

Al contemplar el cel desde "el cielo" no sé que admirar més si la bellesa de los àngels o el porfino de los otros àngels que trabajan con mimo para devolvernos esta alegría.

València 2 de Octubre de 2006



Francisco Tomás  
Rector de la Universitat de València.

En contemplar el cel des del «cel» no sé què admirar més, si la bellesa dels àngels o l'estima d'aquests altres tres àngels que treballen amb tendra dedicació per tornar-nos aquesta alegria.  
València, 2 d'octubre de 2006  
Francisco Tomás, rector de la Universitat de València



# LA FUSTA

## PATRIMONI CULTURAL I BIOLÒGIC

Ernestina Badal

**WOOD: BIOLOGICAL AND CULTURAL HERITAGE. ANTHRACOLOGY IS A BRANCH OF ARCHAEOBOTANY THAT CAME INTO BEING AT THE BEGINNING OF THE 20<sup>TH</sup> CENTURY FOR THE BOTANICAL IDENTIFICATION OF PREHISTORIC WOOD AND CARBON. THE GOALS ARE PALEOECOLOGICAL, ETHNOLOGICAL AND METHODOLOGICAL. THE PROTOCOL FOLLOWED FOR THIS ANALYSIS INVOLVES THE OBSERVATION OF PLANT TISSUES UNDER REFLECTED-LIGHT MICROSCOPY AND SCANNING ELECTRON MICROSCOPY TO IDENTIFY THE MATERIAL BOTANICALLY. IN RECENT YEARS, THIS KIND OF ANALYSIS IS BEING APPLIED TO HERITAGE OBJECTS AND THOSE IN RESTORATION; HERE WE WILL GIVE SOME EXAMPLES: AN HISTORIC OBJECT, THE RESTORATION OF A MONUMENT AND THE RECONSTRUCTION OF A PREHISTORIC LANDSCAPE.**

L'arqueobotànica s'encarrega de la recollida, identificació botànica i conservació de les restes vegetals recuperades en contextos arqueològics. Es distingeix entre microrestes (pol·len, espores, fitòlits) i macrorestes (fusta, carbó, fibres, fulles, fruites, llavors). Aquesta gamma de materials –de visibles i d'invisibles– potencia la diversitat de mètodes de recollida i d'anàlisi, com també la informació que proporcionen, que pot ser d'ordre paleoecològic, etnològic i metodològic. De totes les restes orgàniques vegetals, aquí ens centrarem en la fusta i en tot el que comporta la identificació, estudi i conservació d'aquest material, patrimoni cultural i biològic alhora.

L'interès per l'estudi i la conservació dels vegetals que formen part del patrimoni arqueològic o cultural ha seguit camins sinuosos al llarg de la història. En el segle XIX, Dinamarca va ser un centre pioner en l'estudi de les restes biòtiques: des d'allí, els nous mètodes d'excavació i anàlisi es van difondre a altres països europeus. En la segona meitat d'aquell segle i en la primera del XX els resultats van ser espectaculars, sobretot en la investigació dels palafits europeus, on es van trobar arcs, cordes, bols, cistelles, mànecs, fruites, llavors, pol·len, etc. Aquests materials van ser estudiats pels botànics de l'època: O. Heer, H. Prejawa, A. P. de Candolle o L. von Post, entre altres. A la Península Ibèrica, l'interès per les

restes vegetals es produeix més tard, en la segona meitat del segle XX. El 1961, J. Menéndez-Amor i F. Florschütz publiquen l'anàlisi pol·línica de l'Ereta del Pedregar (Navarrès), on també es va aplicar el mètode del carboni 14 per situar cronològicament la dinàmica vegetal detectada per l'anàlisi pol·línica. Al mateix temps M. Hopf estudia les llavors de la cova de l'Or (Alacant), l'excavació de la qual, dirigida en la dècada dels setanta per B. Martí, va marcar un fita perquè s'hi van recollir i van analitzar tota mena de restes biòtiques, entre les quals carbons.

A començ del segle XX, a França, mossèn Henri Breuil s'havia interessat pels carbons prehistòrics de manera que, en les excavacions, es van recollir de les llars i se'n va fer la identificació botànica amb la idea de conèixer la llenya utilitzada pels grups paleolítics en el foc domèstic. Així va

sorgir l'antracologia o estudi del carbó arqueològic. En aquelles mateixes dates, a Espanya, la recollida de la fusta carbonitzada era esporàdica i sempre en relació a restes singulars. En aquesta línia s'inscriuen els treballs, entre 1918 i 1920, d'I. Ballester a la necròpolis ibèrica de Casa de la Muntanya (Valdeganga, Albacete), on va recollir únicament restes de fusta amb formes peculiars i associades a determinades tombes. Aquest material ha estat dipositat al Servei d'Investigació Prehistòrica (SIP) de la Diputació de València i re-

«LA IDENTIFICACIÓ  
BOTÀNICA DE LA FUSTA  
ÉS ÚTIL EN ELS PROCESSOS  
DE RESTAURACIÓ  
D'OBJECTES D'ART»





Cullera de fusta. Calcolític de l'Ereta del Pedregal (Navarrès, Canal de Navarrès).

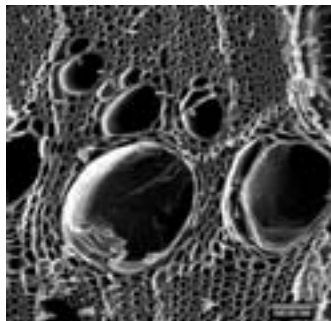
### FUSTA

Anàlisi

Xilologia  
Dendrologia  
PaleoADN  
Radiocarboni

Informació

Botànica  
Ecològica  
Etnobotànica  
Cronològica



### CARBÓ

Anàlisi

Antracologia  
Dendrologia  
Radiocarboni

Informació

Botànica  
Ecològica  
Etnobotànica  
Cronològica  
Tafonòmica

Carbó de fleix del mànec d'un punyal. Edat del Bronze del Cabezo Redondo (Villena, Alacant).



© E. Badal

### Llavors Fruïtes Fulles Fibres

Anàlisi

Morfometria  
PaleoADN  
Radiocarboni  
Carboni 13

Informació

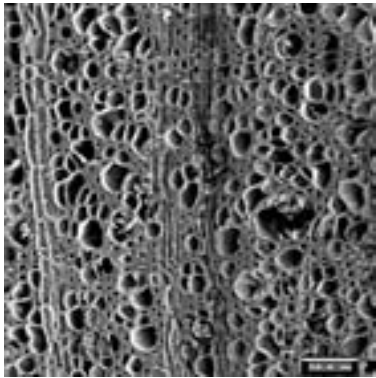
Botànica  
Ecològica  
Etnobotànica  
Cronològica  
Tafonòmica

Restes d'estròbil de pi pinyoner. Paleolític superior de la cova de Nerja (Nerja, Màlaga).

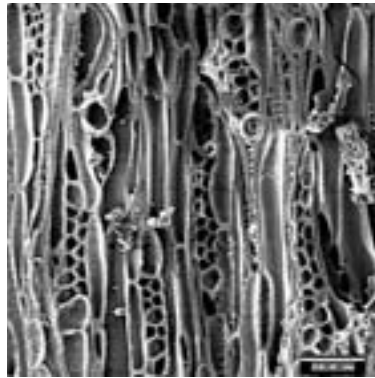
L'arqueobotànica s'encarrega de recollir, identificar i conservar les restes recuperades en jaciments arqueològics. En aquest quadre s'indiquen els tipus d'anàlisi que es poden realitzar i la informació que se n'obté.

centment n'hem fet la identificació botànica. A mitjan segle XX, en concret l'any 1948, L. Pericot i F. Jordà van excavar en la cova de les Malladetes (Barx, València), on van trobar un occipital humà i carbons al seu costat. Van recollir-ne un sol fragment, que van guardar en un tub de vidre junt amb les restes òssies i es va custodiar també en el SIP. L'any 2001 es va identificar el dit carbó com de *Pinus* tipus *nigra* (pinassa) i, posteriorment, es va datar per radiocarboni, amb una cronologia de  $25.120 \pm 240$  anys abans del present. El 1955, el cèlebre anatomista de la fusta C. R. Metcalfe va publicar una breu nota on presentava restes de carbons i pinyes de pi pinyoner (*Pinus pinea* L.) en els nivells de Gorham's Cave (Gibraltar). Aquesta publicació, que va passar desapercebuda per a la majoria dels investiga-

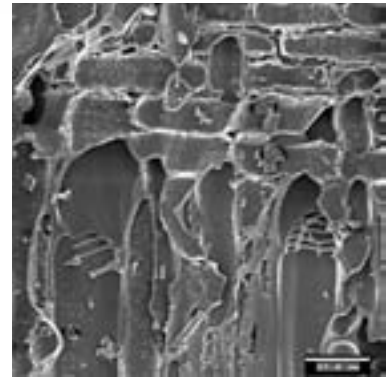
dors, demostrava que el pi pinyoner era autòcton de la Península Ibèrica, almenys, des del Mosterià. Finalment, en l'últim terç del segle XX, es produeix un auge de l'anàlisi de fustes carbonitzades. El 1982, els suïssos W. Schoch i F. H. Schweingruber van publicar els resultats de l'anàlisi dels carbons del jaciment de l'Edat del Bronze de Fuente Álamo (Almeria). Un any després, J. L. Vernet, E. Badal i E. Grau publiquen els primers resultats de la vegetació neolítica de l'est peninsular. Justament, sota la direcció de J. L. Vernet es va formar l'anomenada Escola d'Antracologia de Montpeller i en la universitat d'aquesta ciutat es van formar bona part dels actuals investigadors peninsulars. En els últims anys aquesta mena d'anàlisi s'aplica a materials que no són arqueològics: l'antracologia, que sorgeix com una



Placa transversal, x350



Placa longitudinal tangencial, x400



Placa longitudinal radial, x800

© E. Badal

Placa de fusta carbonitzada de boix (*Buxus sempervirens* L.) que es va trobar en una tomba de la necròpolis ibèrica de Casa del Monte (Valdeganga, Albacete) dels segles v i iv aC. La identificació botànica es basa en l'observació d'elements anatòmics en els tres plans de la fusta: transversal, longitudinal tangencial i longitudinal radial.

branca de la botànica aplicada a la prehistòria, s'utilitza a hores d'ara en molts camps.

#### ■ MATERIALS I MÈTODES

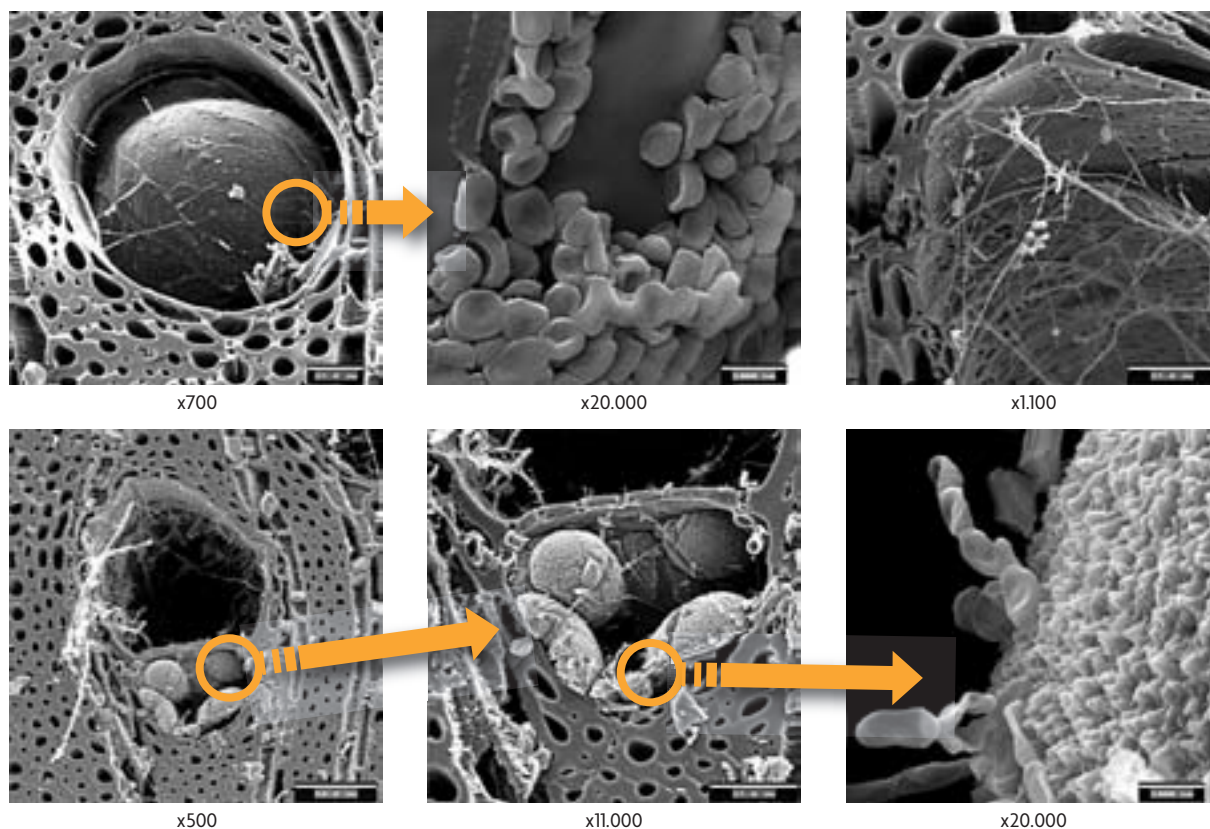
La fusta és un recurs que ha estat utilitzat des dels orígens de la humanitat fins a l'actualitat. La conservació de la fusta és difícil, a causa dels processos de degradació biològica que hi actuen. Es preserva en aquells mitjans on fongs, bacteris i insectes tenen una activitat limitada. Això sol ser en ambients molt humits o molt secs. La identificació botànica de la fusta és útil en els processos de restauració d'objectes d'art realitzats amb aquesta matèria, en elements estructurals d'edificis,

col·leccions etnogràfiques, etc. La fusta dels vegetals superiors es pot identificar fins a determinar l'espècie de la qual prové. Per aconseguir-ho es preparen làmines primes dels tres plans anatòmics: pla transversal, pla longitudinal tangencial i pla longitudinal radial, i s'observen al microscopi de llum transmesa. Un segon mètode consisteix a carbonitzar, sota control, un fragment de la mostra seleccionada: després es parteix de manera mecànica, s'observa al microscopi de llum reflectida i, si és necessari, en l'electrònic de rastreig.

Quasi tots els jaciments posteriors al moment en què els grups humans van utilitzar el foc conserven carbons. El foc destrueix, però, paradoxalment, també conserva. La combustió és un procés que consta de quatre fases







Microorganismes colonitzant vasos del xilema en una biga de noguera utilitzada en la construcció del Palau Güell (Barcelona) al segle XIX. El deteriorament del patrimoni és degut en gran mesura a l'activitat de diversos microorganismes.

que se succeeixen a mesura que augmenta la temperatura: la deshidratació, la torrefacció, la piròlisi o carbonització i la comburació, al final de la qual es produeixen les cendres. Si el procés s'atura en la torrefacció, la fusta conserva la morfologia externa i, a més, la identificació botànica serà possible gràcies a l'estudi de la seua anatomia. Si el procés s'atura en la piròlisi llavors es formen els carbons: en aquest estat es preservarà l'estructura anatòmica de la fusta i, a partir d'aquesta es pot realitzar la identificació botànica de cada carbó. Aquest procés d'identificació es realitza al microscopi de llum reflectida i no requereix sotmetre la mostra a cap mena de tractament químic. Això permet establir una datació posterior per radiocarboni de les plantes llenyoses.

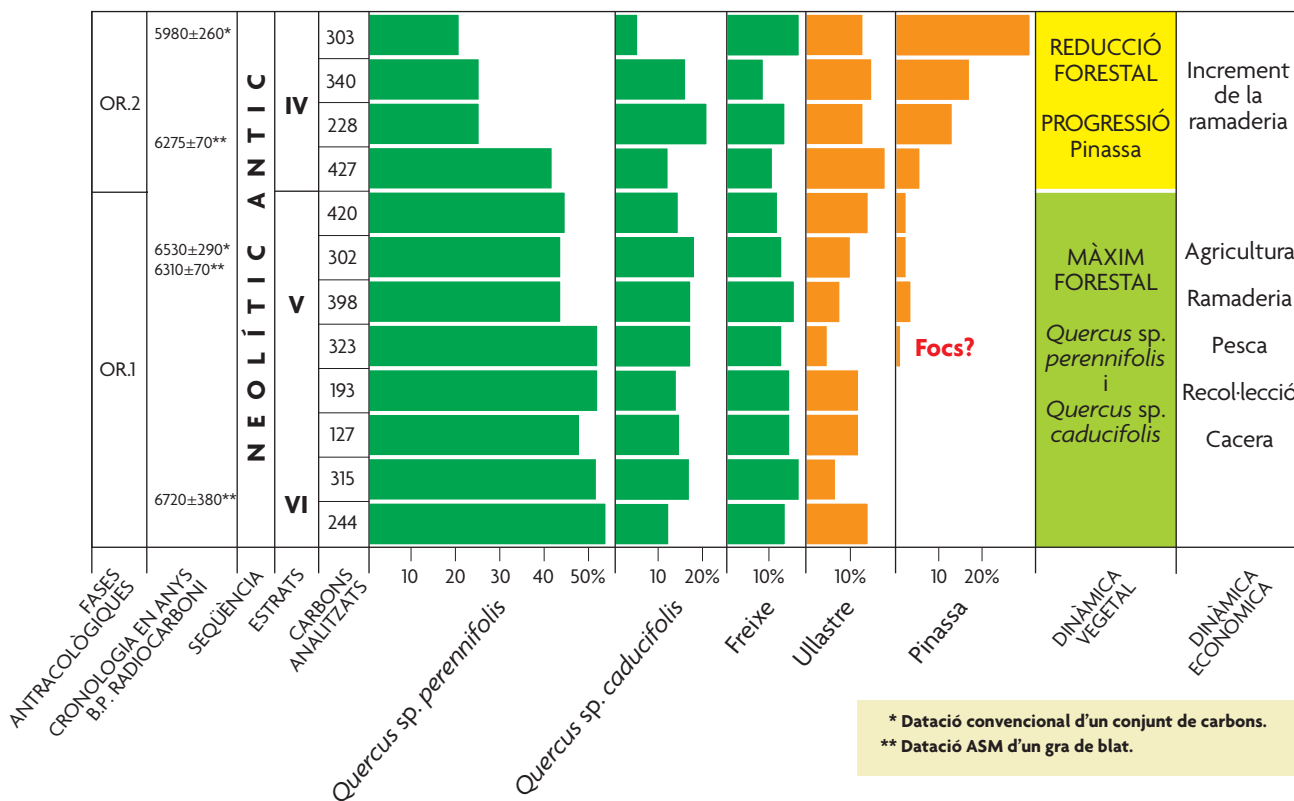
El Departament de Prehistòria i Arqueologia de la Universitat de València té un laboratori per a identificar carbons i fustes que consta de l'instrumental tècnic necessari i d'una àmplia xiloteca i antracoteca de plantes llenyoses procedents d'uns quants països

**«LES FUSTES ES DEGRADEN  
AMB FACILITAT, PROBLEMA  
QUE REPRESENTA  
UNA PÈRDUA CONSTANT  
DE PATRIMONI CULTURAL  
I BIOLÒGIC»**

europaus i americans. Els materials que ho requereixen s'observen al microscopi electrònic de rastreig Hitachi S-4100 d'emissió de camp del Servei Central de Suport a la Investigació Experimental de la Universitat de València. Les fotografies es prenen en aquest microscopi mitjançant el programa de captació d'imatge EMIP 3.0 (Electron Microscope Image Processing).

#### ■ IDENTIFICACIÓ BOTÀNICA DE LA FUSTA: APLICACIONS

La fusta és un recurs renovable que ha tingut i té infinitat d'aplicacions en la vida quotidiana de les societats humanes. Des de l'ús ancestral com a llenya per al foc domèstic fins a la fusteria i ebenisteria més fina i delicada, la fusta és una matèria primera molt valorada i apreciada pels humans. La identificació botànica de la fusta ens permet conèixer des dels paisatges del passat fins als usos més recents.



Evolució dels principals elements forestals durant el Neolític a la cova de l'Or (Beniarriés, València), a partir de la identificació botànica dels carbons de fusta.

### Objectes de fusta: Casa del Monte

El jaciment de Casa del Monte (Valdeganga, Albacete) és una necròpolis de la cultura ibèrica que va funcionar cap a final del segle V i principi del IV abans de la nostra era. Es va excavar a començament del segle XX i s'hi van recollir alguns objectes de fusta carbonitzada associats a les tombes. En el món ibèric es practicava la cremació del difunt i dels seus aixovars, de manera que part del material carbonitzat eren probablement efectes dels difunts: de fet, conserven formes manufacturades. En concret, una placa de fusta carbonitzada, rectangular i amb unes dimensions conservades de 42 mm de llarg per 26 mm d'ample i una grossària de 2 mm, està treballada en sentit longitudinal tangencial de la fusta. Una de les cares està finament gravada o encunyada amb dos parells de línies paral·leles i, entre elles, s'observen traços discontinus. Una flor de 12 pètals forma una roseta, el centre de la qual, així com un cercle al seu voltant, estan rebaixats, com si hagueren albergat una incrustació d'un altre material.

**«EN LES ANÀLISIS ANATÒMIQUES ÉS FREQUENT OBSERVAR ORGANISMES ALIENS A L'ESTRUCTURA ANATÒMICA DE LA FUSTA»**

L'anàlisi anatòmica ha mostrat que va ser realitzada amb fusta de boix, en perfecte estat, i que no havia estat atacada per microorganismes. La forma i el gravat es conserven perquè el procés de combustió es va aturar en la fase de torrefacció abans d'assolir la fase d'ignició. Gràcies a això avui podem gaudir de la finesa d'una placa de fusta de boix treballada fa uns 2.400 anys.

### Restauració: Palau Güell

Antonio Gaudí va construir el Palau Güell entre 1886 i 1891 per a Eusebio Güell al passeig Nou de la Rambla, a Barcelona. Recentment s'han realitzat obres de restauració de l'edifici. Abans de dur a terme aquestes tasques, els responsables de l'obra volien conèixer la fusta emprada en tres bigues de l'edifici i, per això, en van remetre mostres al Departament de Prehistòria i Arqueologia de la Universitat de València. Una biga era de fusta de pi americana (*Pinus sp. secció taeda*). Una altra biga, per la disposició i mesures dels teixits conductor, de reserva i de sosteniment, es va deduir que era de fusta de



Reconstrucció del paisatge a partir de les restes biòtiques trobades a la cova de l'Or a començament del Neolític, cap al 5500 aC.

noguera (*Juglans* sp.). La tercera era de fusta d'angiosperma, però es trobava en molt mal estat i no es va poder saber ni el gènere ni l'espècie a què pertanyia. L'anàlisi anatòmica de les bigues del Palau Güell confirma la importació de fusta americana (*Pinus* sp. secció *taeda*) i la utilització de fustes de gran qualitat, com la noguera per als elements estructurals del palau. Amb l'observació microscòpica també se cercava conèixer l'estat de conservació de les bigues. La de pi es trobava perfectament, mentre que la de noguera i la d'angiosperma eren atacades per distintes espècies de microorganismes xilòfags, tant bacteris com fongs. Aquesta informació serveix de suport per a triar els tractaments de conservació i restauració adients.

Com veiem, les fustes es degraden amb facilitat, problema que representa una pèrdua constant de patrimoni cultural i biològic. Aquests processos de degradació biològica es produeixen quan la humitat, l'oxigen i altres factors són favorables per al creixement de microorganismes, fongs, bacteris, insectes, etc. En les anàlisis anatòmiques és freqüent observar

organismes aliens a l'estructura anatòmica de la fusta, encara que són pocs els treballs que s'hi han dedicat. La fusta i els carbons arqueològics poden ser atacats als edificis, als museus, en els jaciments arqueològics, etc. I per això cal mantenir la vigilància i prendre les mesures oportunes per recuperar i conservar el patrimoni orgànic.

#### *Reconstruir paisatges*

En els últims trenta anys s'ha anat perfilant la història de la vegetació i el clima del nostre entorn durant els últims 25.000 anys gràcies a la identificació botànica dels carbons recollits en distintos jaciments arqueològics valencians. Per a obtenir una informació paleoecològica és essencial realitzar un mostratge sistemàtic dels carbons en el jaciment, seguit d'un protocol d'anàlisi al laboratori.

Per a il·lustrar l'aplicació d'aquests estudis al coneixement del patrimoni ens centrarem en l'estudi dels carbons recollits en la cova de l'Or (Beniarriés). Aquest jaciment té una important seqüència del Neolític antic, els materials de la qual han servit de referents per a l'estudi del Neolític

**«DURANT EL NEOLÍTIC,  
EL BOSC ES VA REDUIR PER  
IMPLANTAR-HI PASTURES,  
CAMPS DE CONREU  
I ES VAN OBRIR VIES  
DE COMUNICACIÓ A TRAVÉS  
DE SENDERES I CAMINALS»**



peninsular. A més, aquest és el primer jaciment on es van recollir sistemàticament els carbons. Se n'han analitzat 3.620 fragments recollits en tres nivells arqueològics, i que són el fruit de les activitats dels habitants de la cova, atès que reflecteixen actes quotidians com la recollida de llenya, l'alimentació dels focs domèstics i, finalment, l'abandó dels carbons a la cova. Una vegada identificats els carbons es van quantificar els resultats i es va dibuixar un diagrama antracològic a partir del qual es van realitzar les inferències botàniques, climàtiques, ecològiques, etc.

Quan van arribar els primers neolítics a la cova de l'Or s'havia aconseguit el clímax en temperatura i en humitat de l'Holocè: una temperatura mitjana anual entre 13-17 °C i pluges de l'ordre dels 600 mm l'any havien de ser les condicions de la zona. Aquestes van potenciar l'esplendor del bosc mediterrani amb una vegetació densa i impenetrable. El bosc de carrasques, coscolls i arboços es devia entremesclar amb els arbres caducifolis com ara roures de fulla petita, aurons, freixes, cirerers i arços, que donarien distintes tonalitats de verd cap al fons de les valls. Al cara-sol del Benicadell es devien arrecerar les espècies més càlides, com ara ullastre i llentiscle, o les més frugals, com el pi blanc, els romers i les estepes.

En aquest context ecològic desembarquen els neolítics. Les seues activitats productives, agrícoles i ramaderes produeixen canvis al paisatge natural que generen els paisatges rurals. Després de 500 anys de permanència dels neolítics en la cova de l'Or es comencen a notar canvis en la vegetació, i les formacions secundàries de pi blanc i matolls comencen una competència ferotge amb el bosc de quercínies, cada vegada més delmat.

## ■ CONCLUSIÓ

La fusta i el carbó són una font d'informació interessant i diversa. La identificació botànica de la fusta i el carbó arqueològic permet reconstruir paisatges i climes del passat. La seua composició en carboni ajuda a obtenir datacions pel mètode del carboni 14 amb què reseguir l'evolució cronològica de les espècies, conèixer les àrees de distribució i el seu origen autòcton o forà. D'altra banda, la identificació botànica de la fusta pot ajudar en els processos de restauració i conservació d'objectes d'art, etnogràfics o immobles singulars. Com diu un refrany popular castellà «no hay peor cuña que la de la propia madera», per tant, conèixer la fusta de què és fet un objecte ajudarà a posar-hi la falca. ☺

Ernestina Badal. Departament de Prehistòria i Arqueologia, Universitat de València.

**sense *f* fronteres**

**PUV** PUBLICACIONS  
UNIVERSITAT ID VALÈNCIA  
[www.bromera.com](http://www.bromera.com)  
edicions  
**bromera**