

Tipologies ceràmiques i tècniques quantitatives: apunts d'historiografia i procediments*

F. Javier López Cachero i José Manuel Espejo Blanco

Els precedents

La necessitat de classificar i construir tipologies en Arqueologia va començar a avaluar-se amb claredat ja des dels seus primers passos com a disciplina autònoma sota la instigació dels primers antiquaris i aficionats d'època Moderna. És impossible, en efecte, accedir a nocions de nivell superior (de tipus econòmic, polític, ideològic, etc.), si no ordenem i reduïm a una quantitat manejable d'informació l'extraordinària varietat i nombre de dades arqueològiques que produïm en el procés d'investigació del passat. Amb l'arribada del segle XIX, i amb l'estímul del positivisme científic imperant, es van confeccionar els pioners i clàssics marcs historicoculturals referencials i les primeres sistematitzacions tipològiques, combinant una metòdica i estricta descripció física dels artefactes amb un grau gens menyspreable d'«intuïció» arqueològica. Els cèlebres noms d'aquella etapa (Thomsen, Mortillet, Montelius, Reinecke...) van donar pas a d'altres a mitjan segle XX que explotaren enfocaments «morfodescriptius» (qualitatius i atributius) de més abast, és a dir, van treballar sobre la identificació de característiques morfològiques i ornamentals que singularitzessin els objectes (models ideals encarnats en fòssils directors) o la suma d'atributs distintius (Bordes, Sonnevile-Bordes i Perrot, Barandiarán), i els «analítics», més exhaustius, basats en l'estudi individualitzat de cada una de les parts del tot (Laplace, Dedet-Py,

Llanos i Vegas, Voruz...), per a finalment desembocar en l'aplicació de tècniques quantitatives multivariants i matemàtiques.

Aquestes últimes començaren a ser cada vegada més habituals en els treballs arqueològics a partir dels anys 60 del segle passat, fonamentalment en el món anglosaxó i sota l'impuls renovador que, en l'àmbit de la metodologia, va suposar la *New Archaeology*. De totes maneres, no fou fins a la dècada següent que es consolidà aquesta pràctica paral·lelament als progressos de la informàtica, els programes estadístics i la proliferació dels microordinadors, que agilitzaren en gran manera el treball amb les carregoses fórmules que comportava el processament de les dades (BINFORD i BINFORD, 1966; COWGILL, 1968; HODSON, 1970; HODSON [*et al.*], 1971; DORAN i HODSON, 1975; ORTON, 1975; SPAULDING, 1977; RENFREW i COOKE, 1979).

Encara que hi ha algun precedent en els anys 70, a l'Estat espanyol hem d'esperar fins als inicis de la dècada següent perquè s'organitzin les *Primeras Jornadas de Metodología de Investigación Prehistórica* (DIVERSOS AUTORS, 1984), on es manifestaren explícitament, i des d'una àmplia i inusitada perspectiva pluridisciplinària, les preocupacions epistemològiques i de mètode que conduïssin a la superació de les innegables insuficiències que en aquest terreny afectaven en aquell temps la investigació espanyola (ALCINA, 1991). Aquestes inquietuds es veieren reflectides en el transcurs d'aquells anys en les primeres

* Aquest treball s'ha realitzat dins dels projectes HAR2008-00103 del Ministerio de Educación y Ciencia i SGR-2005-00299 del Grup de Recerca de Qualitat de la Generalitat de Catalunya.

tesis doctorals, monografies i articles especialitzats en els quals es promovia, cada vegada amb més solvència, l'ús en els treballs diaris de les noves eines que la quantificació posava a disposició de l'estudi de la Prehistòria (BERNALDO DE QUIRÓS, 1981; LULL, 1983; CONTRERAS, 1984; 1986; ESQUIVEL i CONTRERAS, 1984; CONTRERAS [et al.], 1987-88; BARCELÓ, 1988; 1989; NOCETE, 1989).

De tota manera, no és fins als anys 90 que s'arriba, en aquest camp, a una relativa convergència teòrica i pràctica amb la resta d'Europa, la més notòria manifestació de la qual fou la Reunión celebrada a la Universitat Complutense per l'octubre de 1990 (FERNÁNDEZ MARTÍNEZ i FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1991), expressament dedicada a l'aplicació de tècniques estadístiques i informàtiques en Arqueologia. Així, encara que sempre amb menys freqüència del que passa fora de les nostres fronteres, a partir d'aquesta dècada apareixen determinats treballs en els quals l'ús de tècniques estadístiques i paràmetres numèrics sobre els materials arqueològics es revela prioritari, i s'aconsegueixen resultats d'indubtable interès i rellevància (CONTRERAS [et al.], 1991; LORRIO, 1991; RISQUEZ [et al.], 1991; PICAZO, 1993; NOCETE, 1994; CONTRERAS i CÁMARA, 2000; ARANDA, 2001; LÓPEZ CACHERO, 2005).

El concepte de tipologia, avui

La tipologia és una metodologia desenvolupada per a l'ordenació i classificació de les dades arqueològiques a partir d'agrupacions o unitats d'anàlisi més àmplies (anomenades *tipus*) amb un contingut espacial i temporal i que són susceptibles de comparacions (BATE, 1998: 174). En aquest sentit, per alguns autors com Lumbreras (1987: 75), la tipologia classifica productes d'una societat que s'han d'ordenar de tal manera que les unitats d'anàlisi (els tipus) corresponguin a unitats socialment significatives, i no a entitats independents del marc social en el qual es produïren. Aquests productes socials tendeixen a la variabilitat, per la qual cosa la tipologia ho ha d'assumir per no degenerar en classificacions caòtiques on se sobrevalori el particular sobre el general, és a dir, l'individual sobre el social.

La tipologia ens garanteix una millor gestió dels conjunts materials, però també ens permet establir una doble dimensió en l'anàlisi dels conjunts materials en general i de les ceràmiques en particular (ARANDA, 2001: 22-25). D'una banda, constitueix el punt de partida per identificar espacialment i cronològicament la societat que produí aquests objectes com a primer pas per a la seva definició cultural i la seva reconstrucció històrica, i també per conèixer les seves relacions amb altres societats o cultures del seu entorn. D'altra banda, en el cas de la ceràmica, i assumint com a cert que existeix una estreta relació entre forma i funció (LUMBRERAS, 1987: 80; VARGAS, 1986: 28), la tipologia com a sistema de classificació també permet aproximar-nos a la funcionalitat de les ceràmiques i, amb relació a aquest aspecte, a tot el procés de producció, és a dir, a la tecnologia utilitzada, a la cadena operativa seguida, al grau de desenvolupament tecnològic, a la capacitat productiva de la societat amb el grau d'especialització i l'estandardització aconseguida, etc.

Pel que fa als tipus,¹ com a unitat de descripció bàsica que són, han de tenir dues propietats per ser útils a la investigació: d'una banda, *identitat*, és a dir, «quan pot ser identificat consistentment a través de les seves propietats sensorialment perceptibles», fet que depèn d'«una adequada definició o descripció» i, de l'altra, *significat*, quan adquireix significació intuïtiva, empírica o estadística i rellevància, és a dir, «quan té un significat conegut en relació amb determinats propòsits» (ADAMS i ADAMS, 1991: 35-37 i 91; BATE, 1998: 175). En aquest sentit, un tipus, com a producte social que engloba un conjunt d'objectes similars entre si, seria l'expressió material d'una mateixa forma de fer i resoldre una determinada necessitat, per la qual cosa tots els artefactes que el componen es caracteritzen per respondre a una cronologia, funció, tecnologia i atributs formals semblants (SANOJA, 1984: 33; LUMBRERAS, 1987: 75-76).

Seguint amb aquest argument, té sens dubte interès preguntar-se què reflecteixen veritablement les tipologies, en el sentit que o bé expressen un ordre «natural» intrínsec a les pròpies

1. No falten estudis sobre aquest concepte, que ja ha estat sobradament definit (CLARKE, 1984: 183; CONTRERAS, 1984: 328; ADAMS i ADAMS, 1991: 91; BATE, 1998: 174; ARANDA, 2001: 26-27).

dades o, al contrari, revelen un ordre basat en principis apriorístics i establerts artificialment pel mateix investigador. En aquest sentit, en l'àmbit de les Ciències Socials l'objectivitat fa temps que ha estat abandonada; al seu lloc s'intenta valorar l'abast del vincle inevitable que s'estableix entre objecte i subjecte per, d'aquesta forma, minimitzar en la mesura que sigui possible la distorsió subjectiva que sorgeix d'aquesta relació. Així, les visions tipològiques qualitatives i intuïtives més tradicionals han acabat cedint un espai significatiu als enfocaments multivariants d'agrupació d'*items*, en els quals entren en joc gran quantitat de variables quantitatives en el procés d'identificació dels diferents tipus. Per a això, l'ús de l'estadística resulta molt vàlid per la seva capacitat de permetre el maneig de grans quantitats de dades i un nombre pràcticament il·limitat de variables sense pèrdua significativa d'informació (ESQUIVEL [*et al.*], 1991: 53). Aquests procediments són més objectius perquè la classificació està basada, no en la simple observació establerta subjectivament per l'arqueòleg, sinó en índexs numèrics fàcilment i universalment contrastables per diferents investigadors de manera independent i en qualsevol condicions. Resulta innegable que un dels camps en els quals l'estadística ha fet un millor servei a la investigació ha estat el de les classificacions tipològiques a partir, fonamentalment,

de la denominada «taxonomia numèrica». No discutirem, perquè són trivials, el valor i la necessitat d'un procediment per a la construcció de tipologies, ja que sense elles caldria considerar únic cada artefacte, cosa que impediria, per raons òbvies, qualsevol pretensió d'estudi holístic o de contrastació de la informació disponible. Però sí que té importància decidir quins criteris són els adequats per jerarquitzar i organitzar els atributs constitutius de la tipologia, ja que no existeix una única manera possible de sistematitzar els enunciats que la defineixen, la qual dependrà de la dimensió (morfològica, tecnològica, funcional, etc.) a la qual ens estiguem referint en cada moment. Per tant, i en contra del concepte de «classificació natural» de Clarke, cal tenir clar quin és l'objectiu d'aquesta sistematització (SHENNAN, 1992: 197), ja que és el que ens marcarà el grau d'utilitat que podem assolir, pel fet que qualsevol model teòric o classificatori és inevitablement subjectiu (BARCELÓ, 1989: 30; LÓPEZ BORGNOZ, 1999: 541).

L'estadística multivariant en la construcció de tipologies

Els procediments d'anàlisi estadístiques multivariants han estat definits com «la branca de l'estadística que tracta de les relacions entre

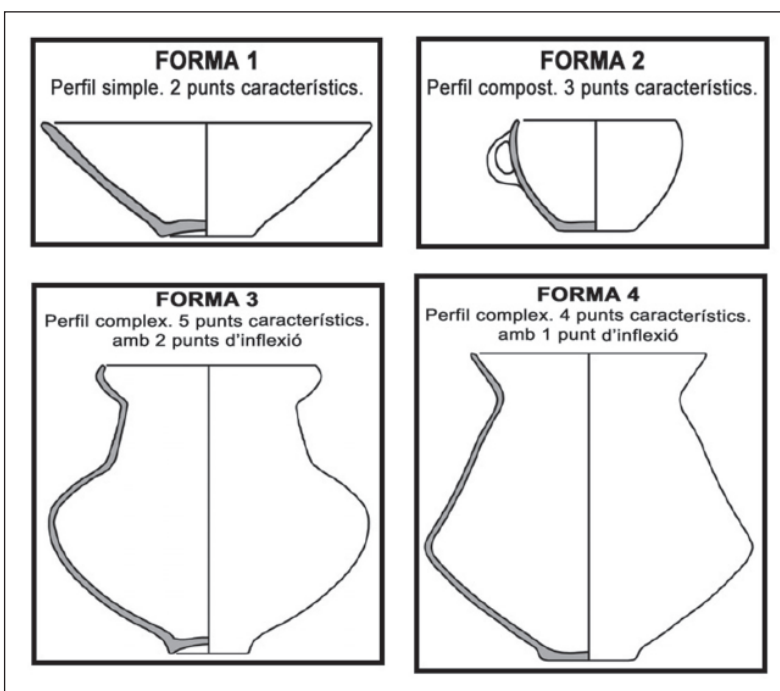


Figura 1. Les quatre formes bàsiques de l'estudi tipològic dels vasos de Can Piteu-Can Roqueta.

conjunts de variables dependents i els individus que les presenten» (CONTRERAS, 1984: 353). Com que no falten excel·lents articles i obres que resumeixen clarament els principis bàsics en què es basen les diferents formes en les quals l'anàlisi pot ser abordada (DORAN i HODSON, 1975; CONTRERAS, 1984; ORTON, 1988; SHENNAN, 1992), ens centrarem únicament en aquells mètodes que de forma més generalitzada s'utilitzen en la nostra disciplina, incloent-hi estratègies tant d'agrupament (o anàlisi de conglomerats) com d'ordenació (reducció de dades). Cal saber escollir bé entre el nombrós ventall de mètodes existents en la bibliografia, ja que la diferència en els resultats obtinguts per a unes mateixes dades pot arribar a ser molt important (BARCELÓ, 1988: 58; FERNÁNDEZ, 1991: 22; LORRIO, 1991: 110).

Des d'un punt de vista teòric, el concepte d'anàlisi *clúster* es refereix a una sèrie de tècniques, bàsicament algorismes d'agrupació, que tenen com a finalitat la recerca de trets similars entre els individus d'un grup. Matemàticament això s'aconsegueix en transformar un conjunt d'artefactes en un espai en el qual la similitud entre els individus s'expressa per les distàncies que hi ha entre ells. La varietat de formes de mesurar aquestes distàncies entre els diferents

casos subministra diverses possibilitats d'anàlisi. Les dues més utilitzades en Arqueologia són l'eulídea i l'eulídea al quadrat, però és més emprada la primera perquè amb ella és possible accedir a un nivell d'agrupament menor.

Hi ha anàlisis clúster «no jeràrquiques» on els diferents clústers establerts en la classificació conformen grups estancs, sense vinculació ni dependència dels uns respecte dels altres, mentre que en les «jeràrquiques» sí, de tal manera que els clústers de nivells més baixos van sent inclosos en altres de nivell superior, fins a arribar en un únic nivell en el qual tots els individus queden units.

Entre les segones, manté un predomini absolut en Arqueologia l'ús de l'«anàlisi de mitjana no ponderada» (enllaç mitjà o *average-linkage*), en la qual es produeixen els enllaços quan la mitjana de similitud d'una unitat amb els altres membres de la mostra assoleix un coeficient mitjà determinat (CONTRERAS, 1984: 357; ORTON, 1988: 55; PICAZO, 1993: 15).

És àmpliament acceptada la conveniència d'utilitzar més d'un mètode de classificació a fi de contrastar els resultats (LORRIO, 1991: 112; FERNÁNDEZ, 1991: 22; CONTRERAS, 1984: 353; CONTRERAS i CÁMARA, 2000: 85), ja que la mateixa necessitat de la utilització d'aquest tipus

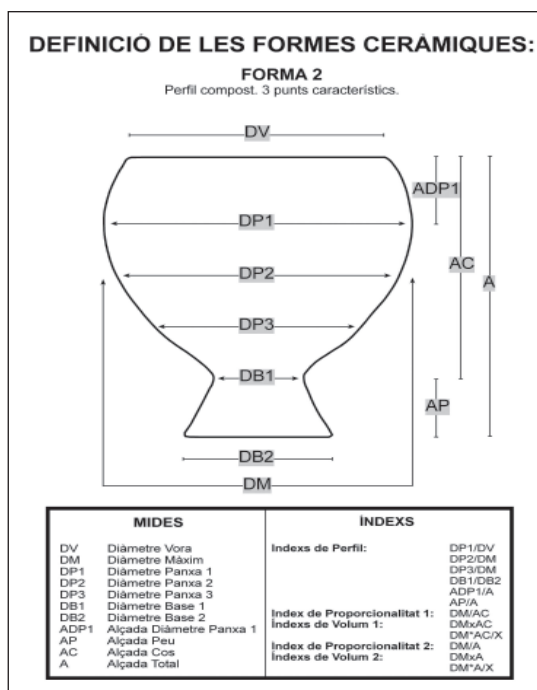


Figura 2. Exemple de mides a partir de la forma 2 i definició dels índexs que han actuat com a variables en l'estudi.

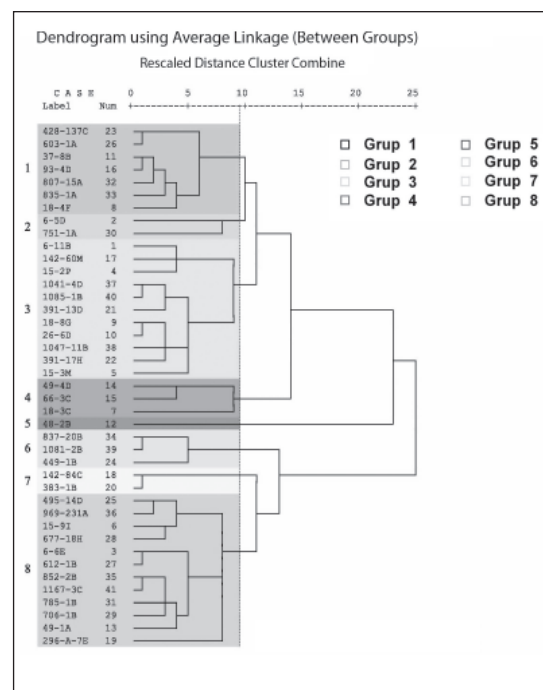


Figura 3. Dendrograma obtingut a partir dels índexs de la forma 2.

d'anàlisi està posant de manifest una comprensió incompleta de la classificació que es pretén efectuar. La més universalment acceptada és l'«Anàlisi de Components Principals».² Es tracta d'una tècnica de reducció de dades que pretén trobar quina variable o combinació de variables ajuden a explicar la variabilitat entre els objectes analitzats en obtenir una matriu factorial que ens informa sobre la contribució de cada un dels components a la variància total acumulada (ORTON, 1988: 60; PICAZO, 1993: 16). Amb dos o tres components queda explicada la major part de la variabilitat, per la qual cosa generalment seran aquests els tinguts en compte en la interpretació.

Un exemple d'aplicació pràctica sobre el conjunt ceràmic de Can Piteu-Can Roqueta

Proposem l'estudi de l'aixovar ceràmic del Bronze final i Primera Edat del Ferro procedent de la necròpolis d'incineració de Can Piteu-Can Roqueta de Sabadell (LÓPEZ CACHERO, 2005) com un exemple de tipologia en el qual hem aplicat alguns dels mètodes estadístics multivariants anteriorment citats. El nostre objectiu inicial era fixar una tipologia que fos operativa des d'un punt de vista funcional³ i cronològic.⁴ Per a això, preteníem definir uns tipus ceràmics que, com a unitats d'anàlisi bàsiques, agrupessin al seu si totes les ceràmiques que tinguessin tant una identitat pròpia, és a dir, unes característiques comunes, com un mateix significat cronològic i funcional.

La metodologia que es va desenvolupar⁵ va consistir a discriminar quatre formes o entitats superiors a partir de les quals s'establirien els tipus o agrupaments restringits, així com uns possibles subtipus que reflectissin la variabilitat interna pròpia de cada tipus. Es tractava, doncs, d'un sistema de classificació jeràrquic que anava del més general al més concret i on el tipus s'erigia com

la unitat d'anàlisi bàsica. Per a això, ens basarem en la proposta de Picazo (1993), però adaptada a la realitat morfomètrica del conjunt estudiat. Aquest autor va definir unes formes bàsiques a partir del perfil de les peces i dels seus punts d'inflexió, ruptura o discontinuïtat, que donaven lloc a formes simples o compostes (figura 1).

Les mesures que prenguérem de cada un dels vasos (figura 2) ens van servir per obtenir un important nombre d'índexs que van actuar com a variables en l'estudi estadístic i que ens van permetre la descripció correcta del perfil del vas, de la seva proporcionalitat i de la seva mida expressada en valors numèrics que podien compararse fàcilment.

El processament d'aquests índexs mitjançant una anàlisi de conglomerats (ACL) ens va portar a establir una sèrie d'agrupacions (possibles tipus i subtipus) organitzades jeràrquicament de major a menor similitud, cosa que es va expressar en una estructura arborescent o dendrograma (figura 3). A continuació, una anàlisi factorial de components principals (ACP) ens va possibilitar valorar la importància real que ha tingut cada índex en aquesta classificació (figura 4a), així com contrastar les agrupacions (tipus i subtipus) generades per l'ACL⁶ (figura 4b).

Tanmateix, els procediments estadístics multivariants que apliquem van revelar nombrosos problemes a causa de la important homogeneïtat morfomètrica que caracteritza el conjunt de les formes analitzades. Això explicaria que la majoria de les agrupacions obtingudes per l'ACL s'encavalquessin entre si en l'ACP, sense que se n'apreciessin els límits de forma clara. En altres ocasions, eren només alguns casos pertanyents a aquestes agrupacions els que se segreguen en l'ACP. Aquests problemes ens impediéren validar les agrupacions generades per ACL i, en definitiva, acceptar-les automàticament com a tipus autèntics.

L'últim pas va consistir a contrastar els resultats obtinguts mitjançant procediments estadístics amb les dades procedents de l'excavació

2. N'existeixen altres; per exemple, entre les «no jeràrquiques» la de l'algoritme de les «K-Medias».

3. Per a això, hem definit les següents categories funcionals: vas cinerari, tapadora, vas d'ofrenes, tapadora cinerària, plat cinerari, plat i vas indeterminat.

4. Es pretenia establir una seriació dels materials ceràmics entre el Bronze final i la Primera Edat del Ferro.

5. Per raons d'espai, no podem estendre'ns en aquest punt i per això remetem a la tesi d'un de nosaltres (LÓPEZ CACHERO, 2005), que es pot consultar fàcilment a la pàgina <<http://www.tesisenxarxa.net/>>

6. Com ja hem dit, aquesta proposta de contrastació és la mateixa que desenvolupa Picazo. Altres autors (Contreras, Esquivel o Aranda), en canvi, han optat per utilitzar ambdós procediments en ordre invers, és a dir, primer un ACP (per obtenir agrupaments en funció de les tendències morfomètriques generals) i després un ACL (per establir divisions internes utilitzant com a variables les puntuacions dels vasos amb relació als factors calculats).

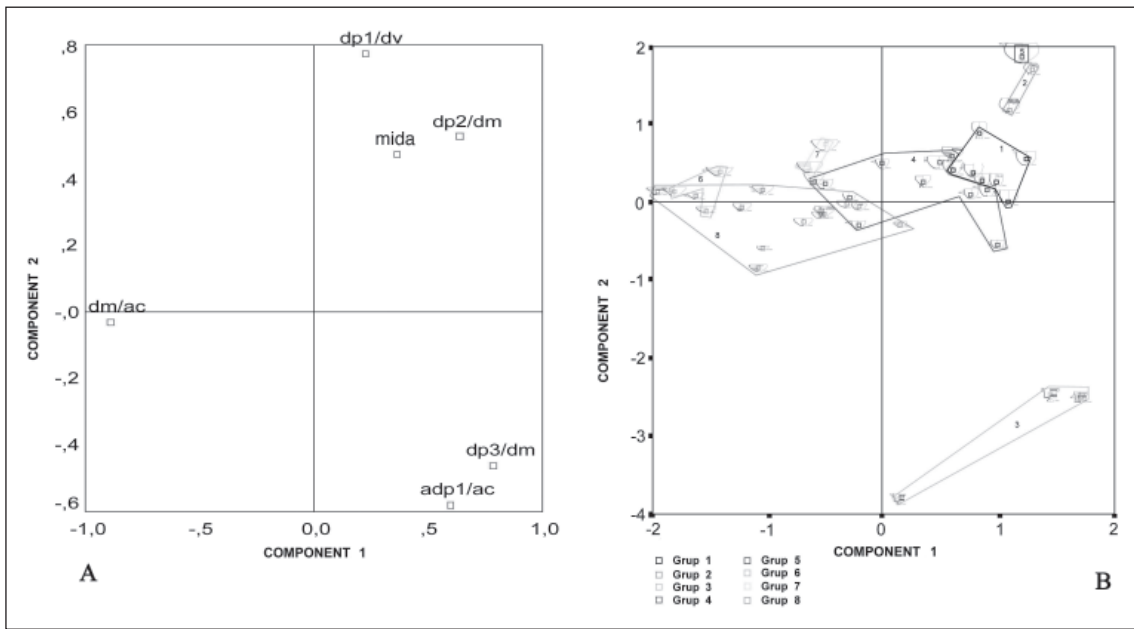


Figura 4. Anàlisi factorial: a) Interrelacions entre les variables de la forma 2 i b) Exemple de contrastació de les agrupacions generades per ACL.

TIPUS	VC			VO		T	
	BF	Ind.	F-1	F-1	BF	F-1	
I							
II							
III							
IV							
V							
VI							

Escala:

Figura 5. Proposta final de tipologia per a la forma 2.

arqueològica, fonamentalment les que fan referència a la cronologia, a la funcionalitat dels vasos, així com altres elements característics dels mateixos vasos (elements de pressió, volum, existència o no de peus, etc.).

El resultat final va ser fruit de la nostra interpretació dels resultats (figura 5). En aquest sentit, valorem l'estadística com un instrument per al desenvolupament d'una tipologia i no com un objectiu en si mateix. Si bé gran part dels resultats que vàrem obtenir partint d'ella són molt discutibles a causa de l'escassa definició de les agrupacions obtingudes, no per això ha deixat de ser important per a la comprensió d'aquelles variables que resulten més determinants en cada agrupació i per a la valoració de certes tendències mètriques observades en cada una de les formes, així com per a la relació existent entre les variables o la seva incidència en la producció ceràmica.

Abstract

*Ceramic typology and quantitative techniques:
Historical notes and procedures*

The concepts of «classification» and «typology» have been linked to archaeology since the first purely descriptive seriations of the early antiquarians and dilettantes of the seventeenth and eighteenth century. The development of these approaches during the nineteenth and twentieth century —ripened within the scientific frame of nineteenth century positivism— was essentially stimulated by two crucial factors.

Firstly, the continuous debate generated by different methodological schools of thought ensured a constant dialogue concerning these frameworks. Secondly, the progress of information technology led to a more rapid and objective processing of an increasingly copious and overwhelming amount of research-generated data.

Resumen

*Tipologías cerámicas y técnicas cuantitativas:
apuntes de historiografía y procedimientos*

Si bien los conceptos de «clasificación» y «tipología» han estado vinculados a la Arqueología desde las primeras seriaciones de materiales puramente descriptivas de los primeros anticuarios y diletan-

tes de los siglos XVII-XVIII, no es menos cierto que su desarrollo ulterior durante los siglos XIX y XX —madurado al abrigo del marco cientificista del positivismo decimonónico— se ha visto estimulado fundamentalmente por dos factores necesarios. En primer lugar, por el permanente debate librado por las diferentes corrientes teórico-metodológicas que incansablemente han ido sacudiendo uno tras otro, en un imparable proceso dialéctico, los sucesivos paradigmas preexistentes. Y en segundo lugar, por el progreso de la tecnología informática, que permitió el procesamiento más rápido y objetivo del cada vez más numeroso y abrumador conjunto de datos generado por la investigación.

Referències bibliogràfiques

- ADAMS, W.; ADAMS, E. (1991). *Archaeological typology and practical reality*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ALCINA FRANCH, J. (1991). «La arqueología en España: Una revisión crítica de sus planteamientos teóricos». *Trabajos de Prehistoria*, núm. 48, p. 13-28.
- ARANDA JIMÉNEZ, G. (2001). *El análisis de la relación forma-contenido de los conjuntos cerámicos del yacimiento arqueológico del Cerro de la Encina (Granada, España)*. Oxford: BAR International Series 927.
- BARCELÓ, J. A. (1988). «Introducción al razonamiento estadístico aplicado a la arqueología: Un análisis de estas antropomorfas de la Península Ibérica». *Trabajos de Prehistoria*, núm. 45, p. 51-85.
- BARCELÓ, J. A. (1989). «Distintos enfoques en la construcción de tipologías arqueológicas». *Arqueocrítica*, núm. 1, p. 24-31.
- BATE, L. F. (1998). *El proceso de investigación en Arqueología*. Barcelona: Crítica.
- BERNALDO DE QUIROS, F. (1981). «Análisis matemáticos del Paleolítico Superior inicial». *Zephyrus*, XXXII-XXXIII, p. 41-56.
- BINFORD, L.; BINFORD, S. (1966). «A preliminary analysis of functional variability in the Mousterian of Levallois facies». *American Anthropologist*, núm. 68.2, p. 238-295.
- CLARKE, D. L. (1984). *Arqueología Analítica*. Barcelona: Bellaterra.
- CONTRERAS, F. (1984). «Clasificación y tipología en Arqueología. El camino hacia la cuantificación». *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, núm. 9, p. 327-385.
- CONTRERAS, F. (1986). «Aplicación de métodos estadísticos y analíticos a los complejos cerámicos de la Cuesta del Negro (Purullena, Granada)». [Tesi doctoral.] Universidad de Granada.
- CONTRERAS, F.; CAPEL, J.; ESQUIVEL, J. A.; MOLINA, F.; DE LA TORRE, F. (1987-1988). «Los ajueres cerámicos de la necrópolis argárica de la Cuesta del Negro (Purullena, Granada). Avance al estudio analítico y

- estadístico». *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, núm. 12-13, p. 135-155.
- CONTRERAS, F.; MOLINA, F.; ESQUIVEL, J. A. (1991). «Propuesta de una metodología para el estudio tipológico de complejos arqueológicos mediante análisis multivariante». *Complutum*, núm. 1, p. 65-82.
- CONTRERAS, F.; CÁMARA, J. A. (2000). «El poblado de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). La cerámica». Dins: CONTRERAS, F. (coord.). *Análisis Histórico de las Comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y Depresión Linares-Bailén. Proyecto Peñalosa*. Sevilla: Dirección General de Bienes Culturales, p. 77-128.
- COWGILL, G. L. (1968). «Archaeological applications of Factor, Cluster and Proximity Analysis». *American Antiquity*, núm. 33, p. 367-375.
- DIVERSOS AUTORS (1984). *Primeras Jornadas de Metodología de Investigación Prehistórica. Soria 1981*. Madrid: Subdirección General de Arqueología y Etnografía.
- DORAN, J. E.; HODSON, F. R. (1975). *Mathematics and Computers in Archaeology*. Edimburg: Edinburgh University Press.
- ESQUIVEL, J. A.; CONTRERAS, F. (1984). «Una experiencia arqueológica con microordenadores. Análisis de Componentes Principales y clusterización: Distancia euclídea y de Mahalanobis». Dins: *XIV Congreso Nacional de Estadística, Investigación Operativa e Informática*. Granada, p. 133-146.
- ESQUIVEL, J. A.; CONTRERAS, F.; MOLINA, F.; CAPEL, J. (1991). «Una aplicación de la Teoría de la Información al análisis de datos definidos mediante variables cualitativas multiestado: medidas de similaridad y análisis cluster». *Complutum*, núm. 1, p. 53-64.
- FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, V. M. (1991). «Las aplicaciones informáticas en la arqueología española: un panorama del primer congreso». *Complutum*, núm. 1, p. 19-30.
- FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, V. M.; FERNÁNDEZ LÓPEZ, G. (ed.) (1991). «Aplicaciones Informáticas en Arqueología». *Complutum*, núm. 1.
- GARDIN, J.-C. (ed.) (1970). *Archéologie et Calculateurs. Problèmes sémiologiques et mathématiques*. París: Centre National de la Recherche Scientifique.
- HODSON, F. R. (1970). «Cluster analysis and archaeology: some new developments and applications». *World Archaeology*, núm. 1, p. 299-320.
- HODSON, F. R.; KENDALL, D. G.; TAUTU, P. (ed.) (1971). *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences*. Edimburg: Edinburgh University Press.
- LÓPEZ BORGÑOZ, A. (1999). «Modelos, pasado, sistemas complejos y sistema mundial». Dins: *II Congreso de Arqueología Peninsular (1996)*. Tomo III. Zamora, p. 537-549.
- LÓPEZ CACHERO, F. J. (2005). «La necrópolis de Can Piteu-Can Roqueta (Sabadell) en el contexto del Bronce Final y la Primera Edad del Hierro en el Vallès: estudio de los materiales cerámicos». [Tesi Doctoral.] Universitat de Barcelona. Disponible a: <<http://www.tesisenxarxa.net/>>
- LORRIO ALVARADO, A. J. (1991). «Clasificación automática de formas cerámicas completas: un estudio comparativo de diversos métodos multivariantes». *Complutum*, núm. 1, p. 99-112.
- LULL, V. (1983). *La "Cultura" de El Argar. (Un modelo para el estudio de las formaciones económico-sociales prehistóricas)*. Madrid: Akal.
- LUMBRERAS, L. (1987). «Métodos y técnicas en arqueología». *Boletín de Antropología Americana*, núm. 16, p. 5-20.
- NOCETE, F. (1989). *El Espacio de la Coerción. La Transición al Estado en las Campiñas del Alto Guadalquivir (España). 3000-1500 a.c.* Oxford: BAR International Series, 492.
- NOCETE, F. (1994). *La formación del Estado en las campiñas del Alto Guadalquivir (3000-1500 a.n.e.). Análisis de un proceso de transición*. Granada: Universidad de Granada.
- ORTON, C. (1975). «Quantitative pottery studies: some progress, problems and prospects». *Science and Archaeology*, núm. 16, p. 30-35.
- ORTON, C. (1988). *Matemáticas para arqueólogos*. Madrid: Alianza Editorial.
- PICAZO MILLÁN, J. V. (1993). *La Edad del Bronce en el Sur del Sistema Ibérico Turoloense, I: Los Materiales Cerámicos*. Terol: Monografías Arqueológicas del SAET, 7.
- RENFREW, C.; COOKE, K. L. (ed.) (1979). *Transformations: Mathematical Approaches to Culture*. Nova York: Academic Press.
- RISQUEZ, C.; HORNOS, F.; RUIZ, A.; MOLINOS, M. (1991). «Aplicación del análisis multivariante: una propuesta de tipología contextualizada». *Complutum*, núm. 1, p. 83-98.
- SANOJA, M. (1984). «La inferencia en la arqueología social». *Boletín de antropología americana*, núm. 10, p. 35-44.
- SHENNAN, S. (1992). *Arqueología cuantitativa*. Barcelona: Crítica.
- SPAUDLING, A. C. (1977). «On growth and form in archaeology: Multivariate Analysis». *Journal of Anthropology Analysis*, núm. 33-1, p. 1-15.
- VARGAS, I. (1986). «Arqueología, ciencia y sociedad». *Boletín de antropología americana*, núm. 14, p. 15-52.
- F. Javier LÓPEZ CACHERO és professor lector de prehistòria a la Universitat de Barcelona i membre del SERP (Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques). Els seus treballs d'investigació s'han centrat en l'estudi de les societats de l'Edat del Bronce i de la Primera Edat del Ferro a Catalunya i, en concret, en jaciments com Can Roqueta, Genó, Carretelà o Can Xac, entre d'altres.
- José Manuel ESPEJO BLANCO és membre del SERP (Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques) de la Universitat de Barcelona. Durant els seus estudis de Tercer Cicle va orientar la seva recerca en la caracterització tipològica de la ceràmica del Bronce Inicial a Catalunya. En l'actualitat exerceix com a arqueòleg lliure-professional.

Títol original: *Tipologías cerámicas y técnicas cuantitativas: apuntes de historiografía y procedimientos*. Traducció de Walter Cruells.