
**TECNOLOGIA DEL
TREBALL DEL FERRO
AL NORDEST
PENINSULAR EN
L'IBÈRIC ANTIC I PLE**

Tesi Doctoral

Jordi Auladell i Marquès

Tesi Doctoral presentada al Departament de Prehistòria,
Història Antiga i Arqueologia (Universitat de Barcelona)

Programa de Doctorat “Societats Antiques a la
Mediterrània”, bienni d’inici 1992/93

Tesi Doctoral dirigida per:

Dr. Francesc Gracia Alonso

(Professor titular del Dept. de Prehistòria, H^a Antiga i
Arqueologia, Universitat de Barcelona)

Dra. Júlia Simon i Arias

(Professora titular de l’Escola Tècnica Superior
d’Enginyeria Industrial de Barcelona, Universitat Politècnica
de Catalunya)

Barcelona, octubre de 2004

*Dedicat a la meva família, als
que hi són i als que varen
marxar, per la constància
il·limitada del seu suport*

TECNOLOGIA DEL TREBALL DEL FERRO AL NORDEST PENINSULAR EN L'IBÈRIC ANTIC I PLE

ÍNDIX

	Agraïments	3
	PREFACI	5
	PART PRIMERA: ASPECTES CONTEXTUALS	7
1.	Evolució i difusió de la metal·lúrgia del ferro	8
1.1.	Introducció i transmissió de la metal·lúrgia del ferro a Grècia i al Mediterrani Oriental	14
1.2.	Introducció i transmissió de la metal·lúrgia del ferro a l'Europa Central i la Península Itàlica	24
1.3.	Introducció i transmissió de la metal·lúrgia del ferro a la Península Ibèrica	32
1.3.1.	Introducció del coneixement del ferro al norddest peninsular	36
1.3.2.	Generalització de l'ús del ferro al norddest peninsular	45
2.	Mineralitzacions de ferro del norddest peninsular	52
	PART SEGONA: ASPECTES TÈCNOLÒGICS	58
3.	Siderúrgia antiga	59
3.1.	Infraestructures	64
4.	La cadena siderúrgica	75
4.1.	El procés de reducció. El diagrama Fe-C	80
4.2.	El procés de postreducció	90
4.3.	La forja. Procediments de millora de les propietats mecàniques	94
5.	Identificació microestructural	105
	PART TERCERA: APARTAT MOSTRAL I ANALÍTIC	112
6.	El conjunt mostral	113
7.	Metodologia d'inventari i gestió documental	119
8.	Metodologia de treball experimental i instrumentació	126
8.1.	El procediment d'estudi metal·lúrgic del conjunt mostral	134
8.2.	Metodologies d'identificació metal·logènica	140
9.	Estudi del conjunt mostral: àrea 1	147
9.1.	Les sitges del Port de Montjuïc (Barcelona – Barcelonès)	150
9.1.1.	Aspectes historicoarqueològics	150
9.1.2.	Informe del procediment analític realitzat	153
9.1.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	198
9.2.	El Turó de Ca N'Olivé (Cerdanyola – Vallès Occidental)	201
9.2.1.	Aspectes historicoarqueològics	201
9.2.2.	Informe del procediment analític realitzat	204
9.2.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	212
9.3.	Puig Castellar (Sta. Coloma de Gramenet – Barcelonès)	214
9.3.1.	Aspectes historicoarqueològics	214
9.3.2.	Informe del procediment analític realitzat	218
9.3.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	325
9.4.	La tomba del Guerrero de Llinars (Llinars del Vallès, Vallès Oriental)	332
9.4.1.	Aspectes historicoarqueològics	332
9.4.2.	Informe del procediment analític realitzat	335
9.4.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	379

9.5.	El Turó del Vent (Llinars del Vallès, Vallès Oriental)	383
9.5.1.	Aspectes historicoarqueològics	383
9.5.2.	Informe del procediment analític realitzat	387
9.5.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	408
9.6.	Castellruf (Sta. Maria de Martorelles, Vallès Oriental)	411
9.6.1.	Aspectes historicoarqueològics	411
9.6.2.	Informe del procediment analític realitzat	417
9.6.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	444
9.7.	Les sitges de Can Bartomeu (Cabrera de Mar, Maresme)	447
9.7.1.	Aspectes historicoarqueològics	447
9.7.2.	Informe del procediment analític realitzat	449
9.7.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	473
9.8.	Les sitges de Can Miralles – Can Modolell (Cabrera de Mar, Maresme)	476
9.8.1.	Aspectes historicoarqueològics	476
9.8.2.	Informe del procediment analític realitzat	479
9.8.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	496
10.	Estudi del conjunt mostral: àrea 2	499
10.1	La Moleta del Remei (Alcanar, Montsià)	503
10.1.1.	Aspectes historicoarqueològics	503
10.1.2.	Informe del procediment analític realitzat	507
10.1.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	528
10.2.	La necròpolis de Mas de Mianes (Santa Bàrbara, Montsià)	531
10.2.1.	Aspectes historicoarqueològics	531
10.2.2.	Informe del procediment analític realitzat	535
10.2.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	584
10.3.	La necròpolis de Mas de Mussols (Tortosa, Baix Ebre)	590
10.3.1.	Aspectes historicoarqueològics	590
10.3.2.	Informe del procediment analític realitzat	591
10.3.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	620
10.4.	Sant Jaume – Mas d'en Serra (Alcanar, Montsià)	624
10.4.1.	Aspectes historicoarqueològics	624
10.4.2.	Informe del procediment analític realitzat	627
10.4.3.	Consideracions sobre els materials i el seu context	647
11.	Definició de models comparatius	651
11.1.	Caracterització del conjunt mostral: Àrea 1	652
11.2.	Caracterització del conjunt mostral: Àrea 2	663
	CONCLUSIONS	673
12.	Models comparatius d'evolució tecnològica de la siderúrgia en època protohistòrica	674
13.	Descripció de les característiques i variants tecnològiques del conjunt mostral	679
14.	Hipòtesis i línies argumentals sobre desenvolupament i tecnologia del ferro al nord-est peninsular	689
	BIBLIOGRAFIA	697
	ANNEX	724
A.1.	Fitxes d'inventari de materials	725
A.2.	Dibuix de materials	804
A.3.	Quadre sinòptic de tipologies	885
A.4.	Glossari metal·lúrgic	894

AGRAÏMENTS

Qualsevol projecte d'investigació necessita de l'ajut i el suport suficient per a ésser realitzat. El present treball no ha estat una excepció i, tot i els diversos entrebancs, s'ha pogut disposar de la col·laboració inestimable de determinats investigadors i tècnics sense els quals la tasca fóra inviable.

Com a directament implicats en la correcta gestió del projecte, vull agrair la tasca dels Directors, Dr. Francesc Gracia Alonso, Professor Titular del Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia (U.B.) i Dra. Júlia Simon i Arias, Professora Titular de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (U.P.C.).

Altrament, voldria fer extensiu el meu agraïment als investigadors que han facilitat la disponibilitat d'ús dels laboratoris del Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona (U.P.C.) i, alhora, han proporcionat el seu assessorament científic; ells són el Dr. Jose Manuel Prado Pozuelo, Catedràtic del Dept. de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica (E.T.S.E.I.B. - U.P.C.), la Sra. Montserrat Marsal Astort, Responsable del Servei de Microscopia Electrònica del Dept. de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica (E.T.S.E.I.B. - U.P.C.) i el Dr. Jordi Tartera Barrabeig, Professor Titular del Dept. de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica (E.T.S.E.I.B. – U.P.C.).

Tanmateix, són inexcusables els agraïments a la direcció dels següents museus i grups de recerca que han possibilitat l'existència del conjunt mostral:

- Centre d'Arqueologia de la Ciutat – Ajuntament de Barcelona;
- Centre de Recerques Arqueològiques de Cerdanyola – Museu de Cerdanyola;
- Grup de Recerques en Arqueologia Protohistòrica – Universitat de Barcelona;
- Museu Comarcal del Montsià – Museu d'Amposta;

- Museu de Granollers;
- Museu de Mataró;
- Museu Torre Balldovina de Santa Coloma de Gramenet.

En el mateix sentit, voldria fer especial esment als interlocutors de les anteriors institucions que han col·laborat amb la seva gentilesa i eficiència: Sr. Oriol Granados (Ajuntament de Barcelona), Sra. Marta Argelagués, Sr. Orlando Barrial i Sr. Joan Francès (Museu de Cerdanyola), Sr. David Garcia i Sra. Isabel Moreno (GRAP – UB), Sra. Maria del Mar Villalbí (Museu Comarcal del Montsià), Sr. Josep Muntal (Museu de Granollers), Sr. Joaquim Garcia i Sr. Xavier Cella (Museu de Mataró) i Sr. Josep Escobar (Museu Torre Balldovina).

També voldria agrair al Sr. Anton Brossa Palet i a la Sra. Vanessa Gimeno Rosell l'ajut ofert en la gestió informàtica i tècnica del present treball.

Fora de l'àmbit científic, i juntament al mestratge ofert, el present treball ha estat possible mercès el recolzament sincer i constant de la Dra. Simon. La meua gratitud a qui ha possibilitat que un treball d'investigació sigui un argument real per l'evolució personal.

PREFACI

Al llarg del segle XX, els estudis sobre materials arqueològics d'època ibèrica han estat l'eina fonamental per encabir un conjunt de coneixements històrics, gairebé absolutament basats en les fonts clàssiques, en un marc cronològic de constatació científica.

En paral·lel a d'altres materials mobles arqueològics, l'estudi dels metalls ha seguit un procés similar al d'inventari, comparació i classificació iniciat en la investigació de les restes ceràmiques. A partir de la catalogació formal, s'establiren vincles relatius i d'evolució tipològica entre els estris, als quals la contextualització amb entorns on eren presents conjunts ceràmics amb datació absoluta els hi possibilitaren atribuir un marc cronològic.

En una següent etapa d'investigació, l'aplicació de noves tècniques analítiques permeté el naixement de l'arqueometal·lúrgia com a ciència auxiliar d'estudi científic dels metalls històrics i arqueològics.

Inicialment desenrotllada en metalls preciosos i en el coure i els seus aliatges, l'arqueometal·lúrgia es centrà principalment en els anàlisis de components; tanmateix, coincidint amb la generalització dels estudis sobre el ferro, l'arqueosiderúrgia, s'ampliaren les tècniques a utilitzar i s'inclogueren els exàmens diversos que explicaven la història tecnològica de l'elaboració de l'objecte, establint un procés deductiu al llarg de la cadena de producció de l'estri, des de l'extracció del mineral fins els procediments d'acabat de la peça.

Amb un llarg desenvolupament a l'Europa continental i a la Gran Bretanya com a eina d'interpretació tecnològica, els estudis sobre utilatge de ferro protohistòric de l'àmbit peninsular han estat realitzats de forma puntual, com a complement auxiliar a recerques sobre conjunts materials en monografies sobre jaciments. Acceptant com a vàlides les referències a característiques metal·logràfiques alienes, és evident la manca d'un *corpus* propi de materials que, establint relacions crono-tecnològiques, permeti perfilar un horitzó de desenvolupament en una àrea cabdal del canvi socioeconòmic i cultural durant l'Edat del Ferro al territori.

En la modèstia del seu abast, el present estudi pretén oferir una primera aproximació al nivell tècnic de la siderúrgia protohistòrica del nord-est peninsular; amb aquest inicial objectiu, s'ha compilat un conjunt mostral heterogeni tipològic i funcionalment, provinent de diversos establiments i necròpolis de dues àrees d'evolució històrica prou diferenciada, la costa central catalana i el delta de l'Ebre. El comentari de les característiques estructurals i la relació utilitat – espai – cronologia ha de possibilitar establir unes inicials hipòtesis amb fonamentació científica, on hi puguin relacionar-se els condicionants que defineixen l'evolució de la societat ibèrica des del s. VII a.C. al s. III a.C. en el context geogràfic.

Tot i la limitació d'un conjunt mostral de 107 mostres, sobre 78 objectes diferents, es generen moltes incògnites des del punt de vista metal·lúrgic. En el propòsit de superar dogmes i suposades certeses sense base prèviament comprovada, l'estudi dels materials planteja dificultats evidents:

- la relativa conservació d'objectes amb més de dos mil·lenis d'antiguitat, dels quals ha desaparegut parcial o totalment el metall original;
- la limitació de l'estudi sobre peces d'interès museístic, que no ha possibilitat una més acurada investigació individualitzada;
- la varietat de mitjans disponibles que, tot i l'excel·lent equip utilitzat, no comprèn algunes de les possibilitats d'exploració actualment existents;
- la problemàtica implícita de la correcta interpretació de rastres de tècniques i procediments no estandaritzats, producte del coneixement empíric i singular dels artesans antics dels quals, amb nivells tecnològics prou diferenciats, ignorem bona part de les seves tècniques.

Tanmateix, el present estudi vol encetar un camp d'investigació centrat en la compilació de l'estudi metal·logràfic del ferro protohistòric a l'àrea del nord-est peninsular. En aquest sentit, fóra d'interès que progressius estudis en aquesta àrea d'investigació permetin avançar en la comprensió del grau tecnològic assolit pels metal·lúrgics antics, a ben segur motor de l'evolució de la societat autòctona.