

EL BRONZE INICIAL A CATALUNYA DES DE LA PERSPECTIVA METAL·LÚRGICA

Edat del bronze, coure, bronze, caracterització analítica, producció, arqueometal·lúrgia.

M. Carme Rovira i Hortalà*

This work considers the role of metallurgy in Catalonia in the early Bronze Age and the methodological evolution of research over the last few decades. It deals with the use and production of metal: on the one hand, it summarises the characteristics of the range of household objects and functionality and, on the other hand, reconstructs the operational process, from obtaining the mineral to making the pieces. Finally, it also proposes various perspectives for study with regard to the future.

Bronze Age, copper, bronze, analytical characterisation, production, archaeometallurgy.

Cet article fait une réflexion à propos du rôle de la métallurgie en Catalogne pendant la période du Bronze Initial. Il présente l'état de la question et l'évolution méthodologique de la recherche des dernières décades. L'utilisation et la production du métal sont résumées: d'une partie, les caractéristiques du repertoire d'objets et leur fonction; et d'une autre, la reconstruction du processus opératif, depuis l'obtention du minéral jusqu'à l'obtention des produits. Finalement, quelques perspectives d'étude futures sont proposées.

Âge du Bronze, cuivre, bronze, production, caractérisation analytique, paléoméallurgie.

Este trabajo plantea una reflexión sobre el papel de la metalurgia en Cataluña durante la etapa del Bronze inicial. Presenta un estado de la cuestión y la evolución metodológica de la investigación en las últimas décadas. Trata el uso y la producción del metal: por un lado sintetiza las características del repertorio de objetos y su funcionalidad; por otro, reconstruye el proceso operativo, desde la obtención del mineral hasta la elaboración de las piezas. Finalmente, plantea posibles perspectivas de estudio de cara al futuro.

Edad del Bronce, cobre, bronze, caracterización analítica, producción, arqueometalurgia.

135

OBJECTIUS

A finals del s. XX, els investigadors interessats en renovar l'esquema cronocultural de la prehistòria catalana vigent des dels anys 70 (quan es traslladà al nostre àmbit la divisió tripartita del sud-est francès feta per J. Guilaine) varen proposar agrupar les etapes del bronze antic i mig sota el concepte de bronze inicial (Maya/Petit 1995). Ara, novament, es pretén avaluar la validesa dels models vigents i es considera la necessitat de redefinir i acotar temporalment el període a partir d'elements materials, de l'organització social i les noves datacions radiocarbòniques disponibles (Pons/Palomo 2005). Malgrat la diversitat de criteris existents en la comunitat

científica que planteja aquestes qüestions, hi ha un punt en comú: el reconeixement del fenomen metal·lúrgic com a un dels aspectes fonamentals del període.

Aquest treball planteja una visió sintètica del què representa la metal·lúrgia en les comunitats del nord-est peninsular durant el bronze inicial¹. Pretenem repassar quin és l'estat actual de la recerca, i especialment analitzar si el període té una identitat pròpia, associada al metall, diferenciada de les dels moments anterior i posterior. En conseqüència, sospesarem si mantenir aquest esquema cronocultural està justificat. També farem al·lusió a les noves vies d'investigació que tenen possibilitats de contribuir al seu futur desenvolupament.

* Museu d'Arqueologia de Catalunya – Barcelona

1.- Correspon a la intervenció que varem presentar a la taula rodona "El bronze inicial a Catalunya i zones limítrofes" (Pons / Palomo 2005).

L'EVOLUCIÓ DE LA INVESTIGACIÓ ARQUEOMETAL·LÚRGICA

Tradicionalment s'ha acceptat que durant la primera meitat del II on. mil·lenni cal. ANE les societats del NE peninsular varen començar a utilitzar i produir objectes de bronze, fet al qual s'atorga gran transcendència en ésser el primer aliatge conegut a la zona. Aquests grups s'iniciaven en la manipulació d'una nova matèria, obtinguda a partir de la combinació de coure i estany². Per tal de copsar la dimensió d'aquesta innovació és necessari qüestionar l'origen de la matèria primera i la capacitat dels bronzistes locals.

Fins fa poc temps, els estudis tipològics de les peces de bronze només es completaven ocasionalment amb els resultats de caracteritzacions analítiques. Les dades es juxtaposaven, sense interrelacionar-se ni donar peu a teories de caire tecnològic o paleoeconòmic. En aquest sentit, per exemple, els resultats de les anàlisis de composició fetes pel grup del Landesmuseum d'Stuttgart (Junghans/Sangmeister/Schröder 1968) no es varen traduir en un millor coneixement de la societat prehistòrica de les nostres terres. Afortunadament la situació ha experimentat una profunda reconversió a partir dels anys 80, amb alguns primers assajos com el de Pérez Arrondo i López de Calle (1986) i especialment des del moment d'implementació del projecte de "Proyecto de Arqueometalurgia de la Península Ibérica" (P.A.P.I.), que s'ha portat a terme a àmplia escala i alhora amb minuciositat. Els resultats s'han presentat en un volum d'anàlisis (Rovira Lloréns/Montero/Consuegra 1997) i en un altre d'estudis regionals (Delibes/Montero 1999)³. Així s'aborda el desenvolupament del fenomen metal·lúrgic des dels seus inicis fins al bronze mig, amb una perspectiva globalitzadora que pretén relacionar les dades tipològiques i analítiques dels objectes i dels residus productius. També revaloritza el paper de l'utilatge com a un dels puntals per a entendre els procediments tècnics de producció i transformació del metall.

Una de les seves aportacions destacables és haver posat de relleu que en el territori català existeixen dipòsits metal·lífers, suficients per a les necessitats dels grups prehistòrics, els quals els varen explotar (Martín *et alii* 1999; 2005). Els inventaris mineralògics que inclou permeten rebatre idees tradicionalment assentades com que els recursos locals de coure eren extremadament escassos i que l'estany no existia en aquestes terres. En conseqüència, la suposició que qualsevol

manufatura s'havia de fer amb mineral d'altres regions o bé importar els objectes acabats (Maluquer 1972) es revela falsa. Es trenca a la fi la vella visió reduccionista del fet metal·lúrgic local, circumscrit a uns pocs artesans de dedicació parcial, condemnats a refondre peces de metall de procedència forana, per tal de proveir un reduït segment social amb petits elements ornamentals distintius i generar un repertori molt curt d'estris. En definitiva, el desenvolupament de la recerca arqueometal·lúrgica ha fet possible plantejar nous models interpretatius que s'han anat allunyant del difusionisme.

LA IDENTITAT DELS OBJECTES METÀL·LICS: RELACIONS ENTRE MORFOLOGIA I COMPOSICIÓ

Prenent com a base les dades referents a Catalunya del "Proyecto de Arqueometalurgia de la Península Ibérica" distingim diversos grups d'objectes funcionals i en descrivim les característiques bàsiques (morfològia i composició) sense entrar en detalls, els quals es poden consultar a Martín *et alii* (1999)⁴ i a Rovira Lloréns/Montero/Consuegra (1997). Pel que fa al context arqueològic de les troballes i la seva datació, per motius d'espai, també remetem al resum d'A. Martín (2003).

GUARNIMENTS PERSONALS

Els guarniments personals (fonamentalment denes, i de manera més puntual agulles i elements anulars) són objectes petits, de morfològia i manufactura aparentment senzilla (Fig.1). Configuren un grup molt reduït, que prové en bona part d'excavacions antigues efectuades en jaciments sepulcrales, on no s'individualitzaven els conjunts estratigràfics. La seva dispersió geogràfica no revela especificitats remarcables (Martín *et alii* 1999, 156-157).

Les anàlisis de composició mostren que aquests materials s'elaboraven amb coure i amb bronze. El P.A.P.I. ha abordat especialment l'estudi de les denes (15 mostres), però també s'han analitzat 5 anelles i una agulla assignables a l'etapa calcolític-bronze inicial. Els resultats mostren que tots els materials són de bronze excepte les denes bitroncocòniques (de "barrilet"). Aquestes dues peces podrien ser les més antigues del grup (calcolítiques). Dels bronzes destacaríem la seva qualitat (taxes d'entre c. l'11 i el 18% d'estany), així

2.- El bronze no es considera un recurs natural "stricto sensu" però a Catalunya existeixen dipòsits minerals polimetàl·lics, és a dir, associacions de minerals de coure i d'estany (MARTÍN *et alii* 1999; 2005).

3.- Projecte PB92-0315 de la DGICYT. L'equip encarregat del territori català està format per Araceli Martín, Josep Gallart, Josep M. Mata-Perelló i M. Carme Rovira.

4.- Aquesta obra conté un ampli recull bibliogràfic; per tant de les publicacions anteriors a 1999 aquí només en citarem les més essencials.



Figura 1. Dena de collaret tubular de Can Gambús – Sabadell.

com la singularitat morfològica i compositiva de l'agulla de la Cova del Toll, a la qual atribuïm un origen aliè a l'àmbit català.

PETITS ESTRIS

En aquest apartat s'inclouen els punxons (amb diverses varietats morfològiques) i els ciselletos. S'ha constatat la gran difusió dels punxons arreu del territori, especialment en jaciments sepulcrales, tret de les comarques més meridionals. Les anàlisis de composició de més de la meitat de la cinquentena de peces prehistòriques documentades per Martín *et alii* (1999, 141-147) constaten la convivència entre punxons de bronze i de coure. Entre els darrers –donada la gran proporció d'estany que inclouen– predominen els aliatges de qualitat (amb més d'un 10% d'estany). Així, per exemple, resulta remarcable la tija de la Bauma del Serrat del Pont (Tortellà, La Garrotxa) (Alcalde *et alii* 1998, 93, taula 6), la qual està considerada de producció local i alhora un dels bronzes peninsulars més antics datat amb precisió per C14 (3840±90 BP).

ARMES

Les armes constitueixen un grup format per poques peces mal contextualitzades però ben estudiades a nivell compositiu (Martín *et alii* 1999, 153-155). En

nombre predominen les sagetes (32 exemplars) per damunt dels punyals (21 exemplars). Pel que fa llur dispersió geogràfica, observem que les primeres apareixen a la pràctica totalitat del territori; per contra, els punyals de llengüeta i els de reblons escassegen a les comarques més septentrionals. L'única alabarda coneguda és una troballa gironina, possiblement arribada des del vessant atlàntic francès (Martí Jusmet 1971-1972)⁵.

Les sagetes poden ser de coure (en un sol cas arsenicat) o de bronze⁶. Les darreres contenen unes proporcions d'entre aproximadament el 7% i el 12% d'estany, tret de la andorrana del Pui de l'Olivessa, molt pobre (3,45%). En els punyals analitzats⁷ es detecta una interessant dicotomia, atès que els de llengüeta corresponen a manufactures de coure i en canvi els de reblons són de bronze, un fet que es pot interpretar en clau cronològica. L'única excepció que coneixem és la peça de la Cova d'Aigües Vives (calcolític - bronze antic), elaborada amb un peculiar aliatge de coure i plom. També considerem interessant que els índex d'estany de les armes de bronze (sagetes i punyals de reblons) se situïn dins d'una mateixa forquilla (d'entre el 6 i el 13,5%). En ambdós grups hi ha peces de diversa qualitat.

ESTRIS PLURIFUNCIONALS

No existeix consens a l'hora de interpretar la funcionalitat de les destrals, les quals estan generalitzades arreu del territori. S'empren com a estris, però la seva utilització en tant que armes tampoc pot ser menyspreada. Caldrien estudis metal·logràfics, de traceologia i arqueologia experimental per tal d'abordar la seva interpretació amb dades objectives.

Es tracta d'un grup d'artefactes nombrós, i que ha rebut una atenció preferent⁸. La majoria de destrals catalanes anteriors al bronze final són planes (Martí Jusmet 1969-1970). En absència de referències estratigràfiques precises, la seva simplicitat morfològica ha determinat una atribució recurrent al calcolític i al bronze antic (Martín *et alii* 1999, 134-139). Un altre aspecte interessant és el de la seva identitat autòctona (si més no parcial), inferida gràcies a la troballa de motlles de fosa. Tanmateix la circulació de materials procedents d'altres regions europees també s'admet i en ocasions

5.- No hi ha consens sobre la seva composició: segons Riuró fou analitzada a la Universitat de Barcelona entre els anys 30 i 40 i es tractava de coure, però posteriorment a l'estudi de Martí Jusmet es considera de bronze.

6.- Dels 32 exemplars de sageta recollits a Martín *et alii* (1999) se n'han analitzat 18 en el marc del P.A.P.I. L'examen de la peça de Camp Cinzano I aporta un resultat discordant respecte al previ del S.A.M.

7.- Aquest grup és un dels millors caracteritzats: el PAPI ha analitzat 7 dels 12 exemplars de reblons i 7 dels 9 de llengüeta coneguts. En aquest darrer cas hi ha importants diferències amb els resultats d'altres laboratoris.

8.- El PAPI ha documentat 43 exemplars. En conjunt de les 27 destrals planes se n'han analitzat 12 –algunes d'elles dos cops– (7 mostres a càrrec del PAPI i 9 a càrrec d'altres projectes d'investigació). De les 16 destrals de revores se n'han analitzat 4 (7 mostres a càrrec del PAPI. Algunes mostres són de la mateixa peça).

la hipòtesi es recolza en dades de caracterització analítica (Bourhis *et alii* 1996), d'interpretació discutible. S'ha constatat el predomini absolut de les peces de coure ja que únicament la petita destraleta de la Bauma dels Ossos és de bronze. Està feta d'un aliatge binari de bona qualitat, amb un 12,39% d'estany.

D'altra banda, a Catalunya les destrals de revores o de vorells se solen situar entre finals del bronze antic i el bronze recent. Es tracta exclusivament de peces de bronze, aspecte que s'ha relacionat amb una cronologia avançada dins del bronze inicial. Les anàlisis també mostren que estem al davant d'aliatges de qualitat acceptable (amb índexos d'estany d'entre el 8 i l'11%). Si considerem la pràctica inexistència de motlles de fosa, hem de creure que els productes metàl·lics localitzats a casa nostra serien fonamentalment peces foranes, com s'ha anat repetint en la bibliografia especialitzada, però també caldria considerar que algunes es varen poder elaborar amb motlles de peces planes i posteriorment donar forma als vorells manualment, a martell. La seva dispersió geogràfica no avala cap via de circulació preferent.

En conclusió, el repertori metàl·lic atribuït al bronze inicial és força reduït i tal com hem exposat, no se'n pot precisar el context arqueològic de bona part d'ell, ni evidentment, tampoc associar-lo a datacions radiocarbòniques. Si més no, la sèrie analítica (d'aproximadament un centenar d'ítems) disponible resulta prou àmplia i representativa.

Per acabar aquest apartat ens sembla interessant comparar els resultats de les anàlisis dels materials catalans del bronze inicial amb els del bronze final de la façana mediterrània obtinguts per Salvador Rovira Lloréns (2000, 2009). Així, els bronzes catalans de finals de l'edat del bronze presentaven una mitjana de $11,0 \pm 4,1\%$ i els llewantins $11,6 \pm 6,2\%$. A més, en ambdós conjunts abunden els bronzes amb més de l'1% de plom. Existeixen, doncs, diferències notables entre les composicions dels materials a començaments i finals de l'edat del bronze del nostre territori, ja que l'estany i el plom experimenten un progressiu creixement.

ETAPES I ELEMENTS DE LA PRODUCCIÓ METAL·LÚRGICA

L'EXTRACCIÓ DE MINERAL

Les evidències associables amb explotacions de mineral són fonamentalment els estris de minaire (Martín *et alii* 1999, 158-159). Es tracta de pics, martells i maces

lítics (de basalt, pòrfid, granit, pissarra, sorrenca o fins i tot sílex), corresponents a un mateix model morfològic bàsic (peces còniques amb solcs d'emmanegament basal), de format variable. Poden assolir dimensions i pesos importants ja que existeixen exemples de gairebé 40 cm de longitud i fins a 4 kg.

Llur repartició espacial és desigual ja que si bé es localitzen fonamentalment en jaciments septentrionals, hi ha un important desequilibri quantitatiu en favor de les peces d'origen meridional. Això s'explica perquè només s'ha enregistrat un petit nombre de troballes aïllades (cinc) en localitats de la franja pirinenca i prepirinenca centreoccidental (Andorra, Solsonès, Pallars i Osona), mentre que la concentració important (més de 70 exemplars) correspon a la Solana del Bepo – Ulldemolins (Priorat). Fou descoberta als anys 50 per Vilaseca (1973, 167-168). Prop d'allà, a les Borges del Camp (i a poca distància de les mines modernes del Bessó), ja hi havia aparegut una altra peça similar amb anterioritat.

Atès que a Catalunya no hi ha indicis d'explotacions subterrànies d'aquesta etapa⁹, es creu que les extraccions es feien en trinxeres a cel obert, les quals resseguien els afloraments minerals superficials. En la bibliografia sovint es cita també l'existència de la denominada "mina" del Forat de la Tuta de Riner, però en la nostra opinió no hi ha proves feaents de que aquesta petita galeria horitzontal on es varen recollir ossos humans junt amb minerals polimetàl·lics de coure i estany, motlles de fosa, ceràmica i objectes lítics (Serra Vilaró 1922), fos efectivament un punt d'extracció metal·lífer. No s'hi recollí cap estri minaire, sinó de fosa, però això no exclou que el punt d'extracció del mineral no es trobés a les immediacions (Pérez Arrondo/López de Calle 1986). També es va trobar mineral de coure sense transformar a la cova de Tartareu, una altra dada que ratifica el benefici de les menes locals (Martín *et alii* 1999, 163).

Aquests indicis, junt amb altres referits a l'obtenció del metall que esmentarem més endavant, ens permeten, en definitiva, delimitar 2 focus de metal·lúrgia extractiva prehistòrica, molt distants entre sí: el pirinenc i el de la Serralada de Prades. En el primer cas, les escasses dades no permeten pensar en altra cosa que en petites explotacions atomitzades, però el nucli d'Ulldemolins revela una activitat intensa que no sabem si estava determinada per una estructuració social enfocada de manera primordial cap a l'aprofitament d'aquesta mena de recursos naturals o bé si corresponia a treballs efectuats durant un llarg període temporal. En aquests moments, sense un estudi a fons (tipològic i traceològic) dels estris recu-

9.- Però l'explotació de la variscita de Gavà indica que els coneixements tècnics necessaris es tenien ja en el neolític.

perats, ni del medi on es va desenvolupar aquesta mineria, no podem decantar-nos per cap de les dues opcions.

TRANSFORMACIÓ DE MINERAL EN METALL EN BRUT (REDUCCIÓ)

Ara per ara, el punt clau per explicar els orígens de la producció local de bronze se situa a la banda central de la faixa prepirinenca, concretament a la Bauma del Serrat del Pont (Tortellà, Garrotxa), on la primera mostra de reducció intencionada s'ubica ja en un nivell calcolític i representa un dels primers aliatges peninsulars (Alcalde *et alii* 1998, 96-97). La seva presència es reafirma en l'ocupació del bronze antic, de manera que el Serrat del Pont forma part dels enclavaments que indiquen una lenta difusió del nou aliatge, en sentit nord-sud, al llarg d'Europa (Fernández-Miranda / Montero / Rovira Lloréns 1995).

El jaciment s'ubica en una important zona metal·lífera. En concret, la Vall del Llierca, esta dotada de recursos polimetàl·lics (coure amb estany) tan fàcils d'explotar com de transformar en l'antiguitat. Aquest factor va facilitar l'obtenció de bronze natural, però també s'hi varen elaborar aliatges artificials des dels primers moments, en vasos-forn. Les analítiques proven la transformació físico-química de diversos tipus de carbonats en aquests recipients ceràmics convertits en petites cambres de combustió, sense necessitat de fundents, és a dir, amb uns procediments bàsics. A dins s'hi barrejaven els petits fragments de mena amb carbó vegetal i durant el procés, la superfície interna de les peces s'escorificava. El resultat era un conglomerat heterogeni de mineral i carbó semitransformat, barrejat amb escòria i petits nòduls metàl·lics. Calia moldre'l per recollir el metall.

L'excavació de la Bauma del Serrat del Pont (Alcalde *et alii* 1998, 91, fig. 9) aporta una altra dada excepcional per reconstruir el procés tecnològic: la presència de toveres tubulars implica que els forns s'alimentaven amb un corrent d'aire artificial generat per manxes, cosa que permetia controlar el flux i conduir l'operació amb unes garanties d'èxit molt superiors a la d'altres sistemes d'aireació. Pel que fa a la dimensió socioeconòmica de les activitats metal·lúrgiques de l'indret, ens sembla important incidir en què el conjunt de la informació arqueològica indica que probablement es tractaria de tasques estacionals importants, però no essencials en la vida d'aquesta comunitat.

ACTIVITATS SECUNDÀRIES: FOSA DE METALL

La pràctica de la fosa, és a dir, aconseguir liquar un metall quan se sotmet a elevades temperatures és un procediment amb diverses aplicacions en el camp de la metal·lúrgia de base coure. Es feia per tal d'aconseguir objectius tan diferents com afinar metall en brut, produir peces gràcies a la tècnica de l'emmotllatge i refondre material fora d'ús per reciclar-lo.

El coneixement de l'utilatge de fosa prehistòric, s'ha anat incrementat progressivament, especialment des de finals dels anys 90 (Martín *et alii* 1999, 159-162) i entre les darreres descobertes en l'àmbit del bronze inicial hi ha dos conjunts remarcables de la primera meitat del II on mil·lenni cal. BC.: els dels assentaments a l'aire lliure de Minferri –Les Garrigues (Rovira 1996-1998; Equip Minferri 1997) i de Can Roqueta II – Vallès Occidental (Rovira 2002). Estan formats sobretot per motlles, peces tècnicament senzilles, quasi sempre de sorrenca (una litologia fàcil d'obtenir, treballar i amb bones prestacions en el camp metal·lúrgic). En total sumen aproximadament una dotzena d'exemplars. Responen al model de falses peces bivalves (la valva-matriu es complementa amb una tapadora plana) i rarament disposen de canals d'evacuació de gasos. Documenten un sistema productiu centrat en la manufactura de destrals, però també, en segon terme, de cisells i punxons, els quals de vegades es fonien conjuntament amb una mateixa peça (Fig. 2). La inversió de treball en aquesta mena de motlles s'enfocava, doncs, principalment cap a l'obtenció d'utilatge de treball¹⁰.

Paradoxalment no coneixem entre el repertori metàl·lic els punxons o cisells de gran format representats en alguns. Podem apuntar la hipòtesi que les matrius fossin en realitat per fondre lingots longitudinals (els quals tampoc s'han trobat en el registre, però no sembla estrany, ja que estarien destinats a ser transformats). Paral·lelament existeix, en canvi, un grup de materials que de manera recurrent s'ha cregut relacionat amb la producció individual de barnilles o varetes, amb les quals elaborar manualment, en darrera instància agulles, punxons i petits elements ornamentals. Creiem que efectivament, certes troballes amb la superfície enfosquida per haver estat sotmeses a elevades temperatures, com algunes de Can Roqueta II, serien fragments de motlles de fosa de varetes. En canvi, tant en aquest jaciment com a Minferri (i a d'altres punts recollits per Martín *et alii* 1999, 162, així com a Roques del Sarró) existeixen peces lítiques, la interpretació de les quals cal revisar i estudiar minuciosament per determi-

10.- Recentment s'ha donat a conèixer la troballa a l'hàbitat de les Portes (Lladurs, Solsonès) d'un motlle per a sagetes amb llarg peduncle, adscrit de manera provisional al Bronze Inicial pels excavadors (Castany *et alii* 2005 - en premsa). Ara per ara representa un *unicum* en aquest horitzó cultural i esperem la seva publicació detallada per tal de confirmar la seva identitat.



Figura 2. Motlle de fosa de sorrenca amb matrius per a estris procedent de Minferri.

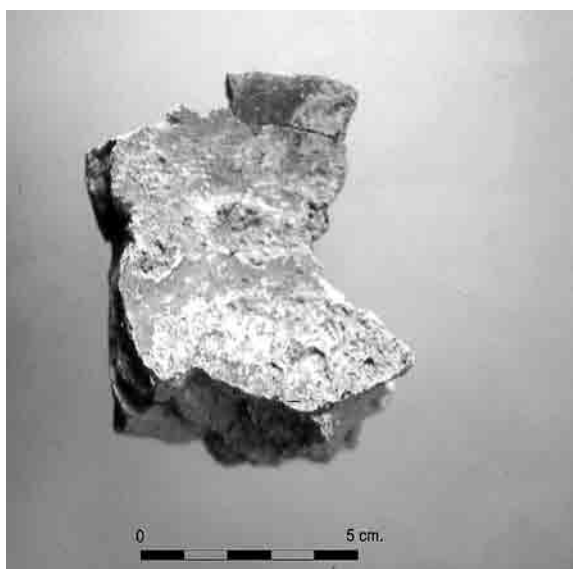


Figura 3. Detall de la superfície interna d'un gresol de Minferri alterada per l'ús.



Figura 4. Gresol amb forma de copa de Can Roqueta II.

nar la seva funcionalitat. També són de sorrenca i tenen un solc longitudinal, però a diferència de les valves ben identificades, no presenten traces de cremat, la seva secció no és rectangular sinó planoconvexa i el que sembla definitiu: el solc travessa totalment la superfície de peça, per la qual cosa, no podien retenir el metall a l'interior perquè s'escolaria. Podria tractar-se d'alguna mena de polidors, com en el cas de troballes similars argàriques (Delgado/Risch en premsa). La solució a aquest dilema podria passar per la via de la traceologia, l'arqueologia experimental i l'anàlisi de residus de les superfícies funcionals.

Per efectuar la fosa, a més dels motlles, són indispensables els gresols. Encara no en sabem gaire perquè solen aparèixer molt incomplets i malmesos. Únicament n'hem comptabilitzat mitja dotzena pertanyents amb seguretat al bronze inicial, però el grup s'ha incrementat amb noves troballes inèdites de Minferri¹¹. En general es tracta de contenidors ceràmics oberts que presenten adherències metàl·liques sobre la superfície interna i especialment a la vora (Fig. 3). Hem reconegut tres models morfològics: els vasos de perfil hemisfèric, els troncocònics i les copes. A més existeixen diversos acabats, ja que les peces poden ser llises o bé, excepcionalment, exhibir incisions. Les seves dimensions reduïdes impliquen produccions modestes¹².

Cap dels estris documentats té vessador, en canvi en dos casos –un de Can Roqueta II i un inèdit de Minferri– existeix un dispositiu d'emmanegament: una zona rebaixada, idònia per a inserir un mànec de fusta que facilités la manipulació del gresol i el traspàs del metall cap als motlles. Coneixem paral·lels per aquests dispositius (i per als gresols de peu alt, com un dels de Can Roqueta II) (Fig. 4) al sud-oest francès, concretament a la Lède du Gurg, en un context del bronze mig (Roussot-Larroque 1997, fig. 2.4, 41-42), així com en altres punts de Còrsega i Sardenya del III mil·lenni, mentre que a l'àrea valenciana no es documenten fins al bronze tardà (Simón 1998, 320, 346), dades que podrien apuntar cap a una divulgació d'aquestes millores tècniques per la Mediterrània Occidental en sentit nord-sud.

ELS RESIDUS DE FOSA: TIPUS D'ALITATGE

L'aproximació al metall fos en els hàbitats catalans del bronze inicial ha estat possible gràcies a les anàlisis de composició mitjançant espectrometria per fluorescència de raigs X (ED-XRF) i estudis metal·logràfics (Fig. 5). L'anàlisi de les adherències metàl·liques de dos frag-

11.- Comunicació personal d'Andreu Moya.

12.- El receptacle de la copa de Can Roqueta II només presenta 94 mm de diàmetre intern i una alçada màxima de 22 mm. Alguns autors consideren que un gresol de 10 a 15 cl. de capacitat pot fondre c. 1 kg de bronze, quantitat suficient per a les peces més grans com ara les destrals (ROUSSOT-LARROQUE 1997, 42).

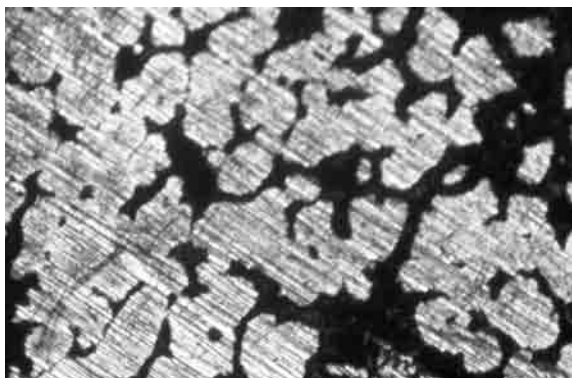


Figura 5. Imatge metal·logràfica d'un residu de fosa de bronze de Can Roqueta II (100x).



Figura 6. Detall de la secció d'un gresol de Minferri. Presenta components metàl·lics distribuïts de manera irregular (Clixé I. Montero, 10x).

ments de gresol de Minferri han indicat en primer lloc que les mostres són heterogènies (Fig. 6), i no només entre sí, ja que de cadascuna se'n varen fer dues preses analítiques, amb resultats parcialment diferents¹³. Tot i tractar-se sempre de bronze binari, apreciem que la riquesa en estany pot oscil·lar de manera important, així com, a nivell d'elements secundaris, la de ferro i antimoni. En una de les mostres, el ferro s'associa a impureses d'arsènic, plata i plom. A l'altra, el ferro només s'acompanya d'impureses d'antimoni (Rovira 1996-1998, 244, taula I). Si comparem objectes manufacturats i residus productius de bronze observem coincidències interessants: com les impureses de plata que comparteixen una sageta i una resta de fosa de Minferri i el fet que l'esmentada sageta i un gresol del mateix jaciment també n'incloïen de plata i arsènic. En el cas de la Bauma del Serrat del Pont una agulla i una resta productiva contenen impureses de ferro, níquel, plata i antimoni. A més, el residu conté arsènic i plom com a elements secundaris, i l'agulla impureses de plom (Alcaldi *et alii* 1998, 93, taula 6). S'ha observat paral·lelament que al Serrat del Pont un dels tipus de mineral utilitzats en el calcolític i el bronze antic era una associació coure-plom (Montero 1998, 205). Totes aquestes dades avalen per tant, que si més no, una part dels objectes utilitzats en aquests nuclis de poblament serien de producció local.

ÀREES DE TREBALL METAL·LÚRGIC

Les àrees de treball metal·lúrgic prehistòriques són encara molt mal conegudes, però a Minferri s'ha apreciat l'existència d'un espai a l'aire lliure destinat a activitats productives (Rovira 1996-1998; Equip Minferri

1997). Inclouïa una estructura diferent de la resta, tant per la seva morfologia com per la natura de la colmatació. Es tractava d'una cubeta ovalada de 80 cm de llarg, 50 cm d'ample i 15 cm de fondària. A l'interior aparegué un motlle de sorrenca, en un estrat ric en restes de combustió (Fig. 7). Es trobava molt a prop d'una cabana, i el que també resulta simptomàtic és l'extraordinària concentració de materials metal·lúrgics recopilada en una desena de fosses excavades en les immediacions. El conjunt consta tant de motlles com de fragments de gresols, i d'alguns residus metàl·lics. Considerem que a l'interior de la cubeta es podrien haver escalfat el estris de fosa de la mateixa manera que s'han interpretat evidències molt similars del jaciment francès de la Lède du Gulp (Roussot-Larroque 1997).

Figura 7. Imatge de la cubeta de combustió de Minferri en curs d'excavació. En el nivell de colmatació s'identifiquen dues valves de motlle de fosa (Clixé G.I.P.)



13.- Això ratifica el perill que implica extreure conclusions basades en l'anàlisi de sèries curtes de materials metàl·lics i la necessitat d'establir un protocol d'anàlisi adaptat a les característiques específiques de cada mena de mostres.

CONCLUSIONS

Autors com Montero y Ruiz Taboada (1996, 73-74) han constatat les dificultats i els tòpics als quals s'enfronta l'arqueòleg a l'hora de dividir la prehistòria en etapes cronològiques i d'esbrinar el paper que juga la metal·lúrgia en cada sistema econòmic. Definir un període de temps implica identificar quins són els processos i les causes de transformació cultural, i anar més enllà de les perioditzacions basades en presència o absència d'artefactes tipus. Per la nostra part, hem intentat presentar una reflexió sobre la dimensió de la metal·lúrgia entre les societats del nord-est peninsular al començament de l'edat del bronze, obtinguda després de valorar i relacionar el registre arqueològic amb els resultats dels estudis analítics especialitzats.

En el treball de Maya i Petit (1995), degut a les mancances de la informació arqueològica disponible, el paper d'aquesta activitat quedava poc explícit, a diferència per exemple del de l'agricultura. Afortunadament, el desenvolupament de la investigació¹⁴ en la darrera dècada, i especialment l'impuls experimentat per l'arqueometal·lúrgia, han comportat un canvi radical en la situació, no només pel que fa el volum de dades sinó especialment per la seva qualitat. Tot plegat ha permès aclarir algunes de les incògnites plantejades llavors. Pel que fa el marc teòric, s'ha virat des del difusionisme absolut cap a una presència creixent de l'autoctonisme (Martín *et alii* 1999), dins d'una tendència més general (Delibes/Montero 1999).

Considerem fonamental discriminar entre l'ús es feia del metall i l'abast de la seva producció. Resulta obvi que el registre arqueològic presenta molts punts foscos (tant per les limitacions de les intervencions més antigues, els resultats de l'espoli que han patit molts jaciments sepulcral, o l'inconvenient que representa la capacitat de reciclatge del metall). En tot cas, a nivell general es té la percepció que durant el bronze inicial hi havia un volum escàs de metall en circulació, una avaluació que en part és subjectiva¹⁵, ja que sorgeix intuïtivament, en un marc deficitari en dades estadístiques, per comparació amb les manifestacions del bronze final, un moment de gran consum metàl·lic a tota Europa. El contrast també es manifesta en els patrons d'amortització ja que durant el bronze inicial s'abandonava poc material tant en context domèstic com funerari i encara no existien els

dipòsits, que serien tan característics de la fase posterior.

El quadrant nord-oriental ibèric és una zona que té prou recursos cuprífers per desenvolupar una producció metal·lúrgica a petita escala, però sembla que en general els grups humans del bronze inicial no basaven la seva economia en ella sinó que la contemplaven com una activitat complementària de les activitats subsistencials, probablement de caire estacional, en la qual confluen rols comunals i individuals. Del procés productiu en manegem poques dades, però percebim trets bàsics, com el fet d'haver-se estructurat mitjançant una cadena operativa físicament dissociada: la metal·lúrgia extractiva es localitzaria en pocs indrets, llocs amb abundosos recursos minerals, fàcils d'explotar a cel obert. Un cop obtingut el mineral (i probablement, després d'experimentar una primera tria i preparació), es reuniria en un o diversos assentaments de l'àrea, relativament propers als afloraments per convertir-lo en metall. Els punts de transformació centralitzaven recursos minerals procedents de diverses fonts de proveïment, tal com indiquen per exemple les anàlisis de la Bauma del Serrat del Pont. Aquest jaciment resulta particularment interessant perquè demostra la uniformitat d'una producció basada en recursos locals, durant el calcolític i el bronze antic.

Creiem important insistir en el fet que la tecnologia de reducció del coure i els seus aliatges practicada durant el bronze inicial és tècnicament continuïsta respecte al calcolític i que es diferencia de la de l'horitzó del bronze final – ferro I. Es caracteritza per una administració poc eficient dels recursos minerals, basada en l'ús del vas-forn, una opció que fa difícil controlar el procés productiu i genera uns resultats irregulars. No seria fins al bronze final que hi hauria un canvi tecnològic, ja que tot i que el vas-forn no es va abandonar, s'introduí el forn de cubeta, com a bona part de la Península Ibèrica (Rovira Lloréns 2000, 209-210). El nou forn estava dotat de major capacitat i tenia un millor rendiment ja que aconseguia un metall més depurat, al qual es podia donar forma de coca o "lingot" plano-convex¹⁶. Bona part del seu èxit radicaria en la incorporació de fundents a la càrrega. A més, en aquest moment es difongué el bronze plomat.

De la segona fase de la cadena operativa, és a dir, de l'etapa de transformació del metall, també en tenim

14.- Ha estat possible sobretot gràcies a intervencions en extensió en nuclis de poblament, efectuades tant en modalitat de projectes de recerca plurianuals com d'urgència més puntuals, i la generalització de les datacions radiocarbòniques.

15.- Disposem de poques dades quantitatives i poques avaluacions comparatives en relació a la resta de material moble dels jaciments. Així ens semblen molt interessants estudis com els de Bouso *et alii* 2004 per Can Roqueta II i Mas d'en Boixos.

16.- Aquest element és una innovació característica de l'horitzó bronze final-primera edat del ferro (Martín *et alii* 1999, 164), però en alguna ocasió s'ha publicat erròniament que hi havia precedents a la Cova del Frare.

evidències. La distribució geogràfica de l'utilatge de fosa (motlles i gresols), els residus en forma de gota i colades de gresol, junt amb alguna estructura de combustió, demostren que els tallers de fosa –a diferència dels de reducció– es trobaven en llocs no necessàriament provistos de recursos naturals metal·lífers. Pel que fa a l'acabat de les peces, apenes sabem res dels procediments manuals d'elaboració ni de la qualitat dels resultats, donada la manca d'estudis microestructurals.

En general, segons mostren els àmbits i estris de treball, entre el calcolític i el bronze mig es va portar a terme una metal·lúrgia domèstica de volum restringit, amb la possible excepció de l'explotació minera de l'àrea de la Solana del Bepo. Tanmateix a Minferri i a Can Roqueta II hi ha signes de la presència d'artesans amb un apreciable nivell de mestratge. El fet de no haver-los identificat a la resta d'establiments contemporanis apuntaria cap a una dicotomia entre grups on existeixen metal·lurgistes que només manipulen el metall molt puntualment, i grups on es desenvolupa una activitat metal·lúrgica més intensa i acurada, sense ésser una dedicació exclusiva.

S'han elaborat pocs estudis al voltant del significat dels primers coures i bronzes catalans, donat que les troballes ben contextualitzades són puntuals, però quan es compta amb un ampli registre habitacional i funerari en una mateixa àrea, com a Mas d'en Boixos o Can Roqueta (Bouso *et alii* 2004), es ratifica un nombre feble de materials de la primera meitat del II mil·lenni A.N.E. Per exemple, a Can Roqueta II, com aixovars únicament s'han identificat dues petites peces anulars a l'hipogeu E459, associades a un individu femení (Oliva 2004), en contrast amb altres variants ornamentals personals (òssies, lítiques i malacològiques), més habituals. La manca de metall en context funerari reforça la visió d'una situació social poc diferenciada, on encara no s'havien centralitzat la producció i l'intercanvi, ni s'efectuava una producció intensiva. El cas més eloqüent el trobaríem a l'assentament de Minferri, on la tomba d'un personatge distingit ("big man") concentra una gran quantitat d'ofrenes faunístiques però no inclou cap element metàl·lic. De fet, cap dels enterraments de l'indret en tenia (Equip Minferri 1997).

L'escassetat de metall circulant durant el bronze inicial es pot correlacionar, doncs, en part amb una baixa demanda social. No es promovia l'acumulació de metall com a element distintiu (i a diferència d'etapes

anteriors tampoc s'exhibien objectes d'or o plata), sinó que es primava la seva dimensió pràctica. Aquesta estructura no permetia alliberar un segment de població prou important destinat a desenvolupar una activitat metal·lúrgica intensa, ni tampoc innovar en la tecnologia de reducció (heretada del calcolític), de manera que la capacitat productiva quedava molt limitada. El tradicionalisme tecnològic estava present en altres sectors econòmics com l'elaboració de ceràmica¹⁷, cosa que també contribueix a posar de relleu l'artificiositat de la divisió teòrica entre calcolític i bronze inicial al nostre territori.

D'altra banda hem vist que que el repertori tipològic de principis de l'edat del bronze és força curt però que experimenta una petita ampliació al llarg del temps: certes peces conegudes per les poblacions calcolítiques com les denes, els punxons, les destrals i les sagetes seguiran utilitzant-se, però poc a poc es substitueix el coure pel bronze, motiu pel qual ambdós metalls coexistiran àmpliament. També s'introdueixen tipus nous: les denes de barrilet de coure desapareixen en favor de les laminars de bronze, es passa de destrals planes de coure a destrals de revores de bronze (sense apenes cap peça plana de bronze), i els punyals de llengüeta s'abandonen, també suposadament durant el bronze mig, per adoptar els de reblons, fets de bronze. Els ornaments anulars de bronze serien una aportació tardana. El reemplaçament d'un metall per l'altre, sembla doncs, que no es consolida fins un moment avançat del bronze inicial, però aquestes hipòtesis encara tenen poques datacions radiocarbòniques on ancorar-se.

Malgrat no disposem d'estadístiques dels pesos resulta evident que les destrals concentren la majoria de massa metàl·lica disponible i que els objectes d'adreç personal són sempre petits i lleugers. També apreciem una major inversió de treball en armes (punyals) i estris (destrals) que en guarniments (morfològicament molt senzills i aparentment poc elaborats). De tota manera, aquesta darrera qüestió es podrà abordar amb més rigor quan disposem d'una sèrie de anàlisis metal·logràfiques suficientment àmplia. Una altra dada que recolza el desplaçament del protagonisme del metall des del camp ornamental cap el camp funcional ve donada per la inexistència de peces d'orfebreria.

Els estudis analítics també demostren que un tret essencial de la composició dels primers bronzes és la diversitat, però voldriem ressaltar que en general es tendia cap a l'ús de peces de qualitat. Els bronzes molt pobres en estany són rars i en canvi predominen els

17.- Els estudis ceramològics fets per X. Clop coincideixen en aquesta visió (Pons/Palomo 2005). Ha observat la pervivència de tradicions tecnològiques i assenyala aspectes com les temperatures de cocció moderades (inferiors a 850°C). Conclou que entre els productors de ceràmica del bronze inicial encara no hi havia especialistes.

que en contenen força (sense superar l'índex del 13%, punt a partir del qual cal dominar les operacions tèrmiques per obtenir bons resultats en l'elaboració de peces per martelleig). En tot cas, reiterem la necessitat de fer estudis microestructurals per saber amb certesa quins procediments combinaven els nostres metal·lúrgistes prehistòrics i fer una valoració tecnològica de les produccions ajustada, ja que de moment aquesta es limita quasi exclusivament a les dades de composició. Pel que fa l'origen de les peces, resulta difícil de determinar objectivament, donat que tampoc disposem de cap estudi d'isòtops de plom i s'ha demostrat que relacionar directament les composicions dels objectes metàl·lics amb àrees de producció sense tenir en compte altres punts de comparació bàsics com els residus productius implica una estratègia d'investigació desafortunada. En el cas que ens ocupa, l'estudi global de composicions i la distribució geogràfica d'alguns tipus de peces com ara destrals i la comparació amb les troballes de motlles indiquen que podia existir una circulació paral·lela de peces locals i forànies, sense més precisions.

En resum, el bronze inicial a Catalunya segueix essent un període força desconegut, en el que la investigació progressa i fa evident que cal integrar els estudis tecnològics, econòmics i d'organització social. Globalment la metal·lúrgia del nord-est peninsular manifesta una personalitat pròpia respecte a les zones limítrofes ja que existeixen fortes afinitats tipològiques, tecnològiques (utiltatge, autoctonisme de les produccions, composicions no estandaritzades) i socials entre l'àrea catalana i la conca mitjana de l'Ebre (Rodríguez de la Esperanza 1996). Al mateix temps, la zona es diferencia del sud-est francès, tant pel que fa els tipus de destrals i agulles, els patrons de deposició i les composicions de les manufactures –locals i exògenes– en circulació (Vital 2004) (Gascó 2004). De tota manera, de moment i a l'igual que en altres regions peninsulars, establir a Catalunya una divisions temporals internes clares entre el calcolític i bronze mig a partir de les manifestacions de la metal·lúrgia no és gens fàcil i fins i tot, creiem que en els primers estadis resulta forçat. Caldrà, en conseqüència, conèixer millor els desenvolupaments a petita escala territorial per replantejar novament més endavant un estat de la qüestió general.

Per cloure aquest treball, només voldriem apuntar que la continuïtat de la recerca hauria de plantejar-se sota diverses estratègies. En primer lloc, resulta imprescindible comptar amb un registre arqueològic de qualitat, una millora que ja s'ha anat consolidant en els darrers anys. Disposar de conjunts metal·lúrgics ben contextualitzats i datats radiocarbònicament (amb un nombre de mostres àmpli en cada jaciment, per tal de seqüenciar-los) permetrà verificar la solidesa de les interpretacions actuals, no només des del punt de vista qualita-

tiu sinó també quantitatiu, gràcies a estimacions estadístiques del volum de metall en circulació i de la seva representativitat en el conjunt del mobiliari. Al mateix temps, fora convenient aplicar de manera extensiva diverses tècniques analítiques a fi de caracteritzar àmpliament els materials metàl·lics i els metal·lotectes locals. Amb aquesta base sòlida resultaria factible discriminar entre produccions autòctones i alòctones i reconstruir els fluxos de circulació de materials. Altres tipus d'aproximacions a banda dels estudis de composició, com ara estudis isotòpics, exàmens metal·logràfics, assajos de duresa, programes d'arqueologia experimental vinculats al procés productiu (tècniques, utiltatge etc...), traceologia etc..., constitueixen vies de treball encara poc desenvolupades que podrien contribuir al coneixement de la nostra prehistòria.

BIBLIOGRAFIA

- ALCALDE, G., MOLIST, M., MONTERO, I., PLANAGUMÀ, LL., SAÑA, M., TOLEDO, A. 1998, Producciones metalúrgicas en el nordeste de la Península Ibérica durante el III milenio cal. AC: el taller de la Bauma del Serrat del Pont (Tortellà – Girona), *Trabajos de Prehistoria* 55/1, Madrid, 81-100.
- BOURHIS, J.R., BRIARD, J., MATARÓ, M., PAUTREAU, P., TOLEDO, A. *et alii* 1996, Anàlisi d'objectes protohistòrics de coure i bronze del nord de Catalunya, *Cypsela* XI, 27-33.
- BOUSO, M., ESTEVE, X., FARRÉ, J., FELIU, J.M., MESTRES, J., PALOMO, A., SENABRE, M.R. 2004, Anàlisi comparatiu de dos assentaments del Bronze Inicial a la Depressió Prelitoral Catalana: Can Roqueta II (Sabadell, Vallès Occidental) i Mas d'en Boixos-1 (Pacs del Penedès, Alt Penedès), *Cypsela* 15, MAC-Girona, 73-101.
- CASTANY, J., GUERRERO, LL., FÀBREGAS, L. 2005-**en premsa**, L'hàbitat prehistòric de les Portes (Lladurs, Solsonès), *Tribuna d'Arqueologia*, Dpt. de Cultura - Generalitat de Catalunya, Barcelona.
- DELGADO, S., RISCH, R. (**en premsa**), Litic perspectives on metallurgy: an example from Copper and Bronze Ages southeast Iberia, in Longo, L. (ed.) *Prehistoric Technology*, B.A.R., Oxford.
- DELIBES, G., MONTERO, I. (coords.) 1999, *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica: II. Estudios Regionales*, Instituto Universitario Ortega y Gasset, Madrid.
- EQUIP MINFERRI 1997, Noves dades per a la caracterització dels assentaments a l'aire lliure durant la 1a meitat del II mil·lenni cal.BC: primers resultats de les excavacions en el jaciment de Minferri (Juneda, Les Garrigues), *Revista d'Arqueologia de Ponent* 7, Lleida, 161-211.

- FERNÁNDEZ-MIRANDA, M., MONTERO, I., ROVIRA, S. 1995, Los primeros objetos de bronce en el occidente de Europa, *Trabajos de Prehistoria* 52/1, 57-69.
- GASCÓ, J. 2004, Les composantes de l'Âge du Bronze, de la fin du Chalcolithique à l'Âge du Bronze Ancien en France méridionale, *Cypselà* 15, 39-72.
- JUNGHANS, S., SANGMEISTER, E., SCHRÖDER, M. 1968, *Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas*, S.A.M. II, Berlin.
- MALUQUER, J. 1972, *Proceso histórico-económico de la primitiva población peninsular*, Barcelona.
- MARTÍ-JUSMET, F. 1969-1970, Las hachas de bronce en Cataluña, *Ampurias* XXXI-XXXII, 105-151.
- MARTÍ-JUSMET, F. 1971-1972, Algunas observaciones sobre la alabarda de Gerona, *Ampurias* XXXIII-XXXIV, 289-292.
- MARTÍN-BUENO, M., LÓPEZ ARRONDO, C.L. 1989, "Protometalurgia y metalogénesis en la cuenca del Ebro". *Coloquio Internacional Asociado Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas I (Madrid 1985)*, Ministerio de Cultura, Madrid, 167-185.
- MARTÍN COLLIGA, A. 2003, Els grups del neolític final, calcolític i bronze antic. Els inicis de la metal·lúrgia, *Cota Zero* 18, Vic, 76-105.
- MARTÍN, A., MATA, J.M., GALLART, J., ROVIRA, M.C. 1999, El nordeste, in Delibes, G., Montero, I. (coords.) 1999, *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica: II. Estudios Regionales*, Instituto Universitario Ortega y Gasset, Madrid, 115-177.
- MARTÍN, A., MATA, J.M., GALLART, J., ROVIRA, M.C. 2005, Indices miniers et métallurgie ancienne dans la Catalogne sub-pyrénéenne, in Ambert, P., Vaquer, J. (eds.) *La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes, Actes du colloque international de Carcassonne (Carcassonne 30/9/2002)*, *Mémoires de la Société Préhistorique Française* 37, 211-216.
- MAYA, J.L., PETIT, M.A. 1995, L'edat del bronze a Catalunya. Problemàtica i perspectives de futur, a Cultures i medi de la Prehistòria a l'Edat Mitjana, 20 anys d'arqueologia pirinenca, Homenatge al Professor Jean Guilaine, X Col·loqui Internacional d'Arqueologia de Puigcerdà (Puigcerdà 1994), 327-342.
- MONTERO, I. 1998, Aprovechamiento de recursos minerales y comercialización de objetos metálicos: una perspectiva analítica, in Delibes, G. (coord.) *Minerales y metales en la prehistoria reciente. Algunos testimonios de su explotación y laboreo en la Península Ibérica*, *Studia Archaeologica*, 199-225.
- MONTERO, I., RUIZ TABOADA, A. 1996, Enterramiento colectivo y metalurgia en el yacimiento neolítico de Cerro Virtud (Cuevas de Almanzora, Almería), *Trabajos de Prehistoria* 53 /2, 55-75.
- OLIVA, M. 2004, Els ornaments personals de la primera meitat del segon mil·leni ANE del jaciment de Can Roqueta-II (Est), Sabadell, *Cypselà* 15, 229-249.
- PÉREZ ARRONDO, C., LÓPEZ DE CALLE, C. 1986, Aportaciones al estudio de las culturas eneolíticas en el Valle del Ebro, II, in *Los orígenes de la metalurgia*, Gobierno de la Rioja, Instituto de Estudios Riojanos, Logroño.
- PONS, E., PALOMO, A. (coords.) 2005, *El bronce inicial a Catalunya i zones limítrofes*, Museu d'Arqueologia de Catalunya – Girona, Girona, 21/5/2005.
- RODRÍGUEZ DE LA ESPERANZA, M.J. 1996, Metalurgia en la Edad del Bronce: el sur de la cuenca media del Ebro, *Trabajos de Prehistoria* 53 /2, 77-93.
- ROVIRA M.C. 1996-1998, Activitats metallúrgiques à l'extrême nord-est de la Péninsule Ibérique pendant l'Âge du bronze ancien-moyen. Le site de Minferri (Lleida), in Mordant, C., Pernot, M., Rychner, V. (éds.) *L'atelier du bronzier en Europe du XXè au VIIIè siècle avant notre ère*. Actes du colloque international Bronze'96, Neuchâtel-Dijon 1996, II, Paris, CTHS, 1998.
- ROVIRA, M.C. 2002, Can Roqueta II. Els materials de caire metàl·lic i metal·lúrgic, Barcelona, informe inèdit.
- ROVIRA LLORENS, S. 2000, Continuïsmo e innovació en la metalurgia ibèrica, *III Reunió sobre Economia en el Món Ibèric, Saguntum-PLAV Extra -3*, 209-221.
- ROVIRA LLORENS, S., MONTERO, I., CONSUEGRA, S. 1997, *Las primeras etapas metalúrgicas en la Península Ibérica. I. Análisis de materiales*, Instituto Universitario Ortega y Gasset, Madrid.
- ROUSSOT-LARROQUE, J. 1997, La Lède du Gurg et la métallurgie du Bronze moyen dans le Médoc, *Revue archéologique de Bordeaux* LXXXVIII, 33-56.
- SERRA VILARÓ, J. 1924, *De Metal·lúrgia Prehistòrica a Catalunya. Mina i fundició d'aram a Riner*, Museum Archaeologicum Diocesanum, Solsona.
- SIMÓN, J.L. 1998, *La metalúrgia prehistòrica valenciana*, S.I.P. Serie de Trabajos Varios 93, Valencia.
- VILASECA, S. 1957, Una explotación minera prehistórica. La Solana del Bepo, Uldemolins, *Actas del IV Congreso Nacional de Arqueología (Burgos, 1955)*, Zaragoza.
- VITAL, J. 2004, Du neolithique final au Bronze Moyen dans le Sud-est de la France: 2200 – 1450 AV. J.-C., *Cypselà* 15, 11-38.