

# Metal.lúrgia ibèrica: identificació i interpretació dels atuells de reducció i gresols arran de les troballes de l'Illa d'en Reixac (Ullastret, Baix Empordà)

M. Carme ROVIRA i HORTALÀ (\*)

## ABSTRACT

The reducing pots and the stoneware form part of the tools used in copper (and copper alloy) metallurgy for the production and recovery of metal. The findings at "l'Illa d'en Reixac" (Ullastret, Baix Empordà) contribute to the understanding of this technology during the Iberian Period and confirm the continuous practice in this site from the mid fifth Century to the fourth Century B.C. being a long lasting mediterranean tradition of prehistoric origin still in existence.

*Key words:* Metallurgy, Bronze, Reducing pots, Stonewares, L'Illa d'en Reixac, Iberian culture.

## 1. INTRODUCCIÓ

L'utilatge metal.lúrgic inclou una gran varietat d'objectes, però com que no existeix una única tecnologia, sinó tot un seguit de procediments i útils per a cadascun dels metalls i aliatges, cal diferenciar entre la metal.lúrgia *fèrrica* i la *no-fèrrica* i especificar quins elements hi participen respectivament. Al mateix temps, aquests darrers els podem classificar en tres grups segons la seva funcionalitat: el primer correspondria a les activitats primàries d'obtenció del metall, el segon seria l'emprat en la transformació de la matèria primera en objectes metàl·lics, i l'últim estaria dedicat a activitats complementàries com ara el manteniment i la reparació.

De tota manera, a Catalunya en coneixem molt pocs exemplars d'època ibèrica; estan relacionats amb la metal.lúrgia del coure i el bronze, i fets majoritàriament de ceràmica o pedra. Aquesta mena de suport resulta ser la causa de llur conservació, ja que es tracta de matèries poc valuoses i tot i que podien reaprofitarse (per exemple com a material constructiu) no calia modificar-ne la forma. En canvi, les eines metàl·liques utilitzades, tant en la manufactura com en la posterior manipulació de les peces, han desaparegut majoritàriament perquè el metall era un element apreciat, i un cop amortitzades es podien refundre convertint-les en nous objectes sense deixar evidències.

Durant l'estadi més antic de la metal.lúrgia, el metall nadiu es transformava en objectes mitjançant un tractament mecànic (colpejant-lo amb un altre instrument), acompanyat de vegades de tractament tèrmic (escalfament), però mantenint-lo sempre en estat sòlid. L'instint d'experimentació humana, unit al coneixement de la pirotecnologia varen derivar en una habilitat específica per als metalls, descobrint-ne totes les qualitats físico-químiques i aprofitant-ne la capacitat de canviar de forma i d'estat per obtenir productes.

El gresol aparegué així com a resposta a les necessitats del desenvolupament tècnic. Aquest terme sol utilitzar-se per definir genèricament els recipients on es realitza la fusió dels metalls líquids, a altes temperatures, en un ambient de combustió reductor. Es tracta, doncs, d'elements essencials en les activitats productives de la metal.lúrgia no-fèrrica. En funció de llur diferent significació, podem distingir entre els *atuells de reducció* quan es tracta dels instruments destinats a la reducció i transformació del mineral en metall, és a dir els aplicats en la metal.lúrgia extractiva, i els *gresols*, limitant-los als instruments on es refonia metall, manufacturat o en brut.

## 2. ATUELLS DE REDUCCIÓ I GRESOLS DE L'ILLA D'EN REIXAC

### 2.1. Atuells de reducció

Entre els diversos materials arqueològics de l'establiment de l'Illa d'en Reixac (Ullastret, Baix

(\*) Col·laboradora del Centre d'Investigacions Arqueològiques de Girona.

Empordà) han aparegut elements que intervenien en la producció i manipulació del coure i el bronze, donant testimoni dels diversos passos d'aquesta manufactura en època ibèrica (1). Es tracta de fragments ceràmics o trossos de terra cuita als quals aparentment es troba adherida per la cara interna una escòria de color fosc (vinós o negrós), aspecte vitrificat i porós, amb la superfície una mica més clara, textura llisa, i aspecte mat; quasi sempre conté petits glòbuls, taques o capes verdes, corresponents a compostos identificables amb la corrosió del coure i els seus aliatges.

El context d'aparició dins del jaciment és variat, així com la cronologia, ja que suposen una trentena de troballes inèdites de procedència heterogènia que es daten entre mitjan segle VI i final del IV a.C. Aproximadament una tercera part correspon al "sondeig meridional" (Zona 10) efectuat per M. Oliva els anys 70. Entre elles cal ressenyar un conjunt datat en el primer quart del segle V a.C., format per 12 fragments d'aquests recipients ceràmics, escòries, nòduls de metall en brut i rebuigs de fosa. A la cala A1 (Martín & Sanmartí, 1978) aparegué un altre fragment i la resta s'ha trobat en el nivell superficial i a diversos estrats de les zones 4, 5, 7, 10 i 11, és a dir en gran part de l'àrea excavada de 1987 a 1991 (López et al., 1989, en premsa).

Determinar amb certesa llur tipologia presenta dificultats ja que es tracta sempre de fragments informes en un deficient estat de conservació; malgrat tot és apreciable que pertanyen a recipients fets a mà, amb argila no gaire depurada que hauria estat cuita en ambient oxidant o reductor.

Se n'ha efectuat un mostreig amb l'objectiu de conèixer la natura exacta de la matèria, el comportament tèrmic i la dels components metàl·lics que es trobaven adherits a la banda interna de les peces. Les proves ceramològiques mitjançant anàlisi per difracció de raigs X i microscòpia òptica han estat realitzades pels Drs. M. T. García, M. T. Pradell i M. Vendrell al departament de Cristal·lografia, Mineralogia i Dipòsits Minerals de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona. En el cas de les arqueometal·lúrgiques el Dr. S. Rovira Llorens ha emprat espectroscòpia (fluorescència de raigs X) a la seu de l'I.C.R.B.C. de Madrid. Agraïm a tots ells la seva col·laboració.

#### *Caracterització ceramològica i arqueometal·lúrgica*

L'observació de seccions polides transversals de diverses mostres mitjançant microscòpia òptica ha confirmat que aquests fragments manifesten una composició ceràmica amb una bona quantitat de desgreixant (especialment quars i miques) en posició paral·lela a la superfície com a conseqüència del modelatge portat a terme per l'artesà, i que el gruix del tall sol dividir en tres nivells:

- *zona exterior*: prima i de color vermell o gris.
- *zona intermitja*: el gruix oscil·la entre 5 i 10 mm i el seu color és negre o gris fosc

- *zona interior*: color fosc (quasi negre), presenta signes de fusió (aspecte vitri i bombolles); engloba glòbuls metàl·lics.

La difracció ha revelat la presència de diversos components: a les capes intermitja i interna, algunes partícules vermelles d'aspecte lluent, que evidencien un espectre amb una bona quantitat de fase vítria, quars i un espinell, probablement ferromagnèsic. Segons els analistes, corresponen a productes de reacció (en algunes mostres es troben en totes les capes), produïts per les altes temperatures que varen provocar una zona de fusió local. L'estudi de la composició mineralògica ha revelat que el quars present seria una resta del material original junt amb la calcita i les argiles (illita i potser caolinita) i que la resta de fases són de neoformació, és a dir, es varen produir en el moment de contacte entre el metall i la ceràmica. Químicament és possible determinar que quan el fet tingué lloc, el metall es trobava com a mínim al voltant de 1000°C ja que la ceràmica es va fondre donant

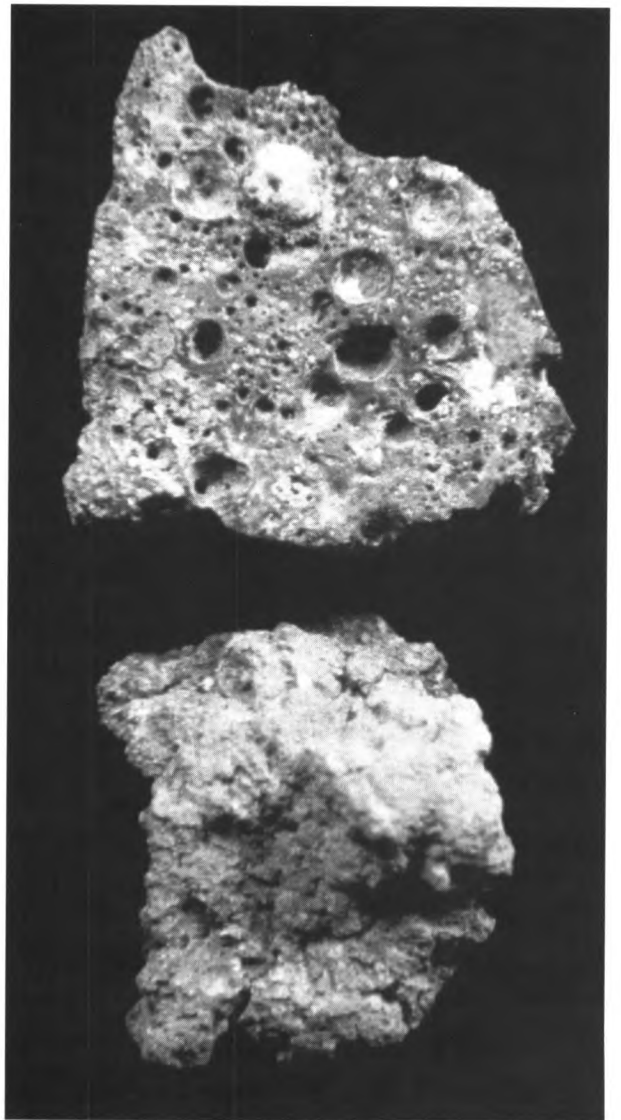


Fig. 1.- Aspecte intern i extern de fragments d'atuell de reducció de l'Illa d'en Reixac. La cara externa conserva la matèria ceràmica quasi inalterada, mentre que la interna està escorificada i engloba petites restes metàl·liques (clixé C.I.A.G.).

(1) Aquesta recerca forma part de la nostra tesi de llicenciatura (Rovira, 1991) que ha estat co-dirigida pels Drs. M.A. del Rincón (Universitat de Barcelona) i E. Junyent (Universitat de Lleida).

lloc a matèria vítria i perquè també apareix un altre element significatiu, l'herzinita, un espinell que es forma per damunt de 900°C en ambient reductor.

En conclusió, l'observació microscòpica i les anàlisis mineralògiques indiquen que els materials estudiats formaven part de recipients, que haurien contingut metall en estat líquid, és a dir incandescent, cosa que hauria produït una degradació de la ceràmica, molt més intensa en la zona de contacte directe –arribant a l'estat de fusió– que en les zones més allunyades, gradualment menys afectades per l'escalfor (figs. 1-3).

La caracterització del metall causant de la reacció descrita ha estat possible gràcies a la espectrometria per fluorescència de raigs X, que ha revelat dades qualitatives i quantitatives d'algunes mostres (valors expressats en % del pes; d=element detectat; nd=element no detectat):

*IR-73/74-Q.1-E.III*

Fe=2.69%; Cu=44.74%; Sn=48.35%; Pb=4.13%; Ni=nd; Zn=nd; As=nd; Ag=nd; Sb=nd; Au=nd, Bi=nd.

*IR-73/74-Q.1-E.V*

Fe=10.14%; Cu=32.83%; Sn=56.28%; Sb=0.07%; Pb=0.67%; Ni=nd; Zn=nd; As=nd; Ag=nd; Au=nd, Bi=nd.

*IR-89-4051-3*

Fe=6.78%; Cu=89.3%; Ag=0.04%; Sn=3.57%; Sb=0.22%; Pb=0.06%; Ni=nd; Zn=nd; As=nd; Au=nd; Bi=nd.

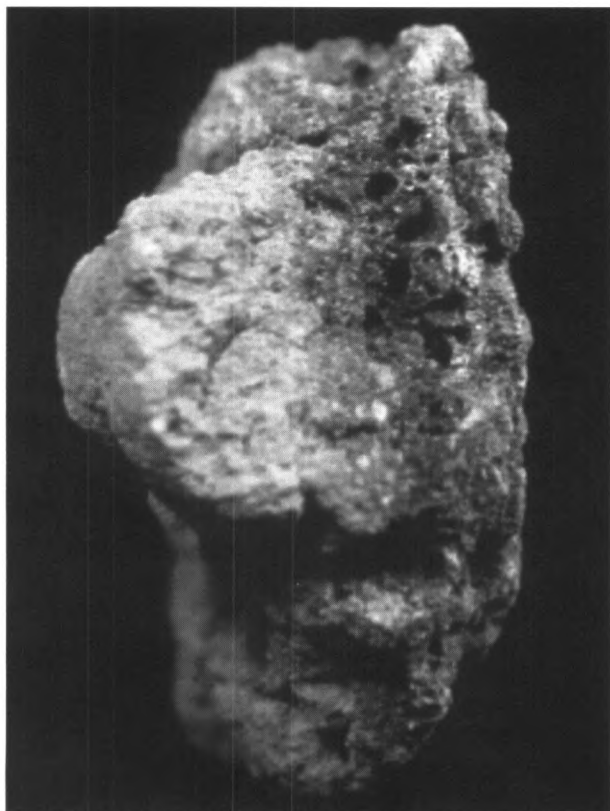


Fig. 2.– Perfil d'un fragment d'atuell de reducció de l'Illa d'en Reixac. La secció mostra la paulatina transformació de la ceràmica i algunes restes metàl·liques (clixé C.I.A.G.).

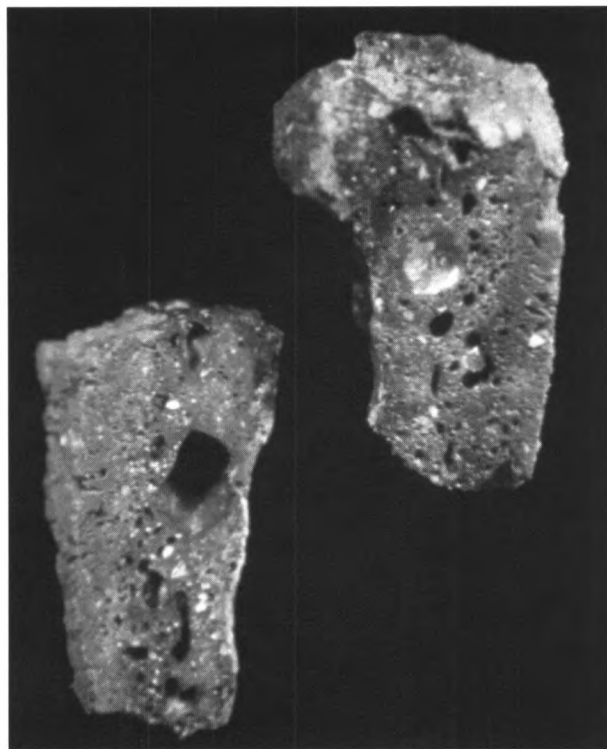


Fig. 3.– Fragments d'atuells de reducció de l'Illa d'en Reixac. A la secció és possible observar les conseqüències dels efectes tèrmics i algunes restes metàl·liques (clixé C.I.A.G.).

*IR-89-5132-3*

Fe=3.86%; Ni=0.18%; Cu=45.07%; Sn=46.38%; Pb=4.14%; Sb=nd; Zn=nd; As=nd; Ag=nd, Sb=nd; Au=nd. Bi=nd.

*IR-87-7029*

Fe=9.42%; Ni=0.13%; Cu=24.84%; Sn=61.62%; Pb=3.83%; Sb=0.15%; Zn=nd; As=nd; Ag=nd, Au=nd; Bi=nd.

*IR-89-7123-4*

Fe=d; Sn=d; Ni=nd; Cu=nd; Pb=nd; Sb=nd; Zn=nd; As=nd; Ag=nd, Au=nd; Bi=nd.

Es tracta de bronze ja que els elements clarament majoritaris són el coure i l'estany. Com a elements minoritaris esporàdics cal citar el ferro, el níquel, l'antimoni i l'argent, procedents de la ganga del mineral utilitzat i per tant incontrolats per l'artesà. El plom tampoc s'incorporava de manera conscient ja que tenint en compte els seus valors i la comparació amb els d'altres restes de fosa associades, es pot interpretar com una nova impuresa natural i no com addició voluntària per millorar les condicions de l'aliatge, el qual s'hauria pogut fer a partir de coure i estany en estat mineral o de coure metàl·lic i estany mineral.

*Funcionament dels atuells de reducció*

Tal com va poder demostrar Coghlan, reduir mineral de coure en una llar en ambient oxidant és inviable, però el problema se soluciona, cobrint el gresol, i convertint-lo per tant en una petita cambra o forn.

Així s'aconsegueixen petits nòduls metàl·lics entremig de l'escòria. Posteriorment Tylecote (1987, p. 107) comprovà que el procediment és possible sempre que es processin minerals amb poca ganga; dades confirmades per les experimentacions de Bohne amb la reducció de calcopirita i de Friede i Steel amb malaquita (Tylecote & Merkel, 1985, pp. 3-8). La temperatura requerida (1084°C) no s'allunya gaire de la necessària en la producció de la ceràmica i per tant no presenta gaires problemes per a un grup humà que ja hagi assolit aquest estadi de desenvolupament.

La primera fosa dels minerals (sense aconseguir-los reduir totalment) es féu, doncs, dins d'atuells que havien de ser destruïts al final de l'operació per extreure'n una massa sòlida adherida a les parets, composta per escòria, mena parcialment transformada, restes de combustible i metall. Calia triturar-la i triar els elements aprofitables, cosa que explicaria l'estat en què es troben els materials ceràmics d'aquesta mena a l'Illa d'en Reixac. La tècnica ja es documenta al Pròxim Orient des del tercer mil·lenni, a l'eneolític balcànic es relaciona amb la reducció d'òxids de coure (malaquita i atzurita) (Jovanovic, 1985), a l'Egeu durant l'edat del bronze (concretament a Kythnos i Enkomi) està en connexió amb l'elaboració de coure i estany (Gale et al., 1980, p. 86), i amb pocs canvis fins a època romana assoleix una gran difusió, ja que per obtenir el producte resultava econòmicament més rendible destruir una petita cambra ceràmica que tot un forn.

En el cas de la península Ibèrica, un dels paral·lelismes més antics amb aquestes restes podria establir-se amb les d'Almizaraque (Almeria) on des de mitjan tercer mil·lenni fins a principis del segon es portaren a terme activitats mineres i metal·lúrgiques. En totes les fases culturals del jaciment s'han recollit fragments de ceràmica (vasos de gran capacitat, amb parets gruixudes i desgredant gros) amb adherències de minerals de coure parcialment reduït. S'omplia l'interior de les peces amb capes alternades de mineral esmicolat i carbó; després es col·locaven dins de l'estructura fornàcia un cop caldejada, completant a continuació la càrrega del combustible per procedir a la reducció (Delibes et al., 1989, pp. 82 i 85). Aquests materials serien similars a altres de Chinflón (Huelva) (Rothemberg & Blanco, 1980, p. 52) i Cerro del Peñón (Màlaga) (Keesman & Niemeyer, 1989, pp. 101-106).

## 2.2. Gresols

En l'antiga manufactura d'objectes de coure i bronze era necessari refondre dins d'un gresol els nòduls metàl·lics en brut, obtinguts en la primera fase productiva descrita anteriorment, per tal d'obtenir llingots o objectes acabats; això es traduïa en un refinat de la matèria i, per tant, en importants canvis quantitius i qualitius, en produir-se una reducció dràstica en el contingut dels components més volàtils i escorificables. Diverses reproduccions experimentals basades en documentació arqueològica i etnogràfica han demostrat que l'èxit en l'amalgama de les partícules metàl·liques depèn directament de l'aireació de l'àmbit on es porti a terme, ja que augmentant la temperatura i, per

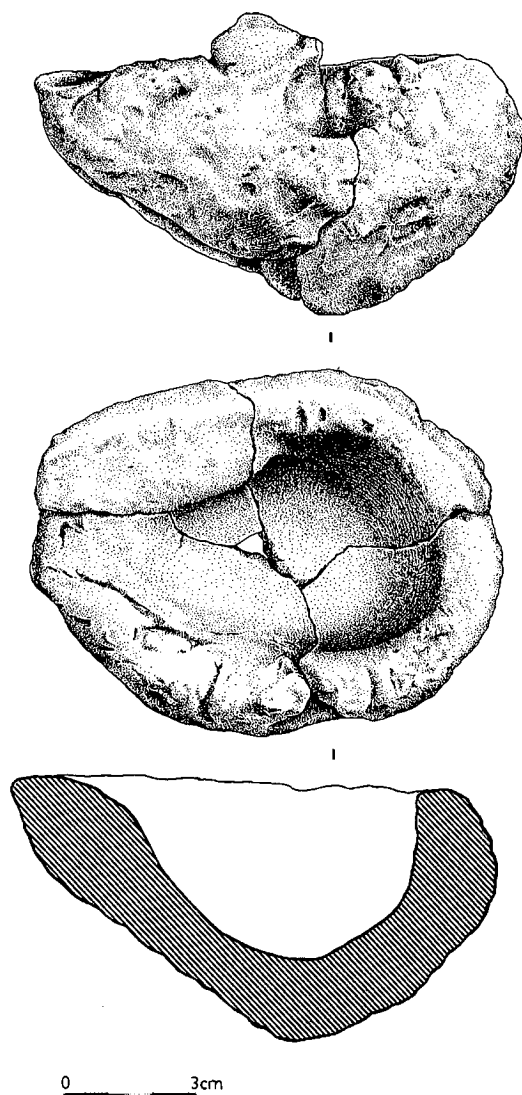


Fig. 4.— Gresol de refosa procedent de l'Illa d'en Reixac (dibuix J. Ariza).

tant el grau de la reducció, es produeix la liquació de l'escòria i la subsegüent separació del metall, que queda dipositat al fons del recipient (Tylecote & Merkel, 1980).

Però els gresols no servien només per aconseguir nou metall sinó que quan també es volia aprofitar la matèria primera de peces inutilitzades, s'hi refonia. A l'Illa ha aparegut un d'aquests atuells (fig. 4) durant els treballs del sector immediat al parament intern de la muralla que tanca el jaciment pel vessant meridional, concretament en un nivell datat a la primera meitat del segle IV a.C., molt ric en carbons i restes de metall destinades a la recuperació, i també desferres produïdes per aquesta activitat. Es tracta d'una peça ceràmica realitzada a mà, de perfil semiesfèric (descriu una suau carena) i lleugerament ovalat; no és gaire alta (6 cm), la boca amida 11 x 8 cm de diàmetre i disposa d'un ample vessador. Les restes derivades del seu ús, com deformacions, adherències metàl·liques, i taques negres de l'exterior contribueixen a donar-li un aspecte groller, però la superfície interna està pràcticament inalterada.

La seva forma i dimensions permeten establir pa-

ral.les amb peces molt antigues com les de jaciments del segle mil.leni a.C. de la Mediterrània Oriental (Tylecote, 1976, p. 9). A grans trets tampoc s'allunya gaire de la resta de les troballes prehistòriques de la península Ibèrica: atuells ceràmics fets a mà de pasta vermellosa o grisa, amb formes senzilles de tendència semiesfèrica i vessador. A l'assaig de classificació tipològica de Rauret es presenten com a més antics els de base còncava, parets paral.leles, no gaire altes, i que sovint tenen el llavi exvasat per dipositar el metall als motlles. Seria el cas dels exemplars de l'edat del bronze d'Escornalbou i Ulldemolins (Serra Vilaró, 1935, pp. 47-48; Rauret, 1976, p. 65), cosa que ens permet hipotetitzar que en l'àmbit català podria haver-se produït una evolució des de les formes semiesfèriques cap a les lleugerament ovalades i amb vessador més desenvolupat, aspecte que només es podrà contrastar quan disposem de més dades.

Tylecote, en realitzar el primer intent de sistematització general dels gresols, reconegué que el seu disseny estava determinat tant per la problemàtica del vessament del metall com pel nivell tecnològic ceràmic de cada cultura i establí que abans de l'edat del ferro s'utilitzaven bàsicament recipients semiesfèrics (de fons pla o còncav), amb un diàmetre entre 12 i 15 cm, que excepcionalment presentaven peu i solien tenir elements de premsió (o forats per manipular-los mitjançant mànecs de fusta o argila); els barquiformes serien típics del període hallstàtic (a excepció de les Illes Britàniques) i en època romana es diversificarien les formes (Tylecote, 1962, pp. 135; 1976, pp. 19-21; 1987, pp. 183-189).

Un cop observats els seus reculls (peces de contextos extremadament variats geogràficament i temporalment) i analitzant també la taula de formes de Gowland publicada per Coghlan (1975) i la classificació més recent de Mohen (1990, p. 121) es constata la dificultat d'establir una evolució morfològica unilineal; el desenvolupament sembla particular a cada zona i probablement adaptat a les necessitats tècniques de cada metall o aliatge. De tota manera, a partir de les característiques essencials podem arribar a diferenciar els següents tipus bàsics:

- FORMES OBERTES: – semi-esfèriques  
 – tronco-còniques  
 – barquiformes/plats
- FORMES TANCADES: – piriformes  
 – amb tapadora

Les variants rauen en la forma de la boca (rodona o triangular), base (plana, còncava o convexa, peus...), vessador (llavi o broc), configurant un ampli ventall de productes finals, però podem considerar que abans d'època romana el tipus majoritari és de secció hemiesfèrica, mida petita i més alt que ample, amb el fons arrodonit o punxegut, sense que això descarti altres possibilitats d'ús molt restringit.

#### *Funcionament dels gresols*

A partir de les característiques morfològiques de la peça de l'Illa podem deduir com s'utilitzava aquesta mena d'instruments. Les vitrificacions que presenta exteriorment es deuen a la interacció entre les cendres

del combustible emprat per escalfar-lo i la seva paret ceràmica. Es manifesten especialment en la part superior i molt concretament a la vora i el llavi, coincidint amb l'engruiximent d'aquestes zones i traces de carbó, mentre que la superfície exterior del fons té una coloració vermella sense alteracions. Aquests trets estan directament relacionats amb la diferent intensitat de temperatura patida. Les experimentacions d'Andrieux (1988, p. 80), recolzant anteriors opinions de Gowland (Coghlan, 1975, pp. 71-74) han demostrat que a 1083°C (temperatura teòrica de la fusió del coure), aquest esdevé una massa pastosa, i que la veritable liquació s'aconsegueix entre 1200°C i 1300°C; tanmateix la del bronze se situa al voltant dels 1000°C depenent de les proporcions dels elements que intervinguin en l'aliatge. Per aquest motiu quan les parets de l'atuell ceràmic són massa primes i poc resistents per assolir aquestes temperatures, com en el nostre cas, no es podia procedir a l'aplicació concentrada del foc a la seva part inferior, sinó que calia introduir-lo en una cavitat (a terra o dins del forn) per tal de protegir-lo, es cobria amb carbó i s'escalfava per sobre fins a aconseguir la fusió del metall.

#### *L'àmbit ibèric català*

La troballa del gresol de l'Illa d'en Reixac ens planteja la necessitat d'estudiar-lo dins del seu context cultural i analitzar les possibles similituds i diferències amb altres peces contemporànies. Això posa de relleu que llur coneixement en l'àmbit ibèric català és molt limitat i que tradicionalment ha estat associat a instruments de caire lític, aspecte que des del punt de vista arqueometal·lúrgic és excepcional i en justifica una revisió.

La primera menció genèrica als gresols de pedra es deu a Bosch Gimpera (1915-1920, p. 594) en al·lusió a dues troballes del poblat del Puig Castellar; més tard Riuró (Pericot et al., 1952, p. 100 i lám. XVI) donà aquesta identitat a una peça sorrenca de Sant Julià de Ramis en forma de cassola còncava, base plana i vora plana amb dos elements de premsió col·locats simètricament i un ample vessador entre ells (fig. 5). Oliva (1969) aplicà novament el terme en recollir els diversos exemplars apareguts al Puig de Sant Andreu



Fig. 5.– Morter de sorrenca de Sant Julià de Ramis. Observi's l'estat de conservació, sense evidències del suposat ús metal·lúrgic (clixé C.I.A.G.).

(Ullastret), tallats en sorrenca fina de color groc de la pedrera dels Clots de Sant Julià (Peratallada-Canapost), o en calcària amb factura un xic més grollera, i també diverses peces inacabades (en diversos estadis del procés de realització) que procedien de diversos sectors (Muralla Sud-est, Camp Alt Sagrera, Camp Triangular, Muralla Frigoleta...) però en tots els casos de nivells datats entre els segles IV i III a.C.

Aquestes darreres peces, i la de Sant Julià de Ramis foren les úniques ibèriques de la zona catalana publicades per Rauret (1976, pp. 65-66) en una monografia sobre la metal·lúrgia del bronze a l'edat del ferro, quedant clarament diferenciades de la resta de la península tant per la forma, com per no estar realitzades en ceràmica, cosa que suposava alhora un trencament absolut amb els precedents locals de l'edat del bronze, coneguts a Escornalbou i Ulldemolins (Serra Vilaró, 1935, pp. 47-48).

El conjunt del Puig de Sant Andreu (19 peces) junt amb els exemples de l'Illa d'en Reixac (1 ex.) i del Puig Castellet-Lloret (1 ex.) foren estudiats posteriorment per Genís (1985, p. 116), establint paral·lels amb els ja citats, el de Mas Boscà (Badalona) (Junyent & Baldellou, 1972, pp. 65-67), i el de Cayla de Maihac, i elaborant-ne l'única classificació tipològica feta fins ara. Dels també denominats gresols, de la Creueta (Quart) i Llagostera, en disposem de poca informació ja que es tracta de breus referències sense descripció (Pujol, 1989, pp. 90 i 113), i en no haver aconseguit més dades no podem establir o descartar llur inclusió dins del grup lític.

A l'Illa, dues peces incompletes corresponen a aquest tipus de troballes: U10.889 i IR-90-Z.11. Es tracta de fragments de vora i en el segon cas (fig. 6) es conserva també el vessador; presenten un gruix res-



Fig. 6.- Morter de sorrenca de l'Illa d'en Reixac. Observi's la manca d'evidències del suposat ús metal·lúrgic (clixé C.I.A.G.).

pectiu de 2 cm i 2,5 cm, un diàmetre estimat de 34 cm i 30 cm i una alçada de 7,5 i 5,5 cm. Tots dos són de pedra sedimentària sorrenca, que per les seves característiques podria procedir dels Clots de Sant Julià. Ambdós foren polits acuradament, i en cap d'ells no és possible apreciar cap senyal de combustió ni restes de metall. Pel que fa a llur localització i cronologia, el primer correspon a la campanya efectuada el 1965 sota la direcció de M. Oliva (1976, p. 744), concretament al departament I, E. III, de la trinxera oberta a l'extrem nord-est del turó (actual zona 2). Els diversos materials apareguts en aquest estrat permeten atribuir-li una cronologia entre el segle IV i principis del segle III a.C. L'altre és una troballa recent, concretament de 1990, efectuada en realitzar la neteja dels murs superficials de les habitacions de la zona 11, a la banda sud del jaciment. Aquesta localització només permet precisar que la peça, un cop inutilitzada per a la seva funció original, fou reaprofitada com a material constructiu en l'última fase urbanística d'aquest sector, és a dir aproximadament entre els anys 325 i 200 a.C., i per tant és difícil precisar amb exactitud el període d'activitat prèvia.

En general el context de les peces, enquadrales en una cronologia avançada dins de l'àmbit de la cultura ibèrica, és poc explícit, però fonamentalment corresponen a àmbits d'habitació; en el cas del poblat de Puig Castellet l'únic on s'ha realitzat una anàlisi microespacial, no es distingia cap diferència amb la distribució de les altres troballes lítiques domèstiques (Genís, 1985, p. 121). Igualment al davant de la impossibilitat d'individualitzar àrees de treball de caràcter metal·lúrgic en connexió clara amb elles, cosa pel contrari freqüent en el cas de les troballes ceràmiques d'altres indrets (Corral, 1986), mantenim els nostres dubtes sobre la interpretació adoptada fins ara, incrementats pel fet que en llur descripció, no exhibeixen detalls com ara possibles restes de combustió o escorificacions. En el cas de les procedents de nivells amb restes de fosa i escòria (Pericot et al., 1952, p. 100 i làm. XVI; Bosch Gimpera, 1915-1920, p. 594) no considerem que hi quedi demostrada una relació inequívoca; a l'igual del cas del Puig de Sant Andreu reafirmem l'escepticisme de Rauret (1976, p. 66) envers l'associació entre gresols i motlles. Tots aquests elements significatius induïrien, doncs, a rebutjar la identificació habitual d'aquests instruments lítics com a gresols.

Per altra banda, diverses cites d'Oliva (1969) respecte la troballa de terrisses realitzades a torn amb la mateixa tipologia que els anteriors, a Ullastret (en nivells dels segles IV i III a.C.), permetien considerar també aquesta possibilitat. Però durant l'examen dels fons del magatzem del Museu ha estat impossible reconèixer en cap de les referències atuellers ceràmics o fragments que evidenciessin relacions amb l'activitat metal·lúrgica; en canvi presentaven trets comuns amb els morters, cosa que ens fa pensar que Oliva els deuria anomenar genèricament gresols per la seva similitud tipològica amb els lítics, però sense altre fonament.

L'estudi morfològic dels atuellers lítics revela greus inconvenients en relació amb una hipotètica utilització metal·lúrgica: tanmateix l'homogeneïtat tipològica, el

diàmetre de la boca pot oscilar entre 10 i 40 cm i la majoria supera els 20 cm; si bé teòricament una boca ampla afavoreix l'expulsió dels gasos, la retirada de les impureses que suren a la superfície i permet un millor refinat del metall en estat líquid, implica alhora que l'artesà antic s'enfrontés a greus problemes tècnics derivats de la gran quantitat de matèria en contacte directe amb l'aire, que per tant es refredaria molt ràpidament i se solidificaria, perjudicant la tasca posterior de vessat en els motlles i en última instància el resultat de la colada. En els aliatges com el bronze, el refredament també provocaria la separació dels components i l'acumulació dels més pesats en els nivells inferiors, mentre que els més lleugers quedarien a la part superior. Això es traduiria en una producció deficient, atesa l'heterogeneïtat en la distribució interna.

La morfologia plantejaria més dificultats en la manipulació: al propi pes dels "gresols" s'afegiria el del metall (la densitat del coure és de  $8.9 \text{ gr/cm}^3$  i la de l'estany del  $7.2 \text{ gr/cm}^3$ ) essent en conjunt molt considerable. Si tenim present la perillositat intrínseca de la manipulació d'una matèria incandescent i pensem que els elements de pressió només amiden aproximadament  $2 \times 3 \text{ cm}$  i que es troben aplicats a la vora, és fàcil comprendre que l'extracció de l'atuell del forn, el seu trasllat fins als motlles i el vessat del metall a l'interior serien extremadament dificultosos. Alhora, la base plana de les peces impediria que es poguessin fer bascular sobre si mateixes per omplir-los, i l'amplada del vessador en relació amb la seva limitada altura tampoc afavoriria la tasca ja que es desbordaria fàcilment.

Paral·lelament, les escasses i molt lleus marques de combustió que presenten, sempre per la part exterior, i no a l'àrea que hauria d'acollir el metall (inalterada), semblen il·lògiques i contrasten amb l'aparença dels motlles coneguts en el mateix àmbit; són igualment de gres però on les taques de color negre i les rugositats de la superfície posen de manifest amb claredat quines zones varen entrar en contacte amb la massa incandescent i en varen resultar afectades (fig. 7). Aquesta contradicció es veu reafirmada per l'apreciació que l'acabat dels "gresols" és especialment acurat al llavi, vessador i nanses, fins a arribar a fer-los lluents (Genís, 1984, p. 154; 1985, p. 116), zones que precisament haurien d'estar molt degradades.

La pedra sorrenca disposa d'una limitada resistència a les altes temperatures: en el cas dels motlles era possible utilitzar-la havent-la escalfat prèviament per acollir i donar forma a petites quantitats de metall mentre es refredaven; en el dels "gresols", es dubtós que pogués suportar el xoc tèrmic a causa del gran volum de contingut, i per tant d'energia calorífica concentrada. Alguns components d'aquesta pedra experimenten un canvi de fase per damunt dels  $573^\circ\text{C}$  amb una brusca dilatació que ocasiona fractures amb facilitat (comunicació oral del Dr. M. Vendrell), per tant no sembla el material més adient per suportar més de  $1000^\circ\text{C}$  tal com succeeix en la metal·lúrgia del coure i els seus aliatges. Les experimentacions de Genís (1984, p. 150) ens ratificarien en aquesta opinió, ja que varen constatar que les pedres poroses s'afecten una mica amb aigua a  $100^\circ\text{C}$ , fent-se més fràgils i propenses a fracturar-se o a desprendre resquills si es dei-



Fig. 7.- Motlle de sorrenca de l'Illa d'en Reixac amb signes clars d'haver estat utilitzat en la producció de barnilles metàl·liques (clixé C.I.A.G.).

xen a remull en aigua a  $100^\circ\text{C}$  durant 3 minuts; per tant, mantenir-se durant força temps a temperatures més de deu vegades superiors ens sembla molt improbable. És, doncs, gràcies a la major capacitat refractària de la ceràmica que la pràctica totalitat de gresols coneguts en qualsevol context històric està feta d'aquest material.

### 3. CONCLUSIONS

La varietat de formes i l'heterogeneïtat de criteris a l'hora de sistematitzar els gresols antics han provocat l'elaboració de classificacions generals, en les quals només podem constatar la diversitat morfològica, efectuar algunes associacions puntuals entre certs tipus i àmbits culturals i extreure conclusions de caire genèric. De tota manera és interessant que els estudis sobre l'utilitatge, i en sentit més ampli sobre la metal·lúrgia antiga, no es limitin a qüestions tipològiques i incideixin també en els aspectes lligats a la caracterització i l'ús de les peces, ja que són temes que no es poden deslligar i en els quals la col·laboració entre diverses disciplines permet aprofundir substancialment. Així la recerca arqueometal·lúrgica efectuada a l'Illa d'en Reixac (Ullastret) ha permès identificar les manifestacions pròpies de les activitats primàries d'obtenció del metall gràcies a la troballa de fragments d'atells de reducció, i les de la posterior refosa efectuada en gresols per refinar-lo i manufacturar objectes o per amortitzar-los; aquests instruments actuen, doncs, de manera complementària i mostren el

grau d'especialització tècnica d'aquesta comunitat. Al mateix temps, permeten plantejar altres qüestions com la determinació de les fonts de proveïment i les seves implicacions socio-econòmiques.

Els recipients utilitzats com a cambres de reducció es coneixen en un ample context geogràfic mediterrani des del moment del descobriment de l'obtenció del coure i els seus aliatges fins a l'edat del ferro i es relacionen amb una tecnologia força primitiva, utilitzada a l'Illa entre mitjan segle VI a.C. i final del segle IV a.C., que no actua amb paràmetres regulars ni representa un aprofitament òptim dels recursos. Les anàlisis especialitzades de caracterització dels materials no han pogut distingir diferències ressenyables des del punt de vista sincrònic ni diacrònic, mentre que l'estudi de llur distribució temporal i espacial tampoc revela acumulacions significatives (alhora es troba molt condicionat pel desigual grau d'intervenció arqueològica respecte a les diverses zones del jaciment que ha actuat amb més intensitat en els nivells corresponents al segle IV a.C., aportant un nombre superior de troballes corresponents a aquest moment) encara que sovint estan acompanyades d'altres restes complementàries de la metal·lúrgia (escòries, metall en brut, nòduls i rebuigs de fosa, etc.). No es pot afirmar però, que existeixi una centralització de les activitats en cap àmbit

determinat, ni analitzar llur significació quantitativa, encara que esperem que la continuïtat en la recerca permeti completar aquests aspectes en el futur.

En el cas del gresol, aparegut en un nivell datat entre els anys 400 i 350 a.C., en estar acompanyat d'un considerable nombre d'objectes de bronze inutilitzats i restes d'escòries, permet pensar que es tracta d'un conjunt dedicat a la refosa, d'algun petit taller artesà. Morfològicament es tracta d'una peça amb paral·lels ben antics i que alhora es diferencia dels precedents de l'edat del bronze coneguts a Catalunya. Paral·lelament, la suposada utilització de gresols lítics en l'àmbit ibèric català dels segles IV i III a.C. queda descartada; les característiques de llur material i morfologia es contraposen amb les necessitats tècniques metal·lúrgiques i el context arqueològic no aporta cap element significatiu per relacionar-les ja que no s'han trobat mai en estreta connexió amb estructures de combustió, productes o utilitatge propis de l'activitat. Tots els indicis semblen indicar, doncs, que la seva funció no anava lligada amb la fusió de coure i aliatges, tractant-se probablement de morters on es podien triturar diverses substàncies amb l'ajut de picadors (les característiques de resistència i estabilitat semblen afavorir-ho) ja fos en la preparació de productes d'alimentació o de matèries amb un altre ús.



## BIBLIOGRAFIA

- ANDRIEUX PH. (1988) Couler le bronze comme il y a 4000 ans, *Dossiers de l'Archéologie*, 46, pp. 72-77.
- BOSCH GIMPERA P. (1915-1920) La cultura ibèrica. (El donatiu de Puig Castellar per D. Ferran de Sagarra), *Annals de l'Institut d'Estudis Catalans*, Barcelona, pp. 593-598.
- COGHLAN H.H. (1975) *Notes on the Prehistoric metallurgy of copper and bronze in the Old World*, Occasional Papers on Technology, 4, Pitt Rivers Museum/University of Oxford, Penniman & Blackwood, Oxford (1ª ed 1951).
- CORRAL M. (1986) Actividades comunitarias y privadas durante las edades del metal. Un ejemplo: la metalurgia, *Arqueología Espacial*, 8, Teruel, pp. 219-233.
- DELIBES G., FERNÁNDEZ MIRANDA M., FERNÁNDEZ-POSSE M.D., MARTÍN C., ROVIRA LLORENS S., SANZ M. (1989) Almizaraque (Almería): minería y metalurgia calcólíticas en el sureste de la Península Ibérica, *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, Madrid 1985, I.C.R.B.C./Ministerio de Cultura, Madrid, pp. 81-95.
- GALE N.H., PAPASTMATAKI A., STOS-GALE Z.A. & LEONIS K. (1985) Copper sources and copper metallurgy in the Aegean Bronze Age, *Furnaces and smelting technology in Antiquity*, (P.T. Craddock, & M.J. Hughes, eds.), British Museum Research Laboratory, Occasional Paper, 48, London, pp. 81-101.
- GENÍS M.T. (1984) Estudio técnico de los objetos líticos en el mundo ibérico basado en los poblados de Puig de Sant Andreu (Ullastret) y Puig Castellet (Lloret de Mar), Provincia de Gerona, *Primeras Jornadas de Metodología de Investigación Prehistórica*, Soria, 1981, Ministerio de Cultura, Madrid, pp. 147-156.
- GENÍS M.T. (1985) Els objectes lítics ibèrics d'Ullastret i Puig Castellet, *Cypselà* V, Girona, pp. 107-123.
- JOVANOVIĆ B. (1985) Smelting of copper in the Eneolithic period of the Balkans, *Furnaces and smelting technology in Antiquity*, (P.T. Craddock & M.J. Hughes, eds.), British Museum Research Laboratory, Occasional Paper, 48, London, pp. 117-121.
- JUNYENT E. & BALDELLOU V. (1972) *Una vivienda ibèrica de Mas Boscà*, Universidad de Barcelona, Instituto de Arqueología y Prehistoria, Publicaciones Eventuales, 21, Barcelona.
- KEESMANN I. & NIEMEYER H.G. (1989) Un centro primitivo de la elaboración de hierro en la factoría fenicia de Toscanos, *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, Madrid 1985, I.C.R.B.C./Ministerio de Cultura, Madrid, pp. 99-108.
- LÓPEZ J.B., LLORENS J.M., MARTÍN M.A., MATARÓ M. & TOLEDO A. (1989) L'Illa d'en Reixac (Ullastret). Resultats provisionals de les campanyes d'excavació 1987-1988, *Tribuna d'Arqueologia*, 1988-1989, Generalitat de Catalunya, Barcelona, pp. 89-97.
- LÓPEZ J.B., LLORENS J.M., MARTÍN M.A., MATARÓ M., PONS E. & TOLEDO A. (en premsa) Illa d'en Reixac - Ullastret. Campanyes d'excavació 1987 i 1988, *Empúries*, L, Barcelona.
- MARTÍN M.A. & SANMARTÍ E. (1978) Aportación a las excavaciones de la "Illa d'en Reixac" al conocimiento del fenómeno de la iberización en el norte de Cataluña, *Ampurias*, XXXVIII-XL, *Simposi Internacional Els Orígens del Món Ibèric*, Barcelona, pp. 431-447.
- MOHEN J.P. (1990) *Métallurgie Préhistorique (Introduction à la paléoméallurgie)*, Masson, Paris.
- OLIVA M. (1969) *Las excavaciones arqueológicas del yacimiento prerromano de Ullastret, Bajo Ampurdán (Gerona)*, Tesi doctoral, Universitat de Barcelona.
- OLIVA M. (1976) Excavaciones arqueológicas en el yacimiento prerromano de Ullastret. Bajo Ampurdán (Gerona), *Noticario Arqueológico Hispano*, serie Arqueología, IV, pp. 733-799.
- PERICOT L., COROMINAS J.M., OLIVA M., RIURÓ F. & PALOL P. de (1952) La labor de la Comisaría Provincial de Excavaciones Arqueológicas de Gerona (1942-1948), *Informes y Memorias*, 27, Madrid, pp. 88-156.
- PUJOL A. (1989) *La població prerromana del extrem nordeste peninsular (Génesis y desarrollo de la cultura ibèrica en las comarcas gerundenses)*, Publicaciones de la Universidad Autónoma de Barcelona, 2 vols., C.S.I.C., Bellaterra.
- RAURET A. M. (1976) *La metalurgia del bronce en la Península Ibérica durante la Edad del Hierro*, Publicaciones Eventuales, 25, Universidad de Barcelona, Instituto de Prehistoria y Arqueología, Barcelona.
- ROTHERBERG B. & BLANCO A. (1980) Ancient copper mining and smelting at Chinflon (Huelva, S.W. Spain), *Scientific Studies in Early Mining and Extractive Metallurgy*, (P.T. Craddock, ed.), Occasional Paper, 20, British Museum Research Laboratory, London, pp.41-62.
- ROVIRA M.C. (1991) *Estudi arqueo-metalúrgic de l'Illa d'en Reixac-Ullastret (Baix Empordà)*, Tesi de Llicenciatura, Estudi General de Lleida, Universitat de Barcelona, Lleida.
- SERRA VILARÓ J. (1935) *Escornalbou prehistòric*, Castell de Sant Miquel d'Escornalbou.
- TYLECOTE R.F. (1962) *Metallurgy in Archaeology*, Edward Arnold Publishers Ltd., London.
- TYLECOTE R.F. (1976) *A History of Metallurgy*, The Metals Society, London.
- TYLECOTE R.F. (1987) *The early history of metallurgy in Europe*, Longman Inc, New York.
- TYLECOTE R.F. & MERKEL J.F. (1985) Experimental smelting techniques: achievements and future, *Furnaces and smelting technology in Antiquity*, (Craddock, P.T. & Hughes, M.J., eds.), Occasional Paper, 48, British Museum Research Laboratory, London, pp. 3-20.