



CLASIFICACION Y TIPOLOGIA EN ARQUEOLOGIA. EL CAMINO HACIA LA CUANTIFICACION

FRANCISCO CONTRERAS CORTES

INTRODUCCION

En este artículo vamos a intentar adentrarnos en el complejo mundo de la clasificación y tipología en Arqueología. Complejo en el sentido de que se trata de conceptos básicos dentro de la analítica arqueológica y a la vez de gran amplitud y no siempre los arqueólogos se ponen de acuerdo sobre el valor y significado de ambos términos. Así, algunos arqueólogos consideran a la clasificación y a la tipología como conceptos “intercambiables” (Chang, 1976); mientras que otros piensan que una clasificación es únicamente un agrupamiento empírico de elementos de acuerdo a su similitud y diferencias, mientras que una tipología es más teórica en su orientación y problemática (Kluckhohn, 1960). I. Rouse (1973) considera que la clasificación culmina en la tipología. L. Klejn (1982) titula una de sus obras “Tipología arqueológica” ya que su intención es analizar la estructura más interna de la evidencia material en el lugar que ocupan los objetos en un “sistema” y la relación de los “tipos” con la “cultura”. Si en lugar de este título hubiera escogido el de “Clasificación arqueológica” habría estado obligado a concentrarse en la lógica del agrupamiento, clasificación y sistematización de los artefactos.

Previo al análisis de las diversas concepciones existentes sobre la clasificación y la tipología, sería necesario definir algunos términos que normalmente aparecen en los trabajos y artículos referentes al análisis de los artefactos:

— *Artefacto* es un término muy usual en las publicaciones españolas, habiéndose acuñado para denominar a todo lo que ha sido construido o modificado por el hombre. Los artefactos nos proporcionan una de las dimensiones formales referentes a la excavación arqueológica, ya que pueden ser medidos tanto cuantitativamente (sus atributos mensurables) como de manera cualitativa (sus atributos o rasgos reconocibles). Los artefactos tam-

bién tienen una dimensión espacial: su localización tridimensional en el registro arqueológico. Su distribución vertical o estratigráfica representa su cronología y su distribución horizontal muestra cómo se relacionan con otros artefactos, representando actividades y funciones.

— *Atributo* es un rasgo reconocible, una variación independiente de cualquiera de los elementos que componen un artefacto o como lo define D. L. Clarke (1984): “un carácter lógicamente irreducible de dos o más estados, actuando como variable independiente en el seno de un sistema de artefactos específicos”.

— *Conjunto* es la traducción castellana del término anglosajón “assemblage”. Se puede definir como un grupo asociado de tipos hallados juntos en un contexto estratigráfico que refleja una actividad compartida por un grupo amplio de personas. D. L. Clarke (1984) lo define como “una serie asociada de artefactos-tipo contemporáneos”.

— *Industria* suele agrupar a todos los artefactos de un tipo de material que está generalmente limitado en el contenido, es decir, que se encuentra asociado en un yacimiento individual (ej., industria lítica, industria cerámica, etc.). Nosotros preferimos hablar de *complejos* siguiendo la terminología empleada por D. L. Clarke (1984).

— *Tipo*, con cuya definición comienzan a surgir las desavenencias entre los arqueólogos y ha sido y continúa siendo objeto de un amplio debate en el campo arqueológico que comentaremos en los apartados siguientes de este trabajo. El tipo podría representar el ejemplo perfecto que muestra todas las características que lo diferencian de los otros tipos (enfoque tradicional); se podría considerar como un grupo de atributos específicos escogidos por el arqueólogo (enfoque atributual) o se podría definir como un grupo de objetos similares (enfoque de agrupamiento de ítems). Estas son sucintamente las tres tendencias existentes dentro de la concepción tipológica de la Arqueología.

— *Tipología* se trata de un sistema de clasificación basado en los atributos, tales como la forma, la manufactura o la funcionalidad de los artefactos. Los miembros representativos de este sistema son conocidos como “serie de tipos”. Una vez que los artefactos se clasifican mediante tipos, se puede analizar su distribución temporal/espacial y se puede determinar qué tipos están relacionados, bien cercana o bien lejanamente. Si se da el primer caso se puede pensar que un tipo se ha desarrollado a partir de otro y nos podría brindar la clave para una seriación. El problema que presenta cualquier tipología es que implica una actitud subjetiva del arqueólogo (selección de la muestra, de los atributos, de los métodos, etc.), por lo que nuestro esfuerzo debe ir encaminado a limar en la medida de lo posible los factores subjetivos e intuitivos existentes en toda construcción tipológica. En este sentido, resultan de gran ayuda los métodos matemático-estadísticos, tales como los que nos proporciona la taxonomía numérica.

Observando los trabajos de los arqueólogos podemos obtener la impresión de que pasan la mayor parte de su tiempo dividiendo los artefactos en conjuntos y subconjuntos, es decir, clasificando y construyendo tipologías o distribuyendo los materiales arqueológicos en tipos ya existentes. El arqueólogo se preocupa por la clasificación porque ésta representa dos ventajas evidentes: a) la primera es de tipo práctico, ya que si cada objeto fuera tratado como único, resultaría una tarea ardua para el arqueólogo la transmisión y publicación de sus datos arqueológicos y b) el arqueólogo tiene que intentar detectar patrones o modelos de

distribución, tanto espaciales como temporales, siendo más operativa esta labor si se cuenta de antemano con una serie de tipos ya creados.

R. J. Sharer y W. Ashmore (1979: 277-281) nos resumen perfectamente cuales son los propósitos u objetivos de toda clasificación: 1) organizar amplias cantidades de datos en unidades manejables; 2) permitir al investigador resumir o sumarizar las características de muchos objetos individuales mediante el listado de sus atributos compartidos; y 3) al describir y ordenar las clases y tipos el científico sugiere una serie de relaciones entre los mismos.

La consecución de estos objetivos implica la realización de una buena clasificación. Pero qué criterios se pueden considerar como válidos para obtener una clasificación adecuada. C. Orton (1980: 33) nos proporciona los siguientes: 1) los objetos pertenecientes al mismo tipo deberían ser parecidos; 2) los ítems incluidos en tipos diferentes deberían ser menos parecidos a los que pertenecen al mismo tipo; 3) los tipos deberían ser definidos con propiedad, es decir, si el trabajo se repite, los resultados obtenidos deberían ser los mismos; y 4) debería ser posible decidir a qué tipo pertenece un nuevo objeto encontrado.

Cuando el arqueólogo, desde un punto de vista filosófico amplio, se cuestiona el significado de la clasificación y de lo que se puede obtener con ella nos sumergimos en uno de los debates más apasionados que ha marcado el desarrollo de la arqueología anglosajona, el llamado “debate tipológico”, centrado en si las clasificaciones reflejan el “descubrimiento” de un orden “natural” inherente a los datos, o por el contrario, reflejan una “imposición” del científico de un orden “artificial”.

Este debate será tratado más ampliamente en los apartados siguientes al hablar del enfoque tradicional y del atributual. Pero existe un tercer enfoque que es un poco la culminación de una tendencia, no exclusiva de la Prehistoria, sino también presente en las demás Ciencias Sociales, a buscar en la cuantificación de los datos una ayuda que nos permita un análisis más completo. Esta cuantificación implica la utilización de técnicas matemáticas cuya complejidad depende únicamente de la dificultad del problema que pretendemos analizar. Esta cuantificación ya comenzó a estar presente en el enfoque tradicional (los porcentajes y gráficas del método de F. Bordes), así como en el atributual (el test de la chi-cuadrado de A. Spaulding), pero es con el desarrollo de la taxonomía numérica cuando realmente al arqueólogo se le ofrecen amplios caminos para analizar y estudiar ingentes masas de ítems, contabilizando un número ilimitado de atributos mediante la aplicación de análisis multivariantes.

Dentro de este enfoque numérico de clasificación de unidades, el arqueólogo puede seguir varias estrategias: si opta por una basada en la ordenación aceptará cada unidad por separado y estudiará las relaciones globales entre las mismas. El resultado final dará la posición de esa unidad en relación a la configuración global. También puede utilizar una estrategia de agrupamiento, reduciendo entonces las unidades de estudio, al combinar las unidades similares. Sus resultados se representan en unos árboles jerárquicos o dendrogramas. Una tercera vía, de la que somos partidarios, contrasta ambas estrategias para obtener una tipología más completa y fiable.

El desarrollo de los métodos numéricos ha ido a la par con la evolución de la taxonomía numérica y de las posibilidades que brinda el uso del ordenador. Es por esto que a continuación y en primer lugar, expondremos de forma sucinta lo que significa y representa la

taxonomía numérica antes de iniciar la revisión de los diversos enfoques a la tipología desde el punto de vista de la cuantificación.

LA TAXONOMIA NUMERICA

Un problema que afecta a todas las ciencias es el de la clasificación de las entidades definidas mediante una serie de atributos. Este problema es común a la Biología, Geología, Psicología, Antropología, etc. y, por supuesto, a la Arqueología. En algunas de estas disciplinas ya se habían utilizado desde antiguo una serie de métodos matemáticos y estadísticos para intentar conseguir clasificaciones más objetivas, sobre todo en las ciencias biológicas, donde se habían desarrollado técnicas taxonómicas para agrupar los especímenes en función de sus atributos.

En las últimas décadas asistimos a un desarrollo frenético de los métodos taxonómicos, reunidos bajo la denominación de “taxonomía numérica”, debido fundamentalmente a dos factores: a) el rápido desarrollo de la informática que ha provocado un avance paralelo de métodos objetivos, explícitos y fiables tanto en la evaluación de las relaciones taxonómicas como en la creación de los “taxa”; estos métodos han sustituido el enfoque tradicional de la clasificación, basado en la habilidad individual para distinguir las diversas características, similitudes o diferencias entre las unidades; y b) los trabajos de P. H. A. Sneath (Universidad de Leicester) y R. R. Sokal (Universidad de Nueva York) publicados en 1963 y 1973, que han sintetizado los diversos métodos y enfoques de la taxonomía numérica, ejerciendo un gran peso e influjo en otras ciencias como la Arqueología. Bajo la denominación de taxonomía numérica se agrupan dos categorías que son fundamentales para el arqueólogo: el agrupamiento de los datos y la clasificación de los mismos (Solomon, 1971: 63).

Definición de los términos

Antes de referirnos a las diversas estrategias de la Taxonomía Numérica que se utilizan frecuentemente en la Arqueología para realizar clasificaciones óptimas del material creemos conveniente hacer una amplia introducción sobre los principios, conceptos, ventajas y propiedades de la Taxonomía Numérica siguiendo principalmente las obras ya citadas anteriormente (Sokal y Sneath, 1963, 1973) y las realizadas por algunos arqueólogos (Clarke, 1968: 513-534, Doran y Hodson, 1975: 158-161).

Veamos en primer lugar las definiciones de los términos usados en taxonomía, algunos de ellos muy conflictivos y sobre los que se ha escrito bastante. Los más usuales son:

Sistemática

Es un término muy usado en Biología, definido en este campo como “el estudio científico de los tipos y diversidad de los organismos y de las relaciones entre ellos” (Sokal y Sneath, 1973: 2). Es decir, podemos entender por sistemática el modo de crear unidades en

una disciplina científica. Un prehistoriador, R. C. Dunnell, la concibe como “los procedimientos para la creación de conjuntos de unidades” (1978: 38).

Clasificación

Se puede definir como “la ordenación de los organismos en grupos o conjuntos sobre las bases de sus relaciones” (Sokal y Sneath, 1973: 3). J. Doran y F. R. Hodson (1975: 159) fijan el concepto de clasificación como “la colocación de entidades en clases inicialmente no definidas, de tal forma que los individuos en una clase están unos cerca de otros”. R. C. Dunnell (1978: 58) restringe el término a la ordenación en el reino ideacional, explicándolo como “la creación de unidades de significado mediante la estipulación de redundancias (clases)”, mientras que el agrupamiento (“clustering”) lo define como “la creación de unidades de cosas (grupos)”. Ambos conceptos se articulan entre sí mediante otro proceso que se denomina “identificación”.

Identificación

Es “la colocación o asignación de objetos adicionales no identificados a la clase correcta una vez que la clasificación ha sido establecida” (Sokal y Sneath, 1973: 3). Es decir, se trata de buscar la situación de una entidad nueva dentro de un conjunto formado por una serie de grupos ya definidos (Doran y Hodson, 1975: 159).

Taxonomía

Trata el “estudio teórico de la clasificación, incluyendo sus bases, principios, procedimientos y reglas” (cit. en Sokal y Sneath, 1973: 3). De esta definición se desprende que la taxonomía recoge aspectos técnicos de la clasificación, cuando normalmente tanto los conceptos de taxonomía como de clasificación se han usado para designar los resultados finales de los procesos taxonómicos; por tanto, en la práctica ambos términos son sinónimos y no se distingue rigurosamente entre “taxonomía numérica” para el campo teórico y “clasificación numérica” para la práctica. La “taxonomía numérica” es definida como “el agrupamiento mediante métodos numéricos de unidades taxonómicas en “taxa” sobre la base de sus estados característicos” (Sokal y Sneath, 1973: 4).

Clases y Entidades

En la Taxonomía Numérica, las clases en las que se incluyen las unidades se denominan “grupos” (“clusters”) y las entidades se definen como unidades taxonómicas operativas (abreviado OTU), ocupando el escalón más bajo en el “ranking” de los “taxa” empleados en un estudio dado (Sokal y Sneath, 1973: 69). Las unidades se describen por las medidas de sus atributos. Normalmente se busca una jerarquía de “grupos” o “clusters” más que un nivel de agrupamiento. En la jerarquía, los “clusters” son en sí mismos clasificados en grupos; el proceso se va repitiendo en diferentes niveles hasta formar un árbol, que se repre-

		<i>Entidades</i>											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<i>Atributos o artefactos</i>	1	X	X	X	X	X	X						
	2	X	X	X	X	X	X						
	3	X	X	X	X	X	X						
	4	X	X	X	X	X	X						
	5	X	X	X	X	X	X						
	6							X	X	-	X	-	-
	7							-	X	X	-	-	X
	8							X	-	X	X	X	X
	9							-	X	-	X	X	-
	10							X	-	X	-	X	X

X Presente
- Ausente

*Grupo
monotético*

*Grupo
politético*

Fig. 1.—Clases monotéticas y politéticas (Clarke, 1984, fig. 3).

senta gráficamente como un “dendrograma”. Las ramas no representan descendencia genética, sino la afinidad entre las unidades. Se puede crear una jerarquía continua dividiendo la muestra en grupos sucesivamente más pequeños (estrategia divisiva) o combinando unidades gradualmente en unidades más grandes (estrategia aglomerativa) (Doran y Hodson, 1975: 160).

Clases naturales y artificiales

Una distinción muy importante que hacen también los taxonomistas numéricos es entre a) clases que han sido definidas en función de la similitud de sus miembros y b) clases cuyos miembros poseen características dadas (fig. 1). Las clases del tipo “a” se definen como politéticas o naturales (cada miembro de una clase comparte con otros un gran número de características pero ninguna de ellas tiene que ser poseída por todos los miembros) y las clases del tipo “b” como monotéticas o artificiales ya que cada miembro de la clase debe poseer obligatoriamente las características definitorias de la misma (Sokal y Sneath, 1973: 18-27; Doran y Hodson, 1975: 160 y Clarke, 1984: 30-32).

Las bases de la Taxonomía Numérica

La posición fundamental o bases de la Taxonomía Numérica se puede resumir en los siguientes principios, establecidos por R. R. Sokal y P. H. A. Sneath (1973: 5):

- 1) Cuanto mayor sea el contenido de información de los grupos y taxones de una clasificación y mayores los caracteres en los que están basados, mejor será la clasificación.
- 2) A priori, todo carácter tiene igual peso en la creación de las clases naturales.

- 3) La afinidad global entre dos unidades es una función de sus similitudes individuales en cada uno de los muchos caracteres en los que se pueden comparar.
- 4) Dos clases distintas se pueden reconocer debido a que las correlaciones de los caracteres difieran en los mismos.
- 5) Se pueden realizar inferencias culturales a partir de la estructura taxonómica de un grupo y a partir de las correlaciones de los caracteres.
- 6) La Taxonomía se considera como una ciencia empírica.
- 7) Las clasificaciones se basan en similitudes mensurables.

Una de las características de la Taxonomía Numérica que más nos interesa se refiere al segundo punto, al considerar a priori que todas las variables o atributos pueden jugar un papel similar en la creación de los grupos o taxones, es decir, deben ser tratados con el mismo peso. Esto va en consonancia con la creación de grupos politéticos, en donde los artefactos pueden compartir bastantes caracteres pero no necesariamente todos, en contraposición con los tipos tradicionales marcados en Arqueología donde uno o dos atributos llevaban todo el peso tipológico y su única posesión era la condición exigida para pertenecer al tipo. R. R. Sokal y P. H. A. Sneath (1973: 109-113) dan una serie de argumentos para dar igual peso a los atributos, al menos en un primer momento:

- 1) Si a priori no podemos jerarquizar el peso de los atributos, entonces es mejor dar inicialmente el mismo peso.
- 2) En la búsqueda y aislamiento de los grupos no podemos usar un criterio que presuponga su inexistencia y sus límites. No podemos escoger rasgos distintivos ya que no tenemos conocimiento de qué rasgos son distintivos.
- 3) La "importancia" que podemos dar al peso de un atributo concreto puede responder a menudo a un reconocimiento intuitivo.
- 4) Si admitimos un peso diferencial de los atributos, entonces debemos dar las reglas e "ideología" que hemos tenido en cuenta, ya que hasta el momento no existe un sistema óptimo que valore los pesos de los atributos por lo que a los datos arqueológicos se refiere.
- 5) Ya que la ventaja de la Taxonomía Numérica consiste en poder trabajar con gran cantidad de datos sería conveniente no dar mayor peso a los atributos. Por ejemplo, si pretendemos realizar la clasificación morfométrica de un complejo cerámico, es necesario hacer una selección y resaltar aquellos atributos numéricos que nos pueden indicar los valores morfométricos de las vasijas.
- 6) La propiedad de la "naturaleza" en una taxonomía se debe al alto contenido de información variada que está implícita en un grupo natural específico, es decir, la taxonomía está diseñada para ser un vehículo para la máxima transferencia de información con múltiples propósitos. Esto no quiere decir que cuanto más amplios creemos los grupos o taxones mayor información estará contenida en los mismos.
- 7) En la práctica, el necesario uso de muchos atributos o características iguala el peso efectivo con el que cada atributo o carácter contribuye al coeficiente de afinidad, convirtiéndose en un sistema de igual peso en cualquier caso.

Podemos señalar, como resumen a estos siete puntos, que en un principio es conve-

niente tener claro cual es el propósito de nuestra clasificación (tipología morfométrica, estilística, funcional, etc.) para poder establecer una primera selección de atributos que nos informen sobre esa categoría. Una vez dado este paso, es conveniente conceder igual importancia a todos los atributos, ya que normalmente los propios métodos numéricos nos van a señalar cuales de estas variables tiene un peso o papel mayor en la muestra, indicándonos los diversos índices de correlación existentes entre las variables.

Por último, podemos ver cuales son las contribuciones fundamentales de la Taxonomía Numérica a la Arqueología, que D. L. Clarke (1968: 518-520) resume en tres principalmente:

- a) La capacidad para una definición más objetiva de nuestras unidades arqueológicas, ya que sólo los métodos de la Taxonomía Numérica pueden definir adecuadamente los tipos en función de ‘clusters’ de atributos o de artefactos.
- b) La habilidad para determinar y expresar el grado en el que diferentes entidades son similares o no usando un procedimiento explícito y repetitivo. Esto permite afirmar o no la afinidad entre artefactos concretos, conjuntos, culturas, etc.
- c) Ya que las entidades han sido definidas objetivamente se pueden jerarquizar en una estructura más compleja.

MODELOS TIPOLOGICOS EN ARQUEOLOGIA

La aproximación del arqueólogo a la taxonomía no es reciente, sino que ya desde los años 50 y 60 se nota una tendencia en la Arqueología a establecer una serie de clasificaciones y tipologías de artefactos y culturas tanto en el Viejo como en el Nuevo Mundo. Estos primeros escarceos se suelen recoger en la bibliografía arqueológica como “enfoques tradicionales” a la tipología, caracterizados fundamentalmente por el carácter intuitivo de la elección de los tipos. Estos enfoques tipológicos no emplean métodos matemáticos. Serán los enfoques atributables, basados en el análisis de los atributos, los que comiencen a desarrollar los métodos numéricos, de corte sencillo, que se complicarán con el desarrollo de la Taxonomía Numérica. Siguiendo este punto de vista, básicamente cuantitativo, podemos analizar el desarrollo que han seguido los diversos modelos tipológicos propuestos por los arqueólogos.

EL ENFOQUE TRADICIONAL

Características y aplicaciones

Los primeros intentos clasificatorios y teóricos en relación con la tipología los hemos agrupado bajo la denominación de “enfoque tradicional”, al ofrecer un punto de vista sobre la clasificación cualitativo e intuitivo, en contraposición a los modelos atributual y de agrupación de ítems que pretenden seguir unos criterios cuantitativos y objetivos. Esta dicotomía entre la consideración de los tipos ha estado presente en una serie de trabajos teóricos que

han protagonizado un gran debate, monopolizado casi exclusivamente por la arqueología americana, sobre la tipología y la concepción del tipo y que vamos a tratar de analizar a continuación.

La naturaleza y el significado de los tipos han centrado el desarrollo de este debate, cuya problemática ha sido sintetizada por J. N. Hill y K. K. Evans (1972: 231) en los siguientes puntos: 1) ¿Son los tipos reales o han sido inventados por los arqueólogos de acuerdo a su conveniencia?; 2) ¿existe un “continuum” de variabilidad entre los artefactos o existen grupos no aleatorios de atributos que pueden ser descubiertos?; 3) ¿existe un único y mejor tipo de división o clasificación de un conjunto dado de materiales o puede haber muchas divisiones igualmente buenas?; 4) ¿podemos formular tipos estandarizados?; 5) ¿representan los datos en algún sentido los “datos básicos”?; 6) ¿necesitamos muchos o pocos tipos?; y 7) ¿qué significan nuestros tipos?, ¿representarían ideas, preferencias, costumbres o pautas mentales, funcionalidad o cronología? En mayor o menor medida cada modelo tipológico pretende explicar estos puntos por lo que trataremos de analizar en qué medida cada escuela o tendencia ha tratado de responder a estas interrogantes.

El concepto de “tipo” para el enfoque tradicional representaría el ejemplo “perfecto”, que muestra todas las características que lo diferencian de los otros tipos; es la media entre las variaciones extremas. Esta concepción encierra un enfoque cualitativo, subjetivo e intuitivo, ya que su finalidad es identificar y nombrar la mayoría de las características del artefacto en un grupo, al que se denomina “fósil-guía” o “fósil-director”. Este intento por encontrar las mejores divisiones de los tipos basados en las características más claras es lo que I. Rouse llama “clasificación taxonómica” (1960: 313) y conduce a lo que denomina “tipos analíticos” o “tipos morfológicos”, si seguimos a J. H. Steward (1954).

El punto de vista anterior suscribe, al menos implícitamente, la filosofía de la escuela empírica (Hill y Evans, 1972: 233), ya que mantiene la noción metafísica de que todos los fenómenos (incluyendo los artefactos) tienen significado o significancia inherente en sí mismos. Cada ítem tiene un significado individual, que puede responder a alguna de estas ideas: a) ideas, costumbres o pautas mentales; b) significado funcional; o c) significancia de “índole histórica” y la labor del arqueólogo es descubrirlo. En este paradigma metodológico, la clasificación se realiza previamente al análisis y a la interpretación. Una vez que los tipos ya han sido establecidos se pueden usar para identificar nuevos artefactos sin la necesidad de ir agrupando constantemente los artefactos en clases.

Es importante que seleccionemos unos pocos ejemplos para ilustrar este punto de vista de entre aquellos autores que asumen que existe una tipología óptima inherente en sus materiales si ellos son capaces de descubrirla. Veamos algunas aplicaciones de la arqueología americana y europea.

En uno de los primeros trabajos de la arqueología americana, “The typological concept” (1944), A. D. Krieger, intenta analizar el significado de los términos “tipo” y “variación” cuando se aplican a los materiales arqueológicos. Compara el concepto de tipo con el “rasgo cultural” de la Etnografía, cuyo propósito sería identificar los patrones de comportamiento o tecnológicos que pueden ser adquiridos por un ser humano de otro y que sirven como instrumento para reconstruir los desarrollos culturales y sus interacciones. Para Krie-

ger, en todos los estudios de comportamiento es esencial distinguir entre el patrón ideal o tradicional y las variedades que resultan de la variabilidad individual. Tiene, por tanto, una concepción normativista de la tipología, ya que la tarea del analista consistirá en trabajar con productos variables de manufactura primitiva para recuperar, si es posible, los patrones mentales que subyacen en estas técnicas de manufactura, los cambios en los patrones a través del tiempo y las fuentes de tales cambios. Por lo tanto, el propósito de un tipo en arqueología debe ser proporcionar un instrumento organizativo que facilitará al investigador agrupar los especímenes en cuerpos que tengan un significado histórico demostrable en relación con los patrones de comportamiento (Krieger, 1944: 271-273).

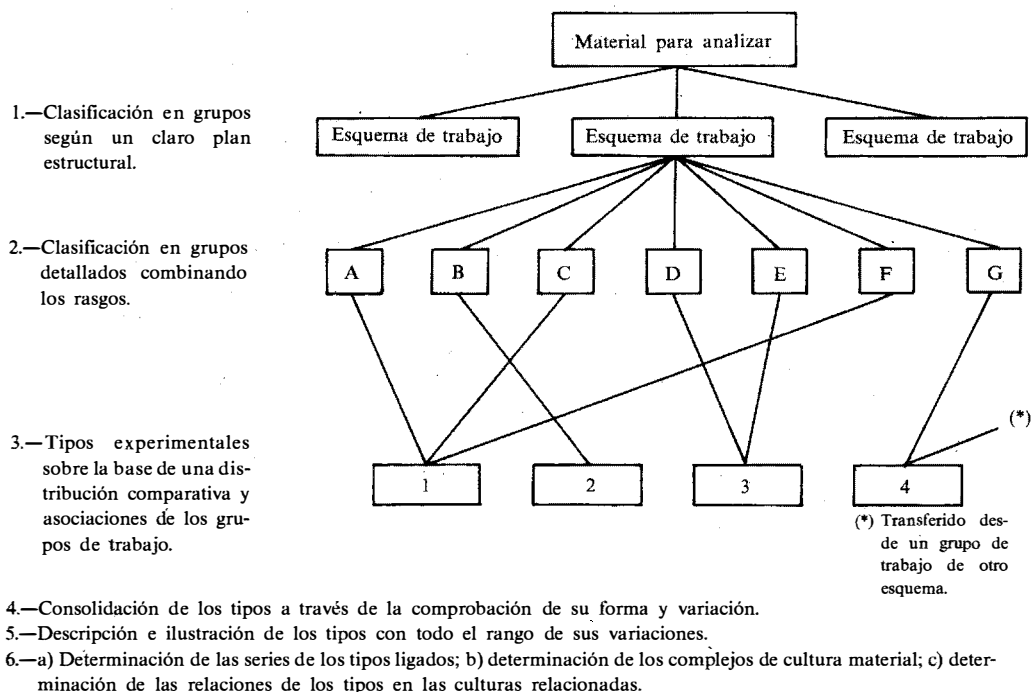


Fig. 2.—Diagrama del procedimiento tipológico de Krieger (1944, fig. 25).

Según Krieger, el verdadero método tipológico sería aquel en el que los tipos son tomados como grupos específicos de rasgos estructurales que han proporcionado significado histórico (fig. 2). Como caso práctico propone una aplicación concreta del método tipológico sobre la cerámica (Krieger, 1944: 278-279). En síntesis, viene a decir que cada tipo cerámico se puede definir por una combinación específica y cohesiva de atributos de pasta, desgrasante, textura, dureza, etc. La base teórica de su método se puede resumir en los siguientes puntos:

1) Cada tipo se aproximaría lo más estrechamente posible que pudiera a la combinación de ejecuciones mecánicas y estéticas que formaron un patrón en las mentes de una serie de trabajadores que estaban regidos por este patrón con grados variables de éxito e interpretación.

2) Cada tipo, con sus posibles variaciones, debe mantener su forma con una consistencia esencial.

3) Los criterios de distinción para la determinación de cada tipo no son valores constantes. Lo que puede servir para diferenciar tipos en unas circunstancias se puede utilizar para ver su variación en otras.

4) No importa si las diferencias entre los especímenes del grupo son pequeñas. Estas diferencias tienen importancia si sus distribuciones en el espacio, tiempo y asociación cultural son distintas.

5) No existe ningún criterio básico primordial a la hora de formar una tipología. Cada combinación específica de rasgos es un valor determinativo mayor que cualquier rasgo individual.

6) Las diferencias entre los tipos no deben ser tan oscuras que otros investigadores encuentren dificultades para reconocerlas.

7) El armazón tipológico para cualquier clase de material debe ser lo bastante flexible como para permitir adiciones, subdivisiones, recombinaciones, etc.

8) Un tipo cuando está bien clasificado debe tener un nombre y ser descrito.

En una obra posterior (1960) Krieger establecerá la diferencia que existe, a su juicio, entre clasificación (cualquier tipo de ordenación) y tipología (un sistema más ordenado de acciones que obedecen a ciertas leyes o principios). Su obra fue sometida a duras críticas por parte de los partidarios del enfoque atributual (Read, 1974b y Spaulding, 1953).

Uno de los principales animadores del debate fue J. A. Ford (1954a, 1954b y 1961), arqueólogo normativista, para quien la cultura es un mecanismo clasificatorio, definiéndola como “un sistema organizado para el manejo humano” (Ford, 1954a). Según Ford existe un orden inherente en la cultura, que el arqueólogo tiene que tender a esclarecer. A modo de ejemplo, concibe idealmente la existencia de un pueblo, los gamma-gamma, que viven en la isla de gamma, con una serie de reglas sociales y culturales: “los gamma-gamma tienen cada aspecto de su cultura bien compartimentado: los vasos de servir comida tienen un repertorio de formas y decoraciones; las botellas de agua tienen su gama... Sin embargo, los especímenes que se hacen en cada momento no son duplicados e idénticos. Por lo tanto, cada vaso es reconocido como diferente de los otros vasos de su clase. Cuando el etnólogo estudie la cerámica y otros aspectos de la cultura, observará que la variación en los artefactos tiende a agruparse en torno a una media, que él puede visualizar como el tema central del tipo. El rasgo cultural, por tanto, es una abstracción hecha por el etnólogo y derivada de la actividad cultural. Tiene una media y un rango de variación” (Ford, 1954a: 45). En este ejemplo (fig. 3), J. A. Ford nos muestra la dependencia de los tipos observados por los etnólogos en el nivel de la abstracción, en el lugar de la observación en el espacio y en el punto escogido en el tiempo: en estos tres aspectos de la cultura existe un “continuum”.

Termina J. A. Ford su trabajo resumiendo lo que a su juicio serían las cuatro dimensio-

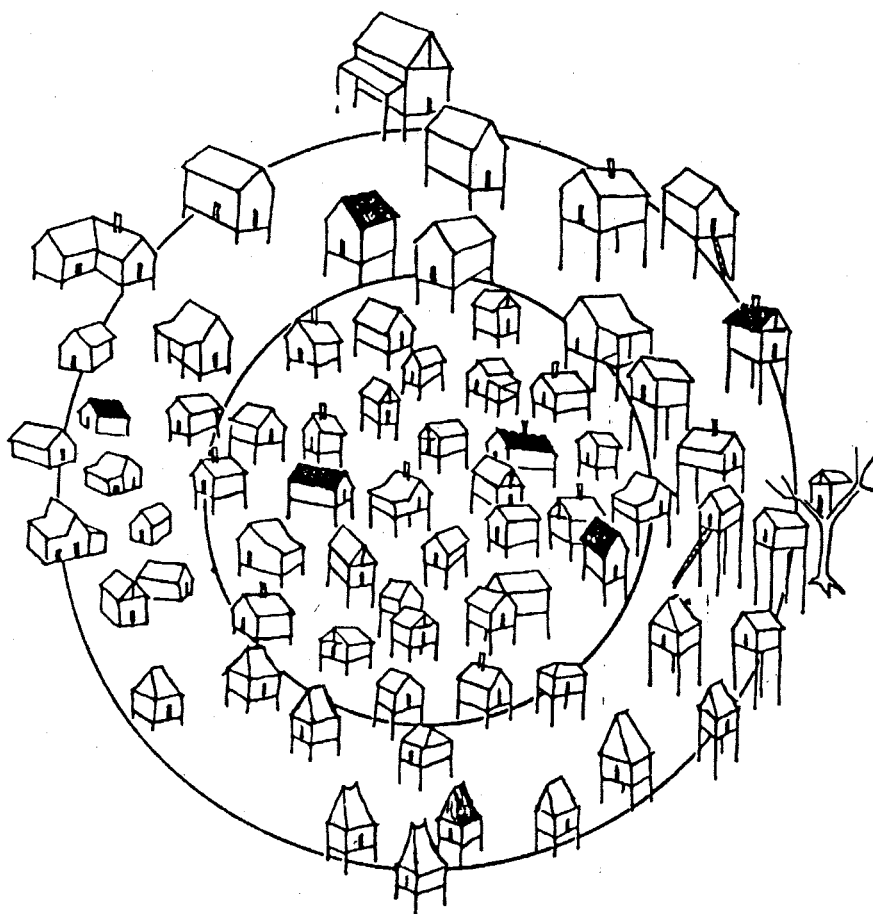


Fig. 3.—Ejemplo de clasificación tradicional en el que se agrupan las casas pequeñas dentro del círculo interior que representaría la media (Ford, 1954a, fig. 1).

nes que delimitarían al tipo cultural y de las que el arqueólogo debe ser consciente si quiere hacer un uso inteligente del concepto (Ford, 1954a: 52):

1) La organización inherente que existe en la cultura en todos los tiempos y lugares. El tipo cultural en mayor o menor grado será el reflejo de los límites de una corriente de ideas.

2) El nivel de abstracción a partir de la estructura cultural ajustadamente entremezclada en el que se formula la tipología.

3) El tipo cultural abarcará la variación debida a la variabilidad cultural a través del espacio geográfico.

4) El tipo cultural incluirá la variación que sufre con el paso del tiempo.

El trabajo de Ford generará una inmediata polémica, acaudillada por A. C. Spaulding, partidario de la creación de tipos con la ayuda de los métodos estadísticos, siendo totalmente contrario a las tesis tradicionalistas. Ataca duramente a J. A. Ford (Spaulding, 1954), considerando su trabajo como “técnicamente incompetente”, señalando que no existen tipos inherentes, tales como los usados para las reconstrucciones cronológicas e históricas. La respuesta de J. A. Ford es inmediata (1954b), centrando su réplica en la crítica a la aplicación de métodos estadísticos para la creación de tipos, que impide tener en cuenta la teoría cultural: “la sugerencia de Spaulding de que el análisis estadístico del material encontrado en un asentamiento establecerá los tipos cerámicos útiles para el estudio de la historia cultural es muy ingenua. Revelará el grado relativo en el que ese pueblo conformó su conjunto de estilos cerámicos en un tiempo y en un lugar, pero eso es todo lo que hará. Spaulding aconsejaría el uso de los datos en aquella variación debida a que el grado de ajuste a medidas standards está unido a la variación debida al cambio de estilo con el tiempo. Tales estudios estarían mejor hechos después de que la cronología fuera controlada” (1954b: 391). En conclusión, J. A. Ford piensa que es necesario tener controladas las cronologías y las secuencias culturales para poder establecer tipos, ya que se podía dar el caso de que los mismos tipos aparezcan en momentos cronológicos distintos y en zonas diversas. Defiende el punto de vista de que en las culturas que se pueden conocer arqueológicamente impera un determinado orden interno, el cual sería difícil de determinar mediante tipos estáticos.

Uno de los ejemplos taxonómicos más célebres dentro del enfoque tradicional es el *Sistema Tipo-Variedad* (“Type-Variety System”), sistema clasificatorio para la cerámica, que ha sido teorizado y experimentado en el Suroeste de los Estados Unidos (Wheat *et al.*, 1958; Phillip, 1958; Gifford, 1960; Sabloff y Smith, 1969 y Sears, 1960). El intento inicial del “sistema tipo-variedad” fue extender y modificar el método descriptivo básico de la taxonomía cerámica que ya se había desarrollado en el Suroeste de los Estados Unidos. El mecanismo metodológico de este sistema (fig. 4) consiste en crear una serie de tipos cerámicos —“representaciones de un conjunto de atributos cerámicos visualmente distintos, objetivizados dentro de una o más variedades que, cuando son tomadas en su totalidad, son indicativas de un tipo concreto de cerámica producido durante un tiempo específico dentro de una región dada (Sabloff y Smith, 1969)— y variedades constituidas por atributos distintos que tienen connotaciones culturales, espaciales y temporales, y que además son entidades significativas de interpretación cultural. Este sistema acuña también el término “cluster-tipo” para referirse al tipo y todas sus variedades y el término “sistema cerámico” que hace mención a un grupo de clusters-tipo. Existen, por tanto, cuatro niveles de clasificación en el esquema: variedad, tipo, sistema cerámico y cluster-tipo. Una síntesis del método y comentarios sobre el mismo se pueden consultar en R. Vossen (1970: 61-63).

El “sistema tipo-variedad” es en definitiva por un lado un enfoque normativista, donde se considera que los tipos nos informan de las “ideas compartidas” entre la población y por otro lado dota a los tipos de un significado tempo-espacial o histórico, como se plasma en las tres ideas que suscribe Gifford en 1960:

- 1) Las variedades serían indicadores de las manifestaciones cerámicas originales debidas a la variación individual o de un grupo social pequeño en una sociedad.

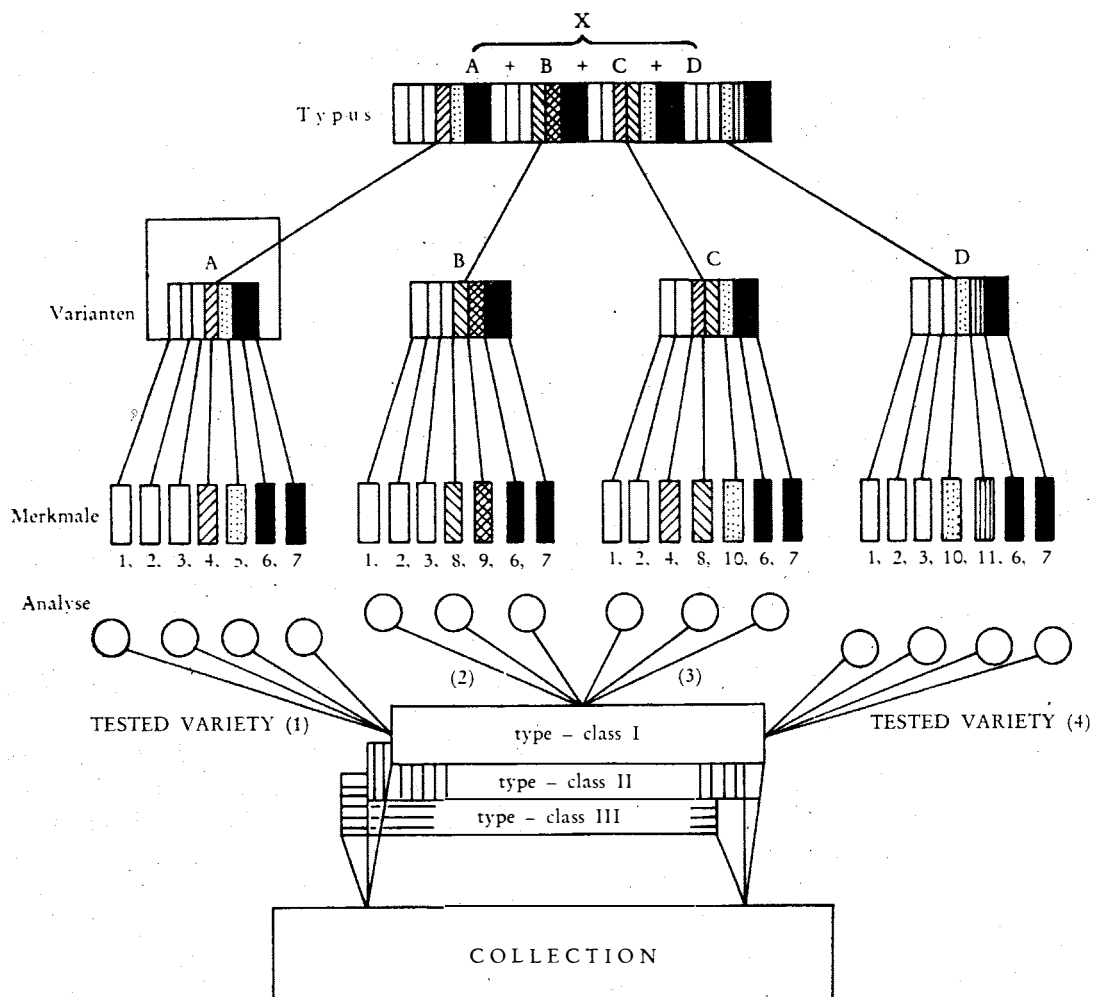


Fig. 4.—Diagrama tipológico representativo del concepto tipo-variedad (Vossen, 1970, fig. 6).

2) Los tipos cerámicos representarían la combinación de un número de atributos en concepción abstracta que, cuando fueron ejecutados sobre la arcilla por los alfareros, eran aceptables para ellos y para la mayoría de los otros alfareros que estaban dentro de su configuración cultural. Los tipos serían compendios de la variación individual o de un grupo social pequeño, con límites impuestos por la interacción de los individuos en un nivel social y determinado por un sistema de valores operativos presente en cualquier sociedad. Los tipos cerámicos serían, por tanto, representativos de los fenómenos culturales.

3) Los tipos cerámicos serían derivaciones culturales y pueden relacionarse entre ellos a través del espacio y el tiempo. Las relaciones de este tipo se reconocen como “sistemas cerámicos” y “secuencias cerámicas”.

De lo expuesto se puede desprender que en el “sistema tipo-variedad” los tipos tienen un significado normativo o ideacional, pudiendo utilizarse como elementos identificadores de los grupos étnicos prehistóricos, para delimitar las distribuciones espaciales y temporales de las poblaciones y, ya que se les concede esta realidad cultural, pueden servir para el establecimiento de cronologías.

Dentro de la escuela tradicional americana nos queda referirnos por último a I. Rouse, uno de los grandes teóricos dentro del campo de la clasificación de los artefactos (1953, 1960, 1972 y 1973). El estudio que hace sobre la clasificación difiere bastante de los aspectos discutidos en los otros autores. Resumiremos sus puntos de vista principales:

1) Se da un cambio de énfasis en los grupos de unidades, ya que un tipo es concebido por Rouse, como un grupo “diagnosticado” de atributos, siendo éstos los que caracterizan la clase.

2) Establece el contraste existente entre la clasificación basada en muchos o en todos los atributos de las unidades (clasificación analítica: tipos analíticos) y la clasificación basada en una elección consciente por el arqueólogo de unos pocos rasgos (clasificación histórica: tipos históricos).

3) Introduce el concepto de “modalidad”, que define como cualquier estandarización, concepto o costumbre que gobierna el comportamiento de los artesanos de una comunidad, los cuales la transmiten de generación en generación y que puede extenderse de una comunidad a otra a través de largas distancias. Estas modalidades se reflejarán en los artefactos como atributos, aunque no todos los atributos de los artefactos serán indicativos de las modalidades, ya que algunos expresarían la idiosincrasia personal de los artesanos, mientras que otros caerían dentro del campo de la Biología, Química o Física más que dentro del campo cultural. La clasificación analítica debe, por tanto, individualizar las modalidades que son culturales y excluir aquellos rasgos que sean puramente biológicos, químicos o físicos. Para ello es necesario examinar un conjunto de artefactos intentando seguir el procedimiento del artesano: comenzar viendo el material usado, continuando con sus técnicas de manufactura y luego considerar la forma, decoración y usos. En cada paso de este procedimiento podemos hallar que el artesano ha elegido algún tipo de estandarización o costumbre. Este proceso permite dividir un conjunto de materiales en clases sobre la base de la materia usada.

En el Viejo Mundo también se han realizado estudios tipológicos encuadrables dentro de este modelo, destacando los de V. G. Childe, quien distingue dos niveles taxonómicos básicos: “culturas” y “tipos” (Childe, 1956). Define cultura como “un conjunto concurrente de tipos arqueológicos”, añadiendo que los tipos se encuentran repetidamente asociados juntos porque son resultado del modelo de comportamiento estandarizado que está dentro de cada persona y de la misma sociedad. El concepto de tipo de G. Childe se puede resumir en los siguientes puntos (Childe, 1956; Doran y Hodson, 1975: 162-163):

1) Los miembros individuales de cada tipo muestran ciertos rasgos comunes que se repiten en todos los miembros de la clase. Los arqueólogos consideran los fenómenos casi exclusivamente como miembros de una clase, ignorando que son las peculiaridades particulares, accidentales o intencionadas, las que distinguen cada espécimen.

2) Clasifica los datos en grupos funcionales y dentro de ellos reconoce un número amplio de tipos diferentes.

3) Los artefactos agrupados como representativos de un tipo se pueden subdividir en un número de tipos creciente, definidos por caracteres cada vez más concretos.

4) Debe existir un elemento arbitrario en la discriminación de los tipos ya que los análisis estadísticos tienden a definir muy estrechamente los tipos, creando gran cantidad de los mismos, por lo que G. Childe aboga por la definición de unos límites amplios para los tipos.

5) Aquellos tipos, que son indicativos de un comportamiento cultural significativamente alto, son útiles para clasificar culturas y de gran importancia para su descripción.

6) Los tipos son creaciones de individuos, que han sido aprobados, adoptados y objetivizados por alguna sociedad.

Del punto primero se desprende una concepción de la clasificación de los tipos monotética, mientras que su intento por clasificar culturas es politético, ya que dice que “no todos los tipos que se asignan a una cultura necesitan aparecer en cada conjunto que constituye esa “cultura” (Childe, 1956: 33). Aunque Childe considera los “fósiles-tipo” como caracterizadores de las culturas arqueológicas, no cierra del todo las puertas a los análisis cuantitativos a la hora de la definición de dichas culturas.

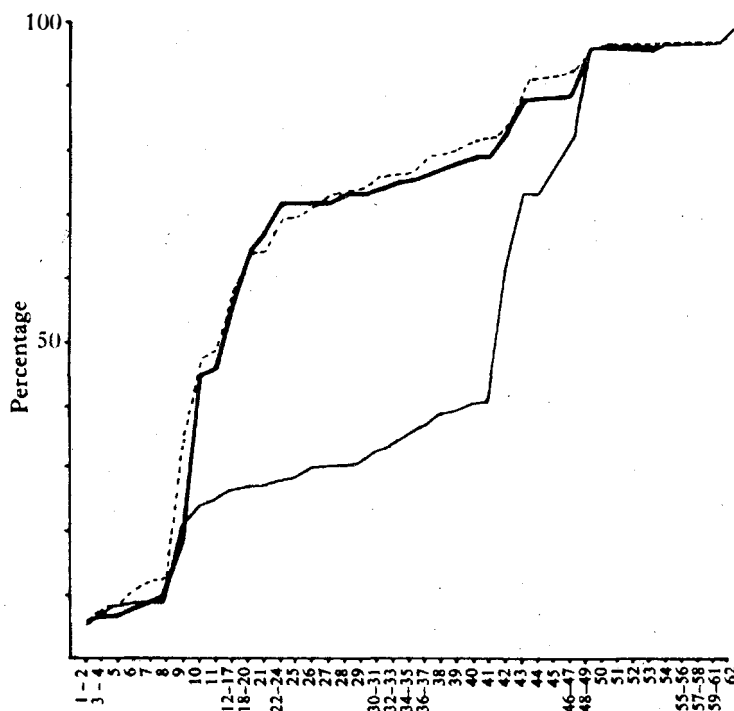


Fig. 5.—Empleo de sistemas cuantitativos por el modelo tradicional: gráficas acumulativas de Bordes (1954) comparando tres complejos musterienses.

Un hito en la clasificación arqueológica viene marcado por F. Bordes y su escuela, que se ha centrado en la descripción de las industrias paleolíticas por medios cuantitativos (fig. 5), si bien la creación de los tipos es totalmente intuitiva y visual (Bordes, 1950, 1953, 1961 y 1974; Bordes y Sonnevill-Bordes, 1970). Para Bordes, la existencia de tipos se sugiere tanto a posteriori, después del examen de las industrias, como a priori, ya que los útiles fueron manufacturados para usos concretos, remarcando que los útiles están estandarizados desde tiempos achelenses hasta nuestros días. En función de esta idea la definición de tipo para la escuela de Bordes sería: “un grupo de artefactos altamente estandarizados” (Doran y Hodson, 1975: 163). Dos características que se pueden destacar del sistema creado por Bordes son su jerarquía y su sistema politético de clasificación, si bien cuando explica las bases de su sistema tipológico, señala que está basado en treinta años de experiencia trabajando con útiles de piedra, avalando con esto la “seguridad de su tipología” (Bordes, 1961). Esta es una de las características del enfoque tradicional: establecer un procedimiento de clasificación ampliamente subjetivo e intuitivo, ya que el sistema que resulta de este enfoque se considera como el mejor posible, pues está basado en las cualidades más obvias de los artefactos.

Por último, dentro de este modelo tradicional es obligado hacer mención a la figura del arqueólogo ruso V. A. Gorodtsov, quién con su artículo “El método tipológico en Arqueología”, publicado en 1927 (en inglés, Gorodtsov, 1933; cit. por Klejn, 1982: 44-46) es uno de los pioneros en el tema que nos ocupa. Gorodtsov considera que un tipo es una colección de ítems idénticos en propósito, substancia y forma; subdivide los tipos en secciones y éstas en grupos: “una clasificación tipológica se basa en el “tipo”... Los tipos enlazados entre sí por un rasgo individual, segregado de la forma, constituyen las secciones. Las secciones enlazadas entre sí por un rasgo individual segregado de la substancia constituyen los grupos y los grupos enlazados por un rasgo individual segregado de la finalidad constituyen las categorías” (cit. por Klejn, 1982: 44). El objetivo de V. A. Gorodtsov es la búsqueda de los tipos puros e ideales, siendo ésta una de las contradicciones del tipólogo ruso, pues su modelo, como él mismo afirma es el sistema de Linneo utilizado en Biología, un sistema taxonómico que no es natural, sino una clasificación artificial.

Significado del tipo y problemática

En la Arqueología tradicional, por tanto, las relaciones entre los ítems (es decir, su similitud o diferencias) son juzgadas intuitivamente por un amplio rango de características observadas, pero normalmente mal definidas, cada una de las cuales puede reflejar una mezcla de impulsos generalizadores (funcionalidad intencionada, tecnología conveniente, tradición estilística, etc.). Si es factible a priori relacionar algunos atributos observados a impulsos específicos de este tipo, puede ser posible al principio dividir el rango total de las clases en grupos y establecer una distinción para cada uno (Doran y Hodson, 1975: 165-167).

La definición del tipo dentro de este modelo requiere: a) enumerar todos los miembros considerados que lo constituyen; b) contabilizarlos anotando una puntuación promedio y una dispersión para cada uno de sus atributos relevantes; y c) hacer una lista de aquellos

atributos-clave que distinguen un grupo de otro ya conocido, pero que no necesariamente lo describen.

La idea básica del tipo es, como ya se ha apuntado, su significado normativo o ideal, pudiéndose definir como un grupo de artefactos que muestran una asociación consistente de atributos cuyas propiedades proporcionan un patrón característicos. Se concibe, por tanto, la cultura como una serie de “ideas compartidas”, siendo los artefactos la expresión material de esa cultura. De aquí se desprende que los artefactos serían un producto de esas “ideas compartidas” y, por lo tanto, los arqueólogos serían capaces de descubrir las ideas que existen detrás de los tipos examinando bastantes ítems de una cultura dada. Este pensamiento es el que subyace en el enfoque tradicional, donde el fósil-guía representa la forma ideal que los fabricantes de útiles tenían en sus mentes, de tal modo que una vez definido un tipo, habremos conseguido delimitar un grupo de gente que comparte la idea de este tipo (una cultura).

Los artefactos, por tanto, son tratados por este enfoque como manifestaciones concretas de una cultura, pudiendo usarse para identificar una cultura y sus movimientos se pueden seguir a través del tiempo y del espacio, dándole al tipo un significado de “índice-histórico”, según la clasificación de los tipos realizada por J. H. Steward (1954). De aquí se desprende que la clasificación no viene impuesta por el clasificador, sino que al tratarse de tipos puros reflejaría los esquemas mentales de los artesanos.

Para terminar, sinteticemos de forma breve algunos de los principales problemas que presenta este enfoque:

- 1) El principal se refiere a los límites del tipo, es decir, cual es la variación que se permite alrededor del índice del tipo para que consideremos que un artefacto pertenece a ese tipo.
- 2) Un problema relacionado con el anterior es la designación del índice, ya que para definir la media de una categoría se debe conocer la variación completa.
- 3) Existen también algunos problemas teóricos como por ejemplo las cuestiones relativas a cuantas categorías son convenientes en una tipología ideal y cual es el mejor nivel de abstracción. No existe un acuerdo entre los arqueólogos sobre cuales deberían ser las categorías cuando queremos extraer de una población de ítems un fósil-guía.
- 4) Otro problema que se plantea es como sabe el clasificador qué atributos son esenciales e importantes en un artefacto para la clasificación. La mayor parte de las clasificaciones tradicionales se basan en los rasgos más importantes de los artefactos, pero cada clasificador o tipólogo tiene su propia idea de cuales son los atributos más importantes.
- 5) Por último, uno de los resultados del uso práctico del “fósil-guía” es que en muchas excavaciones y trabajos arqueológicos sólo se le ha prestado atención a dichos tipos, desechando la amplia información que pueden proporcionar los ítems arqueológicos sobre los sistemas económicos, sociales, reconstrucción del medio ambiente, etc.

EL ENFOQUE ATRIBUTUAL

Características y significado del tipo

Al no existir entre los arqueólogos “tradicionales” un acuerdo pleno ni una unanimidad de criterios sobre la clasificación, muchos investigadores han dirigido su atención hacia los métodos numéricos con la esperanza de conseguir mayor objetividad en sus clasificaciones. En esta línea se pueden integrar una serie de autores y trabajos que han intentado realizar enfoques numéricos para dividir las unidades arqueológicas en clases o tipos, pero utilizando métodos que, a nuestro juicio, son inapropiados para la cultura material arqueológica y no entran de lleno en lo que consideramos métodos de la taxonomía numérica. La denominación de “atributual” no se centra únicamente en el análisis de los atributos, lo cual ya hacía el enfoque tradicional, sino que intenta relacionar los atributos mediante análisis cuantitativos (Hill y Evans, 1972: 252-260; Doran y Hodson, 1975: 165-173 y Seitzer, 1978: 6-8).

El término “tipo” dentro de este enfoque se refiere a “la división de un conjunto de materiales o acontecimientos en grupos basados en el reconocimiento consciente de las dimensiones de variación formal poseída por estos fenómenos” (Hill y Evans, 1972: 233). Es decir, se concibe al tipo de artefactos como el grupo “cluster” o patrón de atributos que distinguen un conjunto de especímenes; es una clase específica de fenómenos que se caracteriza por un “cluster” no aleatorio de atributos. Se trata, por tanto, de un enfoque cuantitativo de tipo más objetivo que el enfoque tradicional.

J. N. Hill y R. K. Evans (1972) consideran al enfoque tradicional como normativista y empírico, siendo totalmente diferente de este modelo atributual que catalogan como positivista en el sentido de que los fenómenos no tienen un significado inherente o primario que tenga que ser descubierto. El positivista mantiene que no existe una tipología natural que es la mejor, es decir, mantienen la no existencia de normas, pautas, preferencias, etc., que tengan que ser descubiertas en un conjunto de artefactos. De hecho, el arqueólogo puede escoger muchas tipologías diferentes, cada una con su propio significado, en función de problemas o hipótesis planteadas a priori. El positivista comienza su trabajo con unos problemas, tests o hipótesis sobre los materiales que él trabaja y luego procede a relacionar los tipos de atributos que él piensa que le conducirán a la tipología conveniente para un análisis concreto; es decir “si un arqueólogo quiere comprobar la proposición de que ciertos vasos cerámicos se usaron para cocinar, mientras que otros se usaron para contener agua, debe enfatizar aquellos atributos que él piensa que representan aquellas funciones. Los vasos contenedores de agua debe suponerse que sean relativamente más grandes que los de cocina; tendrían cuellos estrechos y pequeños orificios y cabría esperar que tuvieran motivos decorativos en el exterior. Los vasos de cocina, por otro lado, deben ser más pequeños, con amplios orificios y parte inferior quemada. El arqueólogo debería encontrar que estos atributos forman “clusters” y por lo tanto habría establecido que estos tipos son relevantes para su problema” (Hill y Evans, 1972: 253-254). Por lo tanto, los tipos serían “clusters” de atributos no aleatorios, ya que el arqueólogo escoge los atributos específicos que van a ser estudiados e intenta demostrar la validez de estos atributos estadísticamente.

Desde este punto de vista positivista, la cultura se enfoca como un fenómeno multiva-

riado, pues los tipos no existen como realidades objetivas, sino que son útiles usados por el arqueólogo, que pueden variar según las necesidades que él tenga. Un defensor de este punto de vista, J. O. Brew (1946), ha afirmado que los sistemas de clasificación son útiles de trabajo y cada investigador debe aplicar el sistema que le sea más útil para resolver los problemas que se le plantean sin que los otros investigadores estén obligados a integrar sus materiales en estos sistemas.

Años más tarde L. R. Binford (1965) dirigirá un fuerte ataque contra lo que denomina una visión de la cultura “normativa” o “univariada”, destacando que los tipos no son manifestaciones de una única cosa (“cultura compartida”), sino que nos informan sobre la variabilidad existente dentro y entre las culturas. Binford considera que un sistema cultural está compuesto por subsistemas que pueden funcionar independientemente o en combinaciones variadas. El uso de un armazón multidimensional facilitará el aislamiento de las causas de varios tipos de cambios y diferencias y proporcionará las bases para estudiar comparativamente los patrones de cambio en las diferentes clases de fenómenos culturales (Binford, 1965: 205).

Otro autor que mantiene este punto de vista positivista, R. A. Watson (1973), sostiene que las tipologías no están gobernadas por las cualidades inherentes existentes en los datos, sino por las ideas a priori de los investigadores, por lo que, como ya hemos dicho, cualquier conjunto de artefactos puede ser ordenado mediante numerosos sistemas tipológicos. A este respecto recalca que los atributos que el arqueólogo escoge reflejan el problema del investigador, mientras que los tipos definidos por estos atributos reflejarían el mundo real y, en segundo lugar, que teóricamente existen infinito número de tipologías posibles, pero en la práctica, ese número es muy restringido, dándose una serie de limitaciones: a) la primera viene impuesta por las características físico-químicas y espacio-temporales del objeto en sí mismo; b) las tipologías están limitadas porque muchas son trasladables a otras; c) están también restringidas por nuestras técnicas de investigación, nuestros instrumentos de observación, la extensión espacio-temporal; y d) por último también están limitadas por las habilidades humanas, los intereses y los deseos (Watson, 1973: 209-210).

Aplicaciones

Uno de los primeros arqueólogos que comienza a trabajar en esta dirección es A. L. Kroeber, cuando ya en 1940 abogaba por el enfoque estadístico de los atributos o rasgos de la cultura material mediante el empleo de tablas de contingencia en donde se reflejara la presencia y ausencia de los atributos (Kroeber, 1940: 29-30). Pero el primer intento serio para encontrar una racionalidad para la tipología numérica en Arqueología fue hecho por A. C. Spaulding en 1953, al intentar una definición para “tipo” que pudiera ser aceptada en el campo arqueológico y que al mismo tiempo pudiera formularse matemáticamente. Su definición de un artefacto-tipo sería: “un grupo de artefactos que muestran un conjunto consistente de atributos cuyas propiedades combinadas proporcionan un patrón característico. Esto implica, incluso dentro de un contexto de bastantes artefactos similares, que la clasificación en tipos es un proceso de descubrimiento de combinaciones de atributos favorecidos

por los fabricantes de los artefactos, no por el procedimiento arbitrario del clasificador” (Spaulding, 1953: 305). Su objetivo es demostrar que con la ayuda de las técnicas estadísticas se puede descubrir la consistencia de las combinaciones de atributos en cualquier contexto arqueológico que sea significativo y que, por tanto, se pueden establecer tipos sobre la base del análisis del material a partir de un componente.

El problema estribaba en encontrar un enfoque numérico, un algoritmo, que llevara a cabo la separación de las unidades en tipos según su definición. Spaulding siguió un camino natural y se dirigió a la literatura estadística para encontrar un método apropiado, escogiendo el test del chi cuadrado (χ^2), que es una prueba de significancia entre pares de atributos, con el que va comparando pares de cualidades de los ítems, estableciendo qué asociaciones son significativas para demostrar la existencia de un tipo. Dicha metodología la ha desarrollado en varios trabajos, encaminándose principalmente a la seriación (1970, 1971, 1973 y 1978). La clasificación según Spaulding se realizaría en tres pasos: 1) todos los rasgos importantes presentes en los artefactos son considerados y se enumera su aparición en cada objeto; 2) todas las combinaciones de rasgos presentes se enumeran y agrupan en cualquier clase de orden y 3) se distinguen las combinaciones estadísticamente similares y concurrentes.

Mantiene Spaulding, por tanto, una posición teórica empírica y en ciertos aspectos normativista cuando dice que “la relevancia histórica se deriva esencialmente del análisis tipológico. Un tipo propiamente establecido es el resultado de inferencias secundarias relativas al comportamiento usual de los fabricantes de los artefactos” (1953: 306). Las divergencias de A. C. Spaulding con los arqueólogos del enfoque tradicional, especialmente J. A. Ford (Spaulding, 1954) y A. D. Krieger (Spaulding, 1971), se centran fundamentalmente en el método tipológico para seleccionar los atributos, que él considera que debe ser de tipo estadístico.

El método matemático escogido por A. C. Spaulding (test de chi-cuadrado) es muy criticado por J. E. Doran y F. R. Hodson (1975: 169), ya que lo entienden más como un método de contrastación que como un método de asociación o combinación, en la forma en que lo utiliza Spaulding. Además sólo se puede trabajar con dicotomías entre atributos, ya que únicamente se pueden comparar pares de variables.

Un avance en este modelo viene dado por la utilización del denominado “análisis matriz”, procedimiento analítico que es usado por D. J. Tugby en 1958, quién, siguiendo el concepto de tipo de A. C. Spaulding, define tales tipos contando con una muestra de unos 135 choppers y hachas australianas a partir de la descripción de estos útiles mediante medidas continuas (altura, peso, etc.), siendo reducida a tres categorías o estados. El primer paso en su análisis fue registrar en una matriz simétrica el número de veces que cada rasgo aparecía en concurrencia con otro, usándose esta información como medida de asociación entre los rasgos. Este “índice” de asociación presenta los mismos problemas que achacábamos al chi-cuadrado de A. C. Spaulding. Posteriormente, Tugby (1965) señala que el método del análisis matriz nos proporciona un modelo óptimo para los cuatro niveles de interpretación de los datos que distingue: identificación, distribución unidimensional, distribución bidimensional y análisis procesual (fig. 6).

Pero quizás el que mayor publicidad ha dado al método atributual ha sido D. L. Clarke

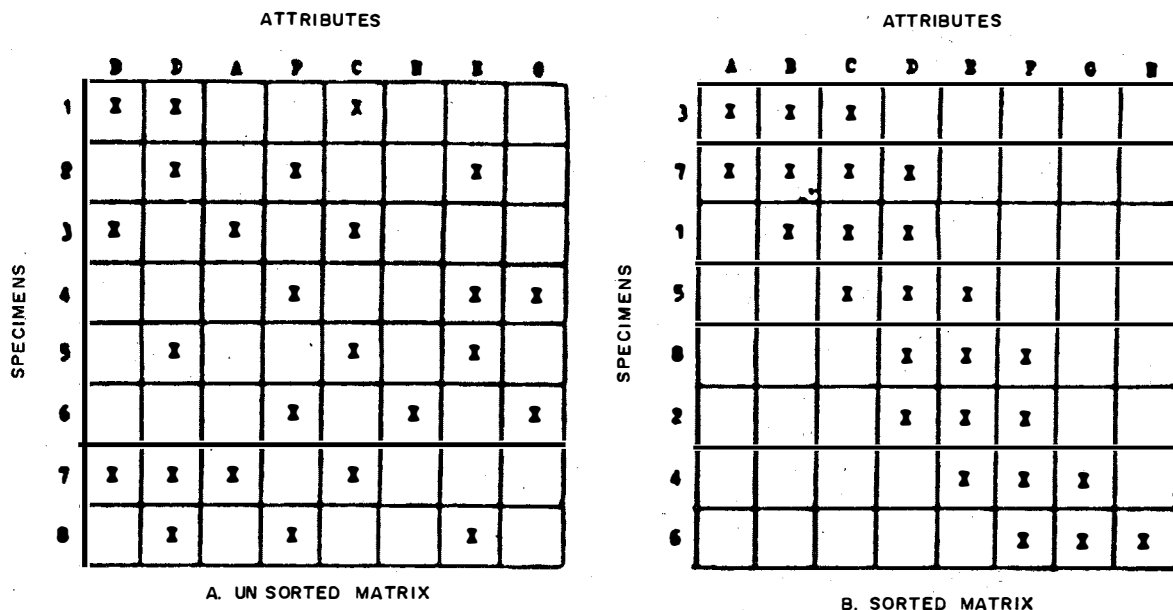


Fig. 6.—Modelo atributual: empleo de matrices: a) desordenada y b) ordenada (Tugby, 1965, fig. 1).

(1962, 1963 y 1970), quien no sólo realiza trabajos teóricos sobre esta técnica, sino que intenta aplicarla a la cerámica campaniforme de Gran Bretaña e Irlanda, seleccionando un total de 39 variables relativas a la forma, los motivos decorativos, la posición de la decoración, la pasta y la cocción. La matriz resultante se ordena según los principios de la seriación de G. W. Brainerd y W. S. Robinson (Brainerd, 1951 y Robinson, 1951) (fig. 7). A pesar de lo poco convincente del método de cara a la construcción tipológica hay que destacar con este intento la utilización del ordenador para llevar a cabo su análisis.

La aplicación de estos métodos de contingencia ha tenido un gran número de seguidores, algunos de los cuales como J. R. Sackett han intentado perfeccionar el método usado por Spaulding (1966, 1969 y 1973). Sackett trabaja con un conjunto de raspadores auriñacienses (1966), utilizando una variación basada en el test del chi-cuadrado (V^2 de Cramer). Las variables que ha seleccionado Sackett son cuantitativas, pero en lugar de tratarlas como tal, las reduce a varias categorías y contabiliza cada división como un estado, es decir, primero separa los atributos en categorías o estados y, a continuación, asocia estos estados. Al igual que puede criticarse en el caso de Spaulding se trata de un método ineficiente de correlacionar los atributos y es importante señalar que este “análisis cluster” de atributos tiene poco que ver con el análisis “cluster” tal como es concebido y usado en la Taxonomía Numérica, que describiremos más adelante.

Esta técnica ha sido también usada desde otra perspectiva (Benfer, 1967): los grupos de atributos relacionados se deben de utilizar para indicar atributos independientes clave de

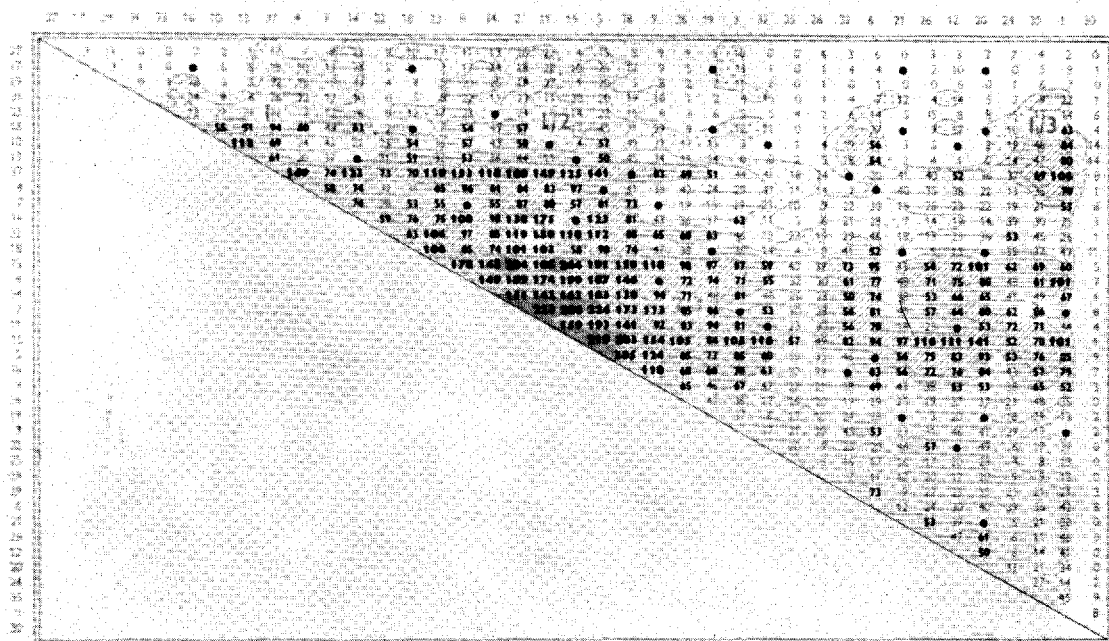


Fig. 7.—Matriz ordenada que muestra grupos significativos de asociaciones de atributos (Clarke, 1970, p. 469).

un conjunto dado de artefactos; conocimiento que nos podría ayudar a la búsqueda de tipos en un estadio más tardío del análisis. En uno de sus trabajos, Benfer (1967) selecciona de una muestra de 73 puntas de flecha un total de 40 características, aplicando un análisis factorial para determinar el peso de las diversas variables, llegando a seleccionar cuatro factores que recogen la mayor variabilidad de los artefactos.

Pero quizás uno de los intentos más clásicos dentro del enfoque atributual sea el de J. N. Hill en su estudio del Broken K Pueblo (1968), donde intenta describir el patrón locacional de los diversos tipos de rasgos culturales del yacimiento. Cuantifica los datos y los manipula estadísticamente, usando el chi-cuadrado y el test de Fisher para demostrar la variabilidad existente entre las diversas unidades de habitación; emplea también el análisis factorial para distinguir los grupos de tipos cerámicos.

Un ejemplo más reciente del “análisis de atributos” viene representado por R. B. Clay (1976) (fig. 8), quien critica las tipologías líticas tradicionales, ya que no están bien equipadas para distinguir las similitudes estilísticas y funcionales. Plantea el uso del “análisis de atributos” como una alternativa a la tipología formal, basándose en las múltiples dimensiones de la variabilidad de los útiles. La idea de este tipo de análisis estriba en el supuesto de que el útil individual tiene un significado primario como una entidad compleja dentro de una muestra más amplia de útiles en un contexto específico de comportamiento antes de su

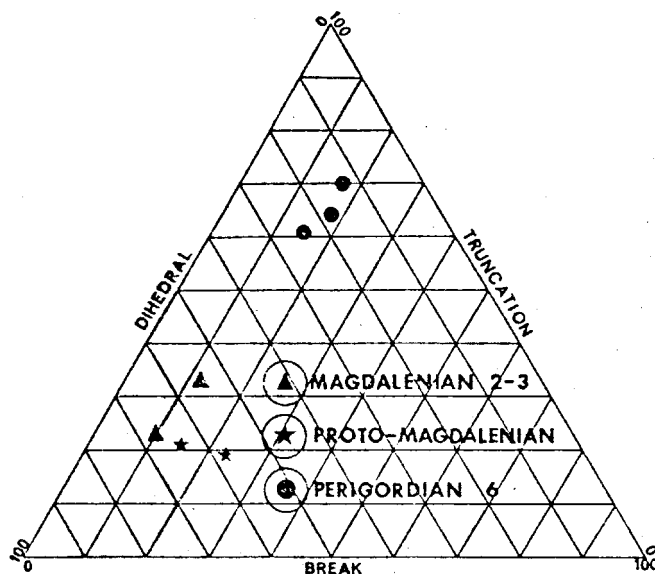


Fig. 8.—Modelo atributual: utilización del diagrama triangular para realizar la frecuencia de tres tipos de buriles en tres complejos industriales (Clay, 1976, fig. 3).

pertenencia a un tipo formal establecido para el área, para el período y para una cultura dada. El objetivo último de este enfoque no es ni la producción de una lista maestra de atributos de aplicación universal, ni la definición de unos tipos líticos convenientes. Reconoce que la significación de los atributos individuales varía entre los útiles y los contextos y que cualquier intento por forzar todos los útiles de piedra a través de un análisis de atributos estandarizado debe concluir viendo que atributos significativos en un contexto pueden ser irrelevantes en otros. Las ventajas de este método las presenta Clay, realizando un análisis estilístico y funcional de un conjunto de buriles de tres culturas del Paleolítico Superior-Perigordiense VI, Proto-magdalenense y Magdaleniense II y III; ofrece los resultados en una lista tabulada de las frecuencias de los tipos y en un gráfico triangular de coordenadas para ilustrar la “distancia” tipológica.

Para finalizar podemos sintetizar en los siguientes puntos la respuesta del modelo atributual a los interrogantes planteados en el debate tipológico (Hill y Evans, 1972: 260-268):

1) Los tipos son reales y existen “clusters” o grupos de atributos no-aleatorios que pueden ser descubiertos y denominados “tipos”. Los tipos no son “inventados”, ni son completamente “arbitrarios”, resultando únicamente del interés del arqueólogo. La llamada “arbitrariedad” ocurre solamente en una etapa concreta del proceso, cuando el arqueólogo selecciona y escoge unos atributos específicos. Así, el investigador puede bien seleccionar sus atributos de forma conveniente a sus problemas específicos o decidir simplemente escoger aquellos rasgos que la mayor parte de sus colegas habían considerado importantes.

2) Dado un conjunto de materiales, se puede descubrir que existe un “continuum” de

variabilidad, pero se puede ver también que existen de hecho una serie de límites entre los artefactos, lo cual sólo se puede demostrar mediante una investigación empírica.

3) En lo relativo a si es posible encontrar la “mejor clasificación”, Hill y Evans explican que una vez que un investigador ha seleccionado sus problemas o hipótesis y tiene un conjunto específico de materiales para trabajar con ellos y ha seleccionado los atributos que son relevantes para sus hipótesis existe una clasificación óptima de los materiales, es decir, es la mejor clasificación con respecto a un conjunto dado de materiales y a un grupo dado de atributos.

4) Mantienen que no es posible formular tipos estandarizados, ya que es muy difícil que los arqueólogos se pongan de acuerdo sobre una serie de puntos.

5) Sobre el significado de los tipos, argumentan que si un arqueólogo selecciona sus tipos sobre la base de problemas e hipótesis específicas, el significado de sus tipos será automáticamente aparente. Por ejemplo, si estamos interesados en la funcionalidad de un conjunto de vasijas y seleccionamos aquellos atributos relevantes para descubrir la funcionalidad, entonces el agrupamiento que obtengamos al menos será representativo de una tipología funcional.

En resumen, los enfoques estadísticos atributuales de la tipología se han centrado en la definición del tipo como un grupo no aleatorio de atributos, clasificando e identificando los artefactos por la posesión de una serie de características. Sin embargo con el desarrollo de la taxonomía numérica y de los métodos de análisis multivariante ha cobrado vida un nuevo enfoque, especialmente animado por J. E. Doran y F. R. Hodson, que intenta buscar un agrupamiento de ítems o artefactos similares, con una concepción politética del agrupamiento.

EL ENFOQUE DEL AGRUPAMIENTO DE ITEMS

Características

Después de haber analizado los dos enfoques tipológicos que en cierta medida afectan a lo taxonómico, vamos a describir un nuevo punto de vista, basado en los métodos matemáticos multivariantes y que ha sido llamado por J. E. Doran y F. R. Hodson como “enfoque de agrupamiento de ítems” (“item-clustering”), considerando un tipo como “un cluster o grupo de objetos similares” (Doran y Hodson, 1975). Esta definición plantea una serie de preguntas inmediatas: ¿Cómo se determina la similitud entre los objetos? ¿qué son los “clusters” y cómo se reconocen?, una vez reconocidos ¿cómo tienen que especificarse los “clusters”? y ¿cómo constituyen los “clusters” una clasificación global? Las respuestas a estas interrogantes pueden resumirse en los siguientes puntos (Doran y Hodson, 1975; Hodson 1980b y 1980c):

a) Una clasificación de unidades depende de la valoración que hagamos de su similitud. Esta similitud se podrá asegurar en función de una o más variables escogidas presumiblemente porque se ha demostrado que son relevantes; este conjunto de variables selec-

cionadas recibe el nombre de constelación. Aunque no es totalmente necesario se debe asignar a todas las variables el mismo peso. En este caso la similitud entre las variables dependerá de la contribución combinada de todas ellas, no únicamente de la actuación de una en concreto. Esto implica un concepto de similitud politética.

b) Un “cluster” se puede definir como el representante de un número de unidades que, como un grupo, mantienen una cohesión interna y un aislamiento externo: son relativamente similares a otras unidades de su “cluster” y disimilares a las unidades de otros “clusters”.

c) Una vez reconocido, un “cluster” puede ser descrito mediante valores promediados y rango de variación para las variables analizadas y distinguido de los otros “clusters” mediante variables clave que los discriminen.

d) Una clasificación de unidades puede resultar de una división simple en “clusters” equivalentes, o bien de una jerarquía de “clusters” en diferentes niveles de similitud, representada normalmente mediante un dendrograma o diagrama en árbol. Es importante no confundir este tipo de representación y el razonamiento que existe detrás de ella con el árbol familiar o cladograma que muestra una genética descendente de unidades taxonómicamente equivalentes (ver al respecto el uso del cladograma en Chapa, 1984), distinción que ha sido analizada por J. E. Doran y F. R. Hodson (1975: 160) y R. R. Sokal y P. H. A. Sneath (1973: 29 y 58). Esta jerarquía puede montarse concediendo o no el mismo peso a las variables o constelaciones y aunque es conveniente tener en cuenta en una clasificación, jerárquica o no, la mayor cantidad de aspectos relevantes, puede ocurrir que resulten similitudes conflictivas y, por lo tanto, “clusters” conflictivos según los aspectos que tengamos en cuenta.

Otro aspecto de los “clusters” jerarquizados es que podemos definir otros niveles que tengan validez y que, por tanto, podemos etiquetar creando una jerarquía tipológica que puede ir desde el grupo tipológico hasta la variedad, pasando por los tipos y subtipos, en función de los índices de similitud que presentan los artefactos. Esta concepción tipológica también se puede aplicar a las culturas, que serían definidas como un “grupo estadísticamente relacionado de conjuntos de ítems” (Hodson, 1980b: 7).

Los métodos multivariantes

Como ya dijimos al hablar de la taxonomía numérica, este enfoque se ha podido desarrollar gracias a los avances obtenidos en el campo de la Informática y en el progreso de los métodos multivariantes, cuyo rasgo más característico es la consideración de un conjunto de “n” elementos o ítems, de los cuales se han observado los valores de “p” variables. El conjunto de objetos puede estar completo (una población) o puede ser una muestra de un conjunto más amplio, y las variables que seleccionemos pueden ser continuas o discontinuas. Dado un conjunto que presenta tales categorías podemos estudiarlo para diversos fines o propósitos, como por ejemplo:

- 1) Simplificación estructural: el análisis nos puede indicar si existen formas más sim-

ples de representar el complejo que estamos estudiando reduciendo, por ejemplo, el número de variables a estudiar.

- 2) Clasificación: ver si los ítems se pueden incluir en grupos o “clusters”.
- 3) Agrupamiento de variables: nos puede interesar ver si las variables también se pueden incluir en grupos.
- 4) Análisis de la interdependencia: el ítem nos puede servir para ver si existe interdependencia entre las variables o no.
- 5) Construcción de hipótesis y contrastación de las mismas.

Formalmente, podemos definir el análisis multivariable como “la rama de la estadística que trata de las relaciones entre conjuntos de variables dependientes y los individuos que las presentan” (Kendall, 1975: 1). Como veremos, algunos de los métodos familiares en el análisis univariable se pueden hacer extensivos a situaciones multivariables, como por ejemplo, la media, la varianza o los métodos basados en éstos, como la correlación o la regresión. Son muchos los métodos multivariables usados y sería inútil reflejar aquí su filosofía y su práctica exhaustivamente, máxime cuando existe una bibliografía extensiva al respecto (Cooley y Lohnes, 1971; Sneath y Sokal, 1973; Kim y Mueller 1978a y 1978b), aunque creemos conveniente realizar un resumen global de los principales métodos, viendo algunos ejemplos concretos de su aplicación a la Arqueología.

En esta síntesis podemos distinguir dos grandes bloques de métodos: los de agrupamiento jerárquico (Análisis cluster) y aquéllos que son auxiliares o alternativos a este tipo de análisis y que nos muestran tendencias o direcciones en los elementos (Análisis factorial, Componentes principales, etc.).

A) *ANALISIS CLUSTER*

La idea que subyace detrás de estas técnicas de agrupamiento es producir una clasificación en forma de árbol o dendrograma, en el que los objetos que son similares aparecen en ramas cercanas y los disimilares en ramas separadas. Como veremos después, mientras estas técnicas tienen un gran desarrollo en la arqueología anglosajona, sin embargo en la arqueología española son casi nulos los intentos tipológicos basados en las mismas.

El análisis cluster nos permite mediante el uso de procedimientos numéricos dividir un grupo de unidades en subgrupos homogéneos. Para un arqueólogo, este tipo de clasificación es quizás la más básica de todas las tareas que tiene que realizar.

El arqueólogo, como clasificador, comienza a partir de lo que él considera como un cuerpo significativo de material y lo organiza o agrupa en base a lo que supone relevante y contando con una estrategia de clasificación, es decir, un objetivo definido de la clasificación y un método para realizarla. Las estrategias de agrupamiento o “clustering” sirven para reducir el número de unidades del estudio, combinando los elementos similares en clases que formarán una base nueva para la interpretación, mientras que las estrategias de ordenación (componentes principales, factorial, discriminante, etc.) aceptan cada unidad por separado y como tal estudiarán las relaciones globales entre las mismas.

Antes de ver las diversas estrategias del agrupamiento nos queda por analizar una consideración preliminar sobre qué aspecto de los datos está siendo investigado en cualquier análisis específico. Una lista de datos consiste en un conjunto de unidades descritas por una serie de propiedades. En cada caso, el arqueólogo debe decidir si lo que él está buscando son “clusters” de unidades (un análisis de modalidad Q) o de atributos (un análisis inverso de tipo R) —normalmente, en taxonomía numérica se emplea el análisis cluster de modalidad Q—. Existen diversos métodos de agrupamiento y no todos producen los mismos resultados, por lo que el arqueólogo tendría que juzgar qué método es el que mejor se adapta a sus necesidades. Por lo tanto, el arqueólogo tiene que elegir una técnica que: a) tiene que ser factible su realización, pues algunas veces el ordenador de que disponemos nos puede limitar el estudio si no tiene capacidad de memoria; b) tiene que ser conveniente al tipo de datos con que contamos y a los objetivos que nos propongamos y c) tiene que ser teóricamente válida, pues no todos los métodos de agrupamiento pueden responder a los intereses tipológicos del arqueólogo.

Las estrategias generales de la taxonomía han sido sintetizadas por Doran y Hodson (1975: 173-175) de la siguiente manera:

1) El arqueólogo observa todo el conjunto de materiales y va colocando juntos aquellos que son más similares, creando una serie de clases. Esta es una estrategia “aglomerativa”. Los objetos serían probablemente considerados “iguales” en su morfología total más que seleccionando un atributo aparentemente clave, por lo que el procedimiento sería politético. El arqueólogo entonces miraría qué rasgos serían los que separarían los “tipos” diferentes en los diversos niveles.

2) Una segunda estrategia consistiría en supervisar los objetos como un todo y escoger el que aparentemente parece ser el atributo más notable y que muestra una más clara variación. El conjunto se dividiría en dos según este criterio y cada uno de estos grupos se podría volver a subdividir, y así sucesivamente hasta que alcancemos un número conveniente de grupos. Esta es una estrategia “divisiva”, de hecho monotética, ya que cada división se hace según un rasgo individual solamente.

3) La tercera estrategia intentaría establecer dentro del conjunto una serie de tipos provisionales y distintivos siguiendo un criterio arbitrario. Cada uno de los restantes especímenes se compararía con estos tipos y se agruparía con el que fuera más similar. Una vez que todos hayan sido agrupados, cada grupo podría supervisarse y si fuera necesario se seleccionaría un tipo más representativo. Un estudio posterior puede dar lugar a un reagrupamiento de algunos especímenes entre grupos, consiguiendo unos grupos más o menos estables. Esta estrategia equivale a una redistribución o procedimiento de relocalización.

4) Por último, se podría establecer una clasificación previa mediante las técnicas 1 ó 2 y posteriormente realizar la técnica 3, reasignando los especímenes dentro de los grupos en los niveles dados para hacer los grupos más homogéneos. Esta estrategia es, desde nuestro punto de vista, más óptima, realizando una primera clasificación global, politética, y a partir de los grupos establecidos efectuando una redistribución siguiendo la tercera técnica.

Veamos a continuación las principales técnicas de agrupamiento y algunos de los ejemplos concretos que se han realizado en el campo arqueológico.

a) *Procedimientos jerárquicos aglomerativos*

La mayoría de los procedimientos comienzan a partir de una matriz de similitudes o distancias, que consiste en una tabla de doble entrada donde aparecen los artefactos en las filas y en las columnas, representándose en su interior los valores o índices de similitud entre cada par de variables. Señalemos que el coeficiente de un objeto consigo mismo es siempre 0, lo que indica el mayor índice de similitud y que el coeficiente de similitud entre un artefacto X y otro Y es el mismo que el existente entre el artefacto Y y el artefacto X, indicándonos esta propiedad que la matriz es simétrica, por lo que normalmente se prescinde de media matriz para ahorrar espacio y operaciones de cálculo. En términos matemáticos, el arqueólogo convierte un conjunto amorfo de artefactos en un espacio: las similitudes entre ellos están representadas por las distancias existentes entre los puntos en el espacio, ya que cada artefacto se puede concebir como un punto en el espacio, más cercano a aquellos objetos con los que es más similar y más lejano de los que es más distinto. Durante el procedimiento jerárquico aglomerativo se van contabilizando las relaciones entre cada par de unidades y se van agrupando; las unidades similares a los miembros de los clusters existentes son sucesivamente asociadas con ellos, hasta que todas las unidades y "clusters" se hayan fundido en uno. Como ya hemos indicado, este tipo de estructura puede ser representado por un árbol o dendrograma, en el que cada unidad constituye el extremo de una rama, que gradualmente se van uniendo hasta juntarse todas en el tronco.

Según el concepto de similitud o distancia que empleemos nos resultará uno u otro dendrograma. El más simple de los procedimientos es el conocido como *análisis cluster de single-linkage*. Este enfoque, a veces llamado también como clasificación del "vecino más próximo" ("nearest neighbour") fue uno de los usados por primera vez en los análisis por ordenador. En este procedimiento, en cada paso sucesivo de la jerarquía se hace un examen de los pares más cercanos de unidades previamente no enlazados y se hace una fusión entre ellos (fig. 9). Se correspondería con una noción simple y consistente del agrupamiento: en cada nivel de la jerarquía todas las unidades asignadas a un "cluster" pertenecen más a éste que cualquier otra unidad de cualquier otro "cluster". En este procedimiento ocurre como en las cadenas, es decir, un miembro o eslabón es similar a sus vecinos inmediatos, pero no necesariamente es similar a cualquier otro miembro, con lo cual los dos finales de la cadena pueden ser muy distintos, es por esto que esta estructura no ha sido normalmente hallada como útil por algunos taxonomistas (Hodson *et alii*, 1966), aunque ha sido alabada a menudo por poseer las propiedades formales requeridas para una comprensiva teoría del agrupamiento (Jardine *et alii*, 1967; Jardine, 1969; Jardine y Sibson, 1968).

Una alternativa posible a las dificultades que presenta el enlace individual (single-linkage) ha sido desarrollada por N. Jardine y R. Sibson (1968) y se puede definir como *análisis cluster de doble enlace (double-link)*. Su procedimiento permitiría que los clusters que se funden inmediatamente en un single-linkage se superpongan o solapen mediante un cierto número de unidades antes de unirse; es decir, este procedimiento requiere dos enlaces de similitud entre una unidad, por o "cluster" y otro par o "cluster" antes de unirse (fig. 10). Es un proceso jerárquico para la formación de clusters, pero sus resultados presentan un alto grado de solapamiento o superposición por lo que es difícil la representación mediante un

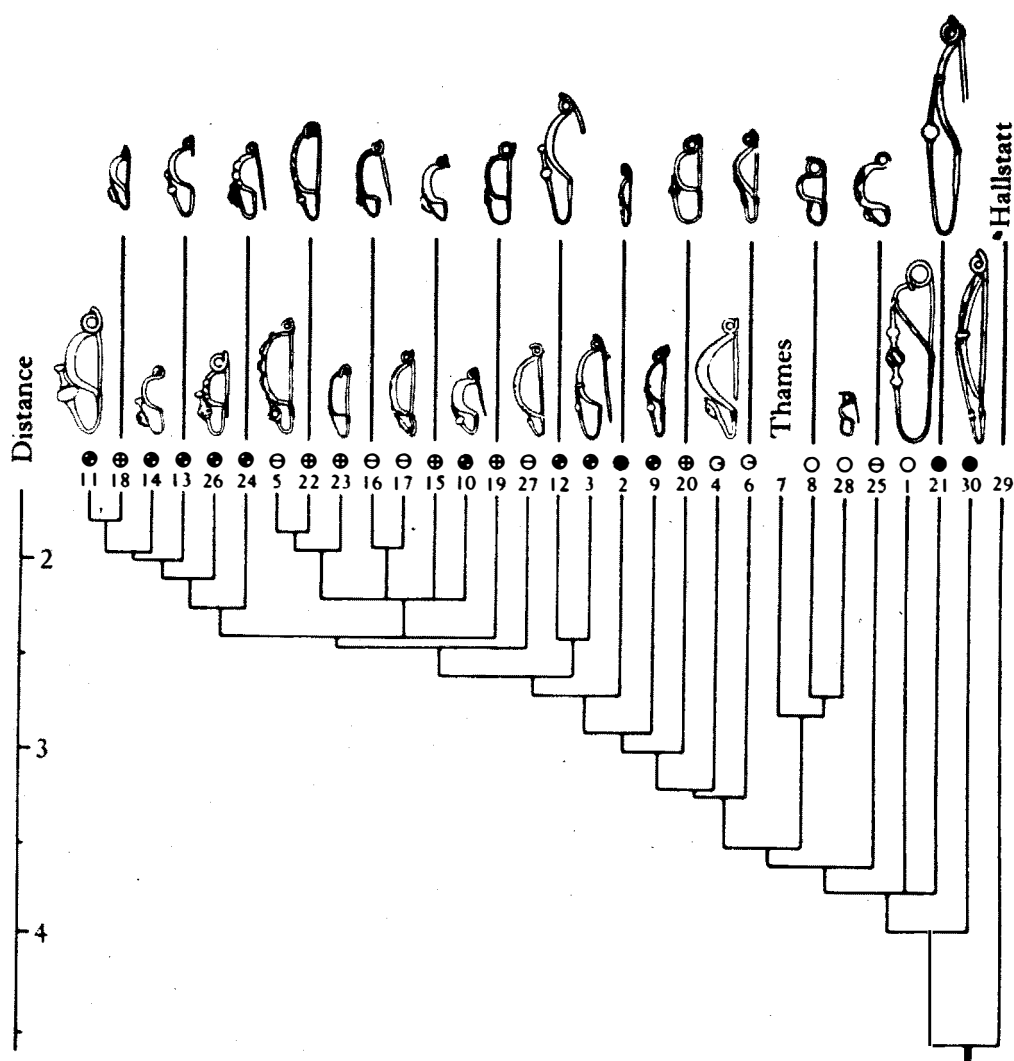


Fig. 9.—Dendrograma construido mediante un análisis cluster de "single-linkage" (Hodson, 1970, fig. 3).

dendrograma, siendo conveniente el uso de diagramas de Venn que permiten que los enlaces y superposiciones se representen en un nivel específico de similitud. Hodson (1970) critica este método, con el que según él sería casi imposible definir una taxonomía comprensiva.

Un desarrollo más complejo es el procedimiento jerárquico que produce clusters ajustados, el *análisis cluster de enlace completo (complete-linkage)*. Durante el proceso de jerarquización sólo se permite a una unidad incorporarse a un "cluster" si su similitud con todos los miembros del grupo alcanza los valores requeridos. Aunque fue uno de los primeros méto-

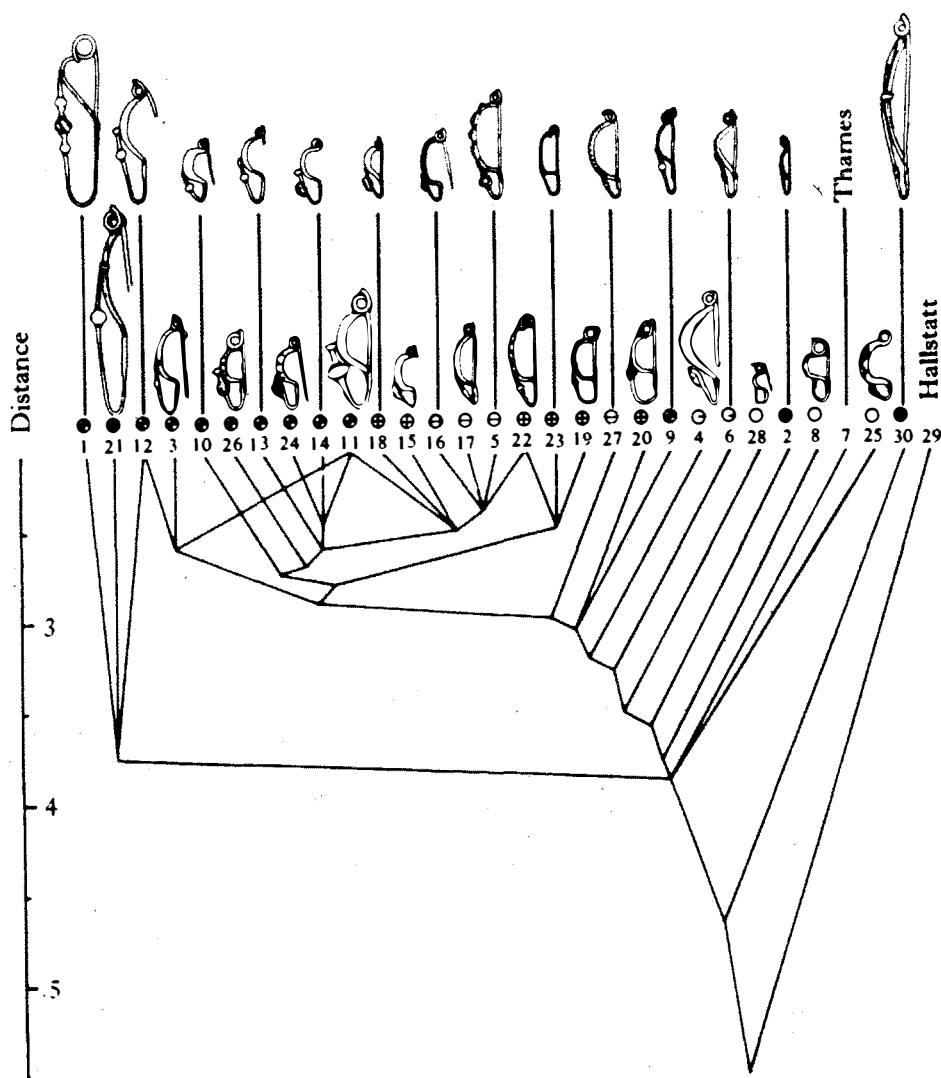


Fig. 10.—Dendrograma construido mediante un análisis cluster de "double-linkage" (Hodson, 1970, p. 309).

dos de análisis cluster experimentado no llegó a ser popular en las prácticas taxonómicas dentro de la Arqueología.

Por el contrario, uno de los procedimientos más usados por los arqueólogos es el *análisis cluster de promedio no ponderado (average-linkage)*. Se trata de un método más refinado. Durante el enlace o encadenamiento permite a una unidad juntarse a un cluster únicamente si su promedio de similitud con todos los miembros existentes alcanza un nivel específico (fig. 11). Una de las principales objeciones a este método ha sido hecha por N. Jardine *et alii* (1967), quienes señalan que existe una dificultad de carácter teórico, pues en lenguaje

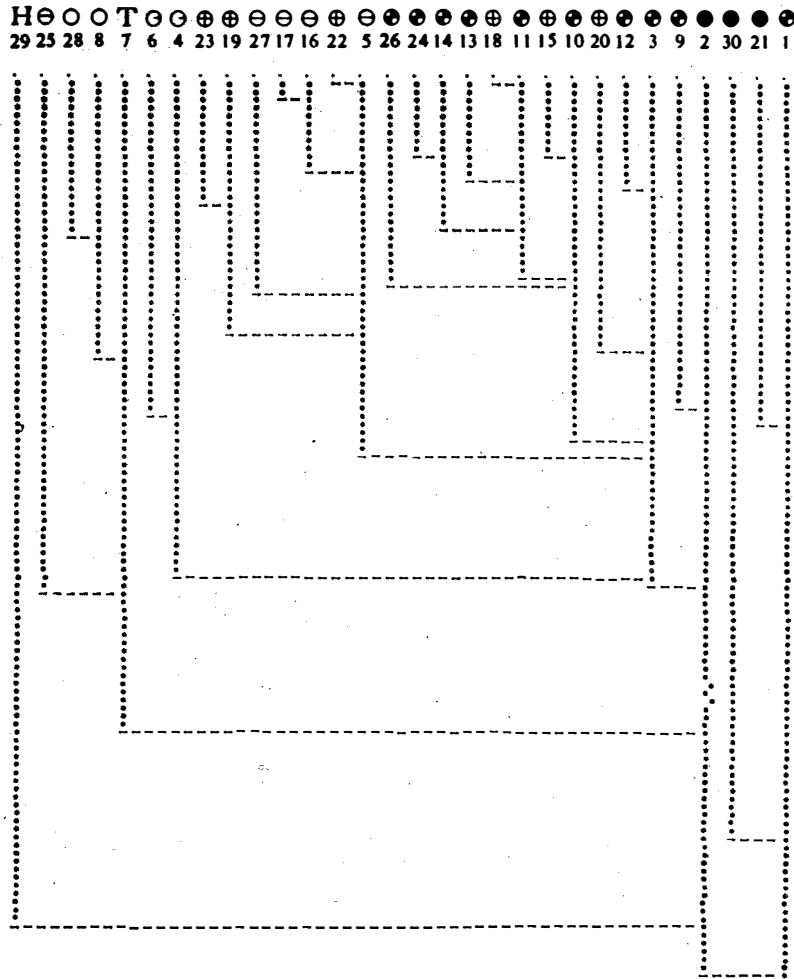


Fig. 11.—Dendrograma construido mediante un análisis cluster de “average-linkage” (Hodson, 1970, p. 307).

matemático la técnica es “discontinua”, significando esto que un pequeño cambio en uno de los coeficientes afectaría al dendrograma, no sólo en la vecindad inmediata de los dos objetos, sino en todo el conjunto. Este problema es real, ya que es muy frecuente al introducir los datos en el ordenador cometer algunas equivocaciones, pudiéndose comprobar que al corregir esos errores la situación de los elementos en el dendrograma cambia por completo, por lo que es fundamental asegurar muy bien la introducción de la información en el ordenador. A causa de estas objeciones matemáticas no es probablemente un procedimiento adecuado para usar como resultado final, pero sí nos puede servir como paso intermedio o provisional.

En síntesis, podemos decir que el concepto de distancia varía en cada una de estas téc-

nicas, así en el “single-linkage” la distancia entre dos grupos es igual a la distancia entre las dos unidades más vecinas, una perteneciente al primer grupo y otra al segundo. En el “complete-linkage” la distancia entre dos grupos es igual a la distancia entre las dos unidades más lejanas, respectivamente del primer y segundo grupo; y, por último, en el “average-linkage” la distancia entre dos grupos viene dada por la existente entre dos puntos calculados, internos al grupo.

Estas son en síntesis las principales técnicas de análisis cluster jerárquicos y aglomerativos. Veamos ahora algunos ejemplos de aplicaciones concretas dentro del campo de la Arqueología, donde los trabajos más clásicos vienen desarrollados por Doran y Hodson.

Uno de los primeros ensayos ha sido el trabajo realizado por F. R. Hodson, P. H. Sneath y J. E. Doran (1966) sobre un conjunto de fibulas de La Tène procedentes de la necrópolis de Münsingen, cerca de Berna. Comienzan describiendo numéricamente las unidades por medio de la presencia-ausencia de una proporción variable de propiedades y calculan los coeficientes de similitud entre cada par de unidades; posteriormente pasan al análisis de esos coeficientes mediante dos procedimientos: análisis cluster y escalas multidimensionales. Dentro del primero, optan por el single-linkage y el average-linkage, aunque se decantan por el segundo, que esencialmente clasifica la gama de unidades en grupos sobre la base de la similitud, llegando a la conclusión que el single-linkage no produce clasificaciones de significado arqueológico demostrable.

En otra publicación, Hodson (1969) analiza dos conjuntos de datos arqueológicos: una serie de 55 “assemblages” del Paleolítico Superior procedentes de Francia y Europa Central y una pequeña muestra de unos 100 objetos de cobre y bronce. Lo interesante de este trabajo es que combina el análisis cluster de promedio no ponderado con el análisis de componentes principales, llegando a la conclusión de que el método de promedio no ponderado no es el más apropiado para este tipo de material, ya que piensa que cuando el número de elementos es muy elevado no funciona correctamente, si bien hay que tener en cuenta las limitaciones del método en 1969. En los dendrogramas fruto de este análisis no indica el método que ha seguido para determinar los diferentes clusters, dando la impresión que el criterio seguido para jerarquizar los grupos ha sido totalmente arbitrario. Esta laguna relativa al número de unidades viene rellenada por el análisis de componentes principales, que tiene además la ventaja de proporcionar información tanto sobre las variables como sobre las unidades, pero lógicamente este procedimiento no produce una taxonomía detallada y jerarquizada, sino que tan sólo intenta ordenar las unidades.

Un intento de desarrollo del análisis cluster de “average-linkage” de modalidad R, ha sido realizado por D. E. Dumond (1974) para analizar y jerarquizar los atributos dentro de un conjunto de unidades. Experimenta este procedimiento con dos conjuntos: en primer lugar con útiles de sílex del Suroeste de Alaska, dividiendo los útiles en función de las actividades especializadas que pueden representar; distingue 30 tipos de útiles y les aplica un análisis cluster con la intención de encontrar una trayectoria temporal en la asociación de estos artefactos. El segundo conjunto representa un lote de objetos cerámicos recogidos superficialmente en Tlaxcala (México) y categoriza la similitud en función de la presencia-ausencia de los atributos, intentando refinar la secuencia cerámica de la zona (fig. 12).

La combinación de técnicas de ordenación y agrupamiento está presente también en un

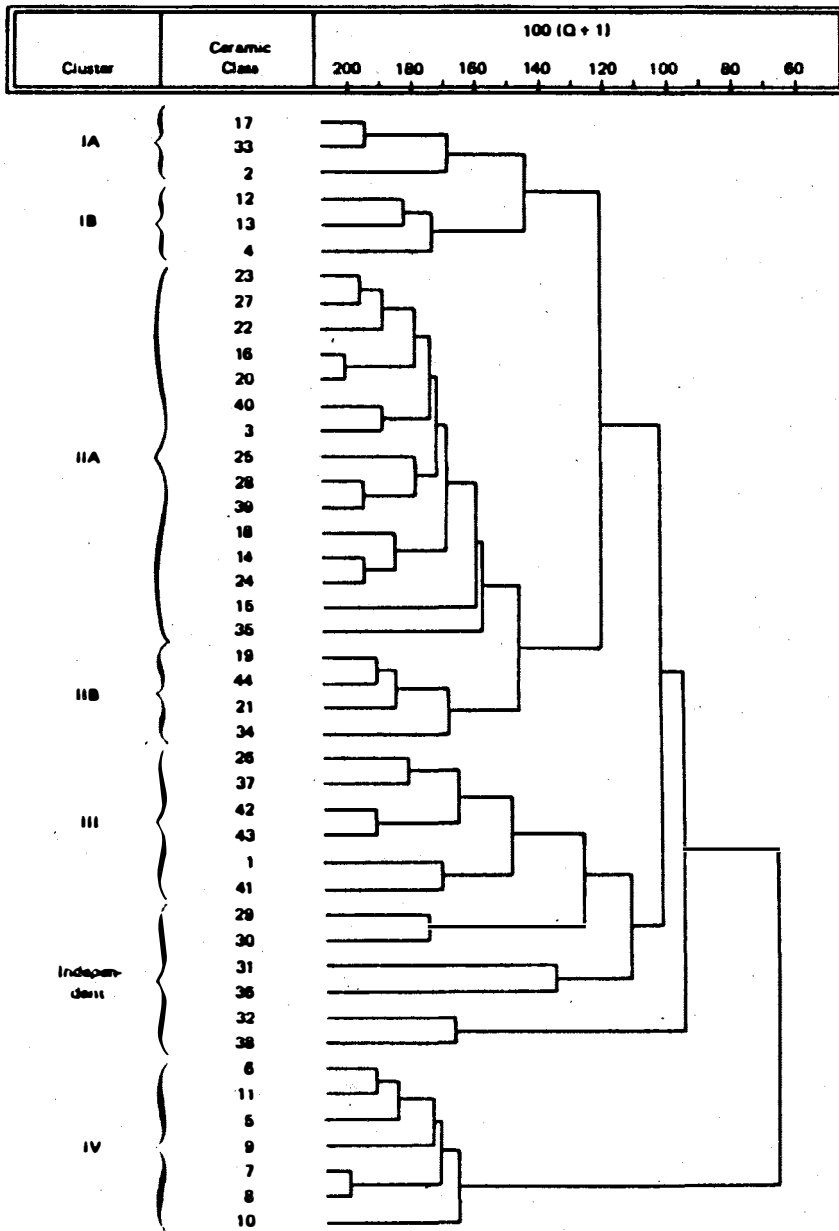


Fig. 12.—Ejemplo de análisis de modalidad R (agrupamiento de atributos) que muestra la agrupación de 44 clases cerámicas procedentes del norte de Tlaxcala (Dumond, 1974, fig. 3).

interesante trabajo realizado por D. Frankel (1974) sobre la interrelación de yacimientos en la Edad del Bronce Pleno de Chipre. Utiliza para ello un conjunto de cerámica pintada y establece dos tipos de datos: presencia-ausencia de motivos y aparición proporcional de los mismos. Al igual que en otros trabajos (Hodson, 1969; Rowlett y Pollnac, 1971), auna el uso del análisis factorial (componentes principales) y del análisis cluster. Con la primera técnica investiga las tendencias generales en la distribución de motivos pudiendo deducir un agrupamiento general de los yacimientos y una variación regional de los motivos. Para corroborar este agrupamiento utiliza un análisis cluster de promedio no ponderado de los datos. Con el segundo conjunto de datos introduce una variación consistente en estandarizar las variables, para ello las divide por su desviación standard, de tal forma que aquéllas de mayor variabilidad no contribuyan más al índice de las distancias internas del grupo. Este análisis le proporciona a Frankel un agrupamiento geográfico de los yacimientos, si bien se le plantea el problema de saber exactamente en qué punto tiene que distinguir los diversos grupos dentro del dendrograma, cuestión que no logra resolver.

Esta es una pequeña muestra de una más amplia lista de trabajos que han sido realizados en Arqueología empleando las técnicas que hemos descrito (Stiles, 1979; Pitts, 1978; Hodson, 1980a; Dolukhanov *et alii*, 1980; Coverini *et alii*, 1982 y Gaucher, 1983).

b) *Procedimientos monotéticos divisivos*

Estos procedimientos, que a veces nos recuerdan la definición intuitiva de tipo y que sucesivamente dividen las clases mediante un sólo atributo en cada etapa, no gozan de una gran predilección por parte de los arqueólogos. El principio básico de los mismos consiste en encontrar, en cada punto donde se ha hecho una división, que el atributo dicótomo más altamente relacionado con los otros atributos todavía muestra variación en el grupo, dividiéndose entonces las unidades en dos de acuerdo con su medida en este atributo dicótomo. El grado de correlación o asociación tiende a ser medido mediante la suma de los valores de la chi-cuadrado, calculados entre cada atributo considerado y los otros que son relevantes. Los clusters en sí mismos son sucesivamente subdivididos por este procedimiento y la "significación" de cada subdivisión viene asegurada por los cálculos del chi-cuadrado. Cuando este valor da una medida insuficiente se acaba la partición en cada rama. En este método, también llamado "análisis de asociación", los "clusters" en cualquier nivel de la jerarquía son definidos por agrupamientos previos en lugar de por criterios generales que proporcionen homogeneidad o bondad en los clusters.

Cabe destacar como a uno de los principales teóricos dentro de este campo a R. Whallon Jr., quien en un trabajo realizado en 1972 intenta reexaminar un estudio tipológico de la cerámica de Owasco (1000-1300 d.C.) concebido según criterios tradicionales (Whallon, 1972a: 18-21). Rompe con la tipología tradicional utilizando un enfoque estadístico, sirviéndose para ello del análisis de asociación, que es un método divisivo y monotético, por el cual va dividiendo los datos originales en subgrupos cada vez más pequeños hasta que se considera que la clasificación se ha completado (fig. 13). Es monotético porque considera a todos los atributos individualmente y procede subdividiendo cualquier grupo sobre la base de la

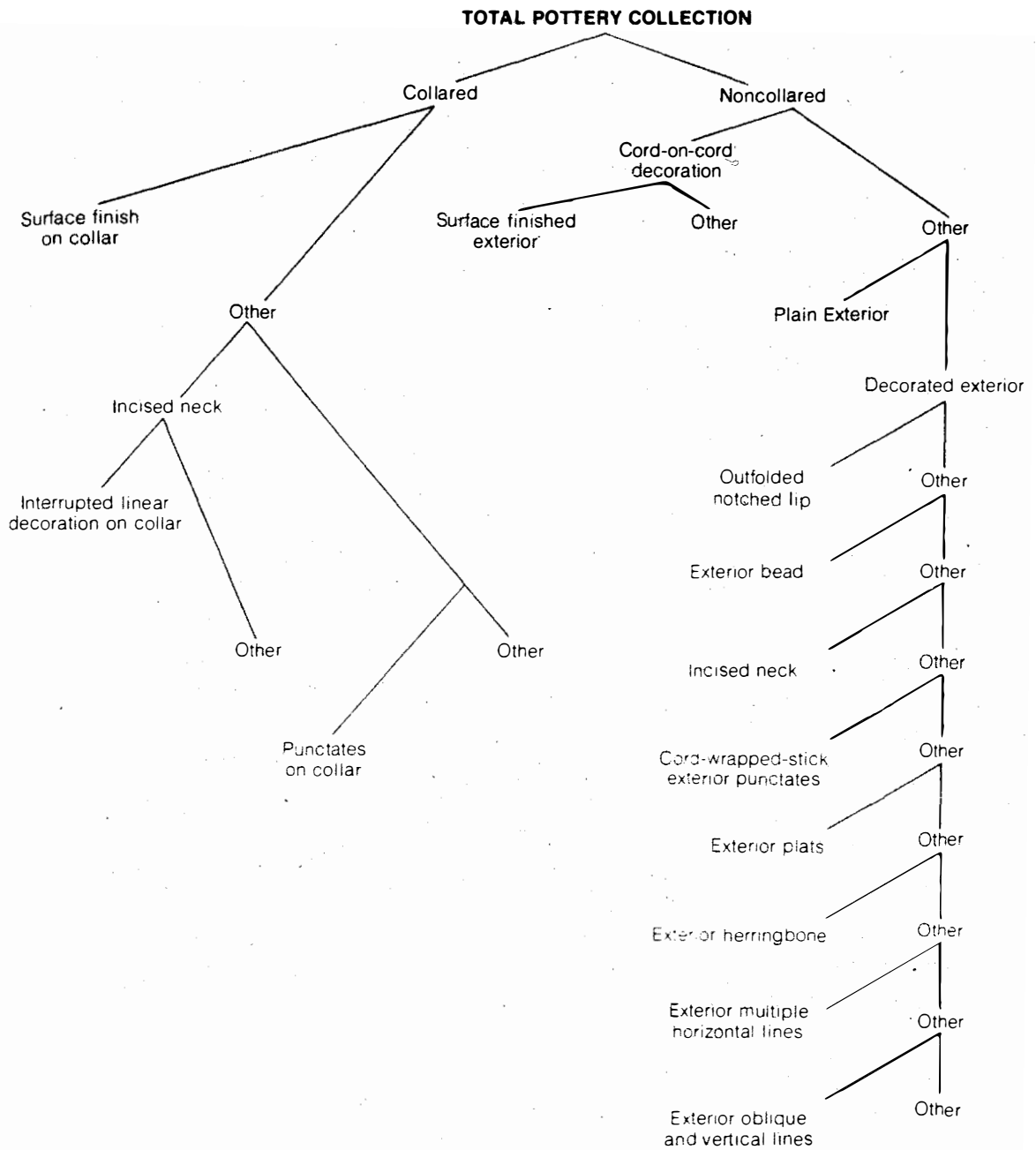


Fig. 13.—Ejemplo de procedimiento monotético divisivo según Whallon (Sharer y Ashmore, 1979, fig. 8.11).

presencia-ausencia de un atributo individual que produce la mejor división de acuerdo a un criterio dado. El análisis de asociación, por tanto, se basa en el uso de atributos cualitativos o de presencia-ausencia, utilizando un simple test del chi-cuadrado para la asociación. A este enfoque, Doran y Hodson (1975: 179-180) le objetan que restringe el estudio únicamente al material que puede ser descrito por presencia-ausencia o por atributos estáticos alternativos, impidiendo el análisis de las variables multiestáticas e ignorando, por tanto, los atributos cuantitativos.

c) *Procedimientos de reagrupamiento*

Las técnicas de análisis cluster vistas en los dos apartados anteriores tenían como objetivo la creación de una estructura continua de clasificación: un cluster se deriva siempre a partir de otro y contribuye directamente sobre el otro en los procesos de jerarquización. Planteamiento que tiene una ventaja pues un dendrograma puede representar una clasificación total; pero también ofrece como desventaja, que construye un armazón rígido, donde los clusters no se pueden romper, ni sus miembros redistribuirse. Esto ha hecho que se desarrollen una serie de métodos que almacenan y operan con las listas originales de los datos y una serie de medias o centros de unos "clusters" hipotéticos, de aquí el nombre de *procedimientos K-means* que se le da en la literatura arqueológica (Doran, 1970a; Doran y Hodson, 1975 y Orton, 1980).

Cada objeto o unidad se va comparando repetidamente con estos centros, que van siendo progresivamente cambiados. El objetivo directo de la mayor parte de estos procedimientos es conseguir la participación de las unidades en "K" clusters de tal forma que la medida global de dispersión dentro de los clusters sea minimizada. Este enfoque no es básicamente jerárquico, pero variando el valor de K es posible construir una jerarquía de particiones. Una ventaja consiste en que no se tienen que calcular las relaciones entre todos los pares de unidades, sino tan sólo las relaciones entre las unidades y los centros o "centroides" de los "clusters", eliminándose así cualquier límite rígido para el número de unidades que se pueden agrupar en un cluster o en un análisis.

Una segunda característica de este procedimiento estriba en que existen algunas medidas de distancia para las que este proceso de reagrupamiento equivale a maximizar algún criterio definido para un buen agrupamiento. La medida más regular de relación entre una unidad y el centroide de un cluster es la distancia de Euclides. Sin embargo, razones teóricas hacen que sea preferible utilizar un enfoque más complejo que localice las unidades en un espacio discriminante transformado, trabajando en este espacio con la distancia de Mahalanobis, que presenta algunas ventajas teóricas sobre la distancia euclídea, ya que ésta ignora la correlación entre los atributos. La distancia de Mahalanobis y el espacio discriminante proporcionan las condiciones necesarias en las que las transformaciones de los datos originales no tienen ningún efecto y donde las intercorrelaciones entre los atributos se pueden realizar.

El cálculo de la distancia de Mahalanobis requiere el conocimiento previo de los grupos a los que se asignan las unidades. Es decir, este análisis se ejecuta sobre un agrupa-

miento previo, que puede ser totalmente arbitrario, o mediante una combinación de análisis cluster average-linkage y un análisis de componentes principales. Una vez establecidos los grupos, las distancias entre los centroides de los grupos o entre las unidades y los centroides de los grupos se pueden calcular usando el conocimiento de las correlaciones o de las covarianzas dentro de estos grupos. Sobre las ventajas de la distancia de Mahalanobis o sobre su uso existen algunos trabajos especializados (Cooper, 1963; Millier y Tomassone, 1970 y Rao, 1971).

El procedimiento K-means seguido por Doran y Hodson (1975) ha consistido en alcanzar una partición óptima mediante la distancia euclídea y luego modificar este resultado mediante el reagrupamiento de la distancia de Mahalanobis. Nos mostramos partidarios de este proceso, que hemos aplicado con óptimos resultados a la cerámica funeraria de la Cuesta del Negro (Esquivel y Contreras, 1984) (fig. 14).

Uno de los trabajos más significativos sobre el desarrollo de los procedimientos K-means es el realizado por Hodson (1971), en el que sintetiza los pasos que implica esta técnica y que se pueden resumir de la siguiente manera:

- 1) Elección de un número conveniente de "clusters".
- 2) División del conjunto total de los datos en este número de "clusters" como punto de partida para el experimento. Cada "cluster" se caracteriza por las puntuaciones promediadas de sus miembros en cada variable.
- 3) Cálculo para esta partición de un criterio de agrupamiento (normalmente una división entre la dispersión de las unidades respecto a su centro de grupo y el promedio total de la muestra).
- 4) Se requiere un procedimiento de investigación reiterativo para transformar las unidades partiendo de un grupo a otro progresivamente hasta que la clusterización haya alcanzado un máximo.
- 5) Se debe alcanzar la "mejor" clusterización.

B) *MÉTODOS ALTERNATIVOS AL ANÁLISIS CLUSTER*

Existen otra serie de métodos de análisis multivariable que han adquirido un gran desarrollo en el campo arqueológico al compás de los avances técnicos que han tenido lugar con el progreso rápido de los ordenadores. Estos procedimientos están estrechamente enlazados con las ideas de espacio, distancia y dimensiones. Una idea básica que subyace en los mismos es considerar a las unidades arqueológicas como puntos en un espacio, donde las distancias entre los puntos son reflejo de las diferencias existentes entre las unidades. Otro aspecto a tener en cuenta es la configuración de unos ejes de coordenadas, que tienen los ángulos rectos unos en relación con otros y que se juntan en el centro de gravedad de la configuración. Otra idea básica inmersa en estos métodos es la "simplificación" ya que se reduce el número de dimensiones que se requieren para una representación directa de los datos brutos. Por lo tanto, si el número de atributos se puede reducir es posible producir un

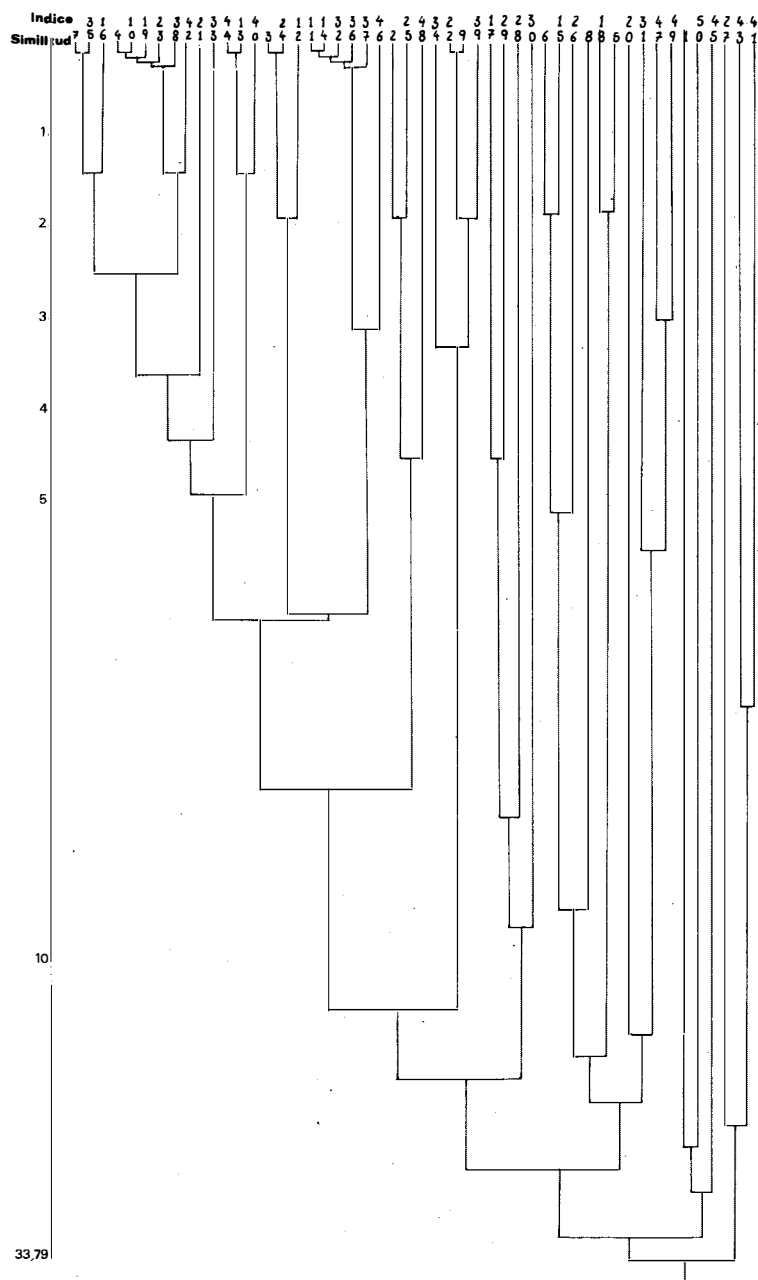


Fig. 14.—Dendrograma construido mediante un análisis cluster "k-means" aplicado sobre cerámicas de la Cuesta del Negro (Purullena, Granada).

modelo físico o diagrama de dispersión que muestre un cuerpo de datos transformados con el que sea más fácil trabajar. Veamos a continuación algunos de los métodos más frecuentemente usados en los trabajos arqueológicos.

a) *Análisis de Componentes Principales*

Se trata de una técnica de ordenación, que consiste en situar las unidades en un espacio dimensional. La representación de estas unidades en más de tres dimensiones no es posible por medios convencionales. Sin embargo, los métodos multivariantes de ordenación sí son capaces de crear este espacio “n-dimensional”. Supongamos, por ejemplo, que localizamos en un espacio multidimensional euclideo una serie de puntos. El espacio viene definido por unos ejes ortogonales, estando su origen en el centro de una dispersión de puntos. El propósito del análisis de componentes principales es encontrar un nuevo conjunto de ejes ortogonales, con el mismo origen, y que tenga unas propiedades convenientes para nuestro propósito: la principal es que el primer eje nuevo se desarrolle a lo largo de la mayor dispersión de puntos, el segundo a lo largo de la dirección del mayor número de puntos restantes, etc. Estos nuevos ejes se llaman “componentes” y los dos primeros ejes o componentes reunirán lógicamente el mayor número de puntos. Este es uno de los métodos más usados en Arqueología y su funcionamiento y base teórica se pueden consultar en varios trabajos (Sneath y Sokal, 1973: 245-247; Doran y Hodson, 1975 y Kendall, 1975: 13-30).

Normalmente este método de componentes principales se utiliza como test de contrastación, entendiéndose por tal la medida de adecuación de una solución de agrupamiento (Aldenderfer, 1982: 61), ya que los métodos de agrupamiento, al estar basados en la similitud, no producen los resultados esperados por el arqueólogo, por lo que se suele utilizar el análisis de componentes principales para esclarecer y contrastar los resultados del análisis cluster (fig. 15). Esto es lo que hace, por ejemplo, Hodson (1969) en su estudio de útiles liti-

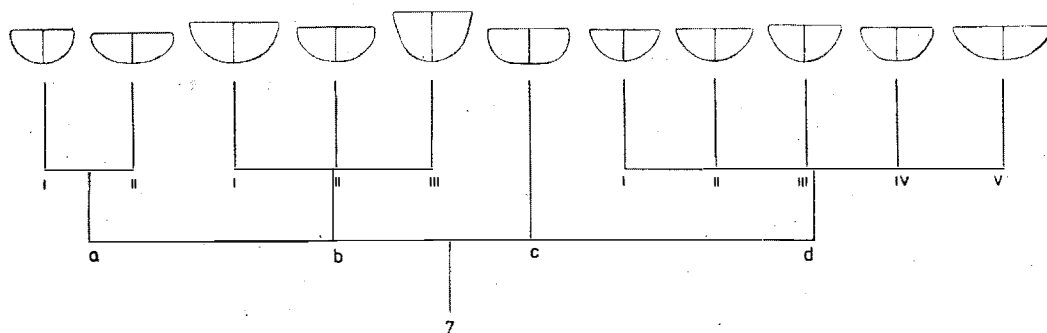


Fig. 15.—Diagrama tipológico resultado de la aplicación del análisis cluster “k-means” y el análisis de componentes principales sobre cerámicas de la Cuesta del Negro (Purullena, Granada).

cos del Paleolítico Superior, cuando realiza una representación gráfica de los tres primeros componentes: el primero es el eje horizontal, el segundo el vertical y el tercero lo representa mediante el grosor de los símbolos (Hodson, 1969: 94). Otra manera de representar la tercera componente es de forma vectorial (Esquivel y Contreras, 1984) (fig. 16). En opinión de Hodson, “para una sumaria más general de la estructura que se encuentra detrás de los datos multivariados, el Análisis de componentes principales es un procedimiento aceptado y disponible que puede trabajar con una gran cantidad de datos. Tiene la ventaja de proporcionar información sobre las variables en estudio así como de los sujetos (fig. 17), pero el tipo de simplificación que produce, mientras que ayuda a dar una visión general, no sugerirá fácilmente una taxonomía detallada” (Hodson, 1969: 102).

En la literatura arqueológica es un método muy empleado destacando las aplicaciones de I. Thuesen *et alii* (1982) al análisis de la cerámica con el objetivo de ver si se ha producido localmente o si se ha fabricado para su producción y distribución; C. J. Salter (1982) también lo aplica sobre cuestiones arqueométricas, analizando la procedencia química en útiles de la metalurgia del hierro de los celtas en Gran Bretaña; P. M. Dolukhanov *et alii* (1980) analizan conjuntos líticos del Paleolítico Superior y Mesolítico y M. W. Pitts (1978) lo utiliza conjuntamente con el análisis cluster para estudiar varios conjuntos líticos.

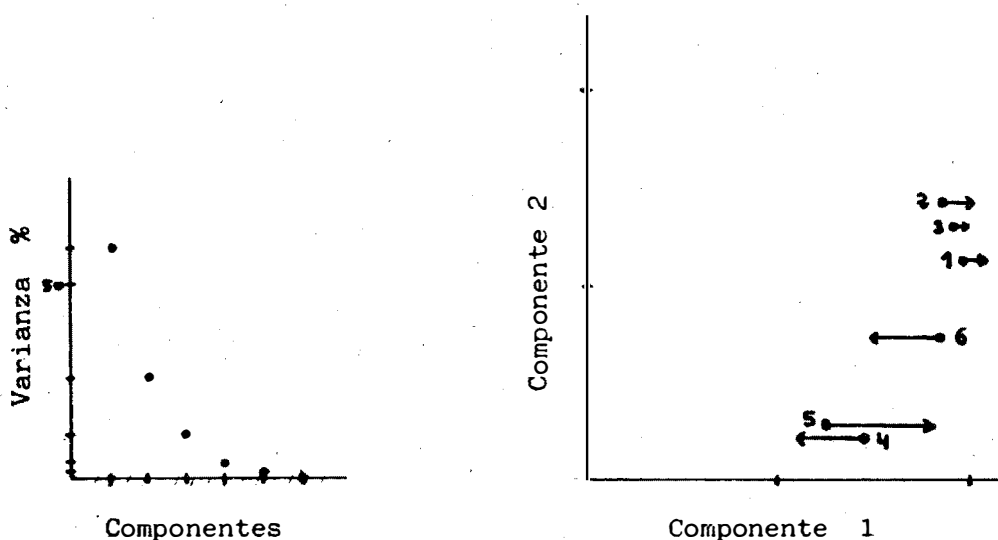


Fig. 16.—Representación gráfica de atributos con referencia a las tres primeras componentes, representándose la tercera vectorialmente (Esquivel y Contreras, 1984, p. 136).

b) *Análisis factorial*

Este tipo de análisis ha gozado durante algún tiempo de la predilección de los arqueólogos, siendo uno de los métodos multivariados más usados en Arqueología para intentar

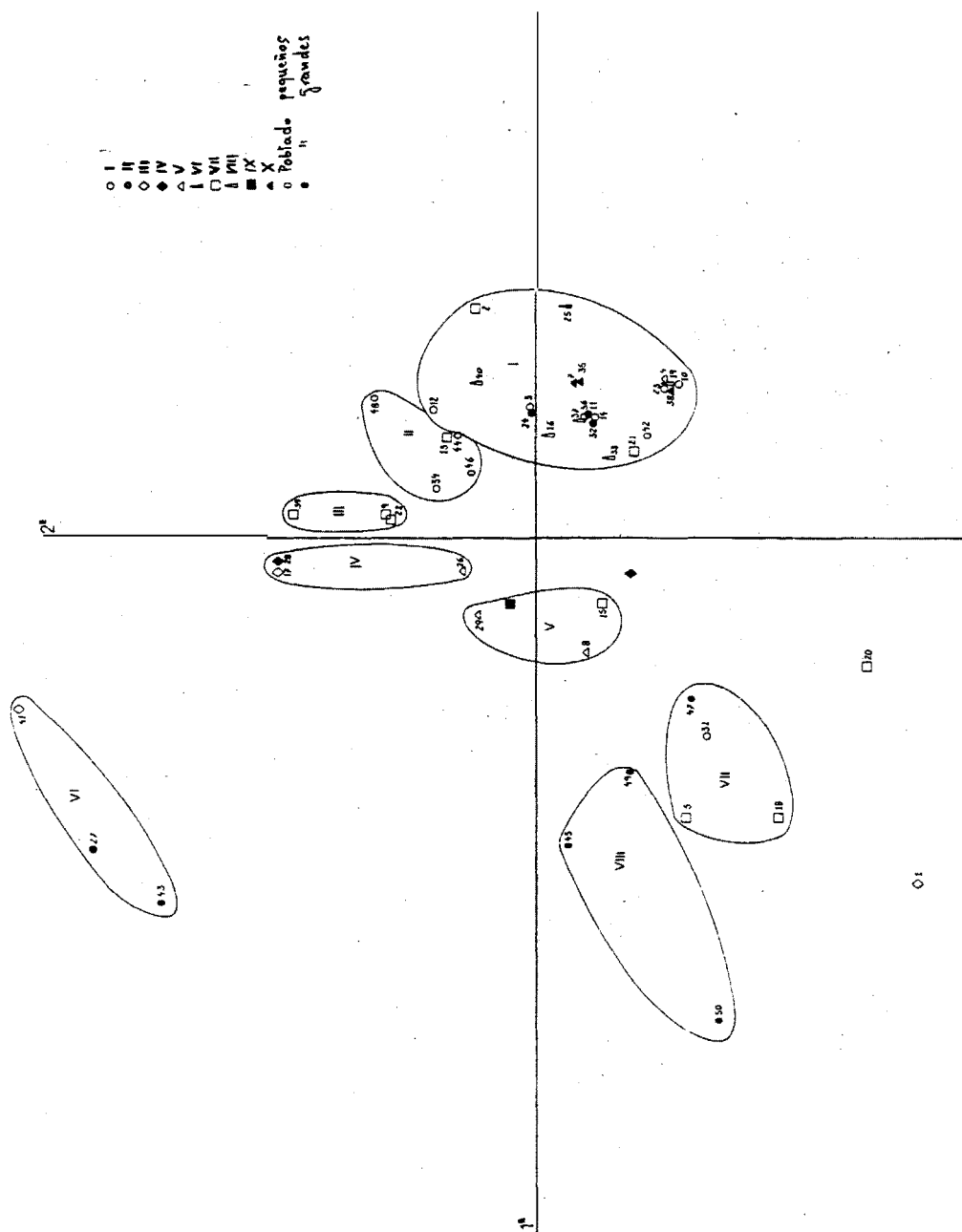


Fig. 17.—Aplicación del análisis de componentes principales sobre la cerámica sepulcral de la Cuesta del Negro (Purullena, Granada).

hallar clusters o grupos de atributos. Hay que tener en cuenta que este procedimiento ha sido y es utilizado frecuentemente por los psicólogos, que son los que principalmente lo han investigado y desarrollado. En los estudios de Psicología, el analista lo que investiga son los aspectos generales de la personalidad, como por ejemplo, la inteligencia, que no se puede aislar y medir directamente, por lo que está obligado a aplicar tests que midan sus diversos aspectos. Su supuesto básico estriba en que la puntuación en un test dado se compone de dos partes: una refleja una combinación de los efectos generales en los que el analista está interesado y otra segunda que refleja la actuación específica de ese test y que no tiene ningún interés. El análisis factorial intentaría separar esos dos aspectos en los datos, desechando los efectos “específicos” y señalando los efectos “comunes” entre un número de factores generales de la personalidad (Doran y Hodson, 1975: 198).

Para ver la filosofía matemática del análisis factorial existen diversas obras escritas con vistas a investigadores de las ciencias sociales (Sneath y Sokal, 1973; Kendall, 1975; Kim y Mueller, 1978a y 1978b). La podemos sintetizar en tres fases principales. Primero se debe decidir cuantos efectos generales o factores son relevantes. Luego la información que se considera relevante para estos factores (la varianza “común”) debe separarse de lo que se considera irrelevante (“varianza específica” o “error de varianza”). El tercer paso implica la distribución de esta varianza común entre los factores según una idea preconcebida de la estructura de la actuación humana. Esta distribución puede realizarse siguiendo varias alternativas metodológicas. En términos geométricos, los atributos han sido localizados en un espacio con un número de dimensiones equivalente al número de factores. Cada factor se considera como un eje en el espacio al que se refieren los atributos. Sin embargo, la orientación de estos ejes de referencia es arbitraria y se requieren unas reglas que los fijen de una manera conveniente. Existen varios métodos para realizar esta fijación, siendo uno de los más empleados el Programa Varimax (una aplicación en España de este método se puede ver en Capel *et alii*, 1982).

Así, aunque el análisis de componentes principales y el análisis factorial parten de supuestos muy distintos y con objetivos muy diferentes, la principal diferencia en la práctica a menudo estriba únicamente en el proceso rotacional aplicado para el mejor análisis de los atributos.

Las aplicaciones más conocidas del análisis factorial en Arqueología son probablemente las de L. R. y S. Bindord (1966) para el estudio de las facies musterienses establecidas por F. Bordes (1953, 1961). El mayor interés del estudio de los Binford es la hipótesis arqueológica establecida para tratar de explicar las diferencias entre los conjuntos musterienses, situando la causa de sus diferencias en la funcionalidad como factor opuesto a las interpretaciones más convencionales. El análisis factorial les permitió identificar una serie de variables agrupadas en torno a cada uno de los factores. Así, por ejemplo, el factor I agrupaba las siguientes variables: perforador típico y atípico, bec, buril atípico, raspador típico, lasca truncada, muescas, diversos, raedera simple cóncava, lasca con retoque ventral y cuchillo de dorso natural. Esta serie de útiles son relacionados por los Binford con una actividad de fabricación de útiles de materiales no líticos (hueso y madera), tratándose pues de una actividad de mantenimiento. Este factor lo conectan con el Musteriense Típico de F. Bordes,

haciendo lo propio con los otros factores, que son relacionados con cada una de las facies de F. Bordes.

En este ejemplo, el análisis factorial está imbricado con el agrupamiento de atributos o variables. Sin embargo, el mismo programa de ordenador puede ser usado para tratar de agrupar unidades, como por ejemplo, yacimientos (Rowlett y Pollnac, 1971). En este último trabajo, los autores analizan una serie de yacimientos de la Cultura del Marne, en el norte de la Champagne francesa. Su estudio tiene dos objetivos claros: a) determinar la distribución geográfica de los yacimientos demostrando si los ítems de los conjuntos y los grupos de los yacimientos son similares y b) establecer que ítems son los que tienen que buscarse. Analizan 104 ítems (cuencos, jarros, fibulas de disco...) que se distribuyen entre 77 yacimientos, utilizando el análisis factorial para: 1) agrupar los yacimientos sobre la base de modelos de aparición de ítems; 2) proporcionar un valor a cada yacimiento que indique su grado de asociación con el modelo o factor subyacente de cada grupo de yacimientos; y 3) suministrar una puntuación para cada ítem que haga posible determinar cuales son los ítems clave para cada grupo de yacimientos. El modelo de análisis factorial usado es el análisis de factor común.

Otras aplicaciones prácticas del análisis factorial en Arqueología son las realizadas por I. C. Glover (1969) sobre conjuntos líticos, J. J. Lischka (1975) sobre la distribución de los tipos cerámicos del Broken K Pueblo, así como los trabajos sobre industrias líticas de P. M. Dolukhanov *et alii* (1980) (fig. 18) y J. R. Kozlowski (1980).

La mayor parte de los estudios arqueológicos que han usado el análisis factorial se pueden dividir en tres categorías: a) la ordenación cronológica, en la que el principal objetivo del análisis es la ordenación relativa a través del tiempo de los conjuntos de ítems o de yacimientos (Azoury y Hodson, 1973; LeBlanc, 1975); b) la clasificación, que es el uso más corriente, es decir, la ordenación de ítems en grupos sobre la base de sus relaciones medidas a lo largo de un conjunto de atributos (Hodson, 1969); y c) la causalidad, es decir, se intenta explicar el patrón observado en función de factores o causas subyacentes en los datos (Binford y Binford, 1966).

Este tipo de análisis ha recibido algunas críticas (Doran y Hodson, 1975: 205), ya que la idea de rechazar la "varianza específica" como redundante o irrelevante no parece ser lógica en las situaciones arqueológicas estandarizadas en las que se aplica el análisis factorial. Si estamos buscando crear unos grupos no tenemos por que rechazar a priori cualquier tipo de información, sea "específica" o "común".

c) *Otros métodos*

Aparte de los métodos de análisis multivariable ya vistos, existen bastantes más en relación con la ordenación o seriación de las unidades. Nos referimos tan sólo, brevemente, a algunos más que han sido usados, aunque con menos frecuencia, en los estudios arqueológicos. Uno de ellos es el *análisis de constelaciones*, utilizado por J. C. Gower (1971), quien distingue diversas constelaciones de atributos. Primero se relacionan las unidades con los ejes principales de cada constelación de atributos; a continuación, cada configuración resultante

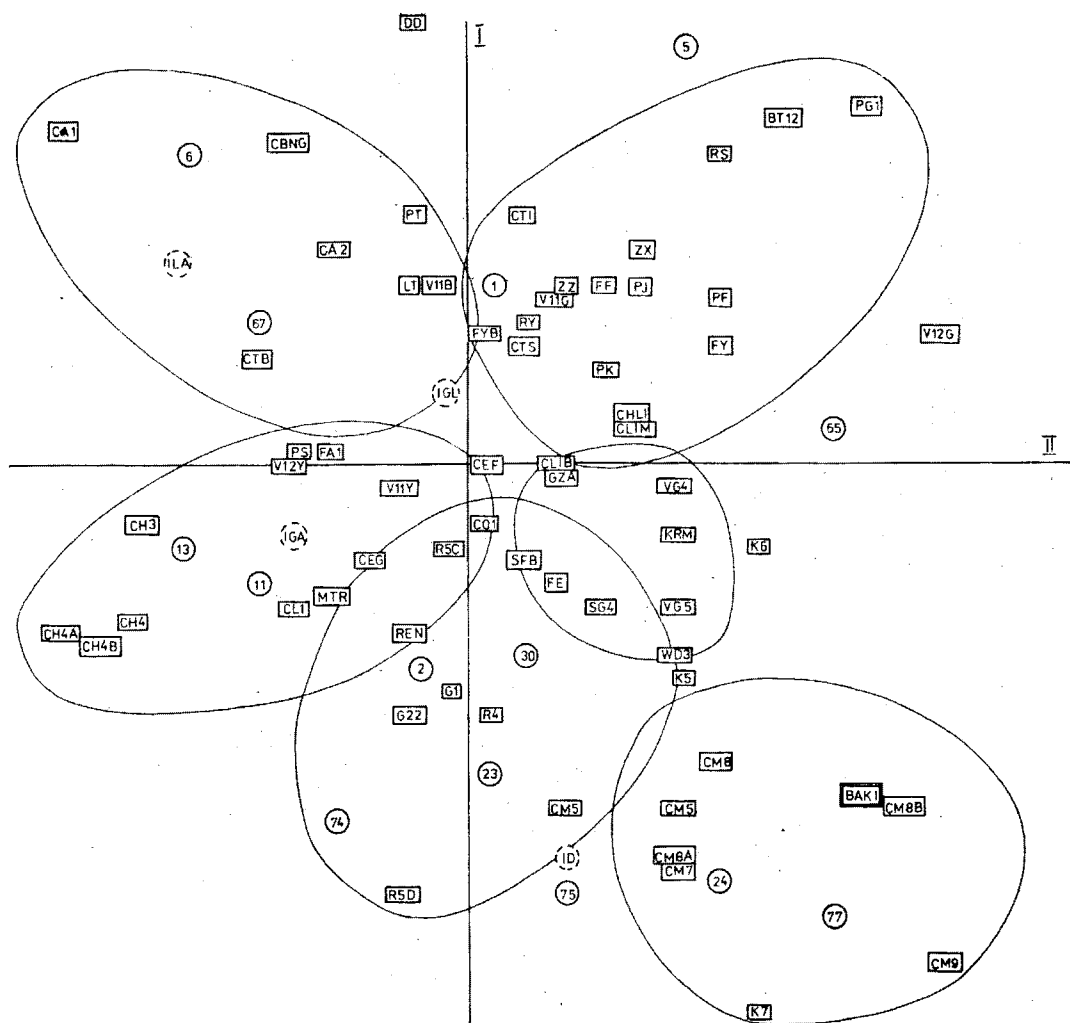


Fig. 18.—Aplicación del análisis factorial sobre complejos aurifiacienses de Europa Central y Oriental (Dolukhanov *et alii* 1980, fig. 6).

se fija a las otras y se calculan las distancias entre las unidades (M^2 = valor de esta distancia); finalmente, los valores de esta distancia M^2 se relacionan con unos ejes principales que resumen o sumarizan las relaciones entre las constelaciones.

Otro trabajo interesante que utiliza este método es el de I. Azoury y F. R. Hodson (1973) (fig. 19), quienes lo aplican sobre un conjunto de industrias líticas del Paleolítico Superior de Ksar Akil (Líbano). En este caso las constelaciones de atributos responden a diferentes aspectos de tipología y tecnología. Analizan las diversas constelaciones de atributos a través de un análisis de componentes principales y los diagramas resultantes los superponen

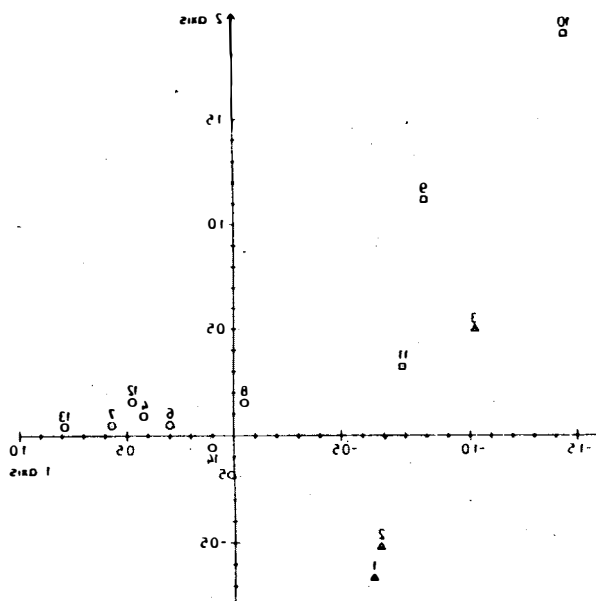


Fig. 19.—Aplicación del análisis de constelación para ver la relación entre varios niveles del Paleolítico Superior en función del análisis de seis constelaciones de atributos (Azoury y Hodson 1973, fig. 4).

viendo la distancia que presentan las unidades con respecto a cada constelación; utilizando este coeficiente de distancia construyen un diagrama definitivo que representa las relaciones entre las diversas constelaciones. Un factor positivo de este análisis en los estudios líticos es que no restringe el análisis de los conjuntos paleolíticos a una lista-tipo dada o a un tipo específico de atributos, rechazando el resto, sino que amplía el campo de la información recuperada que puede ser analizada.

Cuando las unidades o ítems que vamos a estudiar ya están divididas en grupos más o menos coherentes, se puede utilizar el *análisis discriminante* para intentar descubrir y poner de relieve aquellos atributos que realmente actúan como agentes discriminantes entre esos grupos. Este análisis es de gran importancia pues, una vez establecidos los tipos, nos puede servir cuando queramos asignar un nuevo elemento a alguno de los tipos ya creados, es decir, nos puede ser útil para ir distribuyendo los nuevos hallazgos a los tipos morfométricos ya creados. Este tipo de análisis ha sufrido muchas ramificaciones y desarrollos, interesándonos dos desde el punto de vista arqueológico: a) la extensión de estos conceptos discriminantes en el trabajo con más de dos grupos (*análisis de las variables canónicas*) y b) la distancia en el espacio definida por funciones discriminantes (*Distancia de Mahalanobis* o D^2). El segundo método ya lo hemos descrito anteriormente. Por lo que respecta al análisis de las variables canónicas, lo que se pretende es definir un nuevo espacio, transformando el espacio formado por los atributos originales y sus puntuaciones, de tal forma que la discri-

minación entre los grupos se enfatice. Esta técnica ha sido empleada con cierta frecuencia en los análisis arqueológicos (Gower, 1966; Rao, 1971; Grebinger y Adam, 1974).

Hemos de citar por último otros dos métodos, no por menos usados menos efectivos: *el análisis de escalas multidimensionales no métricas* (Doran y Hodson, 1966; Hodson *et alii*, 1966; True y Matson, 1970; Kruskal, 1971 y Ammerman, 1971) y *el análisis de correspondencia* (Bolkiven *et alii*, 1982) (Fig. 20).

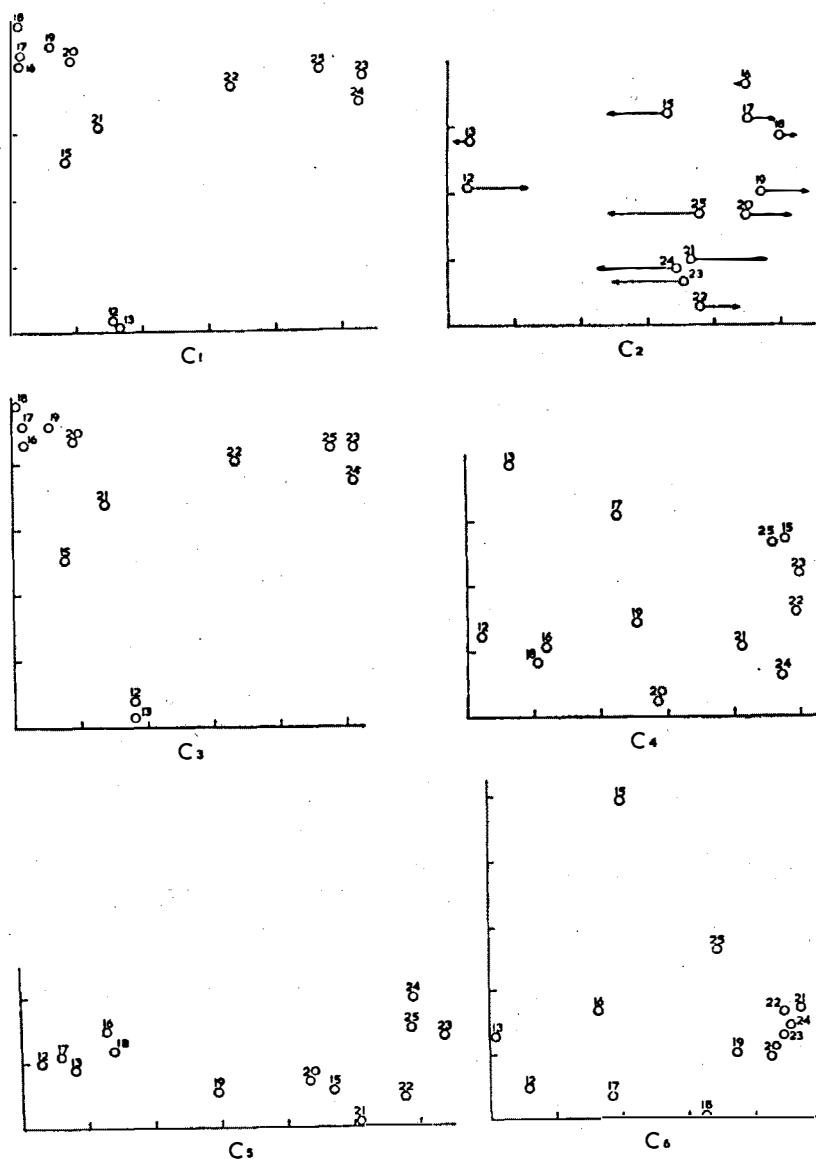


Fig. 20.—Aplicación del análisis de correspondencia sobre unidades de habitación en función de 37 tipos de útiles (Bolkiven *et alii* 1983, fig. 4).

Todos estos tipos de métodos multivariantes, centrados en la ordenación, parten de dos premisas: a) las diferencias entre las unidades son tratadas como distancias en un espacio con propiedades definidas y familiares y b) las relaciones en el espacio se expresan como ecuaciones lineales y son investigadas por la rama de las Matemáticas conocida como Álgebra lineal (Doran y Hodson, 1975: 213). De lo visto en este apartado se desprende la gran variedad de métodos de análisis multivariante que están a disposición del arqueólogo para sus estudios tipológicos o de cualquier otro tipo.

LA CUANTIFICACION Y APLICACION DE METODOS ESTADISTICOS EN LA ARQUEOLOGIA ESPAÑOLA

Observando la bibliografía arqueológica que se publica en España, fundamentalmente los trabajos monográficos sobre yacimientos, podemos anotar la casi total ausencia en las analíticas de la cultura material de métodos estadísticos complejos. El uso de la estadística se ha reducido casi exclusivamente a la aplicación de los métodos más simples de cuantificación: porcentajes, análisis de frecuencias y análisis de correlación. Estos métodos sí se han generalizado en los trabajos realizados en España, por lo que, tan sólo haremos referencia sucinta a un pequeño número de ellos. Citaremos algunos como muestra de lo realizado en nuestro país en base a la estadística sencilla.

Uno de los campos en los que se han usado más frecuentemente los porcentajes, las frecuencias absolutas y la creación de una serie de índices comparativos significativos es el relativo a los estudios paleolíticos o de industrias líticas, debido a la fuerte influencia de las escuelas de Bordes y Laplace (Bernaldo de Quirós, 1981). J. M. Merino (1980) basa la creación de una lista-tipo en una serie de gráficas que utiliza G. Laplace dentro de su sistema tipológico, y que podemos resumir en tres modalidades: a) Bloc-índices elementales: histogramas en los que todos los índices de los grupos tipológicos están representados en el mismo orden de la lista por una serie de rectángulos yuxtapuestos de base igual y de área proporcional al valor de cada uno de los índices; b) Bloc-índice esencial: histograma en el que sólo figuran los cinco grupos o familias tipológicas esenciales; y c) Bloc-índice desarrollado: histograma en que cada grupo tipológico está representado por un histograma acumulativo que integra los índices de cada tipo primario que lo componen.

El método Laplace también ha sido seguido por J. Casabo y M. L. Rovira (1981), quienes establecen una serie de índices, computando las medidas de las piezas líticas que están enteras. El constante uso de índices en los estudios líticos a veces ha sido criticado por los mismos que los utilizan (Olaría, 1981). En algunas ocasiones se realizan clasificaciones de piezas líticas siguiendo procedimientos divisivos, partiendo constantemente la muestra en función de la presencia-ausencia de un atributo específico (Querol y Santonja, 1978).

También en el ámbito del arte rupestre se han intentado aplicar estos métodos de estadística sencilla, cuantificando una serie de elementos y viendo la relación existente entre ellos, tal como hace A. Leroi-Gourhan en su obra dedicada al arte prehistórico de Europa Occidental. Sirva de ejemplo lo realizado por J. Cabaleiro *et alii* (1976) al intentar analizar la

asociación entre ciervos y círculos, mediante el estudio de 41 yacimientos en el que elaboran una serie de rectas de regresión sobre la distribución de ambas figuras y determinan el coeficiente de correlación entre ambas (0,99), muy alto, por lo que concluyen que probablemente los círculos y los ciervos son sincrónicos entre sí.

Otro tipo de material que se ha prestado a la aplicación de estos métodos sencillos de cuantificación es la cerámica, que normalmente se ha presentado en los trabajos arqueológicos con una serie de gráficos, bien histogramas o bien sectores, que muestran los porcentajes de aparición de los diversos tipos cerámicos. A veces también se indican algunos atributos tecnológicos: cocción, decoración, color, textura... Algunos de los ejemplos más antiguos de aplicación de estos métodos serían los trabajos de J. Sánchez Real (1957) sobre cerámica romana y J. Sánchez Meseguer (1969) sobre la cerámica del yacimiento del Cerro del Real (Galera, Granada). De más reciente aparición podemos citar los estudios de M. D. Asquerino (1978), sobre cerámicas neolíticas de la Cova de la Sarsa en los que utiliza únicamente porcentajes y algún gráfico de dispersión para la industria lítica; por su parte Z. Castro (1978) utiliza los porcentajes y distribución de frecuencias absolutas para estudiar las fichas recortadas de cerámica, realizando un sencillo cálculo estadístico basado en la media y desviación típica para ver si la medida de cada unidad se aleja o acerca al valor medio, y elaborando con ello una serie de histogramas. En algún caso, se añade cierta complejidad, con la formulación de una serie de índices para la cerámica (González Prats, 1983).

También se ha utilizado la estadística sencilla para la comparación de yacimientos (Cano y Moure, 1970-71), contrastando dos asentamientos del Magdalenense Superior cantábrico mediante la utilización de gráficos acumulativos.

No obstante hay que reconocer que, aunque en contadas ocasiones, se han intentado asimismo aplicar algunas variaciones estadísticas a la cultura material, aunque siempre dentro de la estadística sencilla. Este es el caso de Freeman que realiza el análisis estadístico de Cueva Morín (González Echegaray *et alii*, 1971), utilizando el test de chi-cuadrado, la F de Fisher de probabilidad y además la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para calcular la distancia relativa a dos conjuntos. También destaca de la tónica general el procedimiento empleado por J. M. Apellaniz (1975) en su estudio del grupo de Santimamiñe, según los siguientes pasos: 1) establecimiento de una tipología fundamental siguiendo un criterio clásico intuitivo en función de los hallazgos encontrados en las sepulturas y jugando con 40 tipos de útiles; 2) utilización del estadístico Q de Youle al que añade un cálculo de la probabilidad; 3) ordenación de los resultados en varios grados en función de un cuadro o matriz de afinidades, de manera que la finalidad entre los tipos vendría limitada entre los valores 0,5 y 1 y el rechazo entre 0,5 y -1; 4) distribución de los grupos. Innovación interesante de su estudio es la introducción del ordenador para establecer la matriz de afinidades entre los conjuntos.

Ya en las Primeras Jornadas de Investigación Prehistórica, celebradas en Soria en 1981, se presentaron una serie de trabajos más elaborados en los que se advierte un ligero cambio en el intento de aplicar los métodos estadísticos a la Arqueología, ofreciendo una analítica más elaborada. En aquella ocasión, M. V. Gracia *et alii* (1984) realizaron un trabajo basado en el análisis de la fragmentación cerámica para el restablecimiento de tablas de formas y su evolución cronológica tomando como marco los yacimientos del Bronce Final en el Noreste

de Cataluña, en el que describen las características tecnológicas de la cerámica y clasifican sus fragmentos realizando una serie de pruebas estadísticas mediante el uso de un microordenador —test del chi-cuadrado— para finalmente, calculando las distancias entre los diversos conjuntos, construir un dendrograma de los yacimientos. Asimismo interesante es el trabajo de H. Ulreich (1984) centrado en la cerámica del yacimiento granadino del Cerro de la Virgen, en el que maneja fundamentalmente variables cualitativas (colores y calidades) identificando un total de 28 clases cerámicas y realizando un conteo de todos los lotes por estratos, registro de pesos y cantidad de fragmentos de bordes, que plasma en una gráfica de frecuencias relativas por estratos; analiza igualmente las frecuencias de configuración y elabora una tabla de contingencia con las clases cerámicas y las cinco fases culturales del yacimiento.

Merece la pena destacar el trabajo presentado a dichas jornadas por J. Estévez y V. Lull, en el que se propone un método extraído de la Biometría Elemental para el análisis cerámico. En su estructura teórica, se concibe la cerámica como vinculada a las diferentes esferas de la actividad económica e ideológica del grupo que la realiza y/o aprovecha. Para estos autores, la tipología será un buen instrumento de trabajo siempre que sea analítica y para crearla el primer paso que hay que dar es aislar los diferentes caracteres que tengan una definición real, empíricamente verificables y con límites perfectamente establecidos. Su propuesta es establecer una asociación de características formales (formas) y posteriormente averiguar si existen o no grupos con unas necesidades morfométricas específicas y si estos grupos expresan normalizaciones restringidas y/o tendencias de fabricación o de ubicación. Para estudiar las características morfométricas proponen los autores un método estadístico, similar al empleado en la Biometría, si bien prescindiendo del análisis multivariable, y que se puede resumir, en los siguientes puntos (Estévez y Lull, 1984: 237-239):

- 1) Aislar las variables que se consideren definitorias y representativas y cuya definición debe establecerse previamente de manera objetiva.
- 2) Elaborar histogramas de frecuencias absolutas.
- 3) Calcular la media de la variable (definitoria del tipo) o de la tendencia (definitoria del subtipo).
- 4) Para poder estimar el grado de normalización o estandarización de cada variable y sus tendencias podemos calcular un coeficiente de variabilidad a partir de la desviación "standard". Los ejemplares cuya medida esté fuera de la variabilidad calculada se pueden considerar excepcionales, quizás fruto de una fabricación personal.
- 5) Establecer relaciones entre las variables mediante índices, coeficientes de correlación y el cálculo de covarianza.
- 6) Con la realización de los gráficos citados se podrían definir una serie de comparaciones entre la media y las proporciones de las formas y tipos distintos.

Este método aparece algo más detallado en dos trabajos de Lull, uno sobre la cultura del Argar, en el que analiza el complejo cerámico de la misma (1983b) y un segundo en el que estudia las alabardas argáricas (1983b). Nos centraremos en el análisis del primero. Revisa en él primeramente los ensayos tipológicos precedentes realizados por los hermanos

Siret y E. Cuadrado, presentando a juicio del autor (1983b: 52) la clasificación de los Siret los siguientes problemas: 1) estudio centrado exclusivamente en el material cerámico de la necrópolis del yacimiento de El Argar; 2) estudio restringido a la cerámica funeraria; 3) se trata únicamente de una clasificación descriptiva, aislando 8 tipos y 3 subtipos, partiendo básicamente de criterios morfológicos que luego mezcla con los métricos. Se trata, por tanto, de “una tipología con escasa estructuración; es subjetiva y contradictoria por la falta de definición de los criterios morfológicos en los que se basa y por el encabalgamiento de factores secundarios y terciarios con aquéllos” (Lull, 1983b: 54).

V. Lull por su parte selecciona para su análisis una muestra de 670 vasos más o menos completos, de los cuales el 67,9% proceden de necrópolis y tan sólo el 32,1% de contexto doméstico. De entrada, esta proporción de vasos funerarios y domésticos nos parece totalmente descompensada en favor de los primeros y puede ser motivo de distorsiones cuando lo que se intenta es elaborar una tipología global de una cultura, más aún si tenemos en cuenta que la mayor parte de los vasos domésticos proceden exclusivamente de dos yacimientos: El Picacho y el Cabezo Negro; lo que nos llevaría a otra problemática, derivada del hecho de que no todos los yacimientos de los que Lull presenta materiales cerámicos pueden considerarse como argáricos típicos, pues hay que tener presente que tanto en Granada como en Jaén existen muchos asentamientos de la Edad del Bronce que, con una fuerte tradición calcolítica, presentan una mayor o menor argarización. En consecuencia, pensamos que la muestra elegida por Lull para realizar su tipología argárica presenta una serie de problemas:

- 1) Ofrece una total descompensación entre número de vasijas funerarias y domésticas.
- 2) La selección del material de los diversos yacimientos elegidos para la muestra no ha seguido unos criterios regulares, pues se extraen datos de dibujos publicados, de vasos de Museo, de material procedente de expolios, de excavaciones, etc., por lo que no siempre se puede verificar la fiabilidad de estos datos.
- 3) Desecha una serie de formas que a su juicio no son típicas al no entrar dentro de los esquemas creados por los hermanos Siret.
- 4) No nos parece razonable a priori separar el material cerámico doméstico del funerario cuando se constata que dentro del ritual funerario del Argar es frecuente la introducción de vasos domésticos en los ajuares, pareciéndonos más lógico tratar estadísticamente todo el material y ver si algún grupo cerámico se destaca especialmente por su condición de vasos funerarios.

Especialmente criticable nos parece el sistema seguido para separar el material en “formas”, según los esquemas de L. Siret, cuando el propio Lull lo critica fuertemente, incurriendo por consiguiente en la contradicción de que precisamente su punto de partida sean las mencionadas formas estructuradas desde un punto de vista totalmente subjetivo. Criterio éste que igualmente aplica cuando separa las variedades de los subtipos ya que, según él, “las variedades no se escapan morfométricamente del tipo, pero subjetivamente presentan claras diferencias que no llegan a denotar tendencias marcadas” (Lull, 1983b: 57).

En cualquier caso no obstante, en conjunto la obra nos parece bastante positiva, aun-

que sólo fuera por presentar una analítica estructurada, basada en el análisis estadístico, hecho sin precedentes en los estudios ceramológicos de la Península Ibérica. Nuestra objeción se basa en el hecho de que la estadística empleada es de corte sencillo, aunque pueda considerarse válida si lo que pretendemos es separar el material en grupos y ver como se sitúan los vasos en torno a una distribución normal, contrastando los diversos tipos creados. Como ya hemos dicho antes, somos partidarios de un análisis basado en el agrupamiento de ítems mediante la utilización de métodos multivariantes, en especial el análisis cluster y el análisis de componentes principales, que marcan tanto las similitudes como las tendencias de los vasos.

Ya en un trabajo más reciente realizado por Gasull *et alii* (1984), se incorpora al análisis morfométrico el estudio de algunas variables cualitativas (pastas y acabados de la superficie) y se estudia la distribución espacial de las formas cerámicas, realizando el cálculo de tendencias porcentuales de registro de aquéllas en una unidad de habitación ideal, elaborándose así una hipótesis a contrastar en futuras excavaciones.

Destaquemos finalmente de las citadas Jornadas de Soria un artículo en el que se puede apreciar un claro interés por el análisis multivariable (Chapa, 1984). Y en el que se analizan un conjunto de fíbulas de La Tène con los siguientes objetivos: a) delimitación de tipo; b) relación de tipos entre sí, con estratos culturales o con estadios culturales; c) inferencia de filogenias, evoluciones culturales y cambios tecnológicos y d) predicción de estados morfológicos aún no detectados. Para ello la autora realiza un análisis cladístico, dentro de la sistemática filogenética, es decir, pretende inferir cual ha sido la evolución cultural que ha sufrido un determinado objeto y sus conexiones filogenéticas con el resto de la serie. Elige un conjunto de características de las fíbulas y construye una matriz de similitud, sobre la que aplica el single-linkage, contruyendo un dendrograma jerarquizado de las fíbulas. Trabajo que consideramos positivo al ser uno de los pocos intentos en la Arqueología española de aplicación del análisis multivariable, si bien el método elegido (single-linkage), como ya hemos dicho anteriormente, presenta muchos problemas en su aplicación para la creación de una tipología y ha sido bastante criticado (Doran y Hodson, 1975).

Asimismo tenemos constancia de la presentación de una comunicación de V. Lull al homenaje a Luis Siret (Almería, junio 1984), en la que se aplica el análisis de componentes principales a tipos de sepulturas argáricas.

Las posibilidades que ofrecen los métodos multivariantes para el estudio arqueológico se pueden apreciar en el trabajo de J. A. Esquivel y F. Contreras (1984), en el que se analizan los vasos cerámicos sepulcrales de la Cuesta del Negro (Purullena, Granada), aplicando y explicando diversos métodos de análisis multivariable.

Finalmente, indiquemos que en este camino hacia la cuantificación de la arqueología española se ha incorporado en los últimos años la figura del ordenador como instrumento para registrar y almacenar la información arqueológica. Este es el caso de J. I. Vegas (1978), que realiza un ensayo de tratamiento de datos por ordenador para la cerámica prehistórica utilizando un código previo ya creado (Llanos y Vegas, 1974). En esta dirección, la codificación del material arqueológico, su almacenamiento y su recuperación constituyen en la actualidad uno de las principales tareas de arqueólogo, estando últimamente ligada la informatización de los datos arqueológicos con la construcción de series tipológicas.

Ante lo expuesto, queda claro que la aplicación de los métodos multivariantes en la Arqueología puede brindar grandes posibilidades de cara al establecimiento de clasificaciones o tipologías de la cultura material y que es necesario que el arqueólogo vaya contactando con dichos métodos. Contacto que si bien es corriente en la arqueología anglosajona, francesa y en algunos países nórdicos y de Europa Oriental, no obstante en la arqueología española está prácticamente iniciándose y sería deseable que se incrementara notablemente en los próximos años.

BIBLIOGRAFIA

- ALDENDERFER, M. S. (1982): "Methods of cluster validation for archaeology", *World Arch.* 14, pp. 61-72.
- ALDENDERFER, M. y BLASHFIELD, R. R. (1978): "Cluster Analysis and Archaeological Classification", *Am. Ant.* 43, pp. 502-505.
- AMMERMAN, A. J. (1971): "A computer analysis of epipalaeolithic assemblages in Italy", en Hodson, F. R., Kendall, D. G. y Tautu, P. (ed): *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences*, Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 133-137.
- APELLANIZ, J. M.^a (1975): "El grupo de Santimamiñe durante la Prehistoria con cerámica", *Munibe* XXVII, pp. 2-231.
- ASCHER, M. (1959): "A Mathematical Rationale for Graphical Seriation", *Am. Ant.* 25, pp. 212-214.
- ASQUERINO FERNANDEZ, M.^a D. (1978): "Cova de la Sarsa (Bocairente, Valencia). Análisis estadístico y tipológico de los materiales sin estratigrafía (1971-1974)", *Saguntum* 13, pp. 99-226.
- AZOURY, I. y HODSON, F. R. (1973): "Comparing Palaeolithic assemblages: Ksar Akil, a case study", *World Arch.* 4, pp. 292-306.
- BENFER, R. A. (1967): "A Design for the Study of Archaeological Characteristics", *Am. Anthropol.* 69, pp. 719-730.
- BERNALDO DE QUIROS, F. (1981): "Análisis matemáticos del Paleolítico Superior inicial", *Zephyrus* XXXII-XXXIII, pp. 41-56.
- BIETTI, A. (1979): *Metodi matematici e statistici applicati all'Archeologia e alla Paleontologia*, Conferenza tenuta il 16 Giugno 1978, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.
- BINFORD, L. R. (1965): "Archaeological systematics and the study of cultural process", *Am. Ant.* 31, pp. 203-210.
- BINFORD, L. R. y BINFORD, S. R. (1966): "A preliminary analysis of functional variability in the Mousterian of Levallois facies", *Am. Anthropol.* 68, pp. 238-295.
- BOLKIVEN, E., HELSKOG, E., HOLM-OLSEN, T. M., SOLHEIM, L. y BERTELSEN, R. (1982): "Correspondence analysis: an alternative to principal components", *World Arch.* 14, pp. 41-60.
- BORDES, F. (1950): "Principes d'une méthode d'étude des techniques de débitage et de la typologie du Paléolithique Ancien et Moyen", *L'Anthropologie* 54, pp. 19-34.
- (1953): "Essai de Classification des industries 'moustériennes'", *Bull. Soc. Preh. Fr.* 50, pp. 457-466.
- (1954): "Le moustérien de L'Ermitage (Fouilles L. Pradel). Comparaisons statistiques", *L'Anthropologie* 58, pp. 444-449.
- (1961): *Typologie du Paléolithique Ancien et Moyen*, Publications de l'Institut de Préhistoire de l'Université de Bordeaux.
- (1974): "Notes de typologie paléolithique", *Zephyrus* XXV, pp. 53-64.
- BORDES F. y SONNEVILLE-BORDES, D. de (1970): "The significance of variability in Palaeolithic assemblages", *World Arch.* 2, pp. 61-73.
- BORILLO, M. (1972): *Les méthodes mathématiques de l'Archéologie*, CNRS, Marsella.
- BORILLO, M. y IHM, P. (1971): "Une méthode de classification d'objets archéologiques dont la description est structuré et incomplète", en HODSON, F. R., KENDALL, D. G. y TAUTU, P. (ed): *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences*, Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 85-95.

- BRAINERD, G. W. (1951): "The Place of Chronological Ordering in Archaeological Analysis", *Am. Ant.* 16, pp. 301-313.
- BREW, J. (1946): "The Use and Abuse of Taxonomy", *Archaeology of Alkali Ridge, Southern Utah*, Harvard University Press, pp. 44-66.
- CABALEIRO, J. *et alii.* (1976): "Estudio estadístico de la asociación entre ciervos y círculos en el arte rupestre prehistórico de la provincia de Pontevedra", *Gallaecia* 2, pp. 117-124.
- CANNON, A. (1983): "The quantification of artifactual assemblages: some implications for behavioral inferences", *Am. Ant.* 48, pp. 785-792.
- CANO, M. y MOURE, J. A. (1970-71): "Aportaciones Estadísticas al Estudio del Magdaleniense Superior", *Zephyrus* XXI-XXII, pp. 23-35.
- CAPEL, J., NAVARRETE, M.^a S., HUERTAS, F. y LINARES, J. (1982): "Algunos aspectos del proceso de manufacturación de cerámicas neolíticas. Estudio del contenido en desgrasante mediante lupa binocular", *Cuad. Preh. Gr.* 7, pp. 73-112.
- CASABO, J. y ROVIRA, M. L. (1981): "La Balsa de la Dehesa de Soneja. Nuevo yacimiento lítico de superficie en Castellón", *Cuad. Preh. Arq. Cast.* 8, pp. 101-128.
- CASTRO, Z. (1978): "Piezas discoidales de yacimientos del NE de Cataluña", *Cypsela* II, pp. 173-195.
- CLARK, G. A. y STAFFORD, C. R. (1982): "Quantification in American Archaeology: a Historical Perspective", *World Arch.* 14, pp. 98-119.
- CLARKE, D. L. (1962): "Matrix analysis and archaeology with particular reference to British beaker pottery", *P.P.S.* 28, 371-382.
- (1963): "Matrix analysis and archaeology", *Nature* 199, pp. 790-792.
 - (1968): *Analytical Archaeology*, Methuen, London.
 - (1970): *Beaker Pottery of Great Britain and Ireland*, Cambridge University Press, Cambridge.
 - (1984): *Arqueología Analítica*, Bellaterra, Barcelona.
- CLAY, R. B. (1976): "Typological classification, attribute analysis and lithic variability", *J. Field Arch.* 3, pp. 303-311.
- COOLEY, W. W. y LOHNES, P. R. (1971): *Multivariate Data Analysis*, John Wiley & Sons, New York.
- COOPER, P. W. (1963): "Statistical classification with quadratic forms", *Biometrika* 50, pp. 439-448.
- COVERINI, L., GIOMMI, A., MARTINI, F. y SARTI, L. (1982): "Applicazione della "Cluster Analysis" alle strutture delle industrie litiche: contributo alla conoscenza dell'Epigravetiano italiano", *Preistoria Alpina* 18, pp. 21-32.
- COWGILL, G. L. (1964): "The Selection of Samples from Large Sherd Collection", *Am. Ant.* 29, pp. 467-473.
- (1967a): "Computer applications in Archaeology", *Comp. Humanities* 2, pp. 17-23.
 - (1967b): "Computers and prehistoric archaeology", en Bowlus C. (ed.), *Computers in Humanistic Research*, Englewood Cliffs, N. J., Prentice-Hall, pp. 47-56.
 - (1968): "Archaeological applications of factor, cluster and proximity analysis", *Am. Ant.* 33, pp. 367-375.
 - (1977): "Review of Doran and Hodson (1975)", *Am. Ant.* 42, pp. 126-129.
- CHANG, K. C. (1976): *Nuevas perspectivas en Arqueología*, Alianza Editorial, Madrid.
- CHAPA, T. (1984): "Aspectos metodológicos de la tipología arqueológica: un ejemplo referido a las fíbulas de La Tène", *Primeras Jornadas de Investigación Prehistórica (Soria, 1981)*, Madrid, pp. 253-268.
- CHENHALL, R. G. (1971a): *Computers in Anthropology and Archaeology*, International Business Machines.
- (1971b): "The archaeological data bank: a progress report", *Comp. & Humanities* 5, pp. 159-169.
- CHILDE, V. G. (1956): *Piecing Together the Past. The Interpretation of Archaeological Data*, Routledge & Kegan Paul, London.
- CHRISTENSON, A. y READ, D. (1977): "Numerical Taxonomy, R-Mode factor analysis and archaeological classification", *Am. Ant.* 42, pp. 163-179.
- DOLUKHANOV, P. M., KOZLOWSKI, J. K. y KOZLOWSKI, S. K. (1980): *Multivariate Analysis of Upper Palaeolithic and Mesolithic Stone Assemblages*, Prace Archeologiczne 30.
- DORAN, J. (1970a): "Archaeological reasoning and machine reasoning", *Archeologie et Calculateurs (Marsella, 1969)*, pp. 57-69.
- (1970b): "Systems theory, computer simulations and archaeology", *World Arch.* 1, pp. 289-298.
 - (1971): "Computer analysis of data from La Tène cemetery at Münsigen-Rain", en Hodson, F. R., Kendall, D. G. y Tautü, P. (Ed.): *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences*, Edinburg University Press, pp. 422-431.

- (1979): "Fitting models and studying process: some comments on the role of computer simulation in archaeology", *Inst. Arch. Bull.* 16, pp. 81-94.
- DORAN, J. E. y HODSON, F. R. (1966): "A digital computer analysis of palaeolithic flint assemblages", *Nature* 210, pp. 688-689.
- (1975): *Mathematics and Computers in Archaeology*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- DUMOND, D. E. (1974): "Some uses of R-Mode Analysis in Archaeology", *Am. Ant.* 39, pp. 253-270.
- DUNNELL, R. C. (1978): *Prehistoria Moderna. Introducción sistemática a la Arqueología Prehistórica*, Istmo, Madrid.
- EDWARDS, A. W. F. y CAVALLI-SFORZA, L. L. (1965): "A method for cluster analysis", *Biometrics* 21, 362-375.
- ESQUIVEL, J. A. y CONTRERAS, F. (1984): "Una experiencia arqueológica con microordenadores. Análisis de componentes principales y clusterización: distancia euclídea y de Mahalanobis", *Actas del XIV Congreso Nacional de Estadística, Investigación Operativa e Informática*, Granada, pp. 133-146.
- ESTEVEZ, J. y LULL, V. (1984): "Aplicación de la Biometría Elemental al análisis cerámico", *Primeras Jornadas de Investigación Prehistórica (Soria, 1981)* (Madrid, pp. 235-239).
- FORD, J. A. (1954a): "The type concept revisited", *Am. Anthropol.* 56, pp. 42-53.
- (1954b): "Comment on A. C. Spaulding, 'Statistical Techniques for the Discovery of Artifact Types'", *Am. Ant.* 19, pp. 390-391.
- (1954c): "Spaulding review of Ford", *Am. Anthropol.* 56, pp. 109-104.
- (1961): "In favor of simple typology", *Am. Ant.* 27, pp. 113-114.
- FORTIER, J. J. y SALOMON, H. (1966): "Clustering procedures", en Krishmaiah, P. R. (ed.): *Multivariate Analysis*, Academic Press, New York, pp. 493-506.
- FRANKEL, D. (1974): "Inter-site relationships in the Middle Bronze Age of Cyprus", *World Arch.* 6, pp. 190-208.
- FRIEDMAN, H. P. y RUBIN, J. (1967): "On some invariant criteria for grouping data", *Am. Statist. Ass. J.* 62, pp. 1.159-1.178.
- GARDIN, J. C. (1963): "Problèmes d'analyse descriptive en archéologie", *Etudes archéologiques*, pp. 133-150.
- (1967): "Methods of descriptive analysis of archaeological material", *Am. Ant.* 32, pp. 13-30.
- (1970): *Archéologie et Calculateurs: Problèmes sémiologiques et mathématiques (Marseille, 7-12 avril 1969)*, CNRS, Paris.
- (1973): "Archaeology and Computers: New Perspectives", *Int. Soc. Sc.* 23, p. 2.
- GASULL, P., LULL, V. y SANAHUJA, M.^a G. (1984): *Son Fornés I: La Fase Talayótica. Ensayo de reconstrucción socioeconómica de una comunidad prehistórica de la Isla de Mallorca*, BAR International Series 209, London.
- GAUCHER, G. (1983): "Prehistoriens et Calcus, la fortune d'une tradition", *Bull. Soc. Fr.* 80, pp. 291-299.
- GIFFORD, J. C. (1960): "The type-variety method of ceramic classification as an indicator of cultural phenomena", *Am. Ant.* 25, pp. 341-347.
- GLOVER, I. C. (1969): "The use of factor analysis for the discovery of artefact types", *Mankind* 7, pp. 36-51.
- GONZALEZ ECHEGARAY, J. et alii: *Cueva Morín. Excavaciones 1966-68*, Publicaciones del Patronato de las Cuevas Prehistóricas de la Provincia de Santander VI, Santander.
- GONZALEZ PRATS, A. (1983): "Ensayo de un método de análisis de variabilidad formal aplicado al tipo B7 del horizonte del Bronce Final de Peña Negra (850-675 a.C.)", *Lucentum* II, pp. 91-113.
- GORODZOV, V. (1933): "The Typological Method in Archaeology", *Am. Antropol.* 35.
- GOWER, J. C. (1966): "A Q-technique for the calculation of canonical variates", *Biometrika* 53, pp. 588-589.
- (1971): "Statistical Methods of comparing different multivariate analysis of the same data", en Hodson, F. R., Kendall, D. G. y Tautu, P. (ed.): *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences*, Edinburgh, pp. 135-149.
- GRACIA M.^a V., PONS, E. y TOLEDO, A. (1984): "Análisis de la fragmentación cerámica para el restablecimiento de tablas de formas y su evolución cronológica: un ejemplo en yacimientos del Bronce Final en el NE de Catalunya", *Primeras Jornadas de Investigación Prehistórica (Soria 1981)*, Madrid, pp. 241-251.
- GREBINGER, P. y ADAM, D. P. (1974): "Hard Times? Classic period Hohokam cultural development in the Tucson Basin, Arizona", *World Arch.* 6, pp. 226-241.

- HEIZER, R. F. y COOK, S. F. (1960): *The Application of Quantitative Methods in Archaeology*, Viking Fund Publications in Anthropology, 28, Chicago.
- HILL, J. N. (1968): "Broken K Pueblo: Patterns of form and function. En Binford, S. R. y Binford, L. R. (ed.), *New Perspectives in Archaeology*, Aldine, Chicago, pp. 103-142.
- (1972): "The methodological debate in contemporary archaeology: a model", en Clarke, D. L. (ed.): *Models in Archaeology*, Methuen, London.
- HILL, J. N. y EVANS, R. K. (1972): "A model for classification and typology", en Clarke, D. L. (ed.): *Models in Archaeology*, Methuen, London, pp. 231-274.
- HODSON, F. R. (1969): "Searching for structure within multivariate archaeological data", *World Arch.* 1, pp. 90-105.
- (1970): "Cluster analysis and archaeology: some new developments and applications", *World Arch.* 1, pp. 299-320.
- (1971): "Numerical typology and prehistoric archaeology", en Hodson, F. R., Kendall, D. G. y Tautu, P. (ed.): *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences*, University Press, Edinburgh pp. 30-45.
- (1980a): "Clasificación mediante computadora", en Brothwell, D. y Higss, F. (ed.): *Ciencia en Arqueología*, Madrid, pp. 680-691.
- (1980b): "Culture as Types? Some Elements of Classification Theory", *Inst. Arch. Bull.* 17, pp. 1-10.
- (1980c): "Some aspects of archaeological classification", en Whallon, R. (ed.): *Proceedings of Advanced Seminar, Kampsville 1977*.
- HODSON, F. R., KENDALL, D. G. y TAUTU, P. (ed.) (1971): *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences*, University Press, Edinburgh.
- HODSON, F. R., SNEATH, P. H. A. y DORAN, J. E. (1966): "Some experiments in the numerical analysis of archaeological data", *Biometrika* 53, pp. 311-324.
- JARDINE, C. J., JARDINE, N. y SIBSON, R. (1967): "The structure and construction of taxonomic hierachies", *Math. Biosc.* 1, pp. 173-179.
- JARDINE, N. (1969): "Towards a general theory of clustering", *Biometrics* 25, pp. 609-610.
- JARDINE, N. y SIBSON, R. (1968): "The construction of hierachic and non-hierachic classifications", *Comp. J.* 11, pp. 153 y ss.
- KANTMAN, S. (1969): "Essai sur la formation de concept du "type" dans l'étude du Paléolithique", *Quartär* 20, pp. 69-77.
- KENDALL, D. G. (1969): "Some problems and methods in statistical archaeology", *World Arch.* 1, pp. 68-76.
- (1970): "A mathematical approach to seriation", *The impact of the natural sciences on archaeology*, Oxford University Press, pp. 125-134.
- (1974): "Archaeology and mathematics", *Antiquity* XLVIII, 40-45.
- (1975): *Analysis multivariate*, Charles Griffin & Comp. Lim., Bristol.
- KIM, J. O. y MUELLER, Ch. W. (1978a): *Introduction to Factor Analysis. What it is and How to do it*, Quantitative Applications in the Social Sciences 13, Sage Publications, London.
- (1978b): *Factor Anlysis. Statitiscal Methods and Practical Issues*, Quantitative Applications in the Social Sciences 14, Sage Publications, London.
- KING, B. F. (1967): "Step-wise clustering procedures", *Am. Statist. J.* 62, pp. 86-101.
- KLEJN, L. (1982): *Archaeological Typology*, BAR International Series 153, Oxford.
- KLUCKHON, C. (1960): "The Use of Typology in Anthropological Theory", en Wallace, A. F. C. (ed.): *Man and Cultures*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, pp. 134-140.
- KOZŁOWSKI, J. R. (1980): "Technological and Typological Differentiation of Lithic Assemblages in the Upper Palaeolithic: An Interpretation Attempt", en Schild, R. (ed.): *Unconventional Archaeology, New Approaches and Goals in Polish Archaeology*, Varsovia.
- KRIEGER, A. D. (1944): "The typological concept", *Am. Ant.* 9, pp. 271-288.
- (1960): "Archaeological Typology in Theory and Practice", en Wallace, A. F. C. (ed.): *Man and Cultures*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, pp. 141-151.
- KROEBER, A. L. (1940): "Statistical Classification", *Am. Ant.* 6, pp. 29-44.
- KRUSTAL, J. B. (1971): "Multidimensional scaling in archaeology: time is not the only dimension", en Hodson, F.

- R., Kendall, D. G. y Tautu, P. (ed.): *Mathematical in the Archaeological and Historical Science*, University Press, Edinburgh, pp. 119-132.
- LAPLACE-JAURETCHÉ, G. (1957): "Typologie analytique. Application d'une nouvelle méthode d'étude de formes et des structures aux industries à lames et lamelles", *Quaternaria* IV, pp. 133-164.
- (1966): *Recherches sur l'origine et l'évolution des Complexes Leptolithiques*, Mélanges d'Archéologie et d'Histoire" 4, Paris.
- (1974): "De la dynamique de l'analyse estructural on la typologie analytique", *Riv. Sc. Pr.* XXIX, pp. 3-71.
- LISCHKA, J. J. (1975): "Broken K Revisited: A Short Discussion of Factor Analysis", *Am. Arch.* 40, pp. 220-227.
- LULL, V. (1982): "Discusión cronológica de la cerámica supulcral argárica", *Cypsela* IV, pp. 61-68.
- (1983a): "Contribución al estudio tipológico de las alabardas argáricas, XVI C.N.A. (Murcia-Cartagena, 1982), Zaragoza, pp. 189-206.
- (1983b): *La "cultura" de El Argar. (Un modelo para el estudio de las formaciones económico-sociales prehistóricas)*, Akal, Madrid.
- LULL, V. y ESTEVEZ, J. (1984): "Propuesta metodológica para el estudio de la necrópolis argáricas", *Homenaje a Luis Siret (1934-1984)*, (en prensa).
- LLANOS A. y VEGAS, I. (1974): "Ensayo de un método para el estudio y clasificación tipológica de la cerámica", *Est. Arq. Alav.* 6, pp. 165-213, Vitoria.
- MERINO, J. M. (1980): *Tipología lítica*, Munibe, Suplemento 4, San Sebastián.
- MESEGUER, J. S. (1969): *El método estadístico y su aplicación al estudio de los materiales arqueológicos*, Informes y Trabajos del Instituto de Conservación y Restauración de Obras de Arte, Arqueología y Etnología 9, Madrid.
- MILLER, S. F. (1972): "On Old and New Concepts of Typology", *Current Anthr.* 13, pp. 139-141.
- MILLER, C. y TOMASSONE, R. E. (1970): "Méthodes d'ordination et de classification: leur efficacité et leurs limites", en Gardin, C. (ed.): *Archéologie et Calculateurs (Marseille, 1969)*, CNRS, Paris, pp. 207-228.
- OLARIA, C. y GUSI, F. (1984): "Nuevos métodos de clasificación y catalogación aplicados al estudio tipológico de las cerámicas prehistóricas: utilización del ordenador", *Primeras Jornadas de Investigación Prehistórica (Soria, 1981)*, Madrid, pp. 209-228.
- OLARIA, C., GUSI, F., ESTEVEZ, J., CASABO, J. y RÓVIRA, M. L. (1981): 'El yacimiento magdalenense superior de Cova Matutano (Villafamés, Castellón). Estudio del sondeo estratigráfico 1979', *Cuad. Arq. Preh. Cast.* 8, pp. 22-100.
- OLARIA, J. O. (1981): "Las matemáticas y la tipología de los bifaces. Método gráfico de clasificación", *Cuad. Arq. Preh. Cast.* 8, pp. 7-20.
- ORTON, C. R. (1980): *Mathematics in Archaeology*, Collins, London.
- PEEBLES, C. S. (1972): "Monothetic-divisive analysis of the Moundville burials. An initial reports", *Newsletter Comp. Arch.* 8, pp. 1-13.
- PHILLIP, P. (1958): "Application of the Wheat-Gifford-Wasley Taxonomy to Eastern Ceramics", *Am. Ant.* XXIV, pp. 117-125.
- PITTS, M. W. (1978): "Towards an Understanding of Flint Industries in Post-Glacial England", *Inst. Arch. Bull.* 15, pp. 179-197.
- QUEROL, M. A. y SANTONJA, M. (1978): "Sistema de clasificación de cantos trabajados y su aplicación en yacimientos del Paleolítico Antiguo de la Península Ibérica", *Saguntum* 13, pp. 11-38.
- RAO, C. R. (1971): "Taxonomy in Anthropology", en Hodson, F. R., Kendall, D. G. y Tautu, P. (ed.): *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences*, University Press, Edinburgh, pp. 20-29.
- READ, D. W. (1974b): "Some comments on typologies in Archaeology and an outline of a methodology", *Am. Ant.* 39, pp. 216-242.
- REDMAN, Ch. L. (1978): "Multivariate Artifact Analysis: A basis for Multidimensional Informations", en Redman, Ch. L. et alii. (ed.): *Social Archaeology. Beyond Subsistence and Dating*, Academic Press, London, pp. 159-192.
- ROBINSON, W. S. (1951): "A Method for Chronologically Ordering Archaeological Deposits", *Am. Ant.* 16, pp. 293-301.
- ROUSE, I. (1953): "The Strategy of Culture History", en Kroeber, A. L. (ed.): *Anthropology Today*, Chicago, pp. 57-76.

- (1960): "The classification of artifacts in archaeology", *Am. Ant.* 25, pp. 313-323.
- (1972): *Introduction to Prehistory: A systematic approach*, McGraw-Hill, New York.
- (1973): *Introducción a la Prehistoria: un enfoque sistemático*, Bellaterra, Barcelona.
- ROWLETT, R. M. y POLLNAC, R. B. (1971): "Multivariate analysis of Marnian La Tène cultural groups", en Hodson, F. R., Kendall, D. G. y Tautu, P. (ed.): *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences*, Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 46-58.
- SACKETT, J. R. (1966): "Quantitative analysis of Upper Paleolithic stone tools", *Am. Anthropol.* 68, pp. 356-394.
- (1969): "Factor analysis and artifact typology", *Am. Anthropol.* 71, pp. 1.125-1.130.
- (1973): "Style, function and artifact variability in palaeolithic assemblages", en Renfrew, C. (ed.): *The Explanation of the Cultural Change. Models in Prehistory*, Duckworth, London, pp. 317-329.
- SALTER, C. J. (1982): "Relevance of Chemical Provenance Studies to Celtic Ironwork in Britain", *Inst. Arch. Bull.* 19, pp. 73-81.
- SANCHEZ REAL, J. (1957): "La aplicación de la estadística a la excavación de Albintimilium", *Caesaraugusta* 7-8, pp. 83-89.
- SEARS, W. H. (1960): "Ceramic System and Eastern Archaeology", *Am. Ant.* 25, pp. 324-329.
- SEITZER, D. J. (1978): "Problems and Principles of classification in Archaeology", *Helinium* XVIII, pp. 3-34.
- SHARER, R. J. y ASHMORE, W. (1979): *Fundamental of Archaeology*, The Benjamin/Cummings Publishing Co., Menlo Park.
- SIBSON, R. (1971): "Computational methods in cluster analysis", en Hodson, F. R., Kendall, D. G. y Tautu, P. (ed.): *Mathematics in the Archaeological and Historical Sciences*, University Press, Edinburgh, pp. 59-61.
- SIRET, E. y L. (1890): *Las primeras edades del metal en el Sudeste de España*, Barcelona.
- SMITH, L. D. (1973): "Cluster analysis and classification strategies: an example from Israel", *Newsletter Comp. Arch.* 9, pp. 1-10.
- SNEATH, P. H. A. y SOKAL, R. R. (1973): *Numerical Taxonomy. The principles and practice of numerical classification*, W. H. Freeman & Co., San Francisco.
- SOKAL, R. R. y SNEATH, P. H. A. (1963): *Principles of Numerical Taxonomy*, W. H. Freeman & Co., San Francisco.
- SOLOMON, H. (1971): "Numerical Taxonomy", en Hodson, F. R., Kendall, D. G. y Tautu, P. (ed.): *Mathematics in Archaeological and Historical Sciences*, Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 62-81.
- SPAULDING, A. C. (1953): "Statistical Techniques for the discovery of Artifact Types", *Am. Ant.* XVIII, pp. 305-313.
- (1954): "Reply to Ford", *Am. Ant.* 19, pp. 391-393.
- (1970): "The dimensions of Archaeology", en Fagan, B. M. (ed.): *Introductory Readings in Archaeology*, Little, Brown & Co., Boston, pp. 201-218.
- (1971): "Some Elements of quantitative archaeology", en Hodson, F. R., Kendall, D. G. y Tautu, P. (ed.): *Mathematics in Archaeological and Historical Sciences*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- (1973): "The concept of artifact type in Archaeology", *Plateua* 45, pp. 149-163.
- (1978): "Artifact, classes, association and seriation", en Dunnell, R. C. y Hall, E. S. (ed.): *Archaeological Essays in Honor of Irving B. Rouse*, The Mouton Publishers, The Hague, pp. 27-40.
- STEWART, J. H. (1954): "Types of Types", *Am. Anthropol.* 56, pp. 54-57.
- STILES, D. (1979): "Early Acheulan and Developed Oldowan", *Current Anthropol.* 20, pp. 126-129.
- THUESEN, I., HEYDORN, K. y GWOZDZ, R. (1982): "Investigation of 5000 years-old pottery from Mesopotamia by instrumental neutron activation analysis", *Pact* 7, pp. 375-381.
- TRUE, D. L. y MATSON, R. G. (1970): "Cluster Analysis and multidimensional scaling of archaeological sites in northern Chile", *Science* 169, pp. 1.201-1.203.
- TUGBY, D. J. (1958): "A typological analysis of axes and choppers from southeast Australia", *Am. Ant.* 24, pp. 24-33.
- (1965): "Archaeological objectives and statistical methods: A fortiori in Archaeology", *Am. Ant.* 31, pp. 1-16.
- ULREICH, M. (1984): "Definición empírica y análisis estadístico de clases de cerámica", *Primeras Jornadas de Investigación Prehistórica. (Soria, 1981)*, Madrid, pp. 229-234.
- VEGAS, J. I. (1978): "Aplicación del método de tipología cerámica (Llanos-Vegas) mediante proceso de ordenador", *Est. Arq. Alav.* 9, pp. 317-336.

- VOSSEN, R. (1970): "Klassifikationsprobleme und klassifikationsysteme in der Amerikanischen Archäologie", *Acta. Pr. Arch.* 1, pp. 29-79.
- WATSON, R. A. (1973): "Limitations on archaeological typologies and on models of social systems", en Renfrew, C. (ed.): *The explanation of the Cultural Change. Models in Prehistory*, Duckworth, London, pp. 209-217.
- WHALLON, R. Jr. (1972a): "A new approach to pottery typology", *Am. Ant.* 37, pp. 13-33.
- (1972b): "The computer in Archaeology: a critical survey", *Comp. Humanities* 7, pp. 29-45.
- WHEAT, J. F., GIFFORD, J. C. y WASLEY, W. W. (1958): "Ceramic variety, type cluster, and ceramic system in Southwestern pottery analysis", *Am. Ant.* 24, pp. 34-47.