en los meses de otoño y primavera, después de las primeras lluvias.

Cada técnica de prospección (resistividad eléctrica, magnetometría, radar, fosfatos, etc.) detecta un tipo concreto de anomalía geofísica, que puede no coincidir con las otras técnicas. Por lo tanto, una buena prospección geofísica tendría que combinar más de una de estas técnicas complementarias. Por otra parte, cada tipo de estructura arqueológica tiene su propia "firma", y es precisamente la experiencia del prospector la que determinará la identificación de la estructura a la cual pertenece un resultado particular de la prospección.

Una de las grandes ventajas de las prospecciones geofísicas es que permiten evaluar el potencial de un yacimiento antes de empezar una excavación, además de ayudar a planificarla: al iniciar la excavación se dispone de un plano muy detallado del urbanismo del asentamiento.

### 2.5.1. Logística

Todos los métodos de prospección geofísica utilizan una logística similar, que se fundamenta en la delimitación de una cuadrícula de la zona que hay que prospectar con un módulo mínimo de un cuadro estándar de 30 metros de lado. Este cuadro está subdividido a la vez en 30 líneas y 30 columnas, con el fin de tomar una lectura en cada metro dentro del cuadro, o sea, un total de novecientas lecturas. En algunos casos, el número de lecturas puede aumentarse y hacerse cada medio metro o cuarto de metro, si bien el procedimiento más común es obtener una lectura cada metro.

A la hora de orientar la cuadrícula, es importante que los lados de los cuadros no sean nunca paralelos o perpendiculares a la orientación urbanística de los muros del yacimiento que hay que prospectar, ya que puede haber el riesgo de que alguno de los muros se encuentre entre dos puntos consecutivos de lectura. Para evitar esto, sólo es preciso desviar la orientación un mínimo de 7 grados con respecto a los muros.

#### Prospecciones geográficas

Esta disciplina tiene una destacada presencia en la mayoría de los países de nuestro entorno europeo (Gran Bretaña, Alemania, Francia, Polonia, etc.), aunque en nuestro país no tiene ninguna tradición y las únicas experiencias interesantes han sido realizadas por equipos extranjeros (por ejemplo, Itálica).

Los aparatos que se utilizan en las prospecciones están diseñados para registrar un número de lecturas por cuadro (novecientas es lo que aparece por defecto), que una vez acabada la prospección se verterán en un ordenador, después de señalar los oportunos puntos de referencia absoluta. Estos datos numéricos tienen que visualizarse con sistemas informáticos SIG, a partir de los cuales se crean imágenes, que servirán para hacer la interpretación final. La ventaja de estos sistemas informáticos es que permiten combinar los mapas obtenidos por cada una de las prospecciones para crear un mapa sumario con todas las diferentes anomalías geofísicas.

### Los SIG, o sistemas de información geográfica

Son unos programas informáticos que combinan bases de datos, paquetes estadísticos integrados, tratamiento de imagen y cartografía digital (véase el apartado 5.3).

## 2.5.2. Selección de técnicas de prospección

Existen distintas técnicas de prospección geofísica, como son la resistividad eléctrica, la magnetometría, la resistividad electromagnética o el radar. Cada una de éstas proporciona unos datos concretos sobre los suelos y cualquier anomalía, arqueológica o no, que se encuentre en el subsuelo. Las más extendidas actualmente son la resistividad eléctrica, la magnetometría y el radar.

### 1) Resistividad eléctrica

La resistencia eléctrica del suelo depende de su composición y su grado de humedad. Por lo tanto, una estructura arqueológica, como puede ser un muro, representa una intrusión en lo que respecta a la composición en este suelo, con una humedad diferente que debería generar una variación en la resistencia. Así pues, un muro de piedra acostumbra a provocar una mayor resistencia a la conducción de corriente entre dos electrodos, y en cambio un cementerio proporciona una resistencia menor, porque la tierra que lo rellena está menos compactada y retiene más la humedad.

Para realizar una prospección eléctrica hay que crear un sistema de cuatro electrodos, dos de los cuales sirven para que pase una corriente alterna, mientras los otros dos detectan los cambios locales de resistencia. Existen numerosas formas de combinar los cuatro electrodos, aunque uno de los sistemas más simples en el trabajo de campo es el conocido como "electrodo gemelo", en el cual un par de electrodos remotos quedan fijos, mientras que los dos móviles sirven para hacer las medidas en cada uno de los puntos de la cuadrícula antes definida.

El prospector lleva una estructura de madera, la cual finaliza en dos puntas de metal que hacen de electrodos móviles. En la parte superior de la estructura se encuentra un resistómetro ligero que proporciona un pequeño voltaje para medir las resistencias, que se van almacenando en su ordenador a medida que se realiza la prospección. Los dos electrodos móviles se encuentran generalmente, en esta estructura de madera, a una distancia de 0,5 metros, y por lo tanto llevan a cabo una lectura de la resistencia a 1,5 metros de profundidad.



Prospector con la estructura de madera que incluye dos electrodos remotos y un resistómetro.



Resistómetro Geoscan RM14 que incorpora su propio ordenador.

La tarea del prospector será configurar un menú, indicando al resistómetro cuál será el orden en que se harán las lecturas, y después pasar por cada uno de los puntos de la cuadrícula mientras se introducen los dos electrodos móviles tan profundamente como sea posible. Todas las dificultades de la prospección se encuentran en la composición del suelo, el relieve del terreno y la vegetación.

## 2) Magnetometría

La mayoría del material cerámico y sobre todo los objetos de metal tienen un mayor magnetismo que los suelos de los alrededores. Por ello, cualquier muro de ladrillos, tuberías, hornos o vertederos rellenos de cerámica son fácilmente detectables con esta técnica. Detectar las diferencias en el magnetismo de estos materiales con respecto al entorno depende, fundamentalmente, del hecho de que este entorno tenga un magnetismo escaso.

Al contrario de la resistividad, una prospección magnética o magnetometría es muy rápida, ya que las lecturas se realizan con un temporizador incorporado en el aparato conocido como magnetómetro, que va adoptando lecturas a medida que el prospector avanza a lo largo de la cuadrícula. En este caso es muy importante que el prospector mantenga siempre un mismo ritmo de paso, para que el aparato haga una lectura precisa en el punto correspondiente de lectura. El otro secreto de una buena magnetometría es que no se produzca ninguna oscilación del aparato mientras se realiza la prospección, si no se registran variaciones magnéticas importantes.

Normalmente se toman lecturas cada 0,25 metros dentro de las hileras, y el prospector tiene tiempo de recuperarse al final de cada línea. Así pues, se trata de una técnica muy exigente para la persona encargada de la prospección, que tendría que ser un arqueólogo con experiencia en esta técnica.

## 3) Radar

Una de las técnicas que más ha evolucionado en los últimos años es el radar (*ground penetrating radar*–GPR), que se fundamenta en la emisión de señales electromagnéticas en el subsuelo que son reflejadas en un determinado tiempo. Así pues, el aparato recoge el tiempo en que estas ondas electromagnéticas retornan y también su intensidad. A partir de estos datos, interpreta la existencia de cualquier posible anomalía arqueológica.

La gran ventaja de esta técnica es que permite obtener datos a más de 2 metros de profundidad, incluso a 10 metros. Por lo tanto, es ideal para yacimientos con una estratigrafía, amplia por el hecho de que proporciona información sobre las distintas fases estructurales. También resulta extraordinariamente útil en prospecciones urbanas –como en la ciudad de York–, donde otras técnicas acostumbran a tener interferencias.



Prospector tomando las lecturas en una magnetometría.



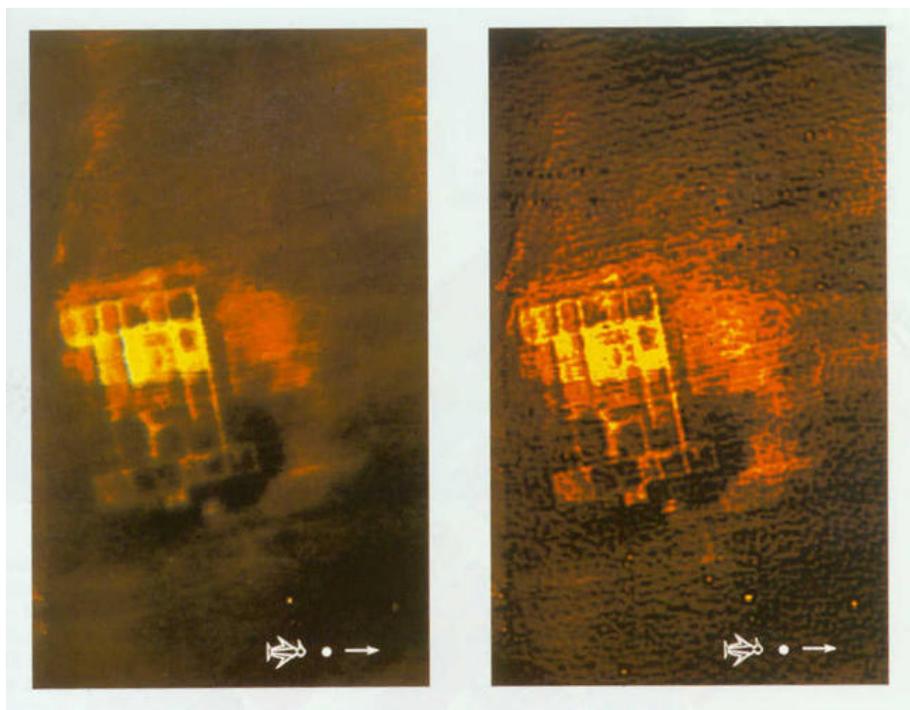
Magnetómetro fluxgate.

Hasta ahora, el único gran inconveniente del GPR ha sido la complejidad del análisis de resultados que procedían de distintas profundidades y que requerían un filtrado previo a su interpretación. Otros inconvenientes son la transmisión lateral de las ondas electromagnéticas y sus reflexiones múltiples, que pueden indicar posibles anomalías donde no hay, porque de hecho proceden de puntos adyacentes.

### 2.5.3. Interpretación de los resultados

A medida que se realiza cualquier prospección y se acaban dos o tres de los cuadros, los resultados registrados en el aparato correspondiente se van entregando a un ordenador portátil para ver los datos obtenidos. Resulta indispensable hacer estos estudios previos de los resultados para llevar a cabo las variaciones oportunas durante el momento de la prospección –p. ej., cambio de voltaje, distancia de los electrodos, etc. Más tarde se hace la interpretación arqueológica de los datos.

La mayoría de los prospectores parten de su propia experiencia en la interpretación de los resultados. En principio, se considera que sólo tienen relevancia arqueológica todas aquellas anomalías que aparecían en las imágenes originales, aquellas que todavía no han sufrido ningún tratamiento informático. Cuando estas anomalías tienen una pauta regular de distribución resultan fáciles de interpretar. Esto ocurre, por ejemplo, con los muros de edificios, calles, silos, enterramientos, hornos, etc.



Imágenes originales y filtradas de los resultados de la resistividad eléctrica de la villa de Epfendorf (Alemania).

Una vez se han detectado los ejes fundamentales de una estructura arqueológica enterrada, es preciso utilizar un tratamiento informático de las imágenes para mejorar la resolución de aquellas partes donde hay un menor contraste entre las anomalías y los suelos del entorno. Haciendo uso de los SIG es posible reclasificar los valores, cambiar máximos y mínimos o utilizar filtros que mejoran los contrastes o los disminuyen. Todo esto se lleva a cabo en el conjunto del área prospectada, o bien sólo en aquellas zonas que presentan más dificultades en la interpretación.

Otro aspecto importante en el tratamiento informático de las prospecciones es la yuxtaposición de los resultados obtenidos a partir de distintas técnicas complementarias. Los mapas individuales de cada una de las prospecciones pueden combinarse, ya que disponen de una serie de lecturas para cada punto. Con estos valores individuales puede hacerse cualquier operación matemática (sumar, multiplicar etc.). Esto es muy útil cuando una técnica detecta restos que la otra no puede. Por ejemplo, un muro de calcrea no se registra en una magnetometría, pero proporciona una gran anomalía en una resistividad.

Como resultado final de una buena prospección, es necesario generar una imagen explícita que recoja todas las anomalías que ha proporcionado un subsuelo, y que constituiría una primera radiografía del yacimiento.

## 2.6. Los análisis de fosfatos

Consiste en tomar muestras de suelo a intervalos regulares según la superficie en prospección, y medir el contenido de fosfatos (fósforo). Su elevada concentración está en estrecha relación con la existencia de asentamientos antiguos, y son un excelente indicador de estructuras arqueológicas en el subsuelo. Entre los restos inorgánicos relacionados con la ocupación de un lugar, los fosfatos son los más fáciles de identificar y los que ofrecen mejores resultados. Sin embargo, se trata de trabajos lentos, dado que hace falta crear un reticulado de muestras, recogerlas, pesirlas y analizarlas, y no suelen realizarse en grandes superficies.

Las muestras se toman a intervalos variables según el tipo de cartografía que se realice: de 10 a 50 m para cartografías extensivas de asentamientos y de espacios de explotación; entre 1 m y 20 cm cuando la prospección se limita a la superficie de un yacimiento y de sus alrededores; y entre 1 y 10 cm para análisis intensivos destinados a determinar detalles como el contenido de recipientes, o la posición de un cuerpo ya desaparecido en una sepultura.

Constituyen, por lo tanto, un complemento extraordinario de otras técnicas, como la prospección aérea o la prospección de superficie, y es una técnica habitual en los países escandinavos y en Alemania, sobre todo en yacimientos ya localizados, para realizar un mapa más detallado de las estructuras de mayor interés arqueológico y determinar su funcionalidad. El método tiene también sus limitaciones: sólo detecta actividades humanas, pero no puede establecer

### Wroxeter

Es uno de los grandes proyectos de Arqueología del paisaje, y combina prospección magnética, resistividad y radar (<http://www.britarch.ac.uk/ba/ba105/feat3.shtml>).



Imagen combinada de la resistividad eléctrica de la ciudad de Itálica (España).

ni su origen ni su datación, por lo que tiene que acompañarse con otros estudios arqueológicos para desarrollar las interpretaciones. Además, en áreas suburbanas o muy antropizadas puede dar resultados bastante distorsionados.

### 3. El yacimiento y la excavación arqueológica

La producción de patrimonio arqueológico tiene su origen en los yacimientos que han sido excavados con una metodología concreta, la arqueológica. La definición de qué entendemos por yacimiento arqueológico puede ser difícil de hacer. El Diccionario de la Lengua de la Real Academia de la Lengua Española nos dice que debemos entender por **yacimiento** el "sitio donde se halla naturalmente una roca, un mineral o un fósil", pero también un "lugar donde se hallan restos arqueológicos".

Cualquier lugar donde nos aparezcan elementos que nos permitan, por medio de la cultura material, estudiar y analizar el comportamiento humano del pasado –también sin concretar– habrá que considerarlo como yacimiento arqueológico.

Aunque generalmente estos lugares son resultado de la actividad social llevada a cabo por una comunidad (campamentos, poblados, ciudades), la diversidad de la función de un lugar que hoy consideramos yacimiento arqueológico puede ser muy variada: lugares donde fueron cazados animales (los yacimientos del paleolítico inferior de Torralba y Ambrona, en Soria, por ejemplo), o donde se cultivaron vegetales (como los campos centuriados), lugares de culto o funerarios (templos o necrópolis aisladas de los centros de hábitats), etc. Sin embargo, no tenemos que olvidar que muchas de estas actividades podían realizarse en torno a un único punto, y que en ciertos yacimientos podemos encontrar asociados lugares para el culto, para la producción y para el hábitat.

#### 3.1. La estratigrafía arqueológica: la cronología relativa

Otra característica de muchos yacimientos arqueológicos es su continuidad en el tiempo. Tanto si es así como si no, el primer dato que hay que conocer en un estudio arqueológico es en qué momento sucedieron los acontecimientos, cuándo se formó aquel registro que ahora nosotros consideramos yacimiento arqueológico. Antes de la aparición de las técnicas de datación absoluta, de las cuales hablaremos más adelante, el sistema para conocer la antigüedad de los acontecimientos del pasado se fundamentaba en lo que denominamos la **cronología relativa**, basada en el principio de la **estratigrafía**.

El principio estratigráfico, procedente de las ciencias de la Tierra, la Geología, se basa en la premisa, tan obvia como determinante, de que en circunstancias naturales los estratos más antiguos siempre están por debajo de los estratos más modernos. Del mismo modo, en Arqueología, los elementos que recupe-

#### Autoría de la unidad

J. M. Palet, J. Nadal y H. A. Orengo.

#### La legislación catalana

El Decreto 231/1991 no especifica claramente qué es un yacimiento arqueológico.

Este decreto, por el contrario, determina los tipos de intervenciones arqueológicas –artículo 1–, excavaciones o prospecciones que afecten a espacios con riqueza histórica o paleontológica, lo cual define en sí mismo qué podemos entender como yacimiento.

ramos por debajo de otros son más antiguos que los que se encuentran por encima, y nos hablan de actividades y acontecimientos de cronología más antigua.

Lógicamente, la Arqueología no trata exclusivamente con estratos, sino que de manera global podríamos hablar de **hechos**, ya sean estratos, elementos constructivos, negativos de estructuras excavadas, etc. Por ello, la Arqueología ha hecho suyos los principios de estratigrafía geológica y los ha modificado según sus conveniencias. Así, además de la ley de **superposición de estratos** (en nuestro caso de hechos), tenemos que mencionar la ley de horizontalidad original (cualquier estrato de forma no sólida tenderá hacia la posición horizontal; los estratos con superficies inclinadas o bien fueron depositados de ese modo o bien permanecen así a causa de la forma del depósito preexistente). También podemos hablar de la ley de continuidad original (cualquier depósito arqueológico estará delimitado originalmente por una cuenca de deposición, o bien su grueso irá disminuyendo a sus lados hasta acabar en forma de cuña; si un estrato presenta una cara vertical, habrá que suponer la existencia de pérdida de parte de su extensión original), y la ley de sucesión estratigráfica (una unidad de estratificación arqueológica ocupa su lugar exacto en la secuencia estratigráfica de un yacimiento, entre la más baja o la más antigua de todas las unidades que cubre y la más alta –o más reciente– de las mismas; hay contacto físico entre ambas, y es redundante cualquier otra relación de superposición).

Estos principios estratigráficos nos permiten saber que la cerámica no apareció hasta la implantación de las primeras comunidades neolíticas y que, anteriormente, en el paleolítico, no se utilizaba la cerámica. También nos permiten saber que la cultura ibera es anterior a la cultura romana.

La formación de estratos o niveles arqueológicos puede tener dos orígenes: un origen natural y un origen antrópico. A veces, ambos agentes actúan en la formación de un mismo estrato. En el caso de los agentes naturales, la formación de niveles arqueológicos puede deberse a la aportación de sedimentos por causas eólicas (el viento), fluviales o lacustres (aportaciones de suelos por avenidas de agua), y otras menos frecuentes como el vulcanismo (recordemos el enterramiento de ciudades como Pompeya y Herculano, por la erupción del Vesubio, o de Akrotiri, por la explosión del volcán de la isla de Santorini). Los niveles de origen antrópico acostumbran a ser estratos formados por los escombros de estructuras que ya han sido abandonadas y sobre las cuales se construye de nuevo.

Los estudios de Arqueología que se han especializado en la investigación de cómo se crea un yacimiento han demostrado que la formación de niveles arqueológicos de escombros de estructuras se inicia con la caída del techo de las estructuras: sin esta caída inicial, no es posible la caída de las estructuras murarias –tanto si son de piedra como de tierra u otros materiales–, de las cuales, igualmente, caen siempre antes las partes más altas que las partes más bajas. Estos escombros de tejado o techos y de muros y paredes son los que entierran

#### Lecturas recomendadas

E.C. Harris (1991). *Principios de estratigrafía arqueológica*. Barcelona: Crítica.  
S. Roskans (2003). *Teoría y práctica de la excavación*. Barcelona. Crítica.

#### Un símil

Una bolsa de basuras es como una especie de "pequeño yacimiento arqueológico actual" donde los desperdicios se "estratifican" según el momento de la deposición. Los desperdicios más recientes quedan por encima de los de días anteriores, de tal manera que podríamos llegar a saber si un día comimos pescado o pollo o si tiramos algo antes o después de otra cosa.

los suelos de ocupación, y también la base de los muros y paredes, que conservarán una altura determinada dependiendo del grosor de escombros que las proteja.

A pesar de ello, este sistema de datación relativo no nos proporciona cronologías absolutas de los acontecimientos. Sabemos si algo existía o sucedió en un momento anterior o posterior a otro gracias a su situación en niveles concretos, pero no nos responde a la pregunta de cuándo pasó.

Además, en principio, sólo nos permite comparar acontecimientos que sucedieron en un lugar determinado, en un yacimiento arqueológico concreto donde podemos recorrer un desarrollo estratigráfico único –es decir, donde encontramos una serie de niveles o estratos que se superponen unos a otros de manera que, por lo tanto, llegamos a inferir cuáles son más antiguos y cuáles más modernos. Para solucionar este problema, podemos acudir al uso de los denominados **fósiles directores** o **fósiles guía**. Se trata de elementos característicos de periodos determinados y que, por lo tanto, son exclusivos dentro de una seriación estratigráfica, de niveles muy determinados.

#### Los fósiles guía actuales

Algunos elementos culturales de nuestra época funcionan para nosotros como verdaderos fósiles guía: ¿cómo no pensar en los años sesenta del siglo XX frente a un Seat 600, o en los años setenta ante un Renault 5? Automóviles, canciones, determinados cortes en los trajes, etc. son propios de épocas muy concretas.

La presencia de estos elementos característicos, "directores" o "guía" en otros yacimientos y seriaciones estratigráficas permite fecharlos (considerarlos contemporáneos) en los niveles donde aparecieron por primera vez. Elementos guía serían la cerámica cardial, característica del neolítico inicial de la cuenca occidental del Mediterráneo, la cerámica ática, que permite fechar ciertos poblados iberos en relación con la cronología de la Grecia clásica, o la cerámica sigilata de época romana.

Precisamente, la implantación de estos principios estratigráficos y el establecimiento de relaciones de cronología relativa mediante los fósiles guía de diferentes yacimientos fue lo que, a mediados del siglo XIX, permitió realizar las primeras seriaciones del pasado humano en periodos para los que no teníamos documentación escrita, y por lo tanto tampoco calendarios. Es el caso de la famosa clasificación de las "tres edades", del danés C. J. Thompsen, que trataremos en el apartado 6 de este mismo módulo.

#### Los tells

Bajo el nombre de *tells* se conocen en el mundo de la Arqueología algunas pequeñas colinas formadas por la sucesión de escombros y reconstrucciones de poblados en un mismo lugar. Si bien este tipo de colinas artificiales es muy característico del Oriente Próximo, esta dinámica se repite en muchos lugares. Uno de estos ejemplos, en la península Ibérica, lo encontramos en el Alto de la Cruz, en Cortes (Navarra), una elevación formada por una secuencia de poblados que van del bronce final hasta la edad de hierro.



#### Sigilatas africanas

Cerámica romana de importación (cerámica de cocina y vajilla fina de mesa procedente del norte de África) que permitió atribuir el contexto arqueológico donde apareció en el siglo II d.C.

### 3.2. Métodos y estrategias de excavación

Una excavación arqueológica, pues, tiene que fundamentarse en la recuperación del patrimonio, evitando en todo momento, sin embargo, la pérdida de información de lo que pueda orientarnos sobre el comportamiento de las poblaciones que lo generaron y de todas las circunstancias que rodearon la formación del registro arqueológico (cronología, paleoambiente, etc.). De hecho, no tenemos que olvidar que el patrimonio no son sólo los bienes materiales que recuperamos sino, y principalmente, los datos del pasado que obtenemos de la interpretación de este registro material.



*Terra Sigillata hispánica.* Uno de los fósiles directores de época altoimperial.

Toda práctica arqueológica implica una contradicción interna difícil de resolver. Con los métodos actuales, gran parte de la Arqueología hay que seguir haciéndola excavando yacimientos, es decir, destruyendo unos niveles arqueológicos a medida que recuperamos unos materiales y vamos registrando los datos que observamos. Esto es inevitable aunque apliquemos las técnicas más precisas de excavación y registro. En muchas ocasiones, la excavación de un yacimiento se ha comparado con la lectura de un libro al cual arrancamos las hojas a medida que lo vamos leyendo.

Por ello, los sistemas de excavación y de registro deben ser muy cuidadosos, ya que tenemos que perder el mínimo de información posible. Una vez excavado un yacimiento, ya no habrá posibilidad de volver a hacerlo.

Esta rigurosidad, sin embargo, no es muy antigua, y el proceso de evolución de la ciencia arqueológica ha ido aprendiendo de sus propios errores. Al mismo tiempo, también evolucionaban las motivaciones por las cuales se realizaba una excavación en un yacimiento arqueológico.

Las primeras excavaciones arqueológicas carecían de cualquier metodología. La función principal era la recuperación de elementos arqueológicos. Éstos, a menudo, estaban seleccionados sólo bajo un criterio estético. Los objetos más apreciados por su valor artístico, estético y económico (estatuas, joyas, tesoros) eran los únicos que se recuperaban en esta especie de espolio al que eran

sometidos los yacimientos arqueológicos. También eran apreciadas aquellas piezas –reliquias– asociadas a acontecimientos narrados en los textos bíblicos o evangélicos y, por este motivo, ya en la antigüedad, serían saqueadas muchas ciudades del Oriente Próximo.

### Cita

"Una de las actividades de la Arqueología, anterior a su constitución como disciplina científica, fue la tradición milenaria de búsqueda y localización de reliquias. La Iglesia católica, desde sus orígenes, se dedicó con fruición a promocionar todo tipo de actividades que condujeran a la localización de los restos de sus mártires y santos. Especialmente notable y conocido en este sentido es el episodio de la ocupación Europea de Tierra Santa durante los siglos XII y XIII, la época de las Cruzadas; de este momento arrancan historias legendarias y leyendas históricas de hallazgos como la Veracruz, la Sábana Santa y toda una serie de relatos fantásticos de acontecimientos maravillosos. En algunos casos se localizaron antiguas ruinas bíblicas, encontradas al hurgar casualmente el subsuelo."

Texto procedente de J. M. Fullola; M. A. Petit (coord.) (1998). *La puerta del pasado* (pág. 16). Barcelona: Martínez Roca.

Con el tiempo, el mismo interés por los objetos artísticos se convierte en necesidad de conocer más datos sobre aquellas sociedades que los produjeron. En las postrimerías del siglo XVIII, las excavaciones mediante galerías y pozos en las ciudades romanas de Pompeya y Herculano, con el fin de recuperar estatuas, mosaicos y cerámica de calidad no estaban desvinculadas de una fascinación por el mundo clásico que se remontaba a las etapas más antiguas del Renacimiento europeo. Poco después, esta fascinación se extendió a otras zonas donde el pasado se mostraba esplendoroso y monumental: Grecia, Egipto y Mesopotamia.

Esta investigación ilustrada de unas etapas históricas sin demasiada documentación escrita –paralelamente a la Arqueología surgen los primeros intentos de descifrar lenguas muertas, como es el caso de la piedra de Rosetta y el desciframiento de la escritura jeroglífica egipcia–, que culmina en el siglo XIX, se ve favorecida por un avance paralelo e imparable de otras disciplinas que hasta ahora poco tenían que ver con la misma: las ciencias naturales.

La Biología y la Geología, principalmente, cambian la visión del mundo a partir de mediados siglo XIX, con la aparición de nuevas teorías, como veremos en el apartado 6.1. El interés por la evolución de las especies vivas, especialmente por la evolución del género humano, dio un nuevo impulso a la Arqueología, dado que ahora su función no se limitaría a la recuperación de objetos artísticos, sino a la obtención de una información que nos habla de los cambios de los seres vivos en el pasado. Esto obligaba a poner cuidado en una metodología hasta ahora casi descuidada. Era necesario, mediante la excavación arqueológica, poder responder a ciertas preguntas: ¿cuándo?, ¿cómo?, ¿por qué? Con frecuencia la respuesta no se encontraba en los elementos hasta ahora más apreciados, sino en algunos muchas veces descuidados (huesos, otros restos orgánicos, elementos funcionales hechos en piedra, cerámicas rotas, etc.), y además también se buscaba una clara información de cómo y dónde apare-

cían estos elementos en su **contexto arqueológico**. Esto obligó, desde aquel momento, a ir perfilando unos métodos y estrategias de excavación que permitieran recuperar toda esta información.

Actualmente, tenemos que decir que cualquier método arqueológico prioriza la recuperación de información respecto de cualquier otro objetivo. La utilización de una u otra estrategia está determinada por los presupuestos teóricos que dan apoyo a la investigación de un arqueólogo, las necesidades y posibilidades de un yacimiento y sus características (geográficas, orográficas, dimensiones, excavaciones programadas, de urgencia, etc.).

#### **Evolución de la ciencia arqueológica**

La ciencia arqueológica ha ido evolucionando en la perfección de sus métodos de excavación y registro.

Así, la antigüedad ha implicado un factor de pérdida de información. Por lo general, un yacimiento más antiguo acostumbra a aportar menos información que un yacimiento más moderno. Será necesario, pues, adecuar nuestras estrategias de excavación e investigación. La excavación de un nivel de escombros del monasterio de Sant Pere de Roda no requerirá la misma precisión que la excavación de un pequeño nivel de ocupación en el yacimiento de Atapuerca. En los dos casos, la información que podemos obtener es muy importante. En el primer caso, sin embargo, estaremos ante un hecho puntual con una cronología muy precisa. En el segundo caso, y a pesar de las pequeñas dimensiones, podemos estar delante de algo que representa una formación de miles de años. El más mínimo dato puede permitirnos interpretar correctamente un periodo de tiempo muy amplio, o no hacerlo.

En principio, y según cuáles sean los interrogantes que quieran responderse al realizar una excavación arqueológica, ésta puede plantearse en extensión o en profundidad.

1) **Las excavaciones en profundidad**, que según el tamaño también pueden considerarse sondeos, se plantean con el fin de observar la evolución estratigráfica del yacimiento, e inferir así la evolución cronocultural. Las ventajas de este método son la rapidez en obtener resultados, en lo que respecta a las seriaciones históricas y culturales. Evidentemente, este método sólo será aplicable si el yacimiento presenta un desarrollo estratigráfico lo suficientemente completo. El tamaño del sondeo variará según el tamaño del yacimiento y su riqueza. Igualmente, si pensamos que la estratigrafía puede variar en determinados puntos del yacimiento, será interesante realizar diferentes sondeos, ya sea eligiendo determinados puntos o de manera aleatoria. Otra de las ventajas es la clara preservación del yacimiento, pues la excavación estropea poca extensión, y permite tanto su conservación como la posibilidad de obtener algunos datos sin impedir futuras intervenciones y aplicar nuevas técnicas de recuperación de información que hoy no están a nuestro alcance. Las desventajas principales de las excavaciones en profundidad se centran en el hecho de que no podemos hacernos una idea del funcionamiento del yacimiento.

Difícilmente podremos documentar todas las estructuras que lo conforman, así como la relación microespacial y mesoespacial que hay entre las mismas. Conoceremos la evolución cronológica del lugar, pero no podremos interpretar el comportamiento de las comunidades que lo ocuparon. Si intentamos interpretar un yacimiento en un nivel determinado por medio de una excavación en profundidad, siempre obtendremos una información sesgada.



Excavación de sondeos arqueológicos en el valle del Madriu (Andorra).

La excavación por sondeos se ha revelado especialmente útil para el estudio arqueológico del territorio. Los yacimientos documentados en prospección pueden ser objeto, de forma rápida, de un diagnóstico acerca de su cronología, fases de uso y funcionalidad. Esta información es de enorme utilidad para un estudio territorial y comporta una alteración o destrucción mínima del registro arqueológico. La técnica consiste en la excavación de una pequeña cata (2 × 1 m, por ejemplo), junto a una estructura arqueológica. El objetivo de la excavación es obtener la máxima información, de manera rápida, alterando el registro arqueológico lo mínimo. Normalmente el sistema se combina con la excavación en extensión de determinadas estructuras cuyo diagnóstico se haya revelado especialmente interesante. Puede criticarse, sin embargo, que el sondeo en profundidad aporta una información parcial que a menudo no permite la plena comprensión de la estructura. Seguramente la combinación de técnicas (prospección, sondeos, excavación de determinados ámbitos...) acaba siendo la metodología más adecuada. En los últimos años este tipo de metodología ha sido utilizada en Arqueología Agraria y, especialmente, en áreas de montaña. En estas zonas, de difícil acceso, las condiciones de trabajo son especialmente duras y, a menudo, muy limitadas en el tiempo. Por ello, este tipo de intervenciones rápidas se ha revelado enormemente fructífero. En definitiva, la metodología de campo debe adecuarse a las condiciones del terreno, a los objetivos de la investigación y a las posibilidades de financiación.

2) Por contra, en una **excavación en extensión** se interviene en gran parte del yacimiento o prácticamente en todo. Las ventajas son obvias: podemos analizar la relación de los diferentes elementos recuperados o registrados y, por lo tanto, interpretar el yacimiento en los ámbitos semiespacial y mesoespacial. Las desventajas son, fundamentalmente, la cantidad de recursos humanos y económicos, así como la lentitud que presupone una estrategia de excavación

de este tipo. En estas excavaciones, una larga duración de las tareas de campo afecta a menudo a los planteamientos y las metodologías, que varían a lo largo del tiempo –muchas veces antes de que los resultados sean publicados–, y esto a menudo se acaba reflejando en una falta de coherencia y uniformidad de los trabajos. Además, las excavaciones en extensión plantean el problema eticometodológico de si hace falta dejar suficiente yacimiento para que pueda ser excavado con nuevas técnicas, en detrimento de sesgar la información que ahora podemos ofrecer.

Algunos yacimientos catalanes hace años que son objeto de investigación arqueológica. Una excavación de un yacimiento paleolítico puede alargarse perfectamente durante quince o veinte años. Algunos casos son la cueva de la Arbreda, en Serinyà, el abrigo del Filador, en Margalef de Montsant, o el Abric Romaní, en Capellades. El yacimiento musteriense del Abric Romaní (Capellades, Barcelona) es uno de los más importantes de Europa para el conocimiento de las formas de vida de los grupos de neandertales. Los trabajos científicos en este yacimiento se iniciaron en 1909. Atapuerca, yacimiento en el que los trabajos se iniciaron en 1979, constituye un caso aparte. En los últimos treinta años el trabajo de un equipo interdisciplinario ha convertido este sitio en el yacimiento pleistoceno más importante del mundo. En 1999, se constituyó la Fundación Atapuerca, centrada en el estudio de la evolución humana en Europa (podéis ver más información en <http://www.atapuerca.com/>).

La evolución de las estrategias de excavación en vertical respecto de las excavaciones en horizontal es fruto de la misma ciencia arqueológica. En sus inicios, la Arqueología tenía como hito principal seriar los elementos culturales, saber qué era más antiguo y qué era más moderno. Una vez se empezaron a resolver estas primeras dudas, el objetivo siguiente fue saber cómo se habían comportado las diferentes culturas a lo largo de la historia.

En este punto, tenemos que señalar la figura de **Mortimer Wheeler** que, con su método arqueológico, combinaba la excavación en profundidad (con un cuidadoso registro estratigráfico) y la excavación en extensión. Esto lo conseguía planteando una serie de sondeos separados entre sí por unos testigos de sedimento que no se excavaban. La proximidad entre los sondeos permitía obtener una cierta visión en extensión del yacimiento en un momento concreto de su formación. La experiencia demostró, sin embargo, que los mismos testigos podían esconder información que acababa siendo vital para la interpretación en extensión del yacimiento. Finalmente, la eliminación de los testigos como sistema para registrar los cambios estratigráficos ha sido posible con la mejora de los sistemas de registro, como el denominado método Harris, del cual hablaremos más adelante.

### Ejemplo

A menudo, sin embargo, las excavaciones en profundidad o sondeos y las excavaciones en extensión no son técnicas opuestas, sino complementarias. El sondeo llega a ser una excavación previa, casi una prospección, con el fin de valorar la dinámica de un yacimiento que después será excavado en extensión.



Excavaciones arqueológicas en la ciudad romana de Iesso (Guissona, Lleida).

Por lo que respecta a la excavación, a la actividad propiamente dicha de extraer el sedimento que entierra el material arqueológico, ya se trate de estructuras o de elementos muebles, las técnicas tendrán que variar según la precisión que requiera el entorno. A veces, frente al escombros de una muralla o de una casa, podemos realizar la excavación con herramientas tan toscas como un pico o una pala. En cambio, allí donde se requiera más precisión, a causa de la fragilidad o excepcionalidad del registro, las herramientas de trabajo pueden quedar reducidas al tamaño de una paletilla, una navaja o incluso herramientas de dentista.



Excavación de una zona de talla de sílex en un yacimiento paleolítico. Se está utilizando instrumental de dentista.

A pesar de todo, siempre hay elementos que podrán escapar a la excavación hecha a simple vista. Por este motivo es imprescindible tamizar a diferentes luces de malla la tierra que se genera excavando un yacimiento. El tamizado puede realizarse en seco o con agua, en este último caso para deshacer de manera no agresiva cualquier grumo que pueda escondernos una pieza arqueológica. Incluso ciertos elementos pueden ser descuidados en un tamizado en el campo, ya sea en seco o con agua. Por ello es importante recuperar muestras de sedimento de los diferentes niveles, para que puedan ser estudiados con sistemas menos agresivos o más especializados. Así, podemos llegar a recuperar, con el centrifugado y tratamiento químico de las muestras, elementos microscópicos como el polen o los fitolitos, de los cuales ya hemos hablado y volveremos a hacerlo más adelante. Según el estado de dureza del sedimento, también es necesario deshacer concreciones mediante el tratamiento con ácidos (de tipo orgánico, normalmente) o con baños de ultrasonidos. La recuperación de restos de muy baja densidad (carbones, semillas carbonizadas) puede llevarse a cabo haciendo flotar los sedimentos dentro de una solución acuosa, en máquinas especialmente preparadas para estas tareas.



Extracción de muestras de sedimento para análisis paleobotánicos.

Por último, por lo que respecta a las estrategias de excavación, es necesario que hablemos, aunque sea brevemente, de la **recuperación y consolidación** del material *in situ*. Muchas veces los elementos patrimoniales pueden aparecer en un estado de conservación muy precario, que puede verse agravado por las tareas de recuperación del material del contexto sedimentario en el cual había permanecido hasta aquel momento. Aunque las técnicas de restauración y conservación no se llevan a cabo exclusivamente en el yacimiento, sino que generalmente se trata de técnicas de laboratorio, casi siempre hay que iniciar este proceso en el campo, allí donde recuperamos la pieza que requiere este tratamiento. Las tareas de protección y consolidación pretenden evitar la degradación rápida e incontrolada del material. Generalmente se centran en la consolidación de los restos con gasas, resinas sintéticas, con la fabricación de moldes que eviten la fragmentación, tratamientos químicos de pigmentos, metales, materiales orgánicos, etc.



Realización de un molde de escayola para la consolidación de una madera quemada recuperada durante una excavación arqueológica.

Todo lo que hemos ido mencionando se centra fundamentalmente en excavaciones arqueológicas que se realizan en contextos aéreos, tanto al aire libre como en cuevas. No tenemos que olvidar, sin embargo, que dentro del campo de la Arqueología tiene un papel muy importante la denominada **Arqueología subacuática**, la cual se plantea los mismos objetivos, recuperación del patrimonio y su interpretación, pero que evidentemente se ve afectada por la dificultad de que los bienes patrimoniales se encuentran bajo el agua. Esto significa que, aunque los principios de excavación y documentación sean los mismos, se requieren estrategias diferenciadas.

### Ejemplo

Así, lo primero que hay que destacar es que el arqueólogo subacuático tiene que añadir a sus conocimientos de Arqueología de campo el de las técnicas de submarinismo (la Administración catalana obliga a que el director de la excavación tenga el título de submarinista profesional y los participantes, como mínimo, el título de submarinistas deportivos).

Más allá de los aspectos legales, la excavación requiere sistemas propios de extracción del sedimento, generalmente con mangueras aspiradoras, documentación –materiales y maquinaria impermeable–, y sobre todo sistemas de consolidación, ya que los materiales de los pecios deben su conservación al medio acuoso en que se encontraban, normalmente también salino, y que desaparece en el momento de su recuperación y transporte a la superficie.

### 3.3. Sistemas de registro de datos y de documentación

En definitiva, si hay algo que determina la excavación arqueológica no es la actividad de extracción de sedimentos y la puesta al descubierto de elementos muebles e inmuebles, sino su registro y documentación, base fundamental para la obtención de datos.

Con este fin, y de manera inseparable de la excavación propiamente dicha, las estrategias para registrar y documentar los datos son la clave de la actividad arqueológica. De nada sirve, en un ámbito interpretativo, cualquier elemento patrimonial descontextualizado de su entorno. Y como ya hemos dicho antes, toda excavación arqueológica implica al mismo tiempo destrucción de un yacimiento, por lo que es fundamental registrar la totalidad del proceso de excavación y documentar la situación de todo lo que se exhuma, de tal manera que pudiéramos llegar a rehacer el yacimiento –aunque fuera virtualmente– tal como estaba antes de la intervención.

En este sentido, uno de los primeros sistemas de registro que dio resultados, y que de hecho todavía se utiliza, fundamentalmente en yacimientos de extensión limitada (Prehistoria), es el propuesto por los investigadores franceses Meroc y Laplace.

#### Lectura recomendada

C. Fernández (1990). *Recuperación y consolidación del material arqueológico "in situ"*. Madrid: Tórculo.

#### Documentación

La clave de la excavación es documentar y situar todos los elementos arqueológicos.

Se trata de plantear una cuadrícula sobre la superficie del yacimiento que hay que excavar. Esta cuadrícula no tiene que materializarse necesariamente sobre el mismo terreno. Muchas veces, la irregularidad de la superficie que es necesario excavar obliga a plantear "cuadrículas aéreas", montadas sobre el yacimiento con complejos sistemas de andamios. Esta "cuadrícula aérea" se proyecta mediante hilos con plomadas que delimitan los ángulos de los cuadros.

Las cuadrículas arqueológicas suelen dividir la extensión que hay que excavar en cuadros de un metro cuadrado. Dentro de cada metro cuadrado se situará cualquier material que aparezca por medio de un sistema de coordenadas (ejes  $x$  e  $y$ ). La pieza individualizada y levantada, de esta manera, podrá situarse sin problemas en el espacio a la hora de reproducir la planta del yacimiento. Actualmente la introducción de sistemas de toma de datos de gran precisión, como la estación total o el GPS, permiten la ubicación en un espacio tridimensional de los materiales recuperados e incluso de la microtopografía de los estratos excavados. A pesar de la introducción de estas nuevas tecnologías, la cuadrícula se ha mantenido, sobre todo en contextos de excavaciones prehistóricas, por su utilidad como sistema de referencia inmediato para el arqueólogo.



Abric Romaní (Capellades). Yacimiento prehistórico con cuadrícula aérea.

La documentación previa antes de levantar la pieza puede ir acompañada, si es necesario (generalmente en yacimientos donde podamos suponer importantes alteraciones posdeposicionales), de la obtención de la orientación de la misma (respecto de los ejes geográficos norte-sur y este-oeste) y de su inclinación. Estos datos se pueden obtener mediante el uso de una brújula con clinómetro incorporado.

Todos estos datos serán registrados en una ficha que habrá que ir llenando para cada pieza recuperada. Lógicamente, esto obliga a individualizar las piezas en el mismo momento en el que son recuperadas. Esta individualización, con un número de registro (normalmente una sigla hecha con tinta sobre el

mismo elemento), deberá figurar antes de que el elemento quede finalmente en un museo o almacén de materiales arqueológicos. En esta **sigla** acostumbra a constar el nombre del yacimiento (o la abreviatura), el año de recuperación, el estrato (unidad estratigráfica o cuadro) donde apareció y, finalmente, el número de registro. Cada número de registro corresponde asimismo a una entrada en la tabla de datos de materiales. En este registro se recoge toda la información sobre la pieza (incluyendo su definición espacial). La tabla de datos de materiales estará ligada a su vez a la base de datos gestora del proyecto de excavación, dentro de la cual se relacionarán jerárquicamente las tablas referentes a los materiales, las unidades estratigráficas y los sectores de excavación.

El registro y la documentación arqueológicos no afectan sólo a los materiales, sino que también hay una obtención de datos procedentes de los niveles arqueológicos que se excavan.

En este sentido, el método de registro utilizado más frecuentemente es el que denominamos **sistema Harris**, con variantes según los requerimientos de cada yacimiento arqueológico.

Este sistema se basa en la creación de un diagrama –denominado **matriz de Harris**– que resulta del establecimiento de las relaciones entre cada una de las unidades estratigráficas. Por unidades estratigráficas hay que entender los niveles, pero también cualquier accidente al que, como tal, se le pueda establecer un orden cronológico (de anterioridad, de posterioridad o de contemporaneidad) respecto a otro: estratos, estructuras construidas, estructuras excavadas (elementos) y colmataciones de estructuras excavadas. Además, se documentan las características de cada unidad estratigráfica en una ficha individualizada, de tal manera que, posteriormente, estos datos permitirán identificarla.

El resultado será una secuencia estratigráfica con el orden de deposición de los estratos y de creación de los elementos interfaciales a lo largo del tiempo, así como de las relaciones entre los diferentes hechos (si se apoyan unos sobre otros, si se cubren, si se cortan, si se entregan, etc.; podéis ver el modelo de ficha adjunto).

Hay que recordar, en todo caso, que el sistema Harris no es un sistema de excavación propiamente dicho, sino de registro. Sea como fuere, lo cierto es que determina las estrategias de excavación, ya que obliga a realizar un trabajo en extensión para contrastar la relación entre las distintas unidades estratigráficas.

En cuanto a la recreación entre los diferentes elementos arqueológicos registrados durante el proceso de excavación cabe señalar que la matriz Harris puede ser complementada y probada mediante la incorporación de sistemas di-



Filador. Margalef de Montsant. Registro de elementos arqueológicos en un yacimiento.

giales de visualización tridimensional. Los diferentes métodos de registro espacial utilizados durante el proceso de excavación permiten la recreación de los elementos arqueológicos en entornos tridimensionales SIG. Esto es posible gracias a la información procedente de la base de datos del proyecto que, al incluir entradas referentes a las coordenadas espaciales de los elementos arqueológicos, permite su representación en entornos virtuales donde la información puede ser consultada y comprobada. Cabe señalar a este respecto que el empleo de estos sistemas es todavía escaso dado el alto coste y la especialización que implica su uso.

#### Yacimiento

Área:		UE:	Sigla:
Definición:			
Fiabilidad estratigráfica:		Criterio de distinción:	
Color:		Consistencia:	
Componentes geológicos:			
Componentes orgánicos:			
Componentes artificiales:			
Descripción:			
Secuencia física:			
Igual a:	Apoya en:		
Se le apoya:	Cubre:		
Cubierto por:	Rellena:		
Rellenado por:	Talla:		
Tallado por:	Se le entrega:		
Se entrega a:			
Interpretación:			
Datación:	Criterio de datación:		
Observaciones:			
Autor de la ficha:	Fecha:		
Revisión de la ficha:	Fecha:		

Modelo de ficha para unidad estratigráfica (información extraída de A. Estrada y otros (inédito). *Excavacions arqueològiques de salvament a la necròpolis alt medieval de Rocabrana (Gavà, Baix Llobregat)*. Gavà: Museo de Gavà.

### 3.4. Documentación gráfica

La excavación arqueológica y su registro mediante la individualización y situación tridimensional de los restos y documentación de las unidades estratigráficas va estrechamente acompañada de una documentación gráfica que debe ser lo más completa posible. Esta documentación se basa en el dibujo arqueológico de campo, la fotografía y la filmación.

El **dibujo arqueológico** de campo –pues también hay un dibujo arqueológico de laboratorio, destinado a la representación de las piezas recuperadas– es imprescindible para ir representando todo aquello que la misma actividad arqueológica va destruyendo. Generalmente, los dibujos se realizan en planta y en sección, a diferentes escalas, según el grado de detalle que requiera el dibujo.

La **fotografía** también tiene como objetivo ir registrando cualquier cosa destacable que aparezca durante las tareas de campo. Hay que utilizar diferentes tipos de soporte fotográfico (papel en color y blanco y negro y diapositiva), ya que cada sistema presenta sus ventajas y desventajas. Así, por ejemplo, la fotografía en blanco y negro permite resaltar ciertos contrastes y, a veces, obtener más nitidez. Actualmente, sin embargo, la digitalización de las imágenes por ordenador permite obtener los mismos resultados, aun reduciendo los diferentes sistemas de soporte fotográfico.

De la misma manera, la filmación del proceso de excavación nos ayudará a tener una documentación gráfica lo más completa posible.

Tanto en el caso de la fotografía como de la filmación es importante el uso de escalas gráficas que nos permitan calcular después el tamaño de lo que hemos registrado. También es importante que algunas fotografías vayan acompañadas de los datos de lo que fotografiamos o filmamos. Una pequeña pizarra puede servirnos para que aparezca el nombre del yacimiento, la fecha de la fotografía, la orientación de la fotografía y una breve descripción de lo que fotografiamos.

Para finalizar el tema del sistema de registro, queremos hacer un llamamiento a la problemática que está suponiendo la velocidad de cambio de las tecnologías de registro. Esto afecta a las bases de datos tanto del inventario con los datos del material arqueológico como de la documentación gráfica. Aunque las nuevas tecnologías declaran su gran ventaja respecto de los sistemas tradicionales de registro, en lo que respecta a la longevidad del soporte, lo cierto es que el cambio constante de sistemas de soporte –muchas veces provocados más por competencias de grupos empresariales que por mejoras propiamente tecnológicas– (sistema 2000, beta, VHS en lo que respecta a vídeo, disquetes de diferentes tipos y CD en cuanto al soporte informático, etc.) hace que muchas



Fotografía arqueológica, con escala gráfica y datos.

veces peligró la información obtenida en muchos años de actividad arqueológica, y demuestra que todavía hoy, a veces, en el momento de registrar la información de campo, el papel y el lápiz son herramientas de documentación no superadas.

## 4. El laboratorio. Las relaciones con otras disciplinas y los estudios multidisciplinares

Ya hemos insistido reiteradamente, en puntos anteriores, en que la excavación arqueológica no tiene sentido si no hay una voluntad de investigación, dado que la misma excavación representa, en cierta medida, destrucción del patrimonio al mismo tiempo que lo genera. La investigación arqueológica se basa en el análisis de los materiales recuperados y de las estructuras registradas. Con estos elementos tenemos que hacer reconstrucciones históricas e interpretaciones paleoculturales. Igualmente, con estos mismos elementos debemos ser capaces de situar en el tiempo los procesos culturales que describimos, es decir, tenemos que fecharlos. Por ello, más allá de las tareas de campo, la Arqueología implica un estudio en profundidad de los restos exhumados, con el fin de situarlos en el tiempo y hacerles hablar sobre las sociedades que los produjeron. Cada elemento requiere una analítica específica para ser estudiado, así como unos tratamientos concretos que posibiliten estos análisis.

Veamos brevemente cuáles son estas investigaciones que se realizan con el registro arqueológico con posterioridad a la excavación, y que denominamos de forma global **trabajos de laboratorio y técnicas auxiliares de análisis**.

### 4.1. Técnicas de datación absoluta

Como decíamos, cualquier interpretación o reconstrucción del comportamiento de una cultura del pasado requiere, en primer lugar, situarla en el tiempo. Ya vimos que las posibilidades de fechar el registro arqueológico –por definición, falta de documentación escrita y, por lo tanto, de una datación de calendario– se centraban en lo que denominábamos dataciones relativas –que, sobre la base de los principios estratigráficos y los fósiles guía, nos permitían saber si un objeto o acontecimiento era anterior, contemporáneo o posterior a otros–, pero también en las dataciones absolutas.

Los sistemas de datación absoluta nos permiten no sólo saber si un acontecimiento fue anterior o posterior a otro, sino también medir el tiempo transcurrido entre los mismos. Esto ha significado un importante revulsivo en la ciencia arqueológica, especialmente en las interpretaciones prehistóricas de ámbito macrogeográfico –en la antes peligrosa actividad de relacionar contactos entre las evoluciones cronoculturales de tipo local o regional.

#### Ejemplo

Éste es el caso de la interpretación del megalitismo como fenómeno de gran extensión geográfica en la prehistoria europea. Para explicar esta extensión, en las etapas previas a

#### Autoría de la unidad

J. M. Palet y J. Nadal.

la implantación de las dataciones absolutas se utilizaban diferentes criterios, como por ejemplo las características estilísticas de los monumentos. En Europa los arqueólogos habían identificado edificios prehistóricos de morfología similar, parecidas técnicas constructivas y usos muy próximos, a pesar de las diferencias de estilo, monumentalidad o elementos asociados. Estas diferencias se explicaban por la transformación del modelo original, a medida que las estructuras se alejaban de la zona considerada área de origen –por otra parte la más civilizada y desde la cual se irradiaban distintos tipos de conocimiento: metalúrgicos y arquitectónicos, entre otros.

Evidentemente, a medida que nos alejábamos de la zona nuclear los modelos se volvían más chapuceros y simples. Los *tholoi* griegos, estructuras funerarias con planta circular, cúpula y corredor, cubiertas por un túmulo de tierra, habrían sido las primeras estructuras de este tipo, y a consecuencia de un difusionismo Este-Oeste habrían dado estructuras similares, los dólmenes de la Europa occidental, en algunos casos también estructuras hechas de piedra, con cámara y corredor e igualmente cubiertas con un túmulo, aunque de dimensiones considerablemente más pequeñas y simples.

Las dataciones radiocarbónicas ayudaron, entre otras técnicas, a desestimar definitivamente esta hipótesis a partir de mediados del siglo XX. Los *tholoi* griegos correspondían a la cultura micénica, datable en las postrimerías del segundo milenio antes de Cristo, mientras que el megalitismo de la Europa occidental se entroncaba con el neolítico, y con elementos situables incluso en el tercer milenio antes de Cristo. Las dataciones absolutas, pues, nos permitían reinterpretar dos fenómenos culturales que no tenían nada que ver y que los métodos de datación tradicional, con comparaciones estilísticas y fósiles guía, habían relacionado.

Actualmente estos sistemas son variados y nos permiten contrastarlos para corregir ciertos márgenes de error que tienen lugar a consecuencia de las limitaciones de las mismas metodologías.

Podemos dividir las dataciones absolutas en dos grandes grupos: aquellas que de alguna manera se basan en la desintegración progresiva, constante y uniforme de elementos radiactivos, y aquellas compuestas de sistemas más heterogéneos. Todos estos sistemas tienen diferentes márgenes de tiempo de datación, y deben ser aplicados a distintas materias. Dependiendo del material de que dispongamos para fechar, y según el alcance cronológico que nosotros, en principio, le supongamos –por ejemplo, mediante la datación relativa–, habrá que aplicar un sistema u otro.

Las dataciones basadas en la **desintegración de elementos radiactivos** se basan en el principio de que hay toda una serie de elementos químicos, denominados radiactivos, que son inestables y que se desintegran: se van transformando gradualmente en otro elemento (al final siempre estable) y, al mismo tiempo, en esta desintegración liberan energía. Son, por lo tanto, dataciones que se realizan con métodos fisicoquímicos. Quizá el método de datación absoluta por desintegración de elementos radiactivos de más renombre es el del radiocarbono. Por este motivo, le dedicaremos una atención especial.

#### **4.1.1. El radiocarbono**

Este sistema fue inventado por **W.F. Libby**, Premio Nobel de química en el año 1960, en relación con estudios vinculados a la bomba atómica. Las primeras dataciones se realizaron a principios de la segunda mitad del siglo XX. El sistema se basa en los presupuestos siguientes:

El C14 es uno **isótopo radiactivo** de la forma estable del elemento C12 (diferente peso atómico). La proporción de C14 es muy inferior a la de C12, pero parece que esta proporción es estable en la atmósfera, ya que hay una misma velocidad de destrucción y creación del isótopo (recordemos que como forma radiactiva se desintegra produciendo N14, nitrógeno 14). La formación del C14, al parecer, se debe a la acción de los rayos cósmicos sobre la atmósfera. Ya tenemos, pues, unas proporciones de C12-C14. ¿Qué ocurre ahora?

El **carbono** es un elemento que forma parte de todos los seres vivos, para los cuales es imprescindible. Por lo tanto, toda materia orgánica (materia viva o producida en su momento por un ser vivo) contiene carbono. Las plantas sintetizan (incorporan) el carbono de la atmósfera en su organismo mediante la fotosíntesis. Los animales, que se alimentan de plantas o de otros animales, incorporan también el carbono en su organismo (con las proporciones de 12 y 14). Al final, el resultado es que en todos los seres vivos hay una proporción determinada de C12 y C14 en las diferentes partes del cuerpo (hojas, madera, carne, piel, concha, huesos, etc.), e idéntica a la que hay en la atmósfera. El problema es que esta tasa proporcional de C12-C14 se mantiene siempre que el organismo esté vivo, es decir, mientras incorpore carbono mediante la alimentación o la fotosíntesis. ¿Qué ocurre cuando un ser vivo muere? Deja de aportar carbono a su cuerpo (ni plantas ni animales), y la cantidad de C14 de las partes orgánicas que acostumbran a sobrevivir más tiempo en la descomposición (por ejemplo, madera quemada, huesos o conchas) empieza a decrecer, mientras que se mantiene la misma proporción de C12 que había en el organismo en el momento de morir, ya que el C12 es estable, pero no así el C14.

Las investigaciones han demostrado que la tasa de desintegración del C14 es constante. Hay un término denominado **vida media**, que es el tiempo que tarda en desintegrarse la mitad de los átomos radiactivos de una muestra. Esta tasa de desintegración es de tipo exponencial: durante la primera vida media se destruye la mitad de los átomos radiactivos de la muestra; en la segunda vida media no se destruye la otra mitad, sino la mitad de la muestra que quedaba (la mitad de la mitad). Y así hasta que el grado de radioactividad es inmensurable, inapreciable.

El sistema para el recuento de las proporciones de C14 que se conserva en una muestra es muy complicado y no lo trataremos aquí. Sin embargo, citaremos algunas características y limitaciones de las dataciones radiocarbónicas:

- Los restos arqueológicos que podemos fechar con el sistema del radiocarbono tienen que ser **elementos orgánicos**.
- Se ha comprobado que las fechas obtenidas no representan exactamente años reales, sino que hay una serie de desviaciones progresivas que falsean la datación absoluta (seguramente por cambios naturales a lo largo del tiempo de las proporciones de C14 en la atmósfera). Actualmente, estas desviaciones pueden corregirse con lo que se denomina la **calibración**,



#### Las cumbres del Parque Nacional de los Écrins (Francia)

La atmósfera y toda materia orgánica viva comparten, en principio, las mismas proporciones de carbono 12 y carbono 14.

#### La vida media del C14

La vida media del C14 es de 5.730 años, el tiempo en que se destruye la mitad de la muestra de C14 de un organismo. Actualmente son detectables en muestra proporciones de C14 hasta los 40.000-50.000 años, es decir, que podemos fechar elementos que vivieron hasta en esas fechas.

gracias a un sistema de datación absoluta, la dendrocronología, de la que hablaremos después.

- **Problemas de contaminación.** La **contaminación**, incorporación de materia orgánica actual en una muestra antigua, puede afectar a la obtención de un dato real. Es preciso que nos aseguremos de que fechamos exclusivamente elementos antiguos, y que éstos no se vean afectados por diferentes agentes que pueden alterar la datación. Por ejemplo, exposiciones prolongadas de las muestras al sol, contacto con cenizas actuales (la del tabaco, por ejemplo) o con papel de diario (la tinta, hecha con carbón, puede rejuvenecer una muestra), etc.

Las dataciones radiocarbónicas son, por ejemplo, prácticamente el único método de datación en yacimientos situados en contextos de montaña, caracterizados por la parquedad del registro arqueológico. En este tipo de excavaciones se toman muestras de diversos niveles de las estructuras en estudio para su datación en laboratorios especializados. Así se obtienen modelos cronológicos de alta definición que permiten conocer en profundidad la dinámica de los yacimientos y los entornos estudiados. El método encarece, sin embargo, el coste de las excavaciones arqueológicas, ya que cada muestra fechada puede costar de 300 a 400 euros según el laboratorio. En áreas de alta montaña pueden requerirse perfectamente de un solo yacimiento más de diez dataciones radiocarbónicas. Los presupuestos deben destinar, en consecuencia, una cifra importante a este concepto.

#### 4.1.2. Otros sistemas de datación basados en la desintegración de elementos radiactivos

La generalización de las dataciones por radiocarbono y la progresiva demostración de su efectividad favoreció el surgimiento de nuevos sistemas de datación basados en los mismos principios, pero utilizando otros elementos inestables que aparecían en materiales susceptibles de ser recuperados en yacimientos arqueológicos o paleontológicos. En cada caso el tipo de muestra analizable varía, así como los márgenes de las dataciones.

- **Potasio-argón.** Puede aplicarse en sedimentos de procedencia volcánica. Se basa en la transformación progresiva del K40 en Ar40. Su vida media es de 1.300 millones de años, pero este amplio margen cronológico impide fechar acontecimientos posteriores a unos 100.000 años (demasiado jóvenes para apreciar variaciones en la proporción del potasio radiactivo).
- **Las series del uranio.** Las dataciones por el sistema de uranio–torio (U–Th) se basan en los mismos principios que hemos visto para el C14 y el K–Ar. Sin embargo, las series de degradación del U son muy diversificadas y,

#### El potasio-argón

Este método ha servido para fechar niveles de sedimento de origen volcánico donde han aparecido restos de homínidos, en el este de África.

en ocasiones, complejas. Permiten fechar muestras con mucho carbonato cálcico (planchas estalagmíticas, travertinos, etc.), en principio anteriores a hace unos 10.000 años y hasta hace unos 700.000 años (dependiendo de muchas circunstancias).

- **Datación por rastros de fisión.** Se basa en la tasa constante de fisión de los átomos del isótopo U238, que dejan unos rastros característicos en superficies cristalinas. Se aplica en aquellos materiales que son susceptibles de tener uranio de manera natural (p. ej., determinadas rocas). Se puede aplicar y medir a partir de los 200.000-300.000 años, y permite fechar rocas de más de 2.500 millones de años.
- **Termoluminiscencia.** Los materiales con estructura cristalina tienen cierta cantidad de elementos radiactivos que alteran la superficie cristalina. Sin embargo, esta superficie vuelve a su estructura normal en el momento en que el material es calentado a temperaturas superiores a 500° (arcilla, es decir, cerámica, sílex, etc.), cuando empieza otra vez el proceso de alteración de la red cristalina. Si medimos el grado de alteración, obtendremos la fecha de su formación o de su última exposición al calor (fecharemos en qué momento fue cocida una arcilla o quemada una herramienta de sílex). Permite fechar materiales inorgánicos que presenten estos ciertos elementos radiactivos y que hayan sido expuestos al fuego, hasta hace aproximadamente 500.000 años.

#### 4.1.3. La dendrocronología

Entre los sistemas de datación absoluta no basados en la desintegración de elementos radiactivos, destacamos la dendrocronología. Puede utilizarse como sistema de datación relativo y absoluto. Para que sea absoluto, debemos tener series dendrocronológicas que lleguen hasta la actualidad.

Este sistema se basa en el recuento de los anillos de los árboles que crecen cada año, y también en el hecho de que dos árboles de una misma especie y de una misma población, es decir, en unas circunstancias climáticas idénticas, hacen crecer anillos de características iguales, por lo que pueden identificarse anillos de crecimiento de diferentes árboles –con diferente edad– que correspondan a un mismo año. Esto nos permite hacer superposiciones de árboles de diferentes edades y remontar nuestro calendario de anillos hasta fechas muy antiguas, dependiendo de que tengamos toda una seriación de árboles antiguos. Algunas series de árboles son relativamente cortas, ya que se trata de árboles que viven mucho.



Dendrocronología.

En zonas donde la madera se ha conservado en buenas condiciones tenemos seriaciones largas: 5.000 años en Irlanda, 7.500 años en Suiza y Alemania, etc. Esto nos permite obtener dataciones absolutas estudiando los anillos de las maderas que aparecen en contextos arqueológicos.

Si no tenemos seriaciones completas que lleguen hasta la actualidad, podemos utilizar la dendrocronología como sistema de datación relativo semiabsoluto, con el fin de saber, por ejemplo, el tiempo de uso de un poblado prehistórico, calculado según el número de anillos de crecimiento entre las maderas de las ocupaciones más antiguas y de las más modernas.

En el yacimiento francés de Charavines se ha podido calcular el tiempo de ocupación de un poblado neolítico y los procesos de construcción de las diferentes edificaciones que lo formaban, mediante las relaciones de edad de las maderas que se utilizaron para su construcción.

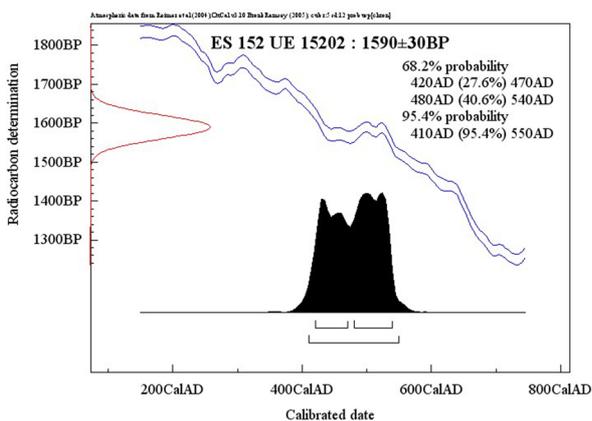


Diagrama de calibración de una datación C14. La curva indica la horquilla cronológica de la muestra fechada.

Además, la dendrocronología ha sido la base para hacer las calibraciones de C14. Las dataciones absolutas de C14, a diferencia del crecimiento de los anillos en los árboles, han demostrado que no se comportan exactamente como años de calendario (posiblemente, dijimos, por fluctuaciones de C14 en la atmósfera). Ya que la madera puede ser fechada por C14, y al mismo tiempo sabemos con exactitud los años mediante el número de anillos, se han podi-

#### El *Pinus aristata*, en California

Este árbol puede vivir hasta 4.000 años, lo cual quiere decir que tenemos las características de los anillos de crecimiento con árboles vivos hasta esta época. Superponiéndolos con maderas de árboles muertos que durante cierto periodo de tiempo coincidieron en vida, este calendario dendrocronológico se alarga de manera considerable.

do rectificar –"calibrar"– las fechas de C14. En la actualidad, todas las fechas absolutas de radiocarbono están siendo calibradas por medio de unas tablas obtenidas principalmente por la dendrocronología.

#### **4.1.4. Otros sistemas de datación absoluta**

La dendrocronología no es el único sistema de datación absoluta que no se basa en la desintegración de elementos inestables. Tenemos otros sistemas para fechar los elementos arqueológicos. Sin embargo, algunos de estos métodos son muy específicos, sólo aplicables a materiales muy escasos en contextos arqueológicos, en determinadas zonas geográficas o, a menudo, aún se encuentran en proceso de experimentación. Algunos de estos sistemas son la hidratación de la obsidiana, aplicable a herramientas fabricadas sobre este tipo de piedra; la racemización de aminoácidos, que puede aplicarse a restos óseos que conserven el colágeno; los cambios en el magnetismo terrestre, reflejado en diferentes rocas con hierro; o el recuento de las varvas, niveles limosos que se forman anualmente en el frente de los glaciares por los efectos del deshielo.

#### **4.1.5. ¿Cómo damos las referencias de las dataciones absolutas?**

Hasta la generalización de las dataciones absolutas calibradas, era frecuente dar las referencias de las fechas obtenidas por C14 antes del presente (BP, *Before Present*, establecido de manera arbitraria en el año 1950). Esto rompía con el tradicional occidtrismo de las dataciones históricas de calendario con referencia a antes y después de Cristo (a.C./ d.C.). Actualmente, con las calibraciones, se vuelve a utilizar el cambio de la era cristiana como referente histórico, dado que, en el fondo, esta fecha está muy generalizada y puede desvincularse de cualquier referente religioso o cultural. Las dataciones absolutas calibradas suelen expresarse en años BC/AD, en inglés y mayúsculas, para aclarar que son fechas calibradas (a veces se añade la abreviatura *cal.*). Las dataciones absolutas siempre acostumbran a suponer un margen de incertidumbre que se expresa con el símbolo "±".

## **4.2. El estudio de los artefactos**

Una vez estamos en condiciones de fechar un yacimiento arqueológico y los elementos que lo conforman, es imprescindible analizar los restos recuperados, para obtener la máxima información sobre el comportamiento y los hábitos culturales de la comunidad que generó el registro.

Los elementos que nos aportan más información son aquellos que fueron manufacturados de manera intencionada por los hombres y mujeres de una comunidad. Son lo que consideramos **artefactos o herramientas**. Estos elementos son casi exclusivos de la especie humana y, por lo tanto, nos definen como tal. Además, forman gran parte de lo que acostumbramos a denominar "patrimonio" (histórico, arqueológico, cultural, etnográfico, etc.).

Si bien es cierto que otras especies de animales son capaces de transformar algún elemento natural para la fabricación de lo que podríamos considerar artefactos, también lo es que se trata de elementos muy escasos y que tienen un papel secundario en su comportamiento. Por otra parte, algunas herramientas utilizadas por los humanos están poco o nada modificadas. En este caso, sin embargo, su número también es pequeño y son elementos de escasa importancia.

#### Fecha de un yacimiento

Una datación obtenida por el sistema del radiocarbono en el yacimiento epipaleolítico del abrigo del Gai (Moià) dio el resultado siguiente:  $11.050 \pm 160$  BP. Una vez calibrada, los resultados a 1 sigma determinan que la datación sería entre 11.181 y 10.852 (cal.) BC, con un 68,3% de posibilidades de que la fecha real del acontecimiento esté entre estas dos cifras, y a 2 sigmas, con un 95,4% de posibilidades, entre 11.357 y 10.688 (cal.) BC.

Los artefactos pueden estar hechos sobre soporte mineral (piedra o metal, con distintos grados de modificación) u orgánico (elementos de origen animal o vegetal). Los más frecuentes en los yacimientos arqueológicos, por razones obvias de conservación, son los primeros: herramientas hechas en piedra (tallada o pulida), la cerámica, el vidrio y los objetos metálicos (otros elementos como los plásticos no los consideramos, de momento, dentro del patrimonio arqueológico, aunque tarde o temprano habrá que incorporarlos). Entre los soportes de origen orgánico más abundantes en el registro arqueológico encontramos las partes duras animales como el hueso, el marfil o las conchas de moluscos. Otros elementos, como partes blandas de animales (plumas, pieles, cuero) o vegetales (maderas, fibras), resultan más difíciles de encontrar, aunque no son extraños, según el tipo de yacimiento. Los pecios son un buen ejemplo de recuperación de maderas en contextos arqueológicos.

#### 4.2.1. Las secuencias tipológicas

Sin embargo, dentro de cada tipo de artefacto podemos observar que hay ciertas diferencias. Éstas se hacen patentes de distintas maneras según el tipo de objeto.

En el caso de las **herramientas de piedra**, son elementos diferenciadores los tamaños, los sistemas de modificación (talla o pulido), la materia prima seleccionada (diferentes tipos de minerales), las formas de retoque, la profundidad del retoque, la direccionalidad del retoque o incluso la situación de estos rasgos dentro de la pieza.

En lo que respecta a la **cerámica**, son típicas las clasificaciones según los tamaños, las formas del contenedor (determinadas por partes como la boca, el borde, el cuello, las asas o la base), el tipo de fabricación (a mano o con diferentes tipos de torno) o de cocción (cocción reductora, que da a las pastas

coloraciones grises o negruzcas, cocción oxidante, que da coloraciones rojizas, o combinación de ambas), y las decoraciones o acabados de la superficie (con técnicas como la impresión, la incisión, el peinado, los bruñidos, etc.).

Por último, dentro de los artefactos más típicos del patrimonio arqueológico, los objetos metálicos pueden clasificarse según las formas, la decoración, los metales o aleaciones utilizadas, etc.

Estos sistemas de clasificación se estructuran en tipologías. Una **tipología** pretende atribuir un elemento a un **tipo**, es decir, a un esquema o estructura genérica que no tiene como referencia un modelo previo existente. Aunque éste debería ser el principio de cualquier tipología, lo cierto es que las primeras tipologías arqueológicas eran de carácter descriptivo-comparativo, de tal modo que interpretaban y referenciaban los artefactos arqueológicos con artefactos actuales, según la forma o funcionalidad que se suponía.

Una verdadera tipología debe ser **analítica**, o sea, tiene que describir cada una de las partes constituyentes de un elemento de manera separada y permitir la descripción combinada de los rasgos, y es fundamental que no emita juicios de valor sobre la funcionalidad o forma del artefacto. Esto, hasta cierto punto, es imposible, ya que, aunque de manera previa a la comprobación empírica, la funcionalidad de algunos elementos es evidente: puntas de flecha, grandes contenedores, espadas o fíbulas, etc.

En cualquier caso, la tarea de clasificar los artefactos recuperados de contextos arqueológicos en tipologías es un paso previo necesario para estudiar los diferentes elementos y su importancia numérica y cualitativa. El objetivo es inferir la importancia cultural de los objetos dentro de una comunidad (en este sentido, es necesario que recordemos todo lo que decíamos sobre las primeras clasificaciones de la prehistoria en el punto 3.1 de este mismo módulo).

Esta importancia es de tipo funcional, pero también puede ser (no siempre) simbólica. Con el surgimiento y expansión de las corrientes teóricas que daban apoyo a la nueva Arqueología, el valor de los artefactos se centraba en su funcionalidad. El análisis de las diferentes herramientas o artefactos nos permitirá interpretar las actividades económicas realizadas en un yacimiento, una cultura o una cronología determinada.

#### Tipología según funcionalidad

La tipología lítica del investigador francés F. Bordes nombra algunos elementos líticos del paleolítico según la funcionalidad que le supone: raspador, raedera, buril. Esto también ocurre con otras tipologías cerámicas: cesto, plato de pescado, etc.

Por otra parte, las nuevas corrientes de la Arqueología posprocesual recuerdan la importante carga simbólica que todo artefacto puede tener, especialmente en las culturas del pasado. Así, las características morfológicas de un elemento (por ejemplo, una punta de flecha) no deben explicarse sólo por su funcionalidad, sino también por el papel de emisario de todo tipo de información de una cultura. Sabemos, por medio de la etnografía, que determinados objetos de atavío, peinados o muchos otros elementos tienen como función informar del estatus de un individuo dentro de una comunidad: hombres y mujeres casados y solteros, viudos, jóvenes, viejos, jefes, guerreros, esclavos, etc. De la misma manera, ciertos tipos de enterramiento y ciertos tipos de arquitectura permiten identificar a una etnia con su territorio y advertir de ello a otras poblaciones próximas.

Lógicamente, el valor semiótico de los objetos varía con el paso del tiempo, y los símbolos pueden desaparecer, modificarse o cambiar de significado. Este aspecto deberá ser tenido en cuenta en las variaciones cualitativas y cuantitativas de los artefactos en una secuenciación histórica y, por otra parte, ayudará a considerar ciertos elementos como fósiles guía o directores.

La clasificación tipológica, pues, nos permitirá aproximarnos al estudio de la funcionalidad, cronología y significado de los objetos del pasado.

Ahora bien, el estudio de los artefactos no se limita a su clasificación tipológica. Éste es sólo el primer paso de una analítica de laboratorio, a veces muy compleja.

#### 4.2.2. Los estudios de la industria lítica

Agrupamos bajo el término *industria lítica* todos aquellos elementos fabricados sobre una materia prima de origen mineral que ha sido transformada mediante las técnicas de la **talla o el pulido**. Los diferentes estudios analíticos tienen como función analizar los distintos estadios de la **cadena operativa**, desde que se selecciona un elemento no modificado hasta que éste es utilizado, una vez modificado.

- **Análisis de las materias primas.** El estudio petrológico de los artefactos puede ayudarnos a descubrir las áreas de captación (primarias o secundarias) de las materias primas y, así, establecer la movilidad de un grupo humano dentro de un territorio o las relaciones de una población con otros territorios más o menos alejados.
- **Análisis tecnológicos.** Mediante las características de las herramientas y los restos rechazados de su fabricación, se intentan establecer las técnicas de manufactura de los diferentes periodos y culturas de la historia de la especie humana.



Mujeres masai. Los trajes, los ornamentos, las armas y cualquier objeto en general tienen también la función de informar del estatus de un individuo dentro de su comunidad.

#### Ved también

Sobre estas cuestiones os podéis dirigir al último apartado de este módulo.

#### Lectura complementaria

F. Eiroa y otros (1999). *No-  
ciones de tecnología y tipología en prehistoria*. Barcelona: Ariel.

- **Análisis traceológicos.** Estos estudios analizan las alteraciones sufridas por los artefactos en su uso. Estos rastros son comparados con otros modernos, de carácter experimental. La contrastación nos permite saber la funcionalidad de las herramientas antiguas, más allá de las similitudes morfológicas que en un estudio tipológico previo hubiéramos podido establecer.

#### 4.2.3. Los estudios de la cerámica

Por lo que respecta a la cerámica, los estudios analíticos, además del estudio de la temperatura de cocción, se centran en el **análisis de pastas**, con técnicas similares a las de la caracterización de las materias primas en el caso de la industria lítica. Se trata de la identificación mineralógica de las arcillas utilizadas para la fabricación de la cerámica, lo cual nos permitirá determinar el carácter autóctono o alóctono de los diferentes contenedores cerámicos recuperados en un yacimiento arqueológico. Las técnicas fisicoquímicas que se aplican son generalmente de carácter destructivo, aunque la cantidad de material que se necesita es bastante escasa. Algunos de estos sistemas son análisis de difracción de rayos X, espectrografía de masas u observación de láminas delgadas con microscopio petrográfico. Estos estudios se centran en la composición de la arcilla y la identificación de elementos traza o impurezas que se incorporan durante la fabricación de la cerámica (desgrasantes).



Recuperación de un fragmento de cerámica en un yacimiento arqueológico.

#### 4.2.4. Los estudios de los objetos metálicos

Nuevamente, los **estudios metalográficos** se centran en el análisis de la composición de los artefactos metálicos, para detectar elementos traza o proporciones de aleaciones. El gran problema de la mayoría de los objetos metálicos es la posibilidad del refundido, lo cual borra la historia de los orígenes de las materias primas, siendo posible la mezcla de elementos autóctonos y alóctonos, con diferente procedencia. En este sentido, la información se centra en las tecnologías utilizadas (temperaturas de fundición, sistemas de moldeado, martilleado, etc.). Aquí, las características tipológicas (decoraciones, formas, etc.) resultan muy útiles para determinar la procedencia de los elementos o su adscripción cronocultural.

En todos los casos descritos hay que tener en cuenta que son necesarias ciertas precauciones y tratamientos específicos del material que se debe analizar, desde el mismo momento de su recuperación en el yacimiento: evitar tratamientos agresivos o irreversibles de consolidación con productos que puedan contaminar las muestras, ciertos tipos de limpieza agresiva con ácidos, siglados, etc.

Por otra parte, estos estudios obligan al uso de una infraestructura compleja y costosa que a menudo no se encuentra en los lugares habituales de almacenamiento del material arqueológico (museos). Por este motivo es necesario llegar a un consenso entre todas las partes afectadas, conservadores del patrimonio e historiadores, que permita la preservación del patrimonio, pero que no limite su estudio.

### 4.3. El estudio de los ecofactos

Bajo este término genérico englobamos aquellos restos que, durante mucho tiempo, fueron descuidados por los investigadores del pasado, como elementos que no aportaban directamente datos vinculados a la cultura humana. Eran restos de animales (aquí tendríamos que excluir los objetos trabajados sobre soportes duros, que ya hemos citado anteriormente, y que sí eran valorados como elementos patrimoniales, como por ejemplo herramientas hechas sobre hueso o marfil u objetos de ornamentación sobre conchas) y de plantas, que nos orientaban sobre las circunstancias ambientales del entorno en que vivieron los grupos humanos, pero también sobre los comportamientos económicos y subsistenciales de estos mismos grupos.

Por ello, si consideramos que nuestro patrimonio no es sólo una serie de objetos musealizables, sino todo aquello que nos aporta información de nuestro pasado, será necesario que tengamos el mismo tipo de cuidado y respeto por este tipo de restos que el que tenemos por los artefactos.

#### 4.3.1. Los estudios paleobotánicos

Por lo que respecta a los estudios paleobotánicos, estos presentan la ventaja de que generalmente se realizan sobre un tipo de muestra que no es individualizable durante la excavación y que, por lo tanto, no sufre de los posteriores rigores burocráticos que cualquier elemento "musealizables" adquiere una vez finalizada la etapa de estudio formal.

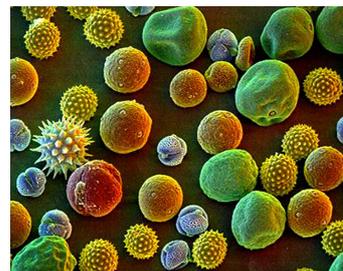
Se trata de elementos recuperados generalmente en tratamientos de muestras de sedimento que se recogen en los distintos niveles de un yacimiento arqueológico. Es necesario que sean recuperados por **métodos fisicoquímicos** (tami-

zados, flotaciones, centrifugaciones, eliminación de residuos mediante tratamientos con ácidos, etc.). La información que nos aportan estos elementos es fundamentalmente de tipo paleoecológico –nos permiten reconstruir el ambiente y el paisaje en el momento de formación del yacimiento– y paleoeconómico –nos remiten a los comportamientos alimenticios de una población–, según cuál sea el tipo de estudio que realizamos. Por tanto, la información es muchas veces complementaria, lo cual obliga a que en el momento del estudio de un yacimiento valga la pena aplicar todas las analíticas posibles.

Las diferentes disciplinas de la Paleobotánica son las siguientes:

- **Palinología.** Se basa en el estudio microscópico de los granos de polen. Estos elementos tienen dos partes principales: la intina y la exina. La exina es la parte más externa, y está hecha de un material orgánico extremadamente resistente (el más resistente dentro de los materiales orgánicos). Puede aguantar temperaturas de hasta 300°, así como el ataque de diferentes ácidos. Lo único que la afecta son los ambientes bastante oxidantes. Esto hace que en niveles lacustres (fondo de lagos, turberas, etc.) el polen se conserve muy bien y, por tanto, sea posible el estudio de la vegetación a través del tiempo.

Los granos de polen presentan características morfológicas diferenciables por familias, géneros y especies. La proporción de cada tipo polínico en la lluvia polínica depende de factores diversos, como la abundancia del taxón vegetal en el paisaje, el mecanismo reproductivo del taxón... Asimismo, la proporción en el registro fósil depende de la conservación diferencial de cada tipo de polen, y también de los procesos posdeposicionales, que pueden perturbar el registro arqueológico. En cualquier caso, el polen es producido y dispersado en grandes cantidades y permite la realización de estudios estadísticamente significativos. Ya ha sido tratada anteriormente la utilidad de la palinología aplicada a la Arqueología del Paisaje. En este apartado nos interesa insistir en su aplicación en el registro arqueológico, ya sea asociada a estructuras, enterramientos y contextos funerarios en general (momias) o en coprolitos. En enterramientos, los estudios polínicos han permitido identificar rituales funerarios mediante ofrendas de flores y plantas, o la dieta de los últimos días de vida de la persona en cuestión, etc.



Granos de polen. Se observan las diferencias morfológicas que permiten su identificación.

#### Ved también

Para recordar la utilidad de la palinología aplicada a la Arqueología del Paisaje podéis ver el apartado 2.1.1.

- **Antracología.** Se estudian las maderas quemadas y los carbones mediante la morfología de la estructura interna que se conserva (distribución y tamaño de los vasos de alimentación), con técnicas microscópicas. Esto significa que es una analítica solamente aplicable a especies vegetales leñosas. Por otra parte, el hecho de que las maderas que se encuentran en los yacimientos arqueológicos hayan sido aportadas, mayoritariamente, de manera intencionada (principalmente como combustible, pero también como elementos para fabricar herramientas o como material constructivo), puede desvirtuar las interpretaciones paleoecológicas, aunque aumenta la valoración paleocultural de sus resultados.

La recuperación del material antracológico puede realizarse a mano, cuando se trata de muestras para datar, de objetos de madera o carbón, interesantes como muestra para estudios dendrocronológicos. La flotación es el método menos agresivo y requiere el lavado *in situ* o la recogida del sedimento por litros. Sobre el terreno también suele procederse al tamizado en seco (sedimento que no es transportado al laboratorio por diversas causas) o con chorro de agua.

- **Carpología.** Es la disciplina que estudia los restos de semillas y frutos procedentes de yacimientos arqueológicos. Proporciona más datos económicos que ambientales, especialmente en el estudio del neolítico y etapas posteriores, una vez las comunidades humanas han alcanzado la agricultura. Aunque a veces se trata de restos que pueden identificarse a simple vista durante la excavación, suelen individualizarse después de tamizar o hacer flotar muestras de sedimento. El estudio requiere observación microscópica con binoculares de 10x a 50x.
- **Fitolitología.** Estudio de estructuras minerales que forman las plantas en su interior. Estos elementos, que se forman en algunas células de las plantas a consecuencia de la recristalización del mineral absorbido por las raíces, son de carácter microscópico y también se recuperan mediante la recogida de muestras de sedimento. Su estudio puede ser un buen complemento de la Palinología, ya que los requerimientos de conservación son diferentes: resisten ambientes oxidantes y altas temperaturas, pero no toleran los ambientes ácidos o muy básicos.



Determinación taxonómica, mediante la observación microscópica, de restos vegetales procedentes de un yacimiento.



Tamizado con chorro de agua en el yacimiento.

#### Lectura recomendada

R. Buxó (1997). *Arqueología de las Plantas*. Barcelona: Crítica.

### 4.3.2. Los estudios arqueozoológicos

De la misma forma que la Paleobotánica se centra en los restos de los vegetales procedentes de los yacimientos arqueológicos, para estudiar así el paleoambiente y la paleoeconomía de las sociedades pasadas, la Arqueozoología estudia los restos de los animales en los mismos contextos y con la misma finalidad. De hecho, la Arqueozoología es una disciplina que nace de la **Paleontología**,

con las mismas técnicas de estudio, pero con una finalidad diferenciada: el estudio de los animales del pasado para la interpretación del comportamiento humano.

Al igual que en el caso de la Paleobotánica, la Arqueozoología tiene diferentes disciplinas. En este caso, sin embargo, no se diferencian por la parte de la planta que se estudia (polen, semillas, maderas, fitolitos, etc.), sino por el grupo taxonómico que se analiza: restos de moluscos (Malacología), de peces (Arqueoictiología), de pájaros (Arqueoornitología), de grandes y pequeños mamíferos, etc.

A menudo, los datos que proporcionan estos diferentes grupos taxonómicos son diferenciados y complementarios, y las técnicas de recuperación y estudio que se aplican son distintas, principalmente a causa de los tamaños de cada uno de los restos. Así, por ejemplo, es necesario que los restos de peces, pequeños pájaros o roedores sean recuperados en muestras de sedimento, tamizándolos en diferentes luces de malla. En cambio, los restos óseos de los grandes mamíferos difícilmente pasan desapercibidos durante las tareas de campo.

#### **Algunas nuevas técnicas arqueozoológicas**

Actualmente, el progreso en lo que respecta a la recuperación de materiales en determinados contextos arqueológicos, y en cuanto a la analítica, ha posibilitado que la Arqueozoología no se limite al estudio de huesos y conchas. Así, podemos añadir el estudio de la Paleontomología, analítica que se encarga de la recuperación de restos de insectos, o de la Arqueoacarología, que estudia los restos de ácaros recuperados en yacimientos arqueológicos.

La investigación sobre estos dos grupos de animales puede aportar muchos datos sobre el comportamiento humano (tipos de cultivos, enfermedades, etc.).

En general, la **microfauna** –principalmente los micromamíferos– forma un conjunto zoológico que no llega al yacimiento por causas antrópicas. Los datos que nos aportan son fundamentalmente de cariz paleoambiental. En cambio, los restos de macrofauna acostumbra a ser desperdicios de la actividad humana, sobre todo de la alimentación (aunque también puede relacionarse con comportamientos ritualizados).

A partir de los restos faunísticos (óseos en el caso de los vertebrados) podemos llegar a saber, mediante distintos análisis, la parte del cuerpo a la que corresponde un hueso, el grupo taxonómico al que pertenece (de qué animal se trataba), el sexo del individuo, su tamaño, la edad de muerte, etc. Precisamente, este tipo de datos son los que dan valor a los restos de los animales que aparecen en contextos arqueológicos. De aquí podremos llegar a inferir los tipos de estrategias subsistenciales: la ausencia de animales domésticos nos probará que estamos frente a una comunidad cazadora y recolectora, mientras que la presencia de animales domésticos nos evidenciará una comunidad productora. De la misma manera, una amplia presencia de animales sacrificados jóvenes o subadultos (poco antes de llegar al óptimo cárnico), especialmente machos, podrá indicar una orientación de la ganadería hacia la producción de carne, y la presencia de restos de animales adultos/seniles hembras podría

#### **Lectura recomendada**

S.J. Davis (1989). *La Arqueología de los Animales*. Barcelona: Bellaterra.

indicar el mantenimiento de los animales de este sexo para producir recursos en vida que no producen los machos (leche y derivados), al igual que otros recursos como la lana, fuerza de trabajo, prestigio social, etc.

Por todo esto, creemos que la Arqueozoología es una disciplina que aporta datos muy importantes sobre los grupos humanos del pasado, y que obliga a que nos replanteemos el tratamiento que este material arqueológico recibe por parte de muchos arqueólogos que no lo ven como un material arqueológico más, sino como muestras potencialmente estudiables por especialistas desvinculados de los proyectos de investigación. Es preciso que estos restos sean recuperados, conservados y tratados como cualquier otro material de la industria lítica, cerámica o de metal.

### **Ejemplo**

Dentro de los estudios arqueosteológicos, tenemos que citar con entidad propia la Paleoantropología, la ciencia que estudia las características físicas de las poblaciones humanas pasadas y su evolución. Si bien actualmente la Paleoantropología va más allá del simple análisis de los huesos de los individuos de nuestra especie recuperados en yacimientos arqueológicos, aún tiene un papel muy importante. Aunque podría parecer que la Paleoantropología no nos dice nada sobre el comportamiento cultural de los humanos del pasado, esto no es cierto. A partir de las medidas, las características raciales y las patologías podemos llegar a averiguar movimientos de poblaciones, hábitos alimenticios, esperanza de vida, mortandad infantil, etc.



Obtención de datos métricos en restos arqueozoológicos.

## 5. Tecnologías digitales aplicadas a la obtención, el tratamiento y el análisis de los datos arqueológicos

En este apartado se ha excluido el tratamiento con técnicas informatizadas de los datos procedentes del análisis arqueomorfológico, la prospección y la excavación, puesto que éste ya ha sido incorporado en cada uno de los apartados correspondientes.

**Autoría de la unidad**

H. A. Orengo.

La introducción de las nuevas tecnologías digitales permea el trabajo arqueológico desde el proceso de planificación de la intervención hasta la presentación de los resultados en artículos científicos, exposiciones o Internet. La Arqueología no sólo ha incorporado estas nuevas tecnologías, sino que además se han desarrollado metodologías especialmente adaptadas al trabajo arqueológico que permiten la realización de estudios más precisos, de manera más rápida y con mayor impacto visual.

Sin duda, la introducción de medios digitales en el trabajo arqueológico ha supuesto una revolución no sólo técnica, sino también metodológica. Aun así, hemos de señalar que la implantación de estas nuevas tecnologías ha resultado ser muchas veces una mera cortina de humo que oculta trabajos de escasa calidad y/o dudosos resultados. Las llamativas imágenes generadas por reconstrucciones arquitectónicas tridimensionales, mapas temáticos o análisis topográficos SIG pueden ser tan correctas o inválidas como las resultantes de técnicas más tradicionales, como el dibujo a tinta. El arqueólogo debe, por lo tanto, mantener una mirada crítica al analizar los resultados de las técnicas digitales y no dejarse cegar por su calidad gráfica o jerga científica.

### 5.1. Captación de datos

La captación de datos espaciales resulta esencial en la correcta referenciación geográfica de los elementos arqueológicos que se han de analizar. Estos datos pueden ser de tipo micro-, meso- o macroespacial; es decir, puede tratarse de datos referentes a una estructura, a un yacimiento o al entorno o paisaje. Aunque se han desarrollado una gran cantidad de métodos para cumplir este fin, el más común resulta, sin duda, el dibujo arqueológico clásico. En él, los elementos arqueológicos se registran en un plano cartesiano bidimensional a partir de la medida de distancias entre los elementos del dibujo. La toma de alturas, relativas a un punto "0" designado arbitrariamente, se realiza con la ayuda de niveles, como los ópticos. Los puntos de toma de cotas de altura se marcan en el plano mediante la especificación del valor obtenido. En este apartado trataremos, por el contrario, de medios digitales para la obtención y el tratamiento de puntos de referencia en un espacio tridimensional.

### 5.1.1. Estación total

La estación total se compone de un distanciómetro láser o emisor de infrarrojos, una base que funciona como un teodolito al permitir la medida de ángulos en el eje horizontal y el vertical, y un colector para el almacenamiento de datos espaciales. La situación de los puntos tomados se calcula a partir de la posición de la estación base, es decir, la situación de la estación total. La toma de cotas se realiza situando un reflector de la señal láser sobre el punto de interés. El tiempo de reflexión del láser permite calcular la distancia (dada una velocidad constante de la luz) entre la estación y la cota. Estas distancias, junto con las diferencias de ángulo entre los diversos puntos de cota, permiten conocer, mediante procesos de triangulación, la posición en el espacio tridimensional de los puntos medidos.

El uso más común de la estación total en Arqueología se da en el dibujo de planimetrías, secciones o reconstrucciones en 3D. La estación total se utiliza para la toma de puntos de cota con gran precisión en espacios planos tridimensionales (es decir, en un entorno en el que cada posición puede ser descrita por tres coordenadas:  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Las cotas que hay que tomar deben situarse en puntos que sirvan para definir la geometría del elemento arqueológico que ha de ser representado y que puedan ser fácilmente reconocibles en el dibujo de campo, en el que también han de encontrarse reseñadas. Conviene, de igual manera, marcar visualmente en el campo cada una de las cotas tomadas individualmente. Otra forma de aprovechar la estación total en el dibujo planimétrico es la creación de una cuadrícula de puntos referenciados a lo largo del área que se ha de cubrir con la planimetría. Estos puntos servirán de referencia en el dibujo arqueológico de campo y al mismo tiempo permitirán situar su digitalización en un entorno informático con gran precisión.



La estación total en acción: el reflector se sitúa sobre el punto de cota que se ha de tomar.

A pesar de su evidente utilidad, la estación total plantea diversos problemas. En primer lugar, exige una línea de visibilidad directa entre la estación y el reflector. Esto dificulta mucho el trabajo en entornos con una topografía variable o con vegetación arbórea, en los que la estación base ha de ser continuamente cambiada de lugar para mantener el contacto visual con las cotas que deseamos tomar. Asimismo, la toma de datos requiere la participación de dos personas: la que tomará los datos desde la estación y la que situará el reflector sobre el punto de interés (aunque ya existen sistemas que no necesitan reflector). Por último, la estación total no georreferencia las cotas tomadas (es decir, no las sitúa en un sistema de referencia absoluto o geodésico), sino que las sitúa de forma relativa en una proyección plana de tipo cartesiano de acuerdo con las distancias que existen entre ellas. Aun así, cabe decir que la georreferenciación de las cotas puede conseguirse mediante la inserción de puntos georreferenciados (como pueden ser los vértices geodésicos) en la estación.

### 5.1.2. GPS

Los sistemas de posicionamiento global (GPS, del inglés *global positioning system*) son una tecnología de origen militar que finalmente se ha adaptado al uso civil y que ha tenido una fuerte implantación en los estudios arqueológicos. En principio, el acrónimo hacía referencia a la red de treinta y dos satélites estadounidenses NAVSTAR que, por medio de procesos de trilateración podían calcular la posición (con cierta desviación) de cualquier receptor GPS. La situación exacta de los satélites viene dada por estaciones base situadas en diversos puntos de la superficie terrestre. Cada satélite emite una señal de radio única que el receptor GPS recibe. La distancia entre el satélite y el receptor puede ser calculada mediante el desfase temporal entre la emisión y la recepción de esta señal, dada una velocidad constante de las ondas de radio igual a la velocidad de la luz. El receptor simplemente calcula la distancia a cada uno de los satélites disponibles y mediante operaciones simples de trilateración obtiene una posición tridimensional en la superficie terrestre. Este posicionamiento viene dado en el Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS-84), aunque los receptores GPS pueden realizar transformaciones de proyección y coordenadas al instante a fin de adaptar el registro de coordenadas al sistema local más adecuado.

En la actualidad existen otras dos redes de satélites de posicionamiento: la GLONASS, rusa, y la Galileo, lanzada por la Agencia Espacial Europea, que todavía se encuentra en fase de desarrollo. El uso conjunto de las tres redes puede ocasionar problemas para el cálculo de posiciones, dada la complejidad de los cálculos de triangulación cuando se cuenta con un número elevado de satélites.

Actualmente existen diversas gamas de receptores GPS con diferentes capacidades técnicas y funciones. Los receptores GPS de mano resultan útiles por su portabilidad. Son ideales para la localización de yacimientos o estructuras aisladas durante la prospección. Normalmente presentan desviaciones en la toma de datos de entre 3 y 15 metros. Los receptores de gama media, con una antena más potente, permiten tomar puntos con una desviación inferior a un metro, que puede verse significativamente reducida mediante calibraciones posteriores. Por último, los DGPS (o GPS diferenciales) permiten montar un receptor base estático que, en conjunción con uno móvil con el que se comunica mediante radio (en lo que se conoce como *real time DGPS*), puede corregir las desviaciones en tiempo real y obtener medidas centimétricas. Los GPS diferenciales pueden ser de gran utilidad, entre otras aplicaciones, para la toma de datos de precisión en excavaciones arqueológicas que permitirán la creación de planimetrías de gran exactitud.



El GPS diferencial. La estación base, en primer plano, permite una gran precisión en la toma de cotas con la estación móvil.

Los DGPS han sido también aplicados a la creación de topografías de áreas reducidas, que resultan muy prácticas para la contextualización del yacimiento, o a estructuras de interés arqueológico en un entorno físico. Sin embargo, debe señalarse a este respecto que el único uso del GPS, sin la mediación de otras técnicas como la estereofotografía aérea, produce resultados de escasa calidad, dada la enorme densidad de puntos de cota necesarios para la recreación de topografías fieles a relieves mínimamente accidentados. Otro de los usos del GPS ha sido la asistencia en trabajos de prospección, en los que se ha utilizado para situar los *transects*, crear las cuadrículas de prospección, delimitar los campos de prospección e incluso situar el material recuperado de forma conjunta o individualizada.

Los GPS aportan diversas ventajas con respecto a las estaciones totales: solamente necesitan a una persona para funcionar, pueden trabajar en lugares con baja visibilidad y topografía extrema, y las cotas que obtienen se encuentran georreferenciadas en la proyección que el usuario seleccione. Las desventajas de los receptores GPS son su alto precio, que para los diferenciales de gama baja puede rondar los 20.000 €, y la existencia de ocasionales pérdidas de señal (sobretudo en entornos urbanos), que pueden reducir notablemente la fiabilidad de la toma de datos.

### 5.1.3. Escáner láser

Los sistemas de medición por láser, de los que la estación total forma parte, miden la distancia entre el objeto de interés y el emisor láser calculando el desfase entre la emisión del haz y la detección de la señal reflejada sobre la superficie que se ha de documentar. La diferencia básica entre el escáner láser y la estación total es la capacidad de este tipo de sistemas para emitir una gran cantidad de pulsos láser en un tiempo muy corto, comúnmente cientos de

miles de pulsos láser por segundo. Esto permite la reconstrucción del entorno gracias a la situación de todos estos puntos (denominados en su conjunto **nube de puntos**) en un entorno 3D. Para la correcta referenciación de los puntos en el espacio es necesario conocer la situación exacta del emisor y/o la posición de varios de los puntos tomados por el sistema.

A pesar de su corta carrera, la aplicación del escáner láser en Arqueología resulta ya muy amplia. Se ha utilizado para la reconstrucción en 3D de objetos de arte, materiales arqueológicos, estructuras, edificios y plantas de yacimientos. Una mención aparte merece el escáner láser aerotransportado o LIDAR (acrónimo del inglés *light detection and ranging*), que ha sido utilizado para la creación de modelos digitales del terreno (MDT) de gran definición y precisión, donde las microtopografías, invisibles al ojo humano o a la fotografía aérea, son claramente apreciables. De hecho, los MDT resultantes de mediciones LIDAR pueden potenciar la visibilidad de elementos arqueológicos mediante la aplicación de técnicas SIG, como la exageración de las alturas o la creación de relieves de sombras. En estos últimos se simulan las posiciones del sol más adecuadas para la detección de microrrelieves gracias a las sombras que éstas proyectan sobre el terreno.

El LIDAR también ha permitido la realización de planos de estructuras ocultas bajo masas forestales gracias a la penetración ocasional del haz hasta la superficie y la aplicación de algoritmos para la eliminación de las cotas correspondientes a la cobertura arbórea. Estos algoritmos seleccionan la señal del pulso láser recibida con mayor retraso, que es la que ha traspasado la cobertura arbórea y alcanzado la superficie. Igualmente, el LIDAR puede resultar de gran utilidad en la recreación tridimensional de yacimientos arqueológicos. Debido a su orientación perpendicular a la superficie terrestre resulta especialmente indicado para la creación de plantas de yacimientos en 3D. La conjunción de esta técnica con ortofotografías de gran definición puede presentar un gran avance en la representación gráfica del yacimiento.

El escáner láser resulta, sin duda, una de las innovaciones técnicas de más interés en su aplicación arqueológica durante los últimos años. No cabe duda de que con la implantación progresiva de estas técnicas, el trabajo arqueológico contará con herramientas que facilitarán enormemente y mejorarán la calidad y la rapidez de los trabajos de representación arqueológica.

En el caso del LIDAR, en concreto, podemos aventurar que su aplicación a la creación de MDT de gran definición revolucionará no sólo la escala de los análisis del paisaje arqueológico, sino las técnicas de prospección aérea y permitirá, asimismo, ampliar su aplicación a zonas que anteriormente permanecían inexploradas. A pesar de las indiscutibles ventajas que el uso del escáner láser ofrece, hemos de tener en cuenta ciertas características que dificultan su difusión arqueológica. En primer lugar, el precio de estos sistemas resulta muy elevado, por lo que su aplicación sólo puede darse en proyectos de gran envergadura con fuertes recursos económicos. El tratamiento de los datos resulta también complicado y requiere asimismo un equipo informático potente y especializado que permita manejar las grandes cantidades de puntos que resultan en la aplicación de estos sistemas. Por último, el escáner láser, por sí mismo, no georeferencia las cotas que toma, para lo que resulta necesario el uso del DGPS u otras formas de georeferenciación de los datos.

#### 5.1.4. Fotogrametría

Los métodos fotogramétricos permiten la determinación de la situación y la forma del objeto de interés a partir de imágenes tomadas con cámaras métricas o, en todo caso, calibradas (es decir, aquéllas de las que se conoce la geometría interna y, por lo tanto, cómo ésta deforma la realidad que representa). La Estereofotogrametría es la técnica más usada en la reconstrucción tridimensional de objetos de interés arqueológico. Consiste en la toma de dos fotografías de un mismo elemento desde un mismo plano pero a cierta distancia una de otra. La diferencia de ángulo entre las dos imágenes permite la visualización tridimensional del objeto, imitando así la forma en la que los seres humanos percibimos una realidad tridimensional. Los estereopares, o el par de fotografías de un mismo objeto tomadas desde distintos ángulos, pueden ser examinados mediante estereoscopios, que permiten recrear una sensación de tridimensionalidad. Las estaciones fotogramétricas permiten la generación de modelos en 3D digitales a partir de métodos estereofotogramétricos ópticos mecánicos aunque, en la actualidad, diversos programas informáticos pueden realizar estas mismas funciones con cierta pérdida de calidad en las restituciones, pero a muy bajo coste y de forma más simple. Al igual que en el caso del escáner láser, las aplicaciones de la Fotogrametría en Arqueología se pueden dividir en Fotogrametría Aérea y Fotogrametría Terrestre. La Fotogrametría Aérea, realizada desde plataformas aéreas (aviones generalmente, pero también helicópteros, globos, o incluso cometas), permitirá la generación de modelos digitales del terreno (MDT) o planimetrías de yacimientos mediante la generación de ortofotos. La Fotogrametría Terrestre, realizada a nivel de tierra o a baja altitud, permitirá la restitución en 3D de estructuras y materiales arqueológicos o artísticos.



MDT de gran definición generado a partir de un estereopar fotográfico.

La Fotogrametría constituye un método rápido y sencillo, de gran utilidad en la recreación del entorno arqueológico. Asimismo, la inversión económica necesaria para la realización de modelados fotogramétricos es relativamente baja. Basta con una cámara métrica o calibrada y un programa de Fotogrametría. Aun así, la toma de las imágenes puede plantear serios problemas y obligar a inversiones de gran coste económico. Así, por ejemplo, para realizar planimetrías o topografías de yacimientos de gran tamaño, será necesario el empleo de cámaras aerotransportadas de gran calidad. De igual manera, para la realización de modelos tridimensionales con gran detalle y geometría variable en la que deban ser empleados diversos planos fotográficos, se necesitará tomar cotas con precisión subcentimétrica a fin de poder relacionar todos los planos fotográficos.

## 5.2. CAD, dibujo arqueológico y planimetrías

El dibujo asistido por ordenador ha gozado de una implantación fácil y rápida en la comunidad arqueológica. De hecho, la contratación arqueológica actual empieza a exigir la entrega de planimetrías arqueológicas en formato digital. Este formato permite aportar información relativa a la estratigrafía o la interpretación de las diversas fases de ocupación de un yacimiento o estructura gracias a su capacidad de trabajo por capas o creando bloques asociados a bases de datos. Las capas permiten organizar el dibujo en diversos niveles de información que pueden ordenarse jerárquicamente de la forma más conveniente. Otras herramientas propias del CAD que facilitan la tarea de interpretación del dibujo son las referentes a la jerarquización de las líneas, que pueden ser representadas con diferentes grosores o colores para destacar las más importantes del dibujo, los diferentes tipos de estructuras, etc. Incluso el tipo de línea puede ser modificado según las convenciones utilizadas en dibujo matemático.

Los programas CAD trabajan, por definición y en contra de lo que sucede en los SIG, en entornos tridimensionales cartesianos, en los que a los planos  $x$  e  $y$ , se une el plano  $z$ , que dota al diseño en CAD de tridimensionalidad. Esta característica permite modelar objetos tridimensionales y caracterizarlos como elementos sólidos con materiales propios, con lo que se consigue una aproximación conceptual a la realidad física.

De igual forma, el CAD permite asignar a los elementos del dibujo medidas en unidades reales, con lo que el programa puede aplicar escalas automáticamente al dibujo. Estas medidas pueden corresponderse incluso con coordenadas cartográficas, de manera que se puede simular el trabajo en entornos georreferenciados y es posible, por lo tanto, una fácil exportación a programas SIG en el caso de planimetrías u otros diseños bidimensionales.

### 5.2.1. La digitalización y la vectorización del dibujo tradicional

El uso más extendido hasta el momento del dibujo asistido por ordenador ha sido la vectorización de plantas y secciones realizadas a mano durante el trabajo de campo. Este proceso supone la digitalización de los dibujos de campo y su importación a un programa CAD, donde cada uno de los elementos será redibujado a partir de polilíneas o polígonos. Debemos recordar que el documento resultante de la vectorización nunca podrá superar al original en cuanto a su precisión planimétrica. Si bien difícilmente puede considerarse este proceso un gran avance técnico, la vectorización de documentación gráfica resulta de gran utilidad, ya que permite el tratamiento informatizado de los datos, así como su incorporación a otros entornos digitales de trabajo, como pueden ser los programas de tratamiento gráfico o los SIG, entre otros. Asimismo, permite modificar la documentación tantas veces como sea necesario sin tener que volver a realizar todo el dibujo. En cuanto al soporte físico en sí, la digitalización hace posible compartir, copiar o, simplemente, preservar la documentación gráfica, haciéndola manejable y de fácil distribución por medios electrónicos.

Una última ventaja de la digitalización en CAD es la clasificación de la información planimétrica por capas, que pueden corresponder a distintas fases de ocupación, tipos de material, etc. Esto permite la incorporación de múltiples trabajos planimétricos en un mismo entorno, lo que facilita la comparación de datos y la interpretación del dibujo.

A fin de reducir la pérdida de información en el proceso de vectorización del dibujo analógico, resulta altamente recomendable que sea el propio dibujante de campo el que se encargue de la vectorización del documento.

Este tipo de dibujo es una forma de interpretación arqueológica que requiere tanto de la visión arqueológica como de la capacidad técnica.

### 5.2.2. El dibujo a partir de datos referenciados

La digitalización del dibujo de campo se encuentra en la actualidad complementada por técnicas de georreferenciación de elementos. Entre éstas, destaca la incorporación de cotas relativas, tomadas con estación total, o absolutas, como las que proporcionan los DGPS. Los sistemas de medición láser también proporcionan modelos realizados a partir de múltiples puntos que pueden ser incorporados en entornos CAD para ayudar a la generación de plantas, perfiles o dibujos en 3D. En este sentido las técnicas fotogramétricas no sólo pueden proporcionar estos modelados, sino que además, al basarse sus reconstrucciones en estereopares fotográficos, pueden generar ortoimágenes referenciadas que pueden importarse a un programa CAD. Allí servirán de base para la digitalización de elementos de interés con la misma técnica que hemos visto para

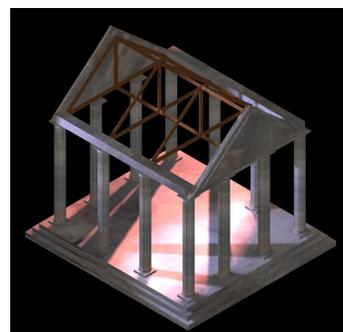
la vectorización de los dibujos de campo. Esta técnica puede ahorrar una gran cantidad de tiempo en el trabajo de campo, ya que para su ejecución sólo es necesaria la toma de pares fotográficos y los puntos topográficos para la referenciación de estos pares. Además aporta una gran precisión planimétrica en la restitución de elementos, así como un detalle muy superior al que se puede obtener mediante el dibujo de campo tradicional.

Cabe destacar que la exclusiva aplicación de estas metodologías no ha de entrar en conflicto con el tradicional dibujo de campo, en el que el mismo proceso de dibujo conlleva una interpretación de los datos y, por lo tanto, resulta difícilmente sustituible.

Probablemente, la ventaja en la aplicación de las técnicas de referenciación de datos en el dibujo planimétrico arqueológico consista en la obtención de una mayor exactitud en la representación gráfica, así como la reducción del tiempo de trabajo en campo, aunque esto signifique mayor dedicación al posproceso de los datos que en la digitalización de una planimetría clásica realizada en su totalidad durante el desarrollo del trabajo de campo.

### 5.2.3. La reconstrucción de elementos en CAD

Otro de los usos de gran aplicabilidad de los programas CAD es su capacidad para realizar dibujos en 3D. En el caso del CAD esta capacidad resulta especialmente destacable, ya que no se ve reducida a la reproducción digital de elementos estantes, sino también a la recreación virtual, a modo de hipótesis constructivas, de elementos ya desaparecidos que no pueden ser reproducidos mediante técnicas como la Fotogrametría o el escáner láser. La utilidad de estas reconstrucciones no sólo reside en su impacto visual, lo que las hace ideales en términos de difusión, sino que resultan excelentes como herramientas de investigación a partir de las que se pueden comprobar diferentes hipótesis reconstitutivas.



Modelo arquitectónico en 3D generado con un programa CAD.

### 5.3. Los sistemas de información geográfica y el análisis del paisaje

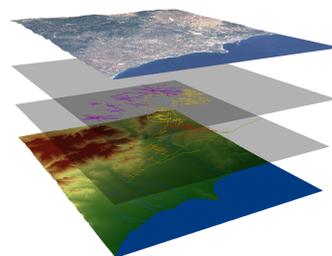
Los sistemas de información geográfica (SIG) han experimentado en los últimos quince años una gran expansión dentro de la comunidad arqueológica gracias a una conjunción de factores que los han hecho posibles. El abaratamiento y la mayor potencia de los equipos informáticos, la difusión de programas SIG libres con amplias funcionalidades, la integración de diversas capacidades de análisis geoespacial en entornos SIG unificados y el abaratamiento y la difusión de fuentes cartográficas digitales integrables en estos entornos, hacen de los SIG una de las elecciones obvias para aquellos investigadores interesados en el estudio del territorio o el paisaje arqueológico.

### 5.3.1. Características de los SIG

Los sistemas de información geográfica han sido definidos de muchas y muy diversas maneras. Esto es debido a que estas definiciones están basadas en los diferentes programas SIG disponibles en el mercado, que resultan heterogéneos, aunque cada vez más se va tendiendo hacia la unificación de funciones y formatos. Aun así, podemos definir una serie de constantes de los SIG.

En primer lugar, no se trata de un solo programa, sino de un grupo de programas con diversas funcionalidades. Muchos SIG integran capacidades CAD (diseño asistido por ordenador) de manejo de bases de datos, de tratamiento de imágenes, estadísticas, etc. En segundo lugar, las fuentes de análisis o datos de entrada con los que estos programas trabajan deben poseer características locacionales, es decir, deben hacer referencia a una realidad espacial concreta. Por ejemplo, no podemos introducir información sobre un yacimiento sin que ésta esté ligada a unas coordenadas geográficas que definan su localización.

Otra característica que hay que destacar de estos programas es que tienen capacidad de trabajo por capas, y la información que cada una de éstas contiene puede ser cruzada y analizada en conjunto para crear nuevas capas. Así, por ejemplo, podemos crear una capa donde los tipos de suelos se muestren según su capacidad agrícola, otra con la red hidrográfica y otra con las constantes de iluminación solar. Combinando estas tres capas podríamos seleccionar aquellos lugares con mayor potencialidad para la explotación agrícola y proponer hipótesis sobre la ubicación de los yacimientos a partir de su situación con respecto a las mejores zonas agrícolas.



Modelo conceptual de capas en un SIG.

### 5.3.2. Fuentes y formatos digitales en entornos SIG

Para introducir datos geográficos en un SIG estos han de ser transformados a un formato que el programa pueda interpretar. Las fotografías en papel se pueden escanear para que sean digitales y transformar a un formato como el GeoTIFF, que es admitido por la mayoría de programas SIG. Aunque las imágenes resultan una de las informaciones geográficas de uso más común, los sistemas SIG han desarrollado varios tipos de formatos propios con los que reflejar la información de carácter geográfico. En este apartado, hablaremos de cada uno de estos formatos tratando de describir sus características y cómo pueden ser empleados.

#### El formato vectorial

Este tipo de datos suelen ser clasificados en puntos, líneas y polígonos. En realidad, estos tres tipos de datos vectoriales se pueden definir en su conjunto como de pares de coordenadas en un eje cartesiano. Las relaciones entre las diferentes coordenadas definen si se trata de puntos (donde cada coordenada es independiente y no hay relación entre ellas), líneas (un conjunto de coor-



Capa de puntos

Capa de líneas

Capa de polígonos

Diferentes estructuras de datos en el formato vectorial.

denadas unidas) o polígonos (un conjunto de coordenadas unidas entre ellas que definen un área cerrada). La relación entre los diferentes pares de coordenadas se denomina **topología**.

Cada uno de los elementos de los que se compone una capa vector, ya se trate de un punto, una línea o un polígono, posee un identificador único que servirá para identificarlo y asignarle un registro en una tabla de datos que definirá sus características y aportará información sobre ese elemento.

### **El formato *raster***

Este tipo de datos se definen por formar una matriz continua dividida en celdas de igual superficie. La matriz se encuentra localizada geográficamente, por lo que cada una de estas celdas posee una situación única y un valor adscrito. El tamaño de las celdas determina la definición espacial del *raster*: cuanto menor sea el tamaño de las celdas mayor será la definición espacial. Un mapa *raster* de una celda de 5 m<sup>2</sup> tendrá cuatro veces más definición espacial que un mapa con celdas de 10 m<sup>2</sup>.

El empleo del formato *raster* resulta muy beneficioso cuando pretendemos adscribir valores a toda el área de estudio y no solamente a determinados puntos, como lo harían los datos vector. Este formato presenta ventajas con respecto al formato vector por su escaso uso de los recursos del equipo informático, tanto en lo referente al tiempo de procesamiento de los datos como por el poco espacio que estos ocupan en el disco duro.

Existen varios tipos de datos *raster*. Los archivos más sencillos son los binarios o mapas booleanos, que sólo proporcionan dos valores (0 y 1).

#### **Ejemplo**

Un buen ejemplo de este tipo de archivos son los mapas de visibilidad, que muestran con un valor igual a 1 las zonas visibles desde un punto y con un valor igual a 0 las que no se pueden ver desde ese mismo punto.

Otro tipo de *rasters* son los llamados **de punto flotante** o **continuos**, que pretenden representar valores continuos en los que la variación en el valor de las celdas viene sujeta a una lógica de proximidad. Esto es, las celdas cercanas tienden a presentar valores similares. Estos datos presentan valores de tipo numérico, es decir, ofrecen datos cuantitativos del área geográfica en la que está situada cada una de las celdas. Un buen ejemplo de mapas de valores continuos pueden ser los que representan variables topográficas (altitud, pendiente, orientación, etc.) o la distribución de densidades cerámicas en un área prospectada.

Los *rasters* que presentan valores de tipo cualitativo se denominan **mapas íntegros** o de **áreas discretas**. Estos tipos de mapas muestran áreas claramente delimitadas en el espacio con un único valor y resultan especialmente útiles para la representación de mapas de suelos o de vegetación, en los que la se-

paración entre cada una de las categorías no es gradual, sino drástica. Estos tipos de *rasters* resultan equivalentes a los vectores de polígonos, que también muestran áreas cerradas claramente definidas en el espacio.

### **Vector frente a *raster***

La elección entre los formatos vectorial o *raster* ha de estar condicionada por el tipo de datos que queramos representar y el tipo de análisis que se haya de realizar. El formato vector resulta ideal para la representación de elementos con ocurrencias esporádicas, como pueden ser los yacimientos arqueológicos, que suelen representarse como puntos, aunque también como áreas. Los elementos lineales, como caminos o ríos, suelen también emplear el formato vector. Por el contrario, cuando queramos mostrar informaciones que presenten datos continuos a lo largo de toda el área de estudio, utilizaremos el formato *raster*. Éste es el caso de los mapas de elevaciones, de tipos de suelo o de visibilidades: cada punto del paisaje presenta datos de elevación, de tipo de suelo o, en el caso de los mapas de visibilidades, que presentan datos booleanos, estos puntos pueden ser vistos o no.

En cuanto a los tipos de análisis que hay que llevar a cabo, elegiremos el formato *raster* para análisis de tipo cuantitativo, ya que este formato permite la reclasificación de datos y el álgebra de mapas. De igual forma, el formato *raster* destaca en los análisis en los que la topografía sea un factor importante. Por el contrario, el formato vector destaca en los análisis de tipo cualitativo gracias a la individualización de cada elemento vector y a la información adicional que aporta la tabla de datos ligada a este formato. Por esto, los análisis espaciales que requieran una selección compleja de elementos deberán ser realizados en este formato. Igualmente, el formato vector ofrece indiscutibles ventajas en los análisis de distancias o de relaciones espaciales entre elementos individuales.

### **Imágenes**

Las imágenes son también un tipo de datos *raster*. En el caso de las imágenes, el valor de las celdas expresa la reflectancia lumínica. Este valor es automáticamente transformado por el programa para mostrar colores o gradaciones de iluminación. Cuando se trata de una imagen en escala de grises (sin color), las zonas con mayor reflectancia lumínica resultan en valores de celda más altos, que el programa interpreta como píxeles claros. Al máximo valor de reflectancia se le asignará el color blanco. Por el contrario, aquellas zonas con una mayor absorción lumínica muestran valores más bajos y, por lo tanto, son más oscuras. Las imágenes en color se obtienen mediante la conjunción de tres valores de luminosidad diferentes: la banda roja, la verde y la azul, por lo que se denominan RGB (*red, green, blue*, es decir, 'rojo', 'verde' y 'azul', en inglés). Las imágenes de 8 bits, que son las que más comúnmente encontraremos, poseen un rango de 256 valores, en los que el 0 representa la falta de luminosidad y el 255 la máxima luminosidad. En la literatura de procesamiento de imágenes las celdas *raster* normalmente se denominan **píxeles** (acrónimo del inglés *picture elements*). Las imágenes pueden ser incluidas en los SIG una vez que han sido ortorrectificadas y georreferenciadas, es decir, una vez que se eliminan las deformaciones causadas por las lentes de la cámara y se conoce su ubicación espacial.

### **Formatos para la representación en 3D**

La representación de datos en 3D se puede obtener de diversas formas. Los programas CAD pueden representar tridimensionalmente la realidad y muchos sistemas SIG pueden incluir estos modelados CAD dentro de su entorno. Aun así, los SIG han desarrollado sus propios formatos en 3D. Las TIN (del

inglés *triangulated irregular networks*) derivan directamente del formato de datos vector. Se trata de una serie de puntos que no sólo vienen definidos por sus coordenadas  $x$  e  $y$ , sino que incluyen una tercera coordenada  $z$  que hace referencia a la altura en la que se sitúa cada uno de los puntos. La relación entre los diferentes nodos se realiza mediante la triangulación Delaunay, que permite unir todos los puntos existentes mediante triángulos que no se cortan entre ellos, con lo que se crean superficies continuas trianguladas.

Los datos *raster* también han evolucionado hacia una recreación en 3D propia. Los **vóxeles** (acrónimo del inglés *volumetric pixel*) son celdas *raster* que forman un cubo sólido de lados y altura iguales. Si las TIN definían superficies, los vóxeles definen volúmenes. La implantación de este tipo de datos resulta todavía inicial y sólo encontramos capacidad de tratamiento de datos vóxel en unos pocos programas SIG, como pueden ser el GRASS GIS o el RockWorks.

### 5.3.3. Análisis vector

Como ya hemos visto, el formato de datos vector pretende representar la presencia de elementos individuales en el espacio definidos por pares de coordenadas. Podemos dividir el formato vectorial según los tres tipos diferentes de representaciones que este formato permite realizar (Ved figura "Diferentes estructuras de datos en el formato vectorial"). En primer lugar, se puede hablar de las capas de puntos, en las que la ocurrencia de un elemento en el espacio se representa mediante la presencia de un punto o nodo. Este tipo de capa ha sido muy empleada para la realización de mapas de distribución de los yacimientos arqueológicos, por ejemplo. Es un tipo de información unidimensional, ya que el punto no tiene ni longitud, ni área y, por lo tanto, no puede proporcionar información relativa a las características espaciales del elemento que representa más allá de su situación geográfica. En segundo lugar, existen las capas de línea o de arco, en las que se representan elementos lineales, como caminos o ríos. Estos elementos se crean a partir de la unión de diversos puntos mediante líneas. Este tipo de información es también unidimensional, aunque permite la medición de distancias, lo que resulta muy útil cuando se pretende conocer el recorrido de redes de comunicación o la distancia cubierta por otros elementos lineales. Por último, el formato vector cuenta con capas de polígono que representan áreas o superficies con un mismo valor. En contextos arqueológicos, este tipo de capas han sido utilizadas para la representación de ocurrencias arqueológicas, como áreas de dispersión cerámica.

Así pues, el formato vector se emplea en los casos en los que los elementos que hay que representar no son continuos en el espacio, como puede ser un lago (polígono), un río (línea) o una fuente (punto), que son elementos con unos límites espaciales definidos. Se trata de entidades singulares, es decir, únicas. De hecho, cada uno de los elementos individuales de una capa vector, ya sea de puntos, líneas o polígonos, posee un identificador único en una tabla de datos a la que se le pueden añadir diferentes columnas con información adicional sobre cada evento. Así, por ejemplo, en el caso de una capa de puntos que re-

presentan yacimientos arqueológicos, estos pueden tener información asociada referente a su cronología o tipología. La unión de estas tablas de atributos propias del formato vector con una base de datos propiamente dicha puede proporcionar a este formato una enorme capacidad para el análisis espacial de una gran cantidad de información arqueológica, lo que lo convierte en una elección obvia para el manejo de grandes conjuntos de datos espaciales.

### **Selección y consulta**

Precisamente, la asociación de cada elemento vector con una entrada en una tabla de datos que proporciona información sobre este elemento es lo que permite una gran flexibilidad y potencia en la selección y la consulta de los datos vectoriales. Cabe destacar la importancia de las herramientas de selección cuando se trabaja con grandes conjuntos de datos. La mayoría de los programas permiten la composición de estamentos SQL (que ya veremos en el apartado correspondiente a las bases de datos) para el filtrado y la selección de los datos de interés en un proceso conocido como *database mining* que hace posible, en última instancia, la creación de nuevas capas de información más adaptables y manejables.

Las técnicas de geoprocesamiento, que estudiaremos en breve, permiten también la selección de elementos de interés según las relaciones espaciales entre las diversas capas vector de un proyecto. Mediante estas técnicas, podemos, por ejemplo, seleccionar aquellos elementos que se encuentren dentro de un espacio determinado o a una distancia concreta de otros elementos vectoriales. Los entornos de trabajo SIG permiten la creación de nuevas capas, más manejables y concretas en su información, a partir de la información seleccionada.

### **Buffers o distancias**

El formato vectorial también permite el cálculo de distancias y superficies. Los *buffers* son el producto del desarrollo de áreas a una distancia fija de elementos espaciales, ya sean estos puntos, líneas o polígonos. El cálculo de distancias permite la creación de *buffers* simples o de *buffers* múltiples, que reflejan distancias incrementales a partir del punto de origen. Resultan de gran utilidad, por ejemplo, cuando se intenta delimitar un área de protección arqueológica alrededor de un elemento patrimonial o se pretende conocer el número de yacimientos a una distancia menor de 500 metros de una fuente de agua, sea ésta un río o una fuente. Los *buffers* en sí sólo muestran gráficamente la distancia a un elemento determinado. Es la combinación de información y el análisis espacial mediante técnicas de geoprocesamiento lo que permite a los análisis de distancias resultar imprescindibles en cualquier estudio espacial arqueológico.

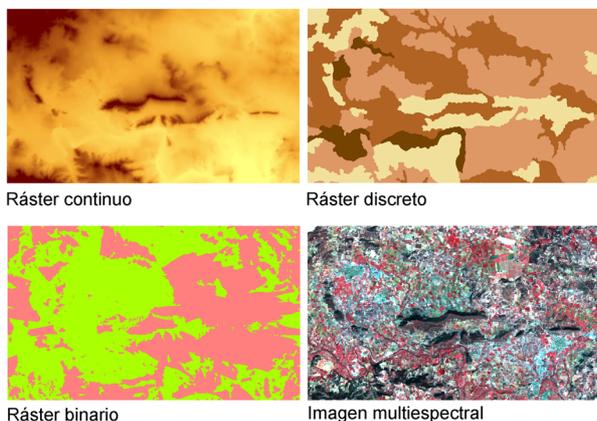
### **Geoprocesamiento**

Las relaciones espaciales que pueden establecerse entre diversos elementos vector pueden ser tratadas mediante técnicas de geoprocesamiento simples que, de forma estándar, se distribuyen con el *software* SIG. Las formas más co-

munes de geoprocesamiento crean nuevas capas vector a partir de las relaciones espaciales entre diversas capas vector. Así, por ejemplo, permiten la unión, la extracción o la intersección de elementos que comparten un mismo espacio, la disolución de elementos espaciales que comparten atributos comunes o la asignación de atributos según la localización espacial de vectores.

#### 5.3.4. Análisis *raster*

En contraste con los datos vector, que representan ocurrencias ocasionales en el espacio, los datos *raster* representan superficies continuas, lo que implica que este tipo de archivos no presente elementos diferenciados que puedan ser ligados a registros en tablas de datos. Estas características determinan la especificidad del trabajo con *raster*. A continuación, presentamos algunos de los análisis más comunes en entornos *raster* a fin de que el lector pueda asimilar de mejor forma la utilidad y la complementariedad de este tipo de archivos.



Tipos de archivos *raster*.

#### Reclasificación

La reclasificación de mapas *raster* resulta una de las operaciones más comunes y tiene como objetivo modificar el valor numérico de las celdas siguiendo una tabla de correlación. Así, por ejemplo, podríamos reclasificar un mapa de vegetación demasiado detallado reduciendo el número de valores, adscribir un único valor a partir de un valor determinado o cambiar valores o grupos de valores por otros.

La reclasificación resulta de gran utilidad por su capacidad para simplificar y organizar la información de los mapas *raster*. Aun así cabe resaltar que gran parte de las operaciones de reclasificación tienen como objetivo la preparación de los mapas *raster* para realizar operaciones de álgebra de mapas.

#### Álgebra de Mapas

Al tratarse de superficies continuas de valores numéricos, los *rasters* pueden ser sometidos a operaciones matemáticas, de manera que el operador es el valor numérico de cada una de las celdas del *raster*. Incluso las operaciones más

sencillas pueden aportar una gran cantidad de información. Así, la suma de mapas puede ser de gran utilidad en la determinación de las mejores áreas de asentamiento para una comunidad agrícola: la suma de mapas de calidad del suelo, de pendientes y de proximidad a fuentes de agua, por ejemplo, resultaría en un mapa con valores más altos para las zonas en donde todos estos factores se dieran al mismo tiempo. Ésta ha sido la base técnica para el desarrollo de los modelos predictivos de localización de yacimientos.

### **Técnicas estadísticas**

El tratamiento de los valores numéricos que componen un *raster* de forma estadística permite obtener generalizaciones que ayuden a la definición y a la caracterización del mapa. Así, los histogramas resultantes de MDT (modelos digitales del terreno) pertenecientes a áreas de llano, piedemonte o montaña resultarán diferenciados debido a la acumulación de los valores de altitud en diferentes zonas del histograma. Las estadísticas también pueden ayudar a considerar la importancia relativa de un elemento. Así, podremos comparar el porcentaje de visibilidad del territorio de diferentes puntos de interés tras haber realizado un análisis de visibilidades.

### **Análisis SIG basados en modelos digitales del terreno**

Sobre todo en los estudios arqueológicos del paisaje, pero también en cualquier tipo de análisis espacial arqueológico, resultan básicos una buena comprensión y análisis del entorno físico. A este respecto, los SIG incorporan una serie de módulos estandarizados dedicados a análisis topográficos. Para la implementación de estos análisis resulta necesaria la incorporación de un MDT. La definición del MDT, su correcta georreferenciación y la calidad de sus datos (es decir, hasta qué punto es un buen reflejo de la realidad física que representa) determinarán la fiabilidad de los resultados de este tipo de análisis. La definición del MDT depende del tipo de análisis y del tipo de relieve característico del área de estudio. Así, por ejemplo, si pretendemos analizar la ruta óptima entre dos puntos en un entorno caracterizado por la presencia de barrancos estrechos y profundos deberíamos utilizar un MDT con una definición suficiente para que estos barrancos pudiesen ser tenidos en cuenta topográficamente como impedimentos al tránsito.

A partir de los valores de elevación reseñados en cada una de las celdas de un MDT se pueden realizar diversos análisis de utilidad arqueológica. Ya hemos visto en el apartado dedicado al LIDAR y a los MDT generados a partir de sus datos, cómo estos modelos topográficos aportan una gran cantidad de información por sí mismos a partir de su análisis directo o potenciado mediante modelados de sombras o exageración de alturas. En este apartado hablaremos de análisis que permiten el tratamiento y la extracción de información de interés arqueológico de los modelos del terreno, como puede ser el caso de los análisis hidrológicos. Estos incluyen, además de la topografía, factores como el tipo y el uso del suelo o el substrato geológico, y pueden aportar datos refe-

rentes al movimiento de las aguas sobre el terreno, pero también a la cantidad de agua transportada en cada punto de su recorrido, y con ello, al caudal de ríos, sean estos permanentes o estacionales, o pueden señalar zonas de acumulación hídrica. A partir de estos datos, se pueden incluso generar modelados de episodios de inundación. De forma muy parecida funciona el modelado de la erosión potencial del terreno, que resulta también de gran utilidad para generar hipótesis sobre el movimiento de sedimentos que pueden, por ejemplo, ayudar a explicar distribuciones de materiales en superficie documentados durante trabajos de prospección.

Otro tipo de análisis topográficos pueden ser los análisis de visibilidades. La visibilidad, aplicada al estudio del paisaje arqueológico y como función aportada por los SIG, ha sido tratada de muy diversas formas en multitud de trabajos, en su mayoría relacionados con interpretaciones de tipo simbólico o conceptual. La visibilidad, aplicada al análisis arqueológico resulta de gran complejidad, ya que ha de tener en cuenta aspectos tan variados como la selección de objetivos visuales, las emociones sentidas en paisajes dotados de características diferenciadoras o la propia organización cultural del espacio. El análisis visual más simple que hay que realizar en un entorno SIG es la línea de mira (*line of sight*, en inglés), que indica qué tramo de una línea es visible de forma continua desde su punto de origen. El cálculo de visibilidades (*viewshed analysis*, en inglés), en cambio, produce mapas booleanos, en los que se indica qué celdas de un MDT son visibles y cuáles no desde uno o varios puntos indicados por el usuario. Muchos de los factores del análisis de visibilidades pueden ser modificados para acomodarlos mejor a las circunstancias del análisis arqueológico, como puede ser el ángulo de visión, la altura sobre el terreno (tanto del origen de la visualización como de las zonas visibles), la distancia máxima de visualización, el número y la situación de puntos de origen de la visualización, etc. Así, por ejemplo, si deseamos realizar un análisis de visibilidades de un núcleo fortificado situado en una elevación para comprobar si su posición está relacionada con un posible dominio visual sobre su entorno, habremos de incluir diversos factores que modificarán los resultados del análisis: limitaremos el rango de alcance visual a la distancia a partir de la cual resulta difícil distinguir detalles visuales (de hecho, este parámetro resulta enormemente variable), situaremos un punto de origen de las visibilidades en cada una de las torres o puntos de vigilancia del asentamiento, daremos una elevación suplementaria a estos orígenes igual a la suma de la altura de la estructura más la altura media de una persona, etc. Existen también otros tipos de análisis visuales, como pueden ser los análisis de prominencia, donde se analiza la prominencia visual de ciertas zonas sobre su entorno, o la visibilidad total, en la que se destacan las zonas más visibles del territorio.

Las superficies de coste generadas en entornos SIG ofrecen también un amplio rango de aplicaciones de interés arqueológico. Una superficie de coste (también llamada **superficie de fricción**) refleja el coste producido por el tránsito de un punto determinado a cualquier otro punto del MDT. Este coste puede medirse en tiempo, energía o cualquier valor numérico relativo incremental.

Las superficies de coste han sido empleadas mayoritariamente para la generación de rutas óptimas que reflejan el camino que hay que seguir para cubrir la distancia entre dos puntos con el menor coste posible. También se han empleado para calcular las áreas de captación de asentamientos a partir del tiempo necesario para alcanzar sus límites. Si bien es cierto que las superficies de coste utilizan factores topográficos (pendiente, orientación, etc.) como principales condicionantes en la modelización de los costes, se ha de valorar que hay otra gran cantidad de factores que influyen también en los costes de tránsito. Así, en la creación de modelos de costes, se han de incluir también otros elementos que pueden dificultar o potenciar el tránsito, como por ejemplo, la geología y el tipo de suelos; la hidrografía, incluyendo el movimiento de las aguas y su caudal, y las zonas de acumulación hídrica (lagos, marismas, zonas pantanosas...); la existencia de caminos o carreteras, puentes, etc. Como se puede suponer, estos modelos han de estar fuertemente adaptados, no sólo a la morfología del terreno, sino también al período histórico que se ha de estudiar, con sus características medioambientales, las formas y los medios de transporte que les son propios, y las estructuras territoriales.

#### **CAD frente a SIG**

La elección del tipo de programa más adecuado para la representación de datos espaciales viene determinada por el tipo de análisis que se haya de realizar y los datos de los que se disponga. Dada su capacidad de análisis *raster*, los SIG destacan en las representaciones espaciales continuas, especialmente en cuanto a análisis de tipo topográfico. Igualmente, la integración de bases de datos propia de los SIG permite realizar análisis cualitativos de gran potencia, tanto en el ámbito del análisis macroespacial, como en los análisis semi-microespacial y microespacial. Los SIG presentan un enfoque fuertemente geográfico en el que no existe un auténtico efecto en 3D, sino una superficie terrestre irregular sobre la que se asientan las diversas capas del SIG.

Los programas de CAD destacan, por el contrario, en la representación tridimensional. Sus capacidades de edición vector son superiores a las del SIG y trabajan directamente en entornos tridimensionales cartesianos. Esta capacidad de edición en 3D los hace especialmente indicados para el desarrollo de reconstrucciones o hipótesis reconstructivas de elementos arqueológicos. Los programas CAD, a diferencia de los SIG, no observan relaciones espaciales entre los objetos que representan, lo que imposibilita la realización de análisis espaciales.

Resulta evidente que los programas SIG y los programas CAD tienen unas funcionalidades diferentes que responden a unas necesidades dispares y que, más que contrapuestos, resultan complementarios. De hecho, como veremos en el apartado final de este capítulo, ya existen programas que ofrecen combinaciones, más o menos satisfactorias, de ambos tipos de entornos.

#### **5.4. La reconstrucción en 3D, volumetrías y entornos virtuales**

A pesar de que en los apartados referentes al CAD y al SIG ya hemos tratado de la existencia de formatos para la representación tridimensional y alguna de sus aplicaciones en estos entornos, creemos que los modelados tridimensionales, por su extendido uso y relevancia tanto en el análisis como en la visualización y la difusión de los datos arqueológicos, merecen ser tratados en un apartado propio. El desarrollo de reconstrucciones en 3D se ha multiplicado en los últimos años, no sólo por la mejora de los equipos informáticos y el abaratamiento de los precios del *software* y el *hardware*, sino también por la difusión de

programas que permiten la construcción de entornos virtuales en 3D de forma rápida y sencilla. Incluso aquellos programas que ya en los noventa permitían la realización de modelados tridimensionales, incorporan en sus últimas versiones interfaces más sencillas y opciones de reconstrucción personalizada. De igual manera, la introducción en el mercado de nuevos métodos para el desarrollo de modelos en 3D ha difundido estas formas de visualización y análisis, haciendo más común su presencia en el trabajo arqueológico, que se caracterizaba hasta aquel momento por una visión bidimensional de los datos.

En este apartado trataremos de ofrecer una primera aproximación a los datos tridimensionales, en especial, cómo se pueden elegir los formatos más adecuados para cada tipo de trabajo y qué se puede esperar de su análisis.

#### **5.4.1. La reconstrucción en 3D: formatos y necesidades**

La elección del programa y del formato que se debe utilizar en las reconstrucciones tridimensionales depende de muchos factores y ha de ser cuidadosamente sopesada desde el inicio de un proyecto. La selección del formato de los datos dependerá del tipo de reconstrucción que queramos realizar, del objetivo de la reconstrucción (investigación, visualización, difusión, etc.), de los datos de origen para la reconstrucción (nubes de puntos, fotografías, planos, etc.) y de la capacidad del *hardware* y el *software* de los que dispongamos.

Para las reconstrucciones paisajísticas utilizaremos programas con un fuerte componente geográfico, como pueden ser los SIG. En realidad, existen numerosos programas que se encargan de la realización de reconstrucciones paisajísticas en 3D. A pesar de que muchos de éstos poseen una función más visual que analítica, suelen utilizar tecnologías basadas en SIG y permiten la importación y la exportación de modelos en formatos comúnmente aceptados por los programas SIG. Resulta habitual ver recreaciones hipotéticas del paisaje histórico que se limitan a superponer una imagen del territorio sobre un modelo digital del terreno actual, fácilmente adquirible en las diversas instituciones cartográficas. Estas imágenes pueden ser fotografías aéreas o imágenes fotorrealistas. En otros casos se pueden incluir modelos en 3D realizados en entorno CAD sobre MDT y desarrollados en SIG. En este sentido, son comunes las bibliotecas de elementos en 3D (vegetación, elementos constructivos, etc.) creados para su incorporación en entornos virtuales. Generalmente, estos modelados del paisaje se superpondrán sobre un MDT en formato *raster*; aunque también pueden utilizarse TIN, el aspecto facetado y poco natural de estas últimas las hace poco frecuentes en reconstrucciones en las que el aspecto estético o realista desempeñe un papel importante.

Las reconstrucciones, es decir, la recreación virtual, de estructuras arqueológicas y/o arquitectónicas suelen, por el contrario, emplear modelos tridimensionales basados en CAD. La concepción de los programas CAD como una serie de puntos en un espacio cartesiano tridimensional, definido por los ejes *x*, *y* y *z*, hace de ellos herramientas ideales para el modelado de objetos tridimen-

sionales. Además, la posibilidad de crear sólidos, es decir, elementos que el programa concibe no sólo como una serie de puntos unidos en el espacio, sino como estructuras sólidas compuestas por un material, permite el desarrollo de modelos más aproximados a la realidad física. La incorporación de bibliotecas de materiales para los modelos permite la asignación de un material en concreto (con sus características físicas y visuales) para los elementos sólidos. Las herramientas de iluminación y visualización que el *software* CAD normalmente incorpora resultan también indispensables para la reconstrucción de elementos tridimensionales de gran impacto visual. Al estar basados en puntos y vectores, los modelos CAD presentan superficies continuas, planas, de bordes angulados. El modelado en 3D de materiales arqueológicos y artísticos de formas simples también se ha servido comúnmente de herramientas CAD.

En cambio, el modelado de objetos o elementos arquitectónicos complejos, como suelen ser las obras de arte, resulta de enorme dificultad en entornos CAD. En estos casos, tradicionalmente, se han empleado métodos fotogramétricos, que permiten una recreación 3D rápida y exacta del objeto de interés. La Fotogrametría Digital permite la extracción de modelos digitales que, normalmente toman la forma de nubes de puntos. Para la creación de sólidos o superficies continuas estos puntos suelen unirse mediante TIN a los que se les puede superponer una textura a modo de material o una imagen fotográfica que multiplica el efecto realista del modelo.

Con su reciente incorporación, el escáner láser ha asimilado muchas de las aplicaciones de la Fotogrametría en cuanto a la creación de modelos tridimensionales. A pesar de las obvias diferencias en la forma en la que estos sistemas adquieren los datos, el resultado de estas técnicas resulta muy similar, ya que el escáner láser produce nubes de puntos que, sólo en su densidad, difieren de las generadas por medios fotogramétricos digitales.

Por último, en este apartado debemos hablar de los modelos tridimensionales desarrollados con vóxeles. Éstos han sido normalmente utilizados para la visualización y el análisis de datos en entornos sólidos, lo que resulta lógico dada la naturaleza volumétrica de los mismos. Quizá el mejor ejemplo arqueológico sería la aplicación de modelos vóxel para la reconstrucción de los estratos de una excavación. Con ello visualizaríamos cada uno de los estratos como una capa vóxel (a la que le podríamos dar un porcentaje de transparencia) y analizaríamos las relaciones estratigráficas, calcularíamos el volumen de sedimento e incluso podríamos situar en ese entorno tridimensional el material arqueológico recuperado. Los modelos vóxel han conocido una fuerte implantación en los estudios geológicos y sedimentológicos, ya que permiten desarrollar modelos estratificados a partir de la información obtenida en perfiles y sondeos sedimentológicos y visualizar cada uno de los estratos que los componen. Sin embargo, a pesar de la gran potencialidad de estos modelos, su uso arqueológico resulta todavía muy escaso.

**Ved también**

La naturaleza volumétrica ya ha sido descrita en el apartado 5.3.2.

### 5.4.2. Aplicación y uso de las reconstrucciones en 3D

La capacidad analítica que los formatos tridimensionales ofrecen no ha sido, hasta el momento, totalmente aprovechada. Su uso se ha visto más bien reducido principalmente a tareas de difusión y representación, a pesar de la gran aplicabilidad de los modelos CAD o los MDT generados mediante datos LIDAR.

Los MDT y las TIN han tenido una fuerte implantación en estudios paisajísticos. Aun así, cabe señalar que la aplicación arqueológica de los modelos tridimensionales del terreno presenta serios problemas que raramente se tienen en cuenta al analizar los resultados de esta aplicación.

#### Ejemplo

Así, por ejemplo, vemos análisis basados en factores topográficos realizados con MDT cuya definición espacial es claramente insuficiente. Al generar MDT a partir de datos del terreno actual, tampoco se tiene en cuenta el posible cambio paisajístico que se puede haber producido en los últimos siglos. Este factor resulta de enorme importancia, sobre todo si el análisis del paisaje arqueológico se centra en períodos prehistóricos, puesto que en este caso el cambio paisajístico puede haber sido considerable.

La gran diferencia en la aplicabilidad del escáner láser y los métodos fotogramétricos con respecto al CAD es que éstos se ocupan de modelar objetos físicos, mientras que el CAD (a pesar de que puede introducir los datos generados por estos medios) permite además la reconstrucción de elementos inexistentes. Es decir, el CAD no sólo es un reflejo de una realidad existente, sino que también permite la interpretación y la recreación de elementos desaparecidos. El dibujo en CAD es un proceso subjetivo en el que las capacidades del dibujante resultan esenciales en el correcto modelado de elementos arqueológicos.

### 5.4.3. Los entornos virtuales

Los entornos virtuales son espacios digitales tridimensionales con aspecto realista. Normalmente, se trata de reconstrucciones arquitectónicas, paisajísticas o de objetos arqueológicos. Su especificidad con respecto a otros modelos tridimensionales es la capacidad de interactuar con el usuario: no son representaciones estáticas sino dinámicas, de manera que el usuario puede elegir visualizaciones diferentes de un mismo objeto o, si se trata de un espacio, puede moverse dentro del entorno virtual e incluso interactuar con él. Estos entornos virtuales van más allá de la reconstrucción para producir simulaciones que presentan información tridimensional de gran complejidad que puede ser analizada desde múltiples ángulos de visualización de forma simple. Muchos de estos entornos virtuales han sido desarrollados mediante el uso del lenguaje para modelado de realidad virtual (VRML, del inglés *virtual reality modeling language*). Muchos programas que trabajan con datos tridimensionales ofrecen herramientas para la transformación de los modelos en entornos VRML que se pueden explorar con visualizadores gratuitos disponibles en la red. Los visualizadores VRML son programas que permiten visualizar modelos virtuales mediante cualquier explorador de Internet. Con ellos es posible visualizar objetos virtuales en un espacio libre (voltarlos, expandirlos, desplazarlos...),

pero también simular el movimiento humano dentro de entornos virtuales, lo que ofrece grandes posibilidades para los análisis arqueológicos de tipo fenomenológico.

Pero es, sin duda, en el campo de la difusión donde destaca la aplicación de los entornos virtuales. Mientras que la aplicación analítica de los entornos virtuales en Arqueología se ve normalmente reducida a la generación de llamativas imágenes en 3D, en el campo patrimonial, por el contrario, la realidad virtual ha resultado un medio de gran utilidad para la difusión del patrimonio arqueológico. Los entornos virtuales ofrecen un medio de gran impacto visual y fácilmente comprensible para el gran público, en comparación con modelos CAD o dibujos arqueológicos. La facilidad de difusión de estos entornos por Internet, sobre todo de aquéllos disponibles en VRML, se ve reflejada en el incremento del número de yacimientos y otros elementos patrimoniales que ofrecen paseos virtuales desde sus páginas web.

### 5.5. Bases de datos y la organización del registro arqueológico

Una base de datos consiste simplemente en una clasificación de información en diferentes tablas relacionadas entre sí. Desde el punto de vista informático, podemos encontrar numerosos paquetes de *software* conocidos como **sistemas de gestión de bases de datos** (DBMS, del inglés *database management system*), que permiten crear estas bases de datos, introducir datos en ellas y manejarlos de diversas maneras. Estos programas pueden almacenar todo tipo de información de carácter arqueológico en registros indexados, por lo que se han convertido en un elemento indispensable del registro arqueológico. Las bases de datos permiten no sólo organizar la información introducida en ellas, sino también hacer que ésta puede ser clasificada, filtrada, comparada y extraída para su exportación a otros entornos de trabajo.

Las tablas que componen una base de datos se pueden dividir en filas y en columnas. Cada una de las filas se denomina **registro**, mientras que las columnas también pueden denominarse **campos**. Los datos contenidos en las columnas aportan información cuantitativa o cualitativa referente a cada uno de los registros. Otro elemento de importancia en las bases de datos es el campo clave, una columna cuya información ha sido indexada. En una tabla puede haber diversos campos indexados, lo que permite un acceso rápido a la información que ésta contiene. Cuando este campo contiene registros que son únicos, es decir, que no se repiten, se considera el campo clave primario, y las demás columnas aportan información relativa a ese campo.

### Ejemplo

Así, por ejemplo, en la tabla que se presenta a continuación, el campo clave primario sería la primera columna, que muestra un número único de registro que sirve para identificar los yacimientos. Todas las otras columnas ofrecen información de distintos tipos sobre éstos. El campo clave primario servirá para identificar la tabla, ordenarla y relacionarla con otras tablas.

ID	Nombre	Tipología	Cronología	Área (m <sup>2</sup> )	Prospectado
1	La Serra	Poblado	Ibérico pleno	250	Sí
2	El Llano	Horno cerámico	Romano imperial	20	No
3	Sacalm	Corral	Islámico	185	Sí
4	Mas Rovira	Dispersión cerámica	Ibérico final	300	Sí

#### 5.5.1. Tipos de datos

Las bases de datos permiten distinguir diferentes tipos de datos a fin de conseguir una mejor ordenación, así como la reducción en el tamaño del archivo y el tiempo de búsqueda de datos. La distinción mínima entre los datos es la de dato numérico o dato textual, aunque la mayoría de bases de datos ya incorporan formatos específicos (de fechas; monetarios; de texto corto; formatos memo, para texto largo; de datos booleanos, o de tipo sí/no, etc.). También permiten especificar el tipo de números, la cantidad de decimales o la longitud del campo. De igual manera, es posible restringir la entrada de datos a aquellos procedentes de otra tabla dentro de la misma base de datos. Por último, la introducción de fórmulas que automatizan cálculos entre diferentes campos, como si de una hoja de cálculo se tratase, multiplican la complejidad y la capacidad funcional de los sistemas de gestión de bases de datos actuales.

#### 5.5.2. SQL y la consulta de la base de datos

El lenguaje de consulta estructurado (SQL, del inglés *structured query language*) permite, mediante el uso de instrucciones sencillas, efectuar búsquedas de datos de gran complejidad dentro de la base de datos. Cuando trabajamos con bases de datos que contienen una gran cantidad de información, la realización de búsquedas y la selección de grupos de datos resulta esencial. Permite el filtrado de los datos de interés, reduciendo la información para hacerla comprensible. De igual manera, los comandos SQL posibilitan el análisis de los datos mediante la interrogación de la base de datos, con lo que se crea nueva información de interés. Muchos sistemas de gestión de bases de datos permiten la exportación de los resultados de la búsqueda SQL a nuevas tablas que compendian informaciones significativas que a su vez se pueden comparar con otras tablas o filtrar para obtener nuevas perspectivas de análisis.

### 5.5.3. La compatibilidad de los sistemas de información

Las bases de datos pueden también trabajar integradas dentro de otros sistemas de información. Así, algunos programas CAD y los SIG que incluyen el trabajo con vectores (prácticamente todos) relacionan cada una de sus capas con una tabla de datos en la que cada registro corresponde a un elemento vector de la capa, sobre el que proporciona información. Esta tabla se puede unir por medio de un campo clave único común a otras tablas o bases de datos que pueden ofrecer información suplementaria sobre ese elemento.

También, a partir de la información proporcionada por bases de datos, pueden crearse capas de puntos o vectores. La forma más común es la creación de una capa de eventos, es decir, una capa de puntos desarrollada con la información de tres columnas de una tabla de datos: dos columnas numéricas que contengan coordenadas  $x$  e  $y$ , y otra columna que incluya un identificador único para cada elemento. También se puede incluir una columna numérica  $z$  con coordenadas de altitud para crear una capa de puntos en 3D. Éste es el método seguido, por ejemplo, para la introducción en programas de tratamiento de datos espaciales de los datos procedentes de GPS, estación total o LIDAR, que vienen definidos por estas cuatro columnas.

Existen otros tipos de información locacional contenida en bases de datos, como por ejemplo, los códigos postales o las direcciones, que pueden ser introducidos en programas SIG para crear nuevas capas de información geográfica ligadas a la información del registro de la base de datos.

Las bases de datos se convierten así en el centro de clasificación y ordenación de la información de los elementos de interés arqueológico. Su capacidad para la integración de datos de una forma indexada y categorizada permite extraer el máximo partido al registro arqueológico.

## 5.6. La integración de nuevas tecnologías

Las nuevas tecnologías han facilitado el trabajo arqueológico de muchas y significativas maneras. Se ha acelerado la recogida de datos al mismo tiempo que aumentaba la precisión con la que éstos eran tomados. Además, su almacenamiento y su consulta se han sistematizado, y los tipos de análisis a los que pueden ser sometidos se han multiplicado, al igual que las formas de presentarlos y difundirlos. En este último apartado del capítulo 5, trataremos de ofrecer unas reflexiones globales sobre las tendencias generales en la aplicación de estas nuevas tecnologías digitales en el campo arqueológico.

### 5.6.1. Multicapa, multiescala y diacronía o el entorno integrado

Aunque a lo largo de este capítulo hemos definido diversos tipos de métodos y técnicas digitales de manera aislada, la tendencia general converge hacia la integración de capacidades y formatos digitales. Programas como GRASS GIS,

AutoCAD Map 3D, de Autodesk, o ArcGIS, de ESRI, ofrecen entornos únicos en los que se integran capacidades de análisis SIG, pero también funcionalidades CAD, integración de bases de datos, análisis de imágenes multispectrales, reconstrucción fotogramétrica o capacidad para el trabajo en entornos 3D de diversos tipos.

Estos programas integrados ofrecen la posibilidad de trabajar en entornos multicapa y multiescala; es decir, permiten trabajar tanto los datos desde el punto de vista paisajístico o regional (macroescala) como la distribución y las características del material encontrado en un sondeo arqueológico. Todo tipo de información relevante en los estudios arqueológicos puede ser incluida en un solo proyecto y manejada con un único programa. La capacidad de integración de la información resulta, a nuestro parecer, un tipo de análisis en sí mismo. Así, por ejemplo, la correcta georreferenciación de los elementos geográficos permite una perfecta integración de los datos en el marco espacial y, de esta forma, el marco temporal puede ser simulado mediante la adscripción de la información a diversas capas de cronología diferentes. Conceptualmente, el análisis regresivo del paisaje funciona de manera muy parecida, ya que emplea documentos cartográficos o geográficos de una misma área pero de diversas épocas para recrear el cambio paisajístico que dicha área ha sufrido a lo largo del tiempo.

### **5.6.2. La panacea digital**

La Arqueología goza de una gran capacidad de integración de técnicas procedentes de diferentes disciplinas (técnicas geológicas, arquitectónicas, geográficas, etc.), por lo que poco queda fuera de su esfera de aplicabilidad. Los arqueólogos han integrado el *software* CAD o SIG, el GPS, las bases de datos o los escáneres láser en su trabajo diario con gran naturalidad, con lo que han obtenido excelentes resultados. Sin duda, la aplicación de estos nuevos métodos conlleva la capacidad para efectuar el trabajo arqueológico de forma más rápida y eficaz. De igual manera, dichos métodos permiten la realización de nuevos análisis de gran complejidad técnica, que eran imposibles hace tan sólo unos años.

Aun así, el arqueólogo ha de mostrarse cauto en la aplicación de estos métodos. Hemos de ser conscientes de que detrás de la sofisticación técnica puede ocultarse un análisis defectuoso o carente de una base histórica o arqueológica sólida. Resulta muy común en los trabajos realizados con metodologías SIG encontrar mapas de gran complejidad pero con escaso significado real. Por esto no debemos aceptar como válidos los análisis realizados sin concretar con exactitud la base teórica sobre la que se sustentan, así como las fuentes y las metodologías empleadas. Éstos serán los parámetros que nos permitirán validar las conclusiones que estos tipos de análisis ofrecen.

## 6. La interpretación en Arqueología

En el primer apartado comentábamos que la práctica arqueológica se inicia con la identificación y recuperación del registro arqueológico, y que continúa con su valoración y estudio. De todo ello hemos tratado ampliamente en los apartados 2, 3, 4 y 5. Ahora bien, también hemos comentado que el objetivo esencial de la Arqueología es incrementar el conocimiento sobre las sociedades del pasado y, a la vez, ser útil para la gestión del patrimonio producido por nuestro pasado. Por lo tanto, la práctica arqueológica no se limita a la extracción y presentación de los restos materiales, sino que en sí misma, desde la prospección hasta la excavación, es un proceso investigador e interpretativo, y esto es precisamente lo que le da sentido y razón de ser.

Sin embargo, la interpretación del registro arqueológico no es aséptica, como no lo es tampoco, en Historia, la interpretación de las fuentes escritas. La ideología, el posicionamiento teórico, las inquietudes y el bagaje de cada especialista condicionan enormemente la interpretación de los datos y los objetivos y las estrategias de la investigación. Por ello conviene que nos ocupemos también de estas cuestiones teóricas, porque intervienen en el proceso de valoración y de interpretación de los datos y, también, porque en el fondo enmarcan toda actividad arqueológica del tipo que sea.

En este inicio de nuevo milenio, las disciplinas históricas, y en concreto la Arqueología, disfrutan de una madurez y también de una nueva función dentro del complejo mundo actual, las cuales nos obligan a una toma de conciencia y a un posicionamiento teórico. Si una de las finalidades de la Arqueología y de la Historia es en general utilizar el pasado para reflexionar críticamente sobre el presente, se trata de disciplinas que se convierten en un bien social ineludible para la sociedad actual. Cuestiones como la diversidad cultural, los conceptos de universalidad y de etnocentrismo o la objetividad en la tarea del historiador, de debate tan encendido en las ciencias humanas, no son tampoco ajenas a la disciplina arqueológica. En este contexto, la Arqueología y su utilidad, o el mismo futuro de la disciplina, disfrutan hoy de importancia renovada.

La necesidad de un **posicionamiento** también se produce en la medida en que en los últimos años la reflexión teórica en Arqueología ha sido bastante intensa, sobre todo en el campo de la prehistoria, pero también en otras áreas como la Arqueología clásica, donde la preocupación por cuestiones teóricas ha llegado más tarde. Hoy no sería acertado afirmar cosas como las siguientes: "puede hablarse de muy pocas corrientes teóricas nuevas en el campo de la Arqueología clásica", o "en Arqueología clásica prácticamente no hay refle-

### Autoría de la unidad

J. M. Palet.

xió n teórica", aunque "el retraso" pueda ser todavía significativo. De hecho, hay que rechazar una concepción restrictiva y despectiva de la Arqueología clásica, que la ve como una materia básicamente "tradicional", arraigada en el anticuarismo y caracterizada por un tratamiento "esteticista" del registro. Lo haremos en favor de una definición más amplia, que también tenga en cuenta la diversidad de aproximaciones y las nuevas aportaciones en el campo del conocimiento histórico.

### Ejemplo

Un buen ejemplo de estas apreciaciones puede encontrarse en el trabajo teórico del profesor José Alcina Franch (*Arqueología Antropológica*. Madrid: Akal Universitaria, 1989), donde define la Arqueología clásica de la manera siguiente (pág. 132):

"La 'Arqueología clásica', que, en parte, es 'Arqueología tradicional', tiene también sus raíces en el Anticuarismo y su verdadera distinción radica en el carácter 'esteticista' del tratamiento de su registro. Yo diría que esta Arqueología se halla más cerca de la Historia del Arte que de la Arqueología Tradicional."

Hemos visto que la renovación e innovación en Arqueología ha sido muy intensa en la aplicación de métodos y técnicas, pero también lo ha sido en el campo de la reflexión teórica. La aparición en diferentes campos de la Arqueología de numerosos estudios, concebidos desde planteamientos completamente nuevos, es el mejor exponente de esta situación. El recorrido ha sido, sin embargo, muy largo. A continuación, veremos unas pinceladas sobre cuál ha sido la dinámica de todo este proceso, de la que actualmente es heredera la Arqueología.

## 6.1. Los enfoques "tradicionales". La Arqueología evolucionista y la Arqueología historicocultural. El difusionismo y la explicación de los cambios culturales

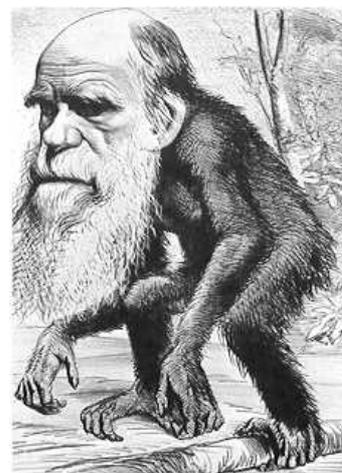
Desde la segunda mitad del siglo XIX, y durante buena parte del siglo XX, las dos corrientes explicativas del cambio cultural eran el evolucionismo y, más tarde, el difusionismo.

A principios del siglo XIX, y especialmente a partir de los trabajos de **Charles Darwin** de mediados de siglo XIX sobre la evolución de las especies vegetales y animales, el evolucionismo se convirtió en una de las corrientes más importantes del pensamiento científico europeo, y proporcionó una sólida base a las iniciativas científicas de aquel momento.

La incidencia del concepto de evolución en el desarrollo del pensamiento arqueológico fue determinante, ya que sugirió que las culturas humanas habían evolucionado de manera parecida a las especies vegetales y animales. El sistema evolutivo se aplicó a la periodización de la prehistoria europea en la famosa clasificación de las **tres edades** del danés **C.J. Thomsen** (1788-1865).

### Lectura recomendada

M. Johson (2000). *Teoría arqueológica. Una introducción*. Barcelona: Ariel Historia.



Caricatura de Charles Darwin.

El sistema de las tres edades propone unos estadios fundamentados en la presencia, entre la cultura material, de una serie de elementos tecnológicos, fabricados de una manera determinada o sobre unas materias primas concretas. C.J. Thomsen dividió el largo periodo prehistórico en tres edades: piedra, bronce y hierro.

El inglés **Lubbock**, posteriormente, estableció la subdivisión de la edad de piedra en paleolítico y neolítico, que a su vez pronto serían divididos en subperiodos caracterizados por determinados tipos de objetos. Estos objetos se clasificaban según el principio evolucionista de una **progresión** de formas simples a formas complejas. Los objetos más elaborados corresponderían a épocas cada vez más recientes. De la misma manera, las sociedades que los habían fabricado debían haber evolucionado de formas simples de organización hacia formas más complejas. Estas clasificaciones pretendían ser universales y unilineales, y se suponía que las sociedades actuales debían haber pasado por los mismos estadios evolutivos.

En este contexto, arqueólogos como el general **Pitt-Rivers**, pionero en el desarrollo de las técnicas de registro de campo, o **John Evans** y **Oscar Montelius**, realizaron las primeras tipologías de artefactos, donde los materiales arqueológicos se ordenaban en secuencias cronológicas o de desarrollo. Estos trabajos establecieron las bases del estudio tipológico.

De hecho, hasta mediados del siglo **xx** la preocupación fundamental de los especialistas fue establecer cronologías y secuencias culturales a partir de determinadas asociaciones de artefactos. La definición de **cultura** se basaba fundamentalmente en rasgos de tipo tecnológico, y el adelanto cultural era entendido como adelanto tecnológico –la aparición de unas técnicas cerámicas más o menos cuidadosas, el uso de determinadas técnicas constructivas y de ingeniería (canales y acequias), etc. Hasta cierto punto, éste era un procedimiento aceptable: la Arqueología de aquel momento debía fundamentarse en la tipología de la cultura material que se recuperaba de las excavaciones y recurrir a cronologías comparadas, a falta todavía de las aportaciones de otras disciplinas, como las dataciones radiocarbónicas descubiertas en el año 1949, que permitieron por fin fechar los yacimientos y los hallazgos arqueológicos de manera absoluta.

Ya en el siglo **xx**, a medida que la evolución cultural dejó de ser considerada como un proceso necesariamente conveniente y que se comprobaba que el modelo evolucionista basado en la creciente complejidad no seguía los esquemas previstos, la Arqueología evolucionista fue cuestionada en bloque. La Arqueología asistió a un cambio hacia posturas historicistas que abandonaron los componentes científicos del evolucionismo.

#### Visión ochocentista

El evolucionismo ochocentista consideraba que la civilización capitalista occidental era la culminación tecnológica, económica y social de la humanidad.

#### Pitt-Rivers

El general Augustus Lane-Fox Pitt-Rivers (1827-1900) realizó excavaciones muy meticulosas en las cuales el objetivo era recuperar todas las cosas, por triviales que fueran.

La **Arqueología historicocultural** que tomó el relevo empezaba a poner de manifiesto que los diferentes conjuntos de artefactos debían entenderse en realidades historicogeográficas diferentes y cambiantes. La cultura se definía, de manera material, por un conjunto determinado de restos arqueológicos sincrónicos que aparecen en un espacio concreto. Sin embargo, a diferencia de las tesis evolucionistas, estas características materiales no definían periodos sucesivos de validez universal, sino que plasmaban formas de vida particulares. El objetivo principal de la disciplina consistía en concretar en el espacio y en el tiempo cada entidad cultural y determinar cuáles eran los "fósiles directores" que recogían los atributos esenciales de cada cultura material.

El enfoque historicocultural se centraba más en la cultura arqueológica que en los estadios generales de desarrollo, y explicaba el registro arqueológico con más detalle, con el objetivo de construir descripciones sincrónicas de las culturas que permitieran saber cómo vivían determinados pueblos en un periodo específico. Desde esta perspectiva, se desarrolló una visión del cambio **cultural** y de los orígenes de las culturas arqueológicas centrada en términos de difusión y migración. De todos modos, la transición entre el modelo de pensamiento evolucionista y el difusionista fue gradual, y las explicaciones difusionistas compartían con frecuencia muchas de las características de las evolucionistas. La Arqueología historicocultural defendía el particularismo de cada cultura, y negaba la posibilidad de establecer leyes causales del desarrollo cultural aplicables universalmente. Sin embargo, se mantuvo la influencia del evolucionismo difusionista, ya que los denominados "factores externos", los contactos culturales y las migraciones eran considerados los motores principales del cambio cultural.

El **difusionismo** significaba que toda innovación dentro de una cultura, los "descubrimientos" fundamentales de la historia humana (la agricultura, la ganadería, el urbanismo, la metalurgia, la escritura, etc.), se expandían a las vecinas por difusión, entendiendo por la misma la transmisión y propagación de ideas que puede afectar a la cultura material, la religión y las formas económicas y sociales. Los vehículos o agentes de esta transmisión podían ser los asentamientos de colonias, el comercio, etc.

### El difusionismo

La versión más drástica de este agente transmisor eran las migraciones o las invasiones, que suponían el desplazamiento de grupos, la ocupación de un nuevo territorio y la suplantación de la cultura preexistente por aquella que acababa de llegar.

Desde posiciones hiperdifusionistas como las de **Elliot Smith** y otros arqueólogos europeos influidos por él, la discusión se centraba en determinar qué cultura era la responsable del descubrimiento de una innovación, y en iden-

### Lectura recomendada

V. Lull; R. Micó (1997). "Teoría arqueológica I. Los enfoques tradicionales: las arqueologías evolucionistas e histórico-culturales". *Revista d'Arqueologia de Ponent* (núm. 7, págs. 107-128). Lleida.

tificar movimientos migratorios evidenciados por restos materiales. Este proceso llevaba con frecuencia a reducir la explicación del cambio cultural a un exagerado migracionismo.

En este marco, por su obra innovadora y por su incidencia en la Arqueología europea hasta los años cincuenta del siglo xx, hay que destacar al arqueólogo **Vere Gordon Childe**, preocupado por explicar el cambio histórico desde una perspectiva dialéctica, y matizando el evolucionismo gradual de aquel momento en beneficio de un evolucionismo multilíneal y discontinuo. Su obra más importante, *The Dawn of European Civilization* (1925, trad. al castellano de 1988), constituye una síntesis de la prehistoria europea hasta la edad del bronce.

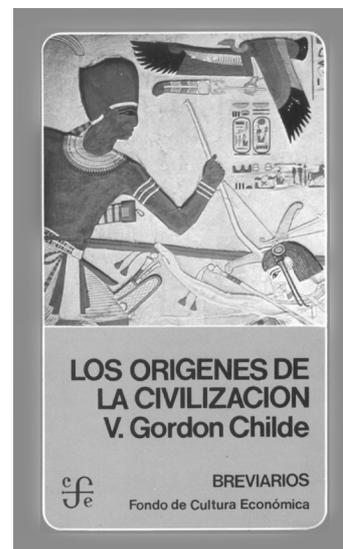
Childe insistió en el hecho de que cada cultura debía caracterizarse individualmente a partir de unos artefactos que actuaban como "fósiles directores", y en que las culturas se tenían que delimitar en el espacio y en el tiempo de manera empírica, mediante la estratigrafía y la seriación. Además, se preocupó de que las culturas arqueológicas fueran un medio para obtener información sobre cómo vivían los grupos específicos en el pasado.

En la actualidad la interpretación difusionista ha sido matizada, y no se considera posible explicar el cambio cultural exclusivamente desde este prisma. El papel de las difusiones y de las migraciones en la configuración de las culturas se valora de manera más relativa. En este sentido, el concepto de **aculturación** definiría una forma más sutil, caracterizada por la adopción por parte de un grupo de pautas culturales propias de otro. Los vehículos transmisores podrían ser los contactos, las relaciones de intercambio, la movilidad de los grupos humanos, etc.

Así, por ejemplo, hoy la formación de la cultura ibera se estudia desde el punto de vista de un desarrollo de las poblaciones preexistentes, y se explica la aceleración del proceso por una mayor o menor incidencia de los contactos con el mundo fenicio y griego.

## 6.2. La nueva Arqueología y la Arqueología procesual

Probablemente, en el campo de la Arqueología la preocupación por la **teoría y el método** es en buena medida consecuencia del desarrollo de la denominada *New Archaeology* a partir de los años sesenta del siglo xx. Ésta señaló un cambio decisivo con el desarrollo de lo que se ha llamado el enfoque procesual. Su alcance y su trascendencia han incidido en la evolución de la Arqueología contemporánea, al plantearse la existencia misma de la Arqueología como ciencia y dar origen a otras corrientes metodológicas y a un intenso debate epistemológico en las décadas siguientes. Aunque existen obras anteriores, el lanzamiento teórico de la nueva Arqueología se debe a la publicación, en el año 1968, de dos trabajos básicos: el del arqueólogo inglés **David L. Clarke** y el del norteamericano **Lewis R. Binford**.



### Ejemplo

Como obras primordiales dentro de la nueva Arqueología tendríamos que citar los trabajos de D. L. Clarke (1968). *Analytical Archaeology*, Londres, y la obra editada por L. R. Binford; S. R. Binford (1968). *New Perspectives in Archaeology*. Chicago.

Aunque no se trata de una corriente homogénea, sus planteamientos pueden sintetizarse en tres puntos:

1) **El enfoque teórico.** Se destacaba la importancia del conjunto por encima de las partes, de las relaciones entre elementos más que de los elementos aislados. Se trataba de explicar funciones, procesos y comportamientos humanos más que de hacer análisis y descripciones aisladas de las piezas. Así, por ejemplo, el objetivo de la excavación de un yacimiento no era tanto recuperar y estudiar los diferentes artefactos como tales, sino entender sus relaciones en el espacio y la dinámica que había conducido al estado de cosas con el cual se encontraba el arqueólogo. Se reivindicó, en este sentido, disponer de un corpus teórico para explicar a partir de la evidencia arqueológica qué había sucedido en el pasado, y no limitarse a describirla como hasta aquel momento había hecho la Arqueología tradicional.

Así, se defendió la utilización del método hipoteticodeductivo como reacción contra el inductivismo historicista de la Arqueología historicocultural que, según la nueva Arqueología, hacía de la Arqueología una disciplina puramente descriptiva. Sobre la base del método hipoteticodeductivo, el proceso investigador tenía que conducir a la formulación de leyes generales que proporcionaran explicaciones de carácter universal.

La nueva Arqueología consideraba la cultura como un **sistema** que podía descomponerse en diferentes esferas o **subsistemas** interrelacionados (la tecnología, la economía, la sociedad, la ideología, etc.). Cada subsistema es susceptible de ser estudiado como una variable independiente. El objetivo final es reconstruir el patrón de articulación entre los subsistemas y sus relaciones.

Este planteamiento "sistémico" de la investigación, denominado **teoría general de sistemas**, así como la orientación hipoteticodeductiva, son los dos principios más importantes adoptados por esta corriente. El objetivo final consistía, por lo tanto, en el desarrollo de un método estrictamente científico que permitiera argumentaciones lógicas, cuyas conclusiones pudieran ser contrastadas y utilizadas para formular leyes referentes al comportamiento humano.

2) **Las relaciones con la Antropología.** Según la nueva Arqueología, especialmente la norteamericana, para entender los procesos de formación de yacimientos arqueológicos y el significado de la cultura material y su relación con el comportamiento humano podía ser muy útil la comparación con procesos

similares, y documentados actualmente en sociedades de alguna manera parecidas a las estudiadas en cuanto a organización, creencias, formas de vida y sistemas económicos y sociales.

Es decir, se trataba de buscar en el presente claves para la comprensión del pasado, lo cual implicaba acercar la investigación arqueológica a la Etnografía y la Antropología.

El objetivo final era poder estudiar de manera directa los nexos entre los artefactos que documenta el arqueólogo y los distintos comportamientos que dieron como resultado su producción, modificación y disposición. En este sentido se hacía patente la influencia de la Arqueología norteamericana, mucho más vinculada administrativa e intelectualmente a la Antropología que la Arqueología europea, estrechamente relacionada con la Historia.

### **Ejemplo**

Buen ejemplo de ello son los trabajos de L.R. Binford (*En busca del pasado*. Barcelona: Crítica, 1984), sobre el origen y el proceso que condujo a la agricultura, basados de manera muy significativa en el estudio de las experiencias de vida de distintos grupos humanos actuales de estructura tribal.

3) Importancia del **contexto espacial**. La nueva Arqueología insistía también en la importancia de estudiar la relación de las sociedades con el espacio que las rodeaba, para explicar los procesos de formación del paisaje arqueológico. En este sentido, el concepto de espacio se refería al territorio en cuyo marco se había desarrollado la vida de una comunidad.

La nueva Arqueología trataba de entender, en definitiva, por qué y cómo cambian las culturas humanas, lo cual implicaba buscar explicaciones mediante una voluntad de generalización.

Las críticas a los planteamientos de la nueva Arqueología aparecieron casi desde los primeros momentos, a mediados de los años setenta. Uno de los aspectos más criticados fue la conveniencia de formular leyes generales en el dominio del comportamiento humano, y el hecho de utilizar en Historia métodos, leyes y conclusiones propias de otras ciencias. Se criticó, igualmente, la rigidez en la utilización del método hipoteticodeductivo, en defensa de una mayor flexibilidad en el desarrollo de la investigación histórica.

Como hemos comentado, la Arqueología procesual se centraba en el análisis del funcionamiento de los diferentes aspectos de la sociedad y estudiaba la manera en que éstos se interrelacionaban para explicar el desarrollo de la sociedad en su conjunto a lo largo del tiempo.

Este enfoque, que constituyó uno de sus mayores aciertos, también ha sido criticado por adoptar una visión excesivamente funcionalista, centrada principalmente en la relación de los aspectos económicos, ecológicos y sociales, aparentemente más contrastables y, por lo tanto, más "científicos". En consecuencia, se abandonó de manera general el estudio de las formas de pensamiento, los aspectos simbólicos e ideológicos, lo cual condujo a interpretaciones a veces reduccionistas y limitadoras de las sociedades del pasado. Por ello, se ha denominado esta primera Arqueología procesual de la década de los setenta como **procesual funcionalista**, frente a la Arqueología **procesual cognitiva** de los años ochenta y noventa, que insiste en la integración de los aspectos simbólicos e ideológicos.

### 6.3. Las posiciones idealistas y materialistas: estructuralismo y materialismo histórico en Arqueología

Otra corriente teórica que se ha desarrollado en los últimos años es el estructuralismo aplicado a la Arqueología. Desde los trabajos pioneros del arqueólogo francés André Leroi-Gourhan sobre el significado simbólico del arte paleolítico en cuevas, hasta los trabajos más recientes del inglés John L. Bintliff, que de hecho se adscriben también a la Arqueología procesual, son numerosos los trabajos que pueden clasificarse como de **Arqueología estructuralista**.

Como en el enfoque procesual, los estudios estructuralistas destacan también la importancia del conjunto por encima de las partes, las interrelaciones entre elementos más que los elementos aislados, con el fin de descubrir algún tipo de organización que permita acoplar todas las partes en un todo coherente.

Siguiendo fundamentalmente la obra del antropólogo francés Claude Lévi-Strauss, máximo exponente del estructuralismo, para los arqueólogos estructuralistas el objeto de estudio son las ideas, la estructura del pensamiento de las culturas que elaboraron los artefactos y crearon el registro arqueológico, pues las acciones humanas son dirigidas por creencias y conceptos simbólicos.

"Es evidente que existen estrechas semejanzas entre el enfoque sistémico y el estructuralismo, y más adelante veremos que las críticas a ambas corrientes corren paralelas. La semejanza más evidente entre ambos métodos es que los dos tratan de la 'sistematicidad'. Ambos se ocupan principalmente de las interrelaciones entre entidades: el objetivo de ambas corrientes es descubrir algún tipo de organización que nos permita acoplar todas las partes en un todo coherente. En el análisis sistémico esta estructura es un diagrama fluido, a veces con funciones matemáticas que describen las relaciones entre los diferentes subsistemas; el sistema es más que, o mayor que, las partes que lo componen, pero se halla al mismo nivel de análisis. Aunque en el estructuralismo la estructura existe a un nivel más profundo, las partes también están unidas a un todo, por medio de oposiciones binarias, reglas regenerativas, etc. En ambas corrientes lo más importante es la relación entre las partes."

I. Hodder (1988). *Interpretación en Arqueología. Corrientes actuales* (pág. 51). Barcelona: Crítica.

#### Lectura recomendada

C. Renfrew; P. Bahn (1993). *Arqueología. Teorías, Métodos y Práctica* (caps. 1 y 12). Madrid: Akal.

La aproximación estructuralista se revela especialmente provechosa en la valoración de los conceptos de diversidad y de **relatividad cultural**. En efecto, uno de los principales problemas que debe resolver el arqueólogo en su tarea de conocer e interpretar las sociedades del pasado es el de entender estas culturas en su propio contexto de espacio y de tiempo, en su propia subjetividad.

El problema es especialmente grave en Arqueología, ya que la mayor parte de las veces se ocupa de culturas "tradicionales", alejadas de nuestros patrones culturales y que, en consecuencia, no pueden ser interpretadas a partir de nuestros parámetros culturales. En este sentido, en el estudio de las sociedades antiguas, buena parte de la Arqueología procesual y posprocesual ha extendido sobre el registro arqueológico la subjetividad del arqueólogo y, con ésta, el patrón de subjetividad moderno y occidental.

#### Para tener en cuenta

La Historia universal es necesariamente heterogénea y diversa. Intentar comprender esta diversidad supone, de entrada, acercarse sin prejuicios "occidentistas", relativizando el carácter absoluto de los fundamentos de la cultura occidental.

Por ello, desde la Arqueología estructuralista se propone fundamentar la práctica interpretativa no en unos patrones de racionalidad y de subjetividad exclusivamente nuestros, sino en los patrones de subjetividad implicados en la sociedad que estudiamos, en la **racionalidad del otro**; se hace con la esperanza de que este procedimiento será coherente con la lógica documentada por medio del registro arqueológico, y que puede ser completamente diferente a la nuestra.

El enfoque estructuralista ha penetrado con dificultad en la disciplina arqueológica, principalmente por los problemas que presenta verificar las hipótesis relativas a las estructuras del significado. Por ejemplo, la Arqueología procesual se ha ocupado con más frecuencia de los aspectos tecnológicos, económicos y ecológicos, más directamente deducibles y verificables a partir de la evidencia arqueológica. En cambio, el estudio de los **significados simbólicos o "mentales"** del registro arqueológico se ha dejado un poco en segundo término, en buena medida porque éstos son más difíciles de reconocer en la cultura material y porque su contrastación es más complicada.

De todos modos, como hemos comentado más arriba, y en parte como reacción a la contestación posprocesual, desde los años ochenta han surgido numerosos trabajos que pueden clasificarse dentro de la Arqueología procesual, y que incorporan en sus formulaciones la información en lo que respecta a los aspectos simbólicos de las sociedades antiguas. En este sentido, el enfoque estructuralista ha significado un paso adelante importante hacia interpretaciones más amplias del registro arqueológico.

#### Lectura recomendada

J. Anfruns; J.A. Dueñas; E. Llobet (dir.) (1988). *Corrientes teóricas en Arqueología*. Barcelona: Columna.

#### Lectura recomendada

F. Criado (1993). "Visibilidad e interpretación del registro arqueológico". *Trabajos de Prehistoria* (núm. 50, págs. 39-56). Madrid.

#### Interpretaciones

Aunque el significado simbólico del registro arqueológico resulta a menudo sorprendente y muy sugerente, muchas veces es muy difícil de probar, ya que hay otras posibilidades de interpretación.

El proceso de validación es, por lo tanto, uno de los problemas más importantes en los enfoques estructuralistas.

Como apunta Ian Hodder, la universalidad de las estructuras que a menudo se propone como parte fundamental del proceso de validación no debe ser necesariamente fundamental, y el peligro surge cuando los significados se adscriben interculturalmente sin hacer referencia al contexto. Otra crítica que se ha planteado es que en la mayoría de los planteamientos estructuralistas los estudios son sincrónicos, es decir, no se ocupan del cambio cultural a lo largo del tiempo, uno de los caballos de batalla en Arqueología procesual.

Una de las consecuencias más relevantes de la aproximación estructuralista se encuentra en las críticas al concepto de ideología utilizado por **la Arqueología materialista y marxista**. Salvo excepciones como el mismo Gordon Childe, el materialismo histórico como metodología científica empezó a influir en la Arqueología a partir de la década de los setenta y, sobre todo, en la de los ochenta del siglo XX.

Desde el enfoque materialista, la ideología no se entiende sin las dimensiones social y económica, sino que está imbricada con las mismas.

Para los arqueólogos marxistas, por ejemplo, en las sociedades "complejas" o de Estado, con una jerarquización social institucionalizada, la ideología funciona básicamente para legitimar, justificar y enmascarar las contradicciones y los conflictos entre las fuerzas productivas y las relaciones de producción. La ideología viene determinada por la economía y existe a partir de ésta, y legitima desigualdades y contradicciones sociales.

Según el enfoque estructuralista, la cultura es concebida, en cambio, como un sistema de signos organizados por las estructuras profundas de la mente, y estas estructuras mentales quedan reflejadas en las creencias, costumbres y expresiones materiales de los grupos. Desde la escuela estructuralista y desde posiciones idealistas se insiste en el contexto histórico concreto de utilización de determinados sistemas simbólicos, así como en el concepto de **relatividad cultural** para la interpretación de los mismos. Se critica también la capacidad del análisis marxista para explicar la especificidad de la ideología y su génesis. Desde el enfoque idealista, la ideología es un aspecto de los sistemas simbólicos y no puede explicarse de acuerdo con ninguna realidad social.

#### Referencia bibliográfica

I. Hodder (1988). *Interpretación en Arqueología. Corrientes actuales* (ed. original 1969). Barcelona: Crítica.

#### Enfoque materialista y marxista

Desde una posición materialista y marxista, el desarrollo de una religión organizada proporciona la legitimación ideológica al poder central, a las elites gobernantes. Los modelos explicativos son siempre materialistas, economicistas y funcionalistas.

### Ejemplo

La problemática puede ser ilustrada con un ejemplo concreto. En el estudio de los imperios del Oriente Próximo antiguo, resulta enormemente interesante contrastar la visión contrapuesta que puede ofrecerse de la realeza, de la guerra organizada y del imperialismo, o de la función del elemento religioso, en diferentes manuales de divulgación, según cuál sea su orientación teórica.

Hemos comentado que desde la perspectiva del materialismo histórico, en las sociedades "complejas" o de Estado, la guerra es utilizada por la elite dominante para crear un sistema de coerción con el objetivo de proteger sus propios intereses. De la misma manera, la religión proporciona la legitimación ideológica al poder central y constituye la fachada ceremonial y teocrática del estado, dirigida a subvertir las estructuras de autoridad preexistentes, y ello explica que el elemento más característico de los primeros estados sea la construcción de templos y de centros ceremoniales, donde se confunden el papel religioso y político de los primeros gobernantes de Mesopotamia, Egipto o México. Así, se interpreta que los reyes buscaron la sanción religiosa y se presentaron a la comunidad como elegidos por la divinidad.

### Lectura recomendada

M.E. Aubet y otros (1991). "L'Imperi neoassiri i l'eclipsi de Mesopotàmia". *Història Universal Planeta*. Vol. I: *Els orígens de l'home i de la civilització* (cap. IX: "Els últims imperis arcaics a Orient", págs. 147-148 y 363-366). Barcelona: Planeta.

Por otra parte, el arqueólogo e historiador de la antigüedad Henri Frankfort, desde posiciones idealistas, plantea que en la antigua Mesopotamia y en el Egipto faraónico la realeza tenía como misión esencial la integración de la sociedad humana en el cosmos. Para H. Frankfort, en estas sociedades las creencias religiosas no son formas de legitimación. Por el contrario, son maneras de integrarse en el cosmos y de vincularse al mundo, son realidades que poseen su propia lógica, tan operativa como puede serlo hoy la ciencia para nosotros. Según esta opinión, se trata de sociedades de pensamiento "mítico", en las cuales no se tiene en cuenta un mundo no vinculado a lo sagrado.

## 6.4. La Arqueología postprocesual y los enfoques neoestructuralistas y simbólicos

Uno de los representantes más significativos de las "nuevas" tendencias en Arqueología, y pionero en la definición de la Arqueología postprocesual, es el arqueólogo inglés Ian Hodder, autor que ha desarrollado una revisión epistemológica que él mismo ha calificado de **postmodernista**. En efecto, las críticas de Hodder y de sus colaboradores a la Arqueología procesual originaron la denominada **Arqueología contextual**, que, como su nombre indica, se orienta a la defensa del estudio del contexto: si el significado depende del contexto, sólo puede llegar a comprenderse un contexto cultural en sí mismo. Por lo tanto, no puede generalizarse a partir del estudio de una sola cultura, y se cuestiona, así, la validez de las generalizaciones realizadas a partir de contextos culturales únicos. Sin embargo, el mismo Ian Hodder precisa que *contextualismo* no significa 'particularismo', término que, en Arqueología, se asocia al rechazo o a la falta de interés por la teoría general.

### Lectura recomendada

H. Frankfort (1981). *Reyes y dioses. Estudio de la religión del Oriente Próximo en la Antigüedad en tanto que integración de la sociedad y la naturaleza* ("Introducción", págs. 27-35). Madrid: Alianza.

En la Arqueología contextual se reconoce la necesidad de la teoría general y de la Arqueología teórica. Sin embargo, importa exigir sobre todo una relación más estrecha entre la teoría y los datos, y reforzar los procedimientos tanto inductivos como deductivos.

Desde una perspectiva filosófica, la Arqueología postprocesual desarrollada a partir de los años ochenta del siglo XX insiste en el hecho de que el contexto social y mental del investigador influye en la interpretación, lo cual representa, en definitiva, poner en duda **la objetividad** del investigador: el arqueólogo proyecta a sus modelos mentales a su interpretación del pasado. La Historia se convierte en algo cambiante; es reescrita por cada generación según su propia visión del pasado.

Frente a la defensa de leyes universales propuesta por la nueva Arqueología, se acepta un cierto grado de subjetivismo y de relatividad cultural en clara conexión con las tesis estructuralistas de Claude Lévi-Strauss. También es importante destacar que, frente al recurso a la Antropología de la nueva Arqueología norteamericana, ahora se restablecen los vínculos con la Historia, que de hecho en Europa no se habían perdido nunca.

El interés por la dimensión simbólica del registro arqueológico merece una especial referencia. Si la Arqueología materialista y marxista ha aportado importantes resultados en el campo de las relaciones funcionales –los patrones de asentamiento, la ecología cultural, las relaciones sociales, la economía, etc.–, su aportación ha sido menor en el terreno de las ideas y de la simbología del registro arqueológico.

En este sentido, desde la Arqueología postprocesual, en su variante "simbolicoestructural", se insiste en considerar el contexto cultural para comprender el significado de las ideas en la configuración y estructuración de la sociedad.

Se defiende el trabajo interdisciplinario especialmente en el ámbito etnohistórico y etnológico. Una de las aportaciones más relevantes de la Arqueología contextual ha sido, precisamente, su contribución a un progresivo abandono de posiciones economistas y reduccionistas presentes en la Arqueología procesual, que en su esfuerzo por alcanzar un enfoque rigurosamente científico descalificaba toda aproximación anterior como de especulativa e irreflexiva.

El enfoque contextual no ha estado, sin embargo, exento de críticas. Así, ha llevado a cabo una tarea de síntesis que ha sido criticada por cierta falta de coherencia: presenta influencias del estructuralismo, especialmente en rela-

#### Lectura recomendada

I. Hodder (1988). *Interpretación en Arqueología. Corrientes actuales* (págs. 144-175). Barcelona: Crítica.

ción con el estudio del significado de los símbolos, pero también está influida por planteamientos historicistas; por ejemplo, en el valor que se da al mismo contexto cultural e histórico y al individuo.

No obstante, uno de los aspectos más discutidos ha sido el **exceso hipersubjetivista**, un tipo de arqueología individualista "donde todo vale" que ha propiciado que, en los casos más radicales, se niegue el mismo carácter científico de la disciplina. En efecto, la arqueología contextual y posprocesual ha cuestionado buena parte de los procedimientos de razonamiento de la Arqueología. Dos de los principales pensadores de esta corriente, los ingleses Michael Shanks y Christopher Tilley, pero también el mismo Ian Hodder, señalan que las "verdades científicas" no son sino el resultado de un consenso entre los especialistas encargados de producirlas. La arqueología se convierte así en una práctica interpretativa subjetiva, y tiene que desplazar la investigación de objetividad y de universalidad que compartían los planteamientos anteriores.

### 6.5. La objetividad en la historia

A partir de todo lo que hemos comentado, parece claro que los arqueólogos utilizamos unos presupuestos teóricos y metodológicos que condicionan enormemente el resultado de nuestro trabajo. La objetividad en la historia es, sin duda, una de las cuestiones más debatidas por la historiografía de las últimas décadas. Lo cierto es que los arqueólogos y los historiadores poseen una ideología determinada y un sistema de valores en el marco de una situación histórica concreta. De hecho, desde el momento en que elegimos determinado método o teoría para llevar a cabo nuestra tarea, condicionamos inevitablemente los resultados de nuestro trabajo. Tomamos posición y nos comprometemos con determinadas premisas. Desde esta perspectiva, el subjetivismo llega a ser hasta cierto punto inevitable. El arqueólogo se enfrenta a un pasado que la mayoría de las veces tratará de comprender a partir de su presente.

La ciencia histórica se comprende a partir de la época en la cual se inscribe, del mismo presente del historiador. La honestidad del investigador reside más bien en tomar conciencia de este hecho y, evidentemente, en la rigurosidad de su trabajo.

El filósofo italiano Benedetto Croce (1866-1952), presentado como el fundador de la escuela "presentista", decía que toda Historia es Historia contemporánea, porque, de hecho, todo sistema histórico no es más que una proyección del pensamiento y de los intereses del presente sobre el pasado. Sin embargo, el "**presentismo**" formulado por Croce lleva a una visión radicalmente subjetivista de la Historia, en el sentido de que se aceptan como válidas tantas "historias" como puntos de vista existan, lo cual puede significar la destrucción de la Historia como ciencia.

En esta misma línea hay que situar la denominada escuela de Francfort, desarrollada en los años setenta del siglo XX e integrada por pensadores sociales alemanes que defienden que nada existe como hecho objetivo y critican los criterios de contrastación utilizados por la Arqueología procesual. Hemos comentado también los excesos hipersubjetivistas a los cuales ha llevado la Arqueología contextual y postprocesual, y que han sido fuertemente contestados por la comunidad científica.

Por otra parte, el hecho de que se cuestione la "imposibilidad" del conocimiento objetivo de la historia no significa que tengamos que relativizar todos los trabajos de Historia o aceptar todo tipo de interpretaciones y explicaciones. Entre historiadores y arqueólogos con posiciones teóricas e ideológicas diferentes pueden existir criterios unánimes que en muchos casos permitan delimitar "verdades históricas" universalmente aceptadas, aunque se trate de verdades interpretadas de maneras distintas y desde varias perspectivas.

### 6.6. La situación actual y el futuro de la Arqueología

En buena parte como consecuencia de una percepción más relativista de la ciencia, los debates, en los últimos veinte años, han propiciado que la Arqueología se amplíe y al mismo tiempo se fragmente. Hoy la investigación arqueológica se caracteriza por una gran diversidad de enfoques (historicocultural, procesual, marxista, estructuralista, simbólico, etc.), que son signo de su madurez científica. Como señaló Ian Hodder (1988, 10), la Arqueología ya no tiene que ser "nueva" y unidireccional, pues dispone de la madurez necesaria para tolerar la diversidad, la controversia y la incertidumbre. Desde la teoría de la catástrofe hasta la Sociobiología, todo se aplica al pasado arqueológico. De este impulso surge un género más maduro, que reincorpora planteamientos viejos y redefine los nuevos para crear un campo de investigación arqueológico propio.

Sin embargo, también es cierto que los cambios han sido rápidos y no se han asimilado siempre adecuadamente. El proceso que representó la emergencia de la nueva Arqueología aún no se había cerrado cuando aparecieron las primeras críticas posprocesualistas y emergieron las arqueologías alternativas, que a la vez han sido contestadas desde el procesualismo cognitivo y desde el materialismo.

A todo esto hay que añadir la emergencia de un dominio nuevo de actividad vinculado al desarrollo y gestión del patrimonio arqueológico que, como hemos comentado, ha creado nuevos sectores de actividad. Estos sectores no han mantenido siempre un buen entendimiento con la Arqueología académica universitaria.

#### El problema de la objetividad

La solución a este problema no es nada fácil. Así, por ejemplo, desde la Arqueología neoes-  
tructuralista, actualmente se propone fundamentar la práctica interpretativa en la misma subjetividad de la sociedad "otra" que generó el registro arqueológico.

Además, hemos visto que el patrimonio arqueológico está adquiriendo un nuevo énfasis como **recurso cultural** que requiere ser rentabilizado en el marco de una nueva industria cultural. Entre los motivos y las condiciones que han propiciado esta situación destacan el creciente impacto social de la Arqueología y el valor que ha adquirido dentro la **industria cultural** emergente, así como la necesidad de buscar fórmulas de desarrollo sostenible adecuadas a la sociedad postindustrial y del ocio. Todo ello ha generado nuevas demandas y necesidades que hacen aconsejable una cierta reconversión de la disciplina, y ha abierto una etapa de reflexión sobre las funciones y estrategias que deben seguir los distintos sectores implicados en la Arqueología.

## Resumen

Con estos materiales hemos querido presentar las características de la ciencia arqueológica tanto en lo que respecta a la prospección y la excavación propiamente dicha como al análisis y estudio de los objetos arqueológicos y patrimoniales. Finalmente, también hemos pretendido reflexionar sobre los problemas epistemológicos derivados de su interpretación histórica.

El objetivo principal es aproximar al estudiante a los métodos y técnicas de estudio arqueológico, ya que, como hemos ido repitiendo, para gestionar es preciso conocer antes lo que quiere gestionarse. Además, la disciplina arqueológica ha ido adquiriendo en los últimos años un sentido nuevo aplicado que se propone transformar el conocimiento del pasado en una herramienta para la gestión actual.

En primer lugar hemos tratado aspectos relacionados con el paisaje arqueológico y con su transformación, poniendo especial énfasis en las técnicas de prospección y documentación. Más adelante nos hemos centrado en el yacimiento propiamente dicho y la excavación y documentación arqueológicas. Después hemos repasado las técnicas de laboratorio y análisis que se realizan con posterioridad en cualquier intervención de campo, ya sea prospección o excavación. Y finalmente hemos centrado nuestro discurso en los mecanismos que se siguen a la hora de realizar las interpretaciones históricas de los datos proporcionados por la Arqueología.



## Glosario

**Akrotiri** *f* Ciudad situada en la isla de Thera que fue destruida por una erupción volcánica en alguna fecha entre los siglos XVII y XV a. C.

**anomalía** *f* Término que designa el conjunto de valores anormales medidos por el prospector.

**antrópico -ópica** *adj* Relativo o perteneciente a la especie humana.

**Arqueomorfología** *f* Estudio arqueológico de las formas antrópicas visibles en la superficie del terreno mediante el uso de documentos cartográficos (fotografías aéreas, mapas, etc.).

**bien patrimonial** *m* Elemento mueble o inmueble que sea o pueda llegar a ser patrimonio.

**calibración** *f* Sistema por el que se corrigen las desviaciones propias de las dataciones realizadas mediante el radiocarbono.

**carta arqueológica** *f* Mapa e inventario donde, por medio de la documentación y la prospección, se registra la riqueza arqueológica de un territorio determinado (municipio, comarca, etc.).

**cartointerpretación** *f* Interpretación de mapas antiguos o recientes con el fin de encontrar indicios de yacimientos antiguos, parcelarios, etc.

**centro de interpretación** *m* Espacio que permite la enseñanza o la ampliación de conocimientos sobre un tema determinado a partir de distintas técnicas mediáticas, con textos, imágenes, sonidos, etc.

**centuriación** *f* División agraria romana por cruce de límites (vías, caminos...) paralelos o perpendiculares, base a partir de la que se hacían las divisiones y las asignaciones de los lotes de tierra.

**cerámica ática** *f* Cerámica hecha a torno, de barniz negro y generalmente decorada, procedente de Atenas y sus alrededores, con una cronología centrada principalmente en los siglos V y IV a. C.

**cerámica cardial** *f* Tipo de cerámica hecha a mano y decorada con impresiones realizadas con la concha del berberecho (*Cardium edule*) típica de las primeras fases del neolítico antiguo en la costa del Mediterráneo occidental.

**cerámica sigillata** *f* Cerámica romana de barniz rojizo y brillante, con o sin decoración, realizada de manera industrial mediante moldes por todo el Imperio Romano durante la época imperial.

**cronología relativa** *f* Sistema que fecha objetos o acontecimientos del pasado con respecto a otros, pero sin proporcionar referencias de calendario (más viejo, más moderno o contemporáneo).

**difusionismo** *m* Corriente teórica en Arqueología que explica los cambios culturales y los "descubrimientos" fundamentales de la historia humana por difusión, es decir, por el desplazamiento de poblaciones a partir de áreas vecinas.

**director -a de excavación** *m y f* Persona responsable de plantear y llevar a cabo unas determinadas estrategias para intervenir en un yacimiento arqueológico y a la que la administración competente ha dado permiso, previa solicitud, para la realización de estas actividades.

**elemento musealizable** *m* Cualquier objeto mueble o inmueble susceptible de ser adecuado para su exposición pública.

**estereoscópico -ópica** *adj* Cualidad de lo que permite ver los objetos fotografiados en relieve.

**estratigrafía** *f* Término geológico que define la sucesión de capas o estratos en un lugar o en un yacimiento.

**extensivo -iva** *adj* Dicho del procedimiento arqueológico o la prospección que cubre grandes superficies, en detrimento de la precisión de los datos puntuales.

**fósil director** *m* Elemento u objeto que, por sus características, permite establecer relaciones cronológicas o culturales en los yacimientos arqueológicos. *sin. compl. fósil guía*

**fósil guía** *m* sin. **fósil director**

**fotointerpretación** *f* Interpretación de fotografías aéreas verticales con el fin de encontrar indicios de yacimientos antiguos, parcelarios, etc.

**intensivo -iva** *adj* Dicho del procedimiento arqueológico o la prospección que privilegia la visión de detalle, en detrimento de la superficie cubierta.

**Inventario del patrimonio arqueológico de Cataluña** *m* Carta arqueológica elaborada por el Servicio de Arqueología de la Generalitat de Cataluña. sigla **IPAC**

**IPAC** *m* *Vid. Inventario del patrimonio arqueológico de Cataluña.*

**Isópteros** *m pl* Orden de los Artrópodos de la clase de los insectos, que incluye las termitas.

**isótopo** *m* Cualquiera de las especies de un mismo elemento químico que tienen idéntico número de protones, pero diferente número de neutrones, y que se comportan químicamente de una manera idéntica o muy parecida.

**macroespacial** *adj* Relativo al estudio del registro arqueológico en el paisaje, más allá del yacimiento (por oposición a **semiespacial** –el yacimiento propiamente dicho– y **microespacial** –las unidades en el interior del yacimiento–).

**mal de la piedra** *m* Genéricamente, alguno de los distintos tipos de alteraciones que sufren los elementos constructivos de un edificio hecho en piedra, por su exposición a los agentes meteóricos y/o contaminantes.

**microfauna** *f* Conjunto de restos óseos recuperados en un yacimiento arqueológico que corresponden a pequeños vertebrados, fundamentalmente anfibios, reptiles, pequeños pájaros y mamíferos roedores quirópteros e insectívoros.

**Museografía** *f* Conjunto de técnicas y prácticas relativas al funcionamiento de los museos.

**Museología** *f* Conjunto de teorías sobre los museos como institución y sobre su función dentro de la sociedad.

**neolítico** *m* Período de la prehistoria caracterizado por una serie de cambios económicos (aparición de la agricultura y la ganadería), tecnológicos (aparición de la cerámica y de la piedra pulida) y religiosos o ideológicos (cultos de fertilidad agraria, concepciones cíclicas del tiempo...).

**Nueva Arqueología** *f* Corriente teórica en Arqueología que nació en el ámbito científico anglosajón en las postrimerías de los años sesenta del siglo XX y que influyó enormemente en el pensamiento y la teoría en Arqueología (por oposición a la llamada *Arqueología Tradicional* que se había practicado hasta aquellos momentos).

**orgánico -ica** *adj* Relativo o perteneciente a un ser vivo.

**paisaje cultural** *m* Espacio vivido, conceptualizado y modificado por la acción de los seres humanos y, por lo tanto, expresión de las culturas y las sociedades que lo han configurado a lo largo de los siglos.

**paleolítico** *m* Etapa de la historia que comprende desde la aparición de los primeros homínidos hasta el cambio climático pleistoceno-holoceno, ocurrido hace unos diez mil años.

**Paleontología** *f* Ciencia que estudia los animales y los vegetales de épocas geológicas anteriores a la actual, para lo que parte del estudio de la filogenia, la ecología y la edad de los fósiles.

**parque arqueológico** *m* Forma de presentación y de exposición al público de un yacimiento arqueológico, conservado en su medio ambiente originario y documentado según un proyecto museológico que lo convierta en un centro de investigación, educación y disfrute.

**pecio** *m* Yacimiento arqueológico subacuático, consecuencia del hundimiento de una nave.

**Petrología** *f* Ciencia que incluye el aspecto descriptivo de las rocas y que estudia su origen, cómo se han formado y cómo han evolucionado.

**posdeposicional** *adj* Relativo a los procesos que afectan a los vestigios arqueológicos, desde el momento de su deposición hasta cuando son descubiertos por el arqueólogo.

**presentismo** *m* Corriente de pensamiento formulada por el filósofo Benedetto Croce según la que todo sistema histórico es una proyección del pensamiento y de los intereses del presente sobre el pasado.

**proyecto de investigación** *m* Investigación subvencionada por un organismo público o privado y llevada a cabo por un equipo de investigadores.

**pulido de la piedra** *m* Sistema de modificación de la materia prima mineral para la fabricación de herramientas que aparece a partir del neolítico y que trabaja la superficie mediante abrasión.

**rentabilización cultural** *f* Acción destinada a hacer rentable y autosostenible un bien del patrimonio cultural, potenciando al mismo tiempo su aprovechamiento social y su contenido histórico.

**revaloración cultural** *f* Acción destinada a volver a reconocer el valor cultural de los bienes del patrimonio a partir de una tarea de investigación, protección, conservación y difusión integral de los mismos.

**sondeo** *m* Excavación de dimensiones reducidas, en Arqueología, que permite establecer la dinámica estratigráfica y cronológica de un yacimiento.

**Tafonomía** *f* Disciplina que en Arqueología se refiere a las condiciones de conservación de los vestigios arqueológicos y a los procesos de recubrimiento y de erosión sedimentarios que afectan a los yacimientos arqueológicos y a todos los vestigios arqueológicos con posterioridad a su deposición.

**talla** *f* Sistema de modificación de la materia prima mineral para la fabricación de herramientas durante el paleolítico y que se puede realizar por percusión o por presión.

**teodolito** *m* Instrumento óptico de precisión que permite medir ángulos horizontales y verticales, distancias y profundidades.

**transect** *m* Término inglés que hace referencia a una gran franja de terreno elegida de manera arbitraria en una zona geográfica y que comprende diferentes unidades paisajísticas.

**travertino** *m* Variedad de roca calcárea concrecionada y esponjosa, con plantas y moluscos fosilizados, que se forma en las aguas estancadas y en las surgencias kársticas, actuales y antiguas.

**yacimiento** *m* Cualquier lugar en el que aparezcan elementos que permitan analizar y estudiar el comportamiento humano del pasado.

**Zigantomas** *m pl* Orden de insectos apterigógenos que comprende los pececillos de plata.

## Bibliografía

### Bibliografía básica

*Actas de las Primeras Jornadas de Patrimonio Arqueológico en la Comunidad de Madrid*. Madrid, 2005.

**Butzer, K. W.** (1989). *Arqueología. Una ecología del hombre*. Barcelona: Bellaterra.

**Carandini, A.** (1997). *Historias en la Tierra. Manual de excavación arqueológica*. Barcelona: Crítica.

**Dabas, M.; Deletang, H.; Ferdière, A.; Jung, D.; Zimmermann, W. H.** (1998). *La prospection*. París: Éditions Errance.

**Fernández, V. M.** (1990). *Teoría y Método de la Arqueología*. Madrid: Síntesis.

**García Sanjuán, L.** (2005). *Introducción al reconocimiento y análisis arqueológico del territorio*. Barcelona: Ariel.

**Harris, E. C.** (1990). *Principios de estratigrafía arqueológica*. Barcelona: Crítica.

**Hodder, I.** (1988). *Interpretación en Arqueología. Corrientes actuales*. Barcelona: Crítica.

**Johnson, M.** (2000). *Teoría arqueológica. Una introducción*. Barcelona: Ariel.

**Junyent, E.** (1999). "Patrimoni arqueològic, difusió i mercat: algunes reflexions". *Cota Zero* (núm. 15, pág. 9-27).

**Palet, J. M.** (1997). *Estudi territorial del Pla de Barcelona. Estructuració i evolució del territori entre l'època iberoromana i l'altmedieval. Segles II-I aC – X-XI dC*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.

**Renfrew, C.; Bahn, P.** (1993). *Arqueología. Teorías, Métodos y práctica*. Madrid: Akal.

**Rodà, I.** (ed.) (1992). *Ciencias, metodologías y técnicas aplicadas a la arqueología*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona / Fundació La Caixa.

**Roskams, S.** (2003). *Teoría y práctica de la excavación*. Barcelona: Crítica.

**Trigger, B. G.** (1992). *Historia del pensamiento arqueológico*. Barcelona: Crítica.

### Bibliografía complementaria

#### El paisaje arqueológico

**Brown, A.** (1987). *Fieldwork for Archaeologist and Local Historians*. Londres: Batsford.

**Burillo, F.** (ed.) (1993). *Procesos Postdeposicionales. Arqueología Espacial* (págs. 16-17). Teruel: Colegio Universitario de Teruel.

**Chouquer, G.** (1997). "La place de l'analyse des systèmes spatiaux dans l'étude des paysages du passé". En: G. Chouquer (dir.). *Les formes du paysage, 3. L'analyse des systèmes spatiaux* (págs. 14-24). París: Éditions Errance.

**Clark, A.** (1996). *Seeing beneath the soil*. Londres.

**Criado, F.** (1993). "Límites y posibilidades de la arqueología del paisaje". *SPAL* (núm. 2, págs. 9-55). Sevilla.

**Orejas, A.** (1995). *Del marco geográfico a la arqueología del paisaje. La aportación de la fotografía aérea*. Madrid: CSIC.

**Palet, J. M.** (1998). "Les emprentes del paisatge". *L'Avenç* (núm. 231, págs. 73-77). Barcelona.

**Pasquinucci, M.; Trément, F.** (ed.) (1999). *Non-destructive techniques applied to landscape archaeology. Archaeology of the Mediterranean Landscape 4*. Oxford.

**Piccarreta, F.** (1985). *Manuale di fotografia aerea: uso archeologico*. Roma: L'Ermadi Bretschneider.

**Riley, D. N.** (1982). *Aerial Archaeology in Britain*. Oxford: Shire Archaeology.

**Riquelmo, M.** y otros (1992). *Manual de prospección geofísica para arqueólogos*. Huelva.

**Scollar, I.; Tabbagh, A.; Hesse, A.; Herzog, I.** (1990). *Archaeological prospecting and remote sensing*. Cambridge.

**Schofield, A. J.** (ed.) (1991). *Interpreting Artefact Scatters. Contributions to Ploughzone Archaeology*. Oxford: Oxbow Monograph 4.

**Vion, E.** (1989). "L'analyse archéologique des réseaux routiers: une rupture méthodologique, des réponses nouvelles". *Paysages découverts* (núm. 1, págs. 67-99). Lausana: Great.

**Wilson, D. R.** (1982). *Air photography interpretation for archaeologists*. Londres: Batsford.

### **El yacimiento y la excavación arqueológica**

**Fernández, C.** (1990). *Recuperación y consolidación del material arqueológico "in situ"*. Tórculo.

**Martínez, S.; Blázquez, J.** (1993). "II Curso de Arqueología Subacuática". *Serie Varia* (núm. 2). Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

**McIntosh, J.** (1986). *Guía práctica de Arqueología*. Londres: Hermann Blume.

**Ramos, R.** (1981). *Arqueología. Métodos y técnicas*. Barcelona.

### **El laboratorio. Técnicas auxiliares de análisis. Técnicas de datación absoluta**

**Aitken, M. J.** (1985). *Thermoluminescence Dating*. Nueva York.

**Browman, Sh.** (1990). *Radiocarbon Dating*. Londres.

**Distintos autores** (1995). "Datació radiocarbònica i calibratge". *Revista d'Arqueologia de Ponent* (núm. 5, págs. 249-275).

**Eckstein, D.** (1984). *Dendrochronological Dating*. Estrasburgo.

**Evin, J.; Lambert, G. N.; Langouët, L.; Lanos, P.; Oberlin, C.** (1998). *Les méthodes de datation en laboratoire*. París: Éditions Errance.

### **El estudio de los artefactos**

**Eiroa, F.** y otros (1999). *Nociones de tecnología y tipología en prehistoria*. Barcelona: Ariel.

### **El estudio de los ecofactos**

**Butzer, K. W.** (1989). *Arqueología. Una ecología del hombre*. Barcelona: Bellaterra.

**Buxó, R.** (1997). *Arqueología de las plantas*. Barcelona: Crítica.

**Davis, S. J. M.** (1989). *La arqueología de los animales*. Barcelona: Bellaterra.

**Queiroga, F.; Dinis, A. P.** (ed.) (1991). *Paleoecología y arqueología*. Vila Nova de Famalicao.

**Shackley, M. L.** (1985). *Using environmental Archaeology*. Londres: Batsford.

**White, T. D.** (1991). *Human Osteology*. San Francisco.

### **Tecnologías digitales aplicadas al tratamiento de los datos en el proceso de post-intervención**

#### **•Captación de datos**

**Campana, S.; Francovich, R.** (2006). *Laser scanner e GPS. Paesaggi archeologici e tecnologie digitali 1*. Edizioni All'insegna del Giglio.

**Bianchini, M.** (2008). *Manuale di rilievo e di documentazione digitale in archeologia*. Aracne.

**Baltsavias, E.; Gruen, A.; Van Gool, L.; Pateraki, M. (Ed.)** (2006). *Recording, modeling and visualization of cultural heritage*. Taylor & Francis.

**•CAD, dibujo arqueológico y planimetrías**

**Bianchini, M.** (2008). *Manuale di rilievo e di documentazione digitale in archeologia*. Aracne.

**Eiteljorg, H.** (2007). *Archaeological computing*. Center for the study of Architecture.

**Páginas web**

<http://archcomp.csanet.org/download.html>

<http://tecnoarqueologia.blogspot.com/>

**•Los sistemas de información geográfica y el análisis del paisaje**

**Wheatley, D.; Gillings, M.** (2002). *Spatial technology and archaeology. The archaeological applications of GIS*. Taylor & Francis.

**Conolly, J.; Lake, M.** (2006). *Geographical information systems in Archaeology*. Cambridge University Press.

**Grau, I.** (2006). *La aplicación de los SIG en la Arqueología del Paisaje*. Universidad de Alicante.

**Gillings, M.; Mattingly, D.; Van Dalen, J. (Ed.)** (2000). *Geographic information systems and Landscape Archaeology*. Oxbow.

**Páginas web**

<http://www.gabrielortiz.com>

<http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GISSelect.htm>

**•La reconstrucción en 3D, volumetrías y los entornos virtuales**

**Baltsavias, E.; Gruen, A.; Van Gool, L.; Pateraki, M. (Ed.)** (2006). *Recording, Modeling and visualization of cultural heritage*. Taylor & Francis.

**Cantone, F.** (2007). **Archeobits. Archeologia e nuovi media**. Edizioni Libreria Dante & Descartes.

**Página web**

<http://www.mnsu.edu/emuseum/archaeology/virtual/index.shtml>

**•Bases de datos y la organización del registro arqueológico**

**Eiteljorg, H.** (2007). *Archaeological computing*. Center for the study of Architecture.

**Página web**

<http://archcomp.csanet.org/download.html>

**Teoría e historiografía**

**Alcina Franch, J.** (1989). *Arqueología Antropológica*. Madrid: Akal Universitaria.

**Anfruns, J.; Dueñas, J. A.; Llobet, E.** (dir.) (1988). *Corrents teòrics en Arqueologia*. Barcelona: Columna.

**Criado, F.** (1993). "Visibilidad e interpretación del registro arqueológico". *Trabajos de Prehistoria* (núm. 50, págs. 39-56). Madrid.

**Criado, F.** (1996). "El futuro de la Arqueología, ¿la Arqueología del futuro?". *Trabajos de Prehistoria* (vol. I, núm. 53, págs. 15-35). Madrid.

**Distintos autores** (1998). *Teoría en arqueología. Dossier de Cota Zero* (núm. 14, págs. 7-124). Vic.

**Lull, V.; Micó, R.** (1997). "Teoría arqueológica I. Los enfoques tradicionales: las arqueologías evolucionistas e histórico-culturales". *Revista d'Arqueologia de Ponent* (núm. 7, pàg. 107-128). Lleida.

**Shanks, M.; Tilley, Ch.** (1987). *Re-Constructing Archaeology. Theory and Practice*. Londres: Routledge.

**Vion, E.** (1989). "L'archéologie du territoire: étudier le passé pour gérer le présent". *Paysages Découverts. Histoire, géographie et archéologie du territoire en Suisse romande* (núm. 1, págs. 9-21). Lausana: GREAT.

