

José Antonio Estévez Morales.

Área de Arqueología, dpto. de Historia, Facultad de Filosofía y Letras, UEX.

1.- Introducción

El hecho de que la cerámica haya tenido una manufactura ampliamente extendida entre muchas culturas del mundo y su relativamente imperecedera existencia (arcilla cocida), la han convertido en el objeto más numeroso de la excavación, no es raro pensar entonces porque nos hemos esforzado en extraer de ella el mayor número de informaciones : cronológicas, de origen, culturales, etc. (Renfrew, 1977:6; Arnold, 1985:1).

En este sentido, en 1977, Renfrew (Renfrew 1977: 3-6) definió seis propiedades de las cerámicas y sus consecuentes campos de estudio:

<u>Propiedad</u>	<u>Campo de estudio</u>
A.- Determinación de la forma	Función de la cerámica
B.- Materia prima altamente plástica.	Tipología cerámica
C.- Características petrológicas	Caracterización

y químicas de la materia prima

D.- La materia cerámica retiene su historia térmica, química y de radiación.

Tecnología y Datación

E.- La cerámica es en ocasiones un material poroso que puede retener restos de sustancias

Estudio del contenido

F.- La cerámica fragmentada no es reutilizable y al enterrarse se conserva bien.

Documento histórico

No obstante, las posibilidades cognitivas extraíbles del estudio cerámico no se agotan en este listado, pues todavía cabría preguntarse, entre otras, cual es la "filosofía" que rige la elaboración de una cerámica a cargo de un alfarero. En este sentido existen dos teorías principales: la primera, deudora de los planteamientos antropológicos de Frank Boas,

considera a la cerámica un objeto con una serie de atributos producidos por la mente del alfarero. Esos atributos van a ser las características de los tipos arqueológicos cerámicos (Gifford, 1960; Deetz, 1967:45-9). La segunda teoría, más reciente, sostiene que el conocimiento del estilo que guía la elaboración de una cerámica es incluido en el motor de los hábitos o patrones más que en esquemas mentales (Steadman, 1980).

2.- Una primera reflexión: procedimientos en la arqueología “tradicional”.

Ahora bien, si analizamos las informaciones extraíbles de un objeto cerámico podemos observar un hecho remarcable: la mayoría de ellas tienen un carácter indirecto[1] y no pueden inferirse siguiendo el método que emplea la arqueología tradicional (observación macroscópica). La excepción es la funcionalidad, en algunos casos, y ciertas cuestiones asociadas a la tipología: cronológicas, artísticas etc, que sí tendrían un carácter directo[2]. De tal manera que, las de carácter indirecto han de ser estudiadas a partir de una metodología basada en el empleo de las técnicas analíticas de laboratorio. Si este último procedimiento no es empleado más, se debe a una serie de razones que trataremos en el siguiente apartado y que llevan al arqueólogo a intentar resolver los problemas planteados con la observación directa. El resultado de esta limitada metodología es que la caracterización (procedencia del material y tecnología empleada en su fabricación) se sustituye por las características externas en combinación con las tipologías y la difusión del material, la datación absoluta se suple por la datación relativa y los restos de contenidos pueden ser obtenidos consultando las fuentes (Buxeda et al., 1994: 40).

El método de estudio cerámico tradicional conlleva pues la observación de las características externas de la superficie, proponiendo en ocasiones unos grupos de pasta en función de aquéllas y estableciendo la tipología de los restos hallados. Esta clasificación se realiza utilizando un método heurístico. Este método está basado en la intuición humana y en la experiencia, haciendo uso de la lista de miembros y de conceptos de propiedad común (Tou y González, 1977). Una vez concluida esta parte del trabajo y con todos los datos en su poder, entre los que se incluyen los conocimientos del propio arqueólogo, se propone la autoctonía o la aloctonía del material en cuestión. En opinión de ciertos investigadores (Buxeda et al., 1994: 41) se trata en resumen de la capacidad del arqueólogo para conocer las cerámicas, determinando y reconociendo las características comunes de los diversos tipos, además de emplear la simple comparación de cada cerámica con los tipos preestablecidos.

La inutilidad de este método para las inferencias de determinación de origen que se intentan establecer, provoca unos resultados erróneos. No hay más que observar que las falsas atribuciones se extienden a diversas clases cerámicas, entre las que se encuentran sigillatas, comunes romanas etc., y han sido denunciadas por diversos autores (Picon 1974; Picon 1976; Picon y Garmier 1974; Picon y Lasfargues 1974, para el caso de sigillatas, y Olcese, 1991; Cau, 1993; Cau 1994, para el de las comunes romanas). A lo que hay que unir y tener muy presente, las advertencias de falsificaciones, antiguas o más recientes, de piezas históricas (Porten, 1989) y sobre las que, en muchos casos, se han establecido también procedencias infundadas.

Estas realidades no hacen sino corroborar la premisa de que la adscripción de las diversas producciones a un determinado lugar o taller sólo podrá hacerse mediante técnicas analíticas, concretamente mediante el postulado de procedencia[3] (Weigand/Harbottle/Sayre 1977) en conjunción con los criterios de validación[4] .

Todas estas aseveraciones no promueven la inutilidad del método tradicional de estudio cerámico, basado como hemos dicho en la observación macroscópica. La aseveración de que el método tipológico-estilístico es menos científico y opuesto al arqueométrico no es del todo cierta. La calidad de las interpretaciones sobre útiles arqueológicos se mueve en una zona de inferencias inciertas, aunque muy dependiente de los test y mediciones utilizados (Kingery, 1982: 38). De esta manera, las informaciones cuantitativas y matemáticas aportan un mayor grado de credibilidad que los test cualitativos, bastante más utilizados en Ciencias Humanas. No obstante, el método tipológico-estilístico no debería abarcar solamente detallados informes, en los que al estilo tradicional, se describen los materiales de una excavación. Por contra, debería incluir descripciones tecnológicas de preparación de las materias primas, moldeado, tamaño, forma y acabado (Matson, 1982: 20). Además, al estudiar las características externas de las cerámicas hay que tener cuidado con un factor que muy pocas veces se tiene en cuenta. Nos estamos refiriendo a las alteraciones durante la utilización de la pieza o en el período de enterramiento, incluso podemos extenderlas a todas las manipulaciones que puede experimentar la cerámica desde que sale de la excavación. Todas ellas van a marcar a la cerámica de una u otra manera, especialmente a las zonas externas.

Es importante destacar que un estudio de los materiales a través de la observación macroscópica, tanto a “ojo desnudo” como con lupa binocular, es una buena manera de comprobar la calidad y cantidad de lo que observamos y el nivel de error inherente, con dos métodos que utilizan «instrumentos» distintos, a la vez que complementarios[5]. Pero principalmente porque proporciona un primer acercamiento y, por tanto, un cierto conocimiento de las características externas de la pasta. Con estos primeros resultados se debería establecer una clasificación preliminar de las cerámicas y plantear los problemas arqueológicos, en forma de hipótesis, que tratarán de resolverse con el estudio arqueométrico. Ha de ser éste, sin duda alguna, el que arroje luz sobre la validez, tanto de esa primera aproximación, macroscópica, a las cerámicas como de otras. Si la hipótesis propuesta no es verdadera habrá que reiniciar el “experimento” o diseño teórico del trabajo con el planteamiento de nuevas hipótesis.

Una cuestión importante en este nivel de observación macroscópica en el que nos estamos moviendo, lo constituye la definición de una serie de criterios preestablecidos (denominados variables[6]) y que, en el caso de trabajos ceramológicos, obedecería a conceptos como forma, función, color, tamaño de inclusiones, modo de elaboración, acabado, etc. La gran difusión de las mismas variables en una buena parte de los trabajos científicos (y Extremadura no es una excepción) llama la atención si tenemos en cuenta que los atributos de la mayoría de los artefactos son casi infinitos (Clarke, 1984: 12). De manera generalizadora podemos mostrar una serie de pautas características en todos esos trabajos:

a) Descripción tecnológica : Todos los elementos que nos pueden informar de las técnicas de elaboración de la cerámica, como factura (mano, torno, molde), pasta (tamaño de las inclusiones, forma de las inclusiones), cocción (atmósfera “reductora” u “oxidante”) y tratamiento superficial (alisado, bruñido, engobe, barniz, etc.)

b) Descripción tipológica : Basada en el aspecto formal de la cerámica, desde el nivel mínimo de inferencia, tipo de fragmento (borde, cuerpo, base etc.), hasta el máximo o formal- funcional (plato, olla, ánfora, cazuela, cuenco etc.).

c) Acabado-Decoración : Es decir técnicas y estilos decorativos (bruñido, impresión, estampilla, pintura, molde etc.), aunque a veces no se pueda establecer con seguridad si estamos ante un tratamiento superficial o un tipo de decoración.

d) Métrica : Altura, capacidad de la pieza y diámetro, siendo este criterio o variable

uno de los menos utilizados.

e) Observaciones: En realidad hechos resaltables o a tener en cuenta que no tienen cabida en ninguno de los apartados anteriores.

f) Interpretaciones o valoraciones : Conclusiones parciales extraídas de la observación de alguno de los elementos anteriores o de la totalidad de ellos y que llevan a asociar el fragmento en cuestión con alguna clase cerámica, conocida por el arqueólogo o presente en la bibliografía (cerámica común, bruñida, boquique, excisa, gris, monocroma, bicroma paredes finas, común romana, T.sigillata, campaniense etc.). Este último apartado se correspondería entonces con la fase de clasificación del material estudiado, tras el estadio descriptivo que comprendería el resto de los apartados presentados.

No hay duda de que todas estas cuestiones y otras que se puedan plantear pueden llegar a ser gran utilidad, siempre que elijamos criterios significativos y que aporten una información útil. Se trata de que hay que evitar aquéllos que producen lo que Clarke denomina «interferencia parasitaria» o «no información» (Clarke,1984:12). En esta línea la observación macroscópica ha de ser un experimento aséptico en el sentido de objetivo, tanto en criterios como en condiciones técnicas de observación, aunque siempre permanezca un margen de subjetividad. Es este precisamente uno de los grandes caballos de batalla de nuestra disciplina, la falta de unos conceptos claros y comunmente aceptados por todos predominando una situación generalizada en la que cada investigador es un islote en medio del océano de la ciencia arqueológica. Como podemos imaginar, la principal de las consecuencias de esta actitud es la imposibilidad de comparar resultados entre investigadores que emplean diferentes y escasamente cuantificables parámetros.

3.- Un segundo razonamiento: los planteamientos de la arqueometría.

Esta realidad que se acaba de describir produjo en una cierta época, fundamentalmente los años sesenta y primeros setenta, del pensamiento arqueológico una “catarsis” en algunos investigadores pertenecientes a la tradición anglosajona de uno y otro lado del Atlántico. Es la época que se conoce con el discutible apelativo de “Nueva Arqueología” y que, entre otras cuestiones, significó una búsqueda continua de un armazón teórico-práctico que proporcionara seguridad al trabajo de los arqueólogos, considerados como verdaderos científicos. Se estaba poniendo encima de la mesa el debate entre Arqueología como instrumento descriptivo del pasado, frente a una Arqueología como ciencia de la explicación de fenómenos pretéritos. Este encomiable esfuerzo no se tradujo finalmente en unos resultados que satisficieran plenamente a los integrantes de esta corriente en su forma de entender la ciencia arqueológica, entre otras cosas, por la amalgama de teorías (inexistencia de un corpus estructurado) y la disparidad de las personalidades que se daban cita en ella.[7]

Sería lógico pensar entonces en la arqueometría como fruto de lo que se “sembró” en la etapa que acabamos de recordar. Realmente esta es una conexión del todo inexacta especialmente si aplicamos el discriminante temporal, ya que la aplicación de otras ciencias a la arqueología no surge, como veremos más adelante, en la década de los sesenta y los setenta sino mucho tiempo antes. Sí podemos situar en esos años una de las fases más importantes de la arqueometría como es la de la generalización de trabajos científicos en esta línea.

Hecha esta precisión convendrá explicar a qué realmente nos estamos enfrentando cuando hablamos de arqueometría. Es este un concepto muy amplio que se emplea para

aludir a la aplicación de una serie de técnicas provenientes de otras disciplinas científicas, entre las que destacan la ciencia de materiales y las ciencias naturales, en la resolución de problemas arqueológicos. Planteamiento que no debe entenderse de ninguna manera como la tabla de salvación de nuestra disciplina, sino sólo como un medio de obtener una información imposible de obtener por los derroteros tradicionales en los que se ha movido la arqueología.

Si nos centramos en el apartado de los estudios cerámicos, que es el campo en el que se desarrolla este trabajo, podemos hacernos una idea bastante clara de algunas de esas limitaciones. Así resulta bastante contradictorio que determinadas clases cerámicas hayan sido muy estudiadas, caso de sigillatas, paredes finas, ánforas, etc., en detrimento de otras mucho más utilizadas y abundantes como son las cerámicas comunes en general. Buscar una razón para esta marginación no es fácil, aunque sí podemos apuntar que influyen cuestiones como acabados más o menos perfectos y bellos o posibilidades de comercialización.

Otro de esos derroteros viene dado por la elección de un material de una u otra época. Es preciso reconocer que una buena parte de los trabajos cerámicos han tenido como sujeto materiales de época romana, lo que ha facilitado un mayor conocimiento de estas producciones frente a otras, fundamentalmente centrado en una cierta aprehensión de las estructuras de producción, de las vías de comunicación, de los núcleos de población y de las tipologías cerámicas.

En cuanto a cual es la situación de la arqueometría en Extremadura, es indiscutible que nuestra región se caracteriza por una falta de tradición de este tipo de estudios, lo que se refleja en la ausencia de talleres caracterizados física, química y mineralógicamente, así como en una escasa, anticuada y, en ocasiones, errónea relación de trabajos geológicos de campo[8] .

Pero vamos a dejar atrás estas limitaciones para ir presentando todo el entramado teórico básico que propone un estudio arqueométrico. Se trata tanto de conceptos, muchos de ellos íntimamente relacionados con la Arqueología, como de las técnicas más adecuadas para tratar de resolver los problemas planteados.

La primera cuestión a la hora de iniciar un estudio de estas características es contar con un esquema teórico previo sobre el que trabajar. Buxeda et al., (Buxeda et al., 1994) hablan en concreto de “aproximación interactiva continuada de un modelo”, verdadera interrelación de informaciones procedentes tanto de la arqueología, etnografía, geología, etc., como de las técnicas de laboratorio. En dicho esquema debemos tener muy claro cuales son los problemas arqueológicos que nos llevan a aplicar una metodología arqueométrica, no considerando a ésta como un fin en sí misma sino como un medio de inferir más allá.

En este estadio inicial tienen un papel importante las denominadas probabilidades a priori (Picon y le Miere, 1987). Se trata de argumentaciones de naturaleza etnográfica, geológica, histórica, técnica etc. que muestran la probabilidad de que un grupo de cerámicas desconocidas tenga su origen en una determinada zona más que en otra (Picon, 1992: 19). Cuestiones como la mayor o menor importancia de determinados núcleos, con lo que ello implicaría de posibilidades de producción y abastecimiento, la existencia de una alfarería tradicional en una determinada zona (lo que indica cuando menos la presencia de arcillas utilizables en la producción cerámica) formarían parte de esas probabilidades a priori.

En un esquema previo sobre las cerámicas objeto de estudio, los problemas arqueológicos planteados pueden y deben estar relacionados con la tecnología empleada en la fabricación de las cerámicas (temperatura alcanzada, materia prima empleada, posible adición de desgrasantes etc.), así como con su posible lugar de procedencia, para lo cual hay que tener presente que la información analítica debe complementarse con las propiedades o

características morfológicas, funcionales, cronológicas, etc., para no convertir a la cerámica en una estadística más (Bishop et al., 1982:280). Ahora bien, tanto los aspectos tecnológicos como los relacionados con la procedencia pueden llegar a ser de difícil observación y explicación. No es raro entonces que nos encontremos con la existencia de diversos tipos de pasta, variedad que podría deberse a estrategias de explotación de los recursos de uno o varios talleres, a cambios culturales en la elección de una manufactura cerámica u otra, o a variaciones composicionales en la pasta de las cerámicas, etc. Todos estos factores pueden influir, en mayor o menor medida, y dificultar la relación de similitud o de diferenciación, que se intenta establecer entre el taller y los productos que fabrica. Si la situación anterior puede resultar un obstáculo insalvable o no puede depender de la calidad y cantidad de lo que, en el corpus teórico de la arqueometría, se conocen por criterios de validación[9].

Pero no sólo deben tenerse en cuenta las probabilidades a priori o los criterios de validación, también otros dos conceptos que marcan el planteamiento inicial de un trabajo de estas características. Cada uno de esos dos conceptos van a marcar la trayectoria incidiendo en discusiones del todo contrapuestas. De este modo podemos encontrarnos inmersos en un contexto de zona de incertidumbre o espacio de no resolución (Picon, 1984b; Picon y le Miere, 1987), donde las características analíticas de las materias primas de un determinado espacio físico serían indiferenciables, en cualquiera de los puntos posibles de extracción que se contemplasen. La razón de esta situación habría que buscarla en un mismo origen y trayectoria geológica para toda la zona, por lo que la discriminación entre arcillas sería prácticamente imposible aunque se aumentasen el número de técnicas analíticas. De esta concepción de un estudio se puede pasar a otra en la que estaríamos ante una zona de conjunción (Picon, 1984b; Picon y le Miere, 1987).

La naturaleza de una zona de conjunción no tiene nada que ver con la que caracteriza a una zona de incertidumbre. El significado de aquélla se traduce en la presencia de al menos dos zonas de incertidumbre que pueden presentar tipos de arcillas semejantes. Incluso pudiendo no tener un origen geológico común pueden llegar a ser confundidas. Sin embargo, al contrario que ocurría con una zona de incertidumbre, en una zona de conjunción

sí se pueden llegar a diferenciar dos tipos de arcillas provenientes cada una de alguna de las zonas de incertidumbre que la componen. La explicación está en aumentar el número de atributos o características para eliminar las semejanzas accidentales.

Si hasta el momento hemos mostrado el panorama teórico que envuelve un estudio de cerámicas y su relación con la parte más teórica de la arqueometría[10], a partir de ahora daremos unas nociones acerca de la relación de esas cerámicas con las técnicas analíticas.

La aplicación de técnicas de caracterización de materiales a objetos arqueológicos no es un hecho reciente, como ya apuntábamos anteriormente. Es una realidad tan antigua que nos podemos retrotraer ya al siglo XVII para ver los primeros ejemplos de esa conexión. Hay que precisar que las caracterizaciones de cerámicas parece que se pusieron en marcha un siglo después (Caylus, 1752), si bien la mayoría de los trabajos publicados hasta pleno siglo XX son de índole tecnológica, no podemos dejar en el tintero algunos que se ocupaban de la determinación de origen. Es el caso de Richards (Richards, 1895), que plantea el caso de un grupo de cerámicas atenienses por él estudiadas que tienen unas diferencias tan mínimas entre sí que deben tener el mismo origen. Tiempo después va a aparecer un concepto clave en las determinaciones de origen como es el Postulado de Procedencia (Weigand et al., 1977:), ya referido en el segundo apartado de este trabajo. Ya en el presente siglo, especialmente en los últimos 20 años, hemos asistido a lo que algunos autores han llamado etapa de producción industrializada de resultados (Maggetti, 1990), especie de revolución industrial arqueométrica como consecuencia de factores tecnológicos: progresos informáticos, estadísticos y analíticos.

El camino recorrido por esta disciplina no ha sido uniforme y en este sentido podemos establecer, a grandes rasgos, una división de la Arqueometría en dos escuelas o concepciones: una sería la que se ocuparía de cuestiones de tipo tecnológico y la otra tendría como objetivo la procedencia de los materiales arqueológicos. Esta diferente trayectoria,

reflejada en congresos y publicaciones, se ve ejemplificada en distintos autores entre los que resaltaríamos a Noll y Maniatis por la parte tecnológica, y a Bishop, Sayre etc. por la cuestión de procedencias u origen.

Además, la anterior diferenciación no es la única, ya que se puede establecer otra relacionada con la aplicación de técnicas de caracterización química, por una parte, mientras la otra se definiría por la utilización de técnicas mineralógico-petrográficas. La justificación hay que buscarla en la formación académica y la experiencia de los distintos investigadores. Como representantes de la primera escuela, la química, tendríamos a investigadores de ambos lados del Atlántico, como Picon, en Europa, y Harbottle, Bishop etc. en Estados Unidos, mientras que de la segunda, la mineralógica, repartida también por ambos continentes, contaríamos con Shepard en los Estados Unidos y Maggetti en Europa. Incluso dentro de la caracterización química se puede ofrecer otra si tenemos en cuenta los elementos químicos estudiados. De esta manera, se puede hablar de una escuela anglosajona, aunque no exclusivamente, con una tradición de trabajo sobre los elementos químicos que se presentan a nivel de trazas. Es decir, en menor cantidad del 0.1% de la composición total y con el argumento de que el tipo y la cantidad de esos elementos químicos, son características únicas en arcillas o productos cerámicos y reflejarían perfectamente la litología original (Rice, 1987:390; Bishop et al., 1982: 294). La técnica empleada para la determinación y cuantificación de esos elementos trazas sería la Activación Neutrónica. Por contra, la escuela europea, aunque tampoco exclusivamente, se decantaría por la determinación elemental de mayoritarios, minoritarios y trazas. Los primeros se dan en más del 10% del total composicional, mientras que los segundos irían del 0.1% hasta el 10%. Las técnicas utilizadas mayoritariamente serían la Fluorescencia de Rayos X y la Espectroscopia de Absorción Atómica.

En España, las primeras aplicaciones arqueométricas se dan en los años 70 y fundamentalmente a partir de los años 80, si bien hoy en día, todavía siguen siendo demasiado escasos los ejemplos[11]. Los estudios de tipo tradicional, basados en criterios de forma y decoración con fines crono-tipológicos, siguen estando a la orden del día. Las

razones habría que buscarlas en varios aspectos:

1.- Si el nacimiento de la Arqueometría hay que buscarlo en la implicación de investigadores procedentes de otras disciplinas distintas a la Arqueología, en España no ha ocurrido lo mismo. A lo que hay que unir, el poco interés y evidente respeto de la mayoría de los arqueólogos por aplicar correctamente las técnicas analíticas que puedan los problemas arqueológicos planteados.

2.-La escasez de equipos interdisciplinares bien planificados y que interactúen continuamente, o bien, de arqueólogos que se formen en estas disciplinas.

3.-Los escasos y mal utilizados recursos materiales y humanos destinados a la investigación en España.

4.- La dificultad de acceso a las técnicas y el coste elevado en ocasiones también son obstáculos para el desarrollo de la arqueometría.

5.- La desilusión que produce en algunos arqueólogos la no resolución de algunos de los problemas planteados por medio de la arqueometría, ya sea por un mal planteamiento del estudio, ya sea porque la resolución del método no dé para más. Incluso, la Arqueometría va a mostrar toda una problemática con la que no se había contado a priori, aparte de la propia arqueológica.

6.- La llegada de teorías arqueométricas a España se suele producir un tiempo después de su desarrollo en el lugar o lugares de origen. A la falta de crítica exhaustiva de esos trabajos se une el cometer errores que ya no se producen en el lugar de origen.

Dejada a un lado la falta de tradición de este tipo de estudios en España y volviendo a las reflexiones generalizadoras acerca de la metodología arqueométrica, hemos de apuntar que un planteamiento o modelo teórico correcto debe tener en cuenta, aparte de todo el entramado teórico hasta ahora presentado, una línea evolutiva de reflexiones que acerquen las técnicas de caracterización a la realidad de las cerámicas, u otros materiales arqueológicos, que en cada momento se estudien[12]. Básicamente estaríamos ante un método en el que continuamente se “interroga” al entramado analítico para ver las posibilidades de extraer información y las dificultades que se pueden encontrar. Las cuestiones o interrogantes a tener en cuenta serían:

- 1.- ¿Qué parte de la muestra se va a analizar?.
- 2.- ¿Es una técnica destructiva o no destructiva?.
- 3.- ¿Cuál debe ser la cantidad de muestra a emplear?.
- 4.- ¿Cómo se va a preparar la muestra y que instrumento es necesario?.
- 5.- ¿Son útiles los instrumentos que tenemos para la naturaleza de la muestra?.
- 6.- ¿Cuál es el coste de los análisis? ¿Qué tiempo conllevan los análisis?.

7.- ¿Cuál es la sensibilidad del equipo ? ¿Con qué elementos vamos a trabajar?.

8.- ¿Cuál es la exactitud del equipo y qué tipo de estándares de calibración se utilizan?

9.- ¿Cuáles son las limitaciones de la técnica en todos los aspectos?.

10.- ¿ Qué tipo de transformaciones estadísticas habrá que realizar para trabajar la gran cantidad de datos generados?.

11.- ¿Qué cuidados debe tener el arqueólogo al recuperar y estudiar el material?

Es comprensible que cada una de estas precisiones deben ser el fruto del diálogo y la colaboración entre el analista y el arqueólogo o del arqueómetra[13] y el analista. Todas ellas forman parte de una idea fundamental y que desgraciadamente pocas veces es tenida en cuenta. Se está tratando de describir y explicar a lo largo de toda esta comunicación el proceso arqueométrico, con la finalidad de difundir la idea de que éste no consiste en “hacer análisis de cerámicas” solamente, sino conjugar los aspectos arqueológicos que subyacen con las posibilidades analíticas que se nos ofrecen y de aquí extraer inferencias acerca de la sociedad de una determinada etapa histórica.

Los trabajos de caracterización de materiales cerámicos se encuentran ante un material natural alterado por el hombre, la cerámica, y, por tanto, que puede presentar realidades diferentes a las esperadas según las leyes de la geología. En palabras de Maggetti (Maggetti, 1981: 121-122) la cerámica cuando llega al analista es el resultado final de un largo proceso que abarca cinco estadios: extracción de la materia prima, manufactura

(modelado y cocción...), uso y fractura, enterramiento y , por último, análisis. Todas estas fases dejan su huella en la cerámica y poco a poco hay que ir desvelándolas. Como esto no puede hacerse con una sólo técnica es necesaria la complementariedad de análisis químicos y mineralógicos. La intencionalidad es un mejor conocimiento de los factores comprendidos en la historia del útil, clave para determinaciones de origen, tecnología empleada, funcionalidad, cronología y condiciones de enterramiento (Maggetti, 1981: 122).

Una de las principales consideraciones en esta dirección es la de reflejar los objetivos del trabajo en términos químicos y mineralógicos de forma que puedan ser entendidos a partir de la presencia/ausencia de constituyentes, de temperaturas equivalentes de cocción y de la adición o decantación de las materias primas, entre otras circunstancias.

La finalidad de una caracterización mineralógico-petrográfica es la del reconocimiento de los constituyentes minerales, tanto cualitativa como cuantitativamente. A partir de esas características hay que establecer asociaciones y definir fábricas mineralógicas, entendiendo por éstas la distribución, frecuencia, forma, tamaño y composición de los componentes de una cerámica (Whitbread, 1989). La aproximación petrográfica se constituye así en un valioso medio de identificación de zonas de extracción de materias primas, a partir de las inclusiones presentes en la pasta.

Entre los inconvenientes que presenta esta caracterización se cuenta el carácter cualitativo de la información suministrada, a la que difícilmente se le pueden aplicar métodos estadísticos y, por ende, la mayor dificultad de cara a la confección de grupos cerámicos semejantes. Asimismo, la petrografía es poco útil en cerámicas finas ya que la ausencia de inclusiones va a impedir el conocimiento de las características geológicas.

La caracterización química se orienta a la identificación y cuantificación de los distintos elementos químicos presentes en la pasta cerámica. Cuando se determina la

composición de una cerámica aparece toda una serie de elementos, determinados fundamentalmente en forma o no de óxidos, pero que no ofrecen información acerca de a partir de qué mineral tienen sentido. Es en cambio la caracterización mineralógico-petrográfica la que nos puede aportar dicha información, de ahí la necesidad de una complementariedad.

A la hora de la determinación composicional de un grupo de cerámicas y su adscripción a una particular zona o región de materias primas, nos enfrentamos a tres dificultades principales: la variabilidad natural de las arcillas, las alteraciones humanas (adiciones y decantaciones) y las alteraciones producidas durante el uso de la pieza o su enterramiento (lixiviaciones, intercambios de cationes etc.). Pese a ello, se debe tratar de llegar a la definición del denominado Grupo de Referencia o Referencia localizada (Picon, 1973; Picon et al., 1987: 16,17), o sea a la identificación del patrón composicional: grupo de cerámicas o de arcillas con el mismo origen. Se debe traducir en fábricas identificadas, pastas a partir de las cuales se obtienen dichas fábricas y área de origen de la materia prima.

Este propósito choca muchas veces con la localización del material arqueológico cerámico en un determinado yacimiento o lugar, es decir, fuera de lo que sería un alfar. La hipótesis de trabajo, al no estar trabajando sobre un taller, y por ello no cumplirse la premisa de conocer el origen de las cerámicas o arcillas, ha de cambiar y la agrupación de cerámicas será la denominada Unidad de Referencia Composicional de Pasta (Buxeda et al., 1994:46), que no implica una zona de procedencia. Se puede salir de esta situación siempre que tras los resultados obtenidos por el proceso interactivo o modelo empleado podamos asociar patrones entre una Unidad de Referencia Composicional de Pasta y un Grupo de Referencia.

El último apartado de esta comunicación y, por consiguiente, del estudio arqueométrico se corresponde con la elección de las muestras a trabajar (muestreo) y el

tratamiento de los datos obtenidos tras la caracterización química.

Si hasta ahora todas las fases del trabajo que hemos venido mostrando son importantes, la de decidir las muestras que deben participar como sujetos en el proceso interactivo o modelo teórico-práctico es de las más significativas.

En este momento, es donde intervienen las aplicaciones estadísticas. De esta suerte, el conocimiento exacto de los fines u objetivos que se persiguen con ella es de importancia capital para su éxito, ya que la gran cantidad de datos generados hace imprescindible su concurso como ya estableceremos más adelante. Es necesario, pues, definir exacta y correctamente, evitando toda clase de ambigüedades, los aspectos fundamentales y los accesorios de la “población” en términos estadísticos. Para lo cual vamos a definir qué se entiende por población y cuáles son sus elementos integrantes, así como los caracteres que van a someterse a estudio.

En un estudio arqueométrico la población serían todos los individuos que tuvieran unas características de identificación idénticas. Esta premisa resulta difícil de aplicar en determinados conjuntos cerámicos, caso de estar presentes varias clases cerámicas, por lo que resulta del todo imprescindible reducir a priori la problemática centrándose en una única clase cerámica. A lo que hay que unir las dificultades de definición que presentan algunas clases cerámicas, como la de las comunes, que no presentan unas características particulares y homogéneas sino que se definen por ser distintas a otras clases cerámicas mejor reconocidas o definidas (sigillatas, paredes finas, ánforas etc.). En virtud de este problema de indefinición sería imprescindible marcar unas características comunes a todas ellas y diferenciar unas de otras. Puesto que ¿hasta qué punto tendrán una naturaleza compartida una cerámica con una funcionalidad relacionada con el fuego, por ejemplo una cazuela, y otra que forme parte de una vajilla de mesa, como puede ser el caso de un vaso con decoración a ruedecilla?. La respuesta es que para evitar la complejidad de un trabajo en

el que se den estas dos realidades u otras, hay que aislar esas realidades, estudiarlas aparte y, posteriormente, comparar los resultados.

Establecidas estas precisiones de partida, la base del trabajo arqueométrico es sin duda el muestreo de las piezas con las que trabajar. Un muestreo bien realizado debe prevenir tanto los errores muestrales como los sesgos (G.Barbancho, 1982: 396). Los primeros son los que se derivan de la aspiración, difícilmente conseguible, de conocer en profundidad y de forma exacta, las características de la población a muestrear. Los segundos son errores específicos de las muestras debidos a su falta de representatividad y a los llamados errores de observación: cálculos equivocados, mala definición de los elementos y sus características etc. Si con los errores muestrales siempre hay que contar, en cambio los sesgos son eliminables. La cuestión está centrada entonces en conseguir la representatividad de la muestra, por ejemplo introduciendo el azar a través de un muestreo aleatorio simple (sin reposición)[14]. De esta manera todas las muestras posibles tienen la misma probabilidad de ser utilizadas para el estudio.

Con respecto al tratamiento estadístico de los datos, hay que destacar la enorme utilidad de la aplicación de las técnicas estadísticas a las ciencias históricas y a la arqueometría en particular, idea que ya se ha apuntado anteriormente. Su influencia se observa en la capacidad de esas técnicas estadísticas, como herramientas descriptivas para resumir amplios conjuntos de datos medidos y con parámetros fácilmente comprensibles. A todo ello hay que unir la posibilidad de extraer conclusiones gráficas respecto a las propiedades de una población, teniendo como base dicho muestreo.

En esta misma línea, la caracterización química, con su carácter cuantitativo, ofrece grandes facilidades para aplicaciones estadísticas. En cambio, la caracterización mineralógica-petrográfica necesita de esfuerzos añadidos para convertir su naturaleza cualitativa en cuantitativa[15]. Es la gran cantidad de datos generada en el análisis químico,

la que hace imprescindible la utilización de tratamientos estadísticos univariantes, bivariantes o multivariantes, para enfrentarse a tal volumen de información. Especialmente apreciados son estos últimos como consecuencia de que normalmente se emprenden determinaciones de más de una docena de elementos químicos, entre mayoritarios, minoritarios y trazas. En opinión de algunos autores (Bishop y Neff, 1989: 59), la finalidad de un método de análisis multivariante es explorar la información, generar y testar hipótesis y reducir la información. Por medio de este proceso se desvelará la estructura subyacente a los datos, a modo de presencia diferencial de los puntos de información en el espacio n-dimensional definido por las concentraciones elementales. Ahora bien, estas técnicas matemáticas de reconocimiento de patrones pueden imponer una determinada estructura al conjunto de la información, lo que supone un peligro evidente.

Para el establecimiento de relaciones se puede emplear, entre otras muchas, la técnica del análisis de agrupamiento utilizando las distancias euclídeas[16] al cuadrado media y empleando el algoritmo aglomerativo del centroide[17]. Se trata, en resumen, de un método de representación bidimensional y que, por tanto, reduce la cualidad multivariante de la matriz, hecho que puede producir considerables distorsiones[18]. A pesar de estos inconvenientes, con este método podemos observar la tendencia de agrupamiento del conjunto de la información, por lo que constituye un método de clasificación en el sentido de que a partir de él, se pueden constituir diversas clases o conjuntos cerámicos. Se trata de considerar a cada cerámica como una composición con unos valores determinados en cada elemento químico, a partir de lo cual se irán comparando dichos elementos individualmente con los presentes en otro individuo cerámico. Para ello se toman las cerámicas de dos en dos hasta que se comparan todas y cada unas de las muestras del conjunto en cuestión. Al final aparecerán en el dendrograma o diagrama arborescente[19] una serie de pequeños grupos, formados por muestras que serán más similares a otras del mismo grupo, que a las restantes de otros grupos del dendrograma. Estos grupos que se han formado se confrontarán a los datos arqueológicos, cronológicos, tipológicos, estilísticos, con la finalidad de verificar, completar o rectificar las clasificaciones fundamentadas en datos arqueológicos (Picon, 1984a: 380) y proponer unas conclusiones finales para todo el trabajo arqueométrico.

BIBLIOGRAFIA

Arnold, 1985. Arnold, D.E, 1985, *Ceramic Theory and Cultural Process* , Cambridge, Cambridge University Press.

Bishop et alii, 1982. Bishop, R.L. - Rands, R.L. - Holley, G., 1982, "Ceramic Compositional Analysis in Archaeological Perspective", en M.B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* , vol. 5, pp. 275-330, Academic Press, New York.

Bishop et alii, 1985. Bishop, R.L. - Harbottle, G. - Reents, D.J. - Sayre, E.V. - Zelst, L.van, 1985, «Compositional Attribution of Non-Provenienced Maya Polychrome Vessels, en P.A. England y L. van Zelst (Eds.), *Applications of Science in Examination of Works of Art* , Proceedings of the Seminar (September 7-9, 1983), The Research Laboratory, Museum of Fine Arts, pp. 117-124, Boston Massachusetts.

Bishop et alii, 1989. Bishop, R.L.,- Neff, H.,1989, «Compositional Data Analysis in Archaeology», en 193 nd Meeting at the American Chemical Society (Denver, Colorado, April 5-10, 1987), *Advances in Chemistry*, Series 220, American Chemical Society, Washington, D.C., pp. 57-86.

Buxeda et alii, 1994. Buxeda,J.- Cau, M.A.- Gurt, J.M.- Tuset, F., 1993, «Análisis tradicional y análisis arqueométrico en el estudio de las cerámicas comunes de época romana», en *Ceràmica comuna romana d'època alto-imperial a la península ibèrica. Estat de la qüestió, Monografies Emporitanes VIII* , pp. 39-60, Ampurias.

Cau, 1993. Cau, M.A., 1993, *Las cerámicas tardorromanas de cocina modeladas a mano o a torneta de Sa Mesquida, Santa Ponça (Calvià, Mallorca). Caracterización macroscópica, caracterización arqueométrica y estudio arqueológico . Una propuesta metodológica*, Tesis de Licenciatura, Universitat de Barcelona, Barcelona.

Cau, 1994. Cau, M.A.,1994, «Una fábrica importada de cerámica tardorromana de cocina», *Actas do 1º Congresso de Arqueologia Peninsular (Porto, 12-18 de Outubro de 1993)*, Actas III, *Trebalhos de Antropologia e Etnologia*, Vol. XXXIV (Fasc. 1-2), Porto, 1994, 391-417.

Caylus, 1752. Caylus, C. de, 1752, *Recueil d'Antiquités égyptiennes, étrusques, grecques et romaines*, 1752-67, I.

Cerrillo, 1988. Cerrillo Martín de Cáceres, E., 1988, *La Nueva Arqueología 20 años después, Para Dialogar con el Pasado*, 3, Cáceres 1988.

Deetz, 1967. Deetz, J., 1967, «Invitation to archaeology», Garden City, The Natural History Press.

García, 1982. García Barbancho, A., 1982, *Estadística elemental moderna*, Barcelona.

García Heras, 1992. García Heras, M. - Olaetxea, C., 1992, «Métodos y análisis para la caracterización de cerámicas arqueológicas. Estado actual de la investigación en España», *Archivo Español de Arqueología*, 65, pp. 263-289.

Gifford, 1960. Gifford, J.C., 1960, "The tipe-variety method of ceramic classification as an indicator of cultural phenomenon", *American Antiquity* 25: 341-7.

Kaiser, 1977. Hermann-Josef Kaiser, 1977, *Curso Básico de Estadística. Introducción a la técnica descriptiva del análisis estadístico*, Herder, Barcelona.

Igme (Instituto Geológico y Minero de España), 1987. Mapa Geológico de España, E. 1:200.000, Hoja 58-59, Villareal-Badajoz, 2ª Edición, Ministerio de Industria, Madrid.

Kingery, 1982. Kingery, W.D., 1982, «Plausible Inferences from Ceramic Artifacts», en J.S.OLIN - A.D. FRANKLIN (Eds.), *Archaeological Ceramics*, pp.37-45, Smithsonian I.Press, Washington.

Maggetti, 1981. Maggetti, M., 1981, «Composition of roman pottery from Lousonna (Switzerland)», Hughes, M.J (ed), *Scientific studies in ancient ceramics, B.A.R. occasional paper* 19, pp 33-49, London.

Maggetti, 1990. Maggetti, M., 1990, "Il contributo delle analisi chimiche alla conoscenza delle ceramiche antiche", a MANNONI, T. - MOLINARI, A. (Eds.), *Scienze in Archeologia, Il ciclo di lezioni sulla ricerca applicata in Archeologia, Certosa di Pontignano (Siena), 7-19 Novembre 1988*, C.N.della R., Università degli Studi di Siena, pp. 65-88, De. all'insegna del Giglio, Firenze.

Matson, 1982. Matson, F.R., 1982, «Archaeological Ceramics and the Physical Sciences: Problem, Definition and Results», en J.S.OLIN - A.D. FRANKLIN (Eds.), *Archaeological ceramics*, pp.19-28, Smithsonian I. Press, Washington.

Olcese, 1991. Olcese, G., 1991, «Roman coarse ceramics from Albintimilium (Ventimiglia, Italy): an example of archaeometric and archaeological studies», en E. Pernicka, G.A. Wagner (Eds.), *Archaeometry'90, Proceedings of the 27 th Symposium on Archaeometry (Heidelberg, 2-6 April 1990)*, Birkhäuser Verlag Basel, pp. 495-504.

Picon, 1973. Picon, M., 1973, "Introduction a l'étude technique des céramiques sigillées de Lezoux", Centre de Recherches sur les Techniques Greco-romaines, n° 2, Université Dijon.

Picon, 1974. Picon, M., 1974, "A propos d'un vase faussement attribue a Montans", Revue archeologique de narbonnaise, VII. pp. 89-96, Lyon.

Picon, 1976. Picon, M., 1976, "A propos de la verification du catalogue des marques de l'atelier de la Murette: Reflexion sur la valeur des preuves", Figlina, 1. pp. 89-96, Lyon.

Picon, 1984a. Picon, M., 1984, «Le traitement des données d'analyse», en T.Hackens y M.Schvoerer (Eds.), Datation-caracterisation des céramiques anciennes, Cours Intensif Européen (Bordeaux-Talence, 1981), PACT 10, pp.379-399, Paris.

Picon, 1984b. Picon, M., 1984, "Recherches sur les compositions des sigillées hispaniques: Techniques de fabrication et groupes de production", Appendice II, en Mayet, F. : Les céramiques sigillées hispaniques. Contribution à l'histoire économique de la Péninsule Iberique sous l'Empire Romain, I, Publications du Centre Pierre Paris 12, Collections de la Maison des Pays Ibériques 21, pp. 303-317, Diffusion de Boccard, Paris.

Picon et alii, 1987. Picon, M.,- le Miere, M.,1987, «Géochimie», Miskovsky, J-C. (Ed.), "Géologie de la Préhistoire: Méthodes, techniques applications" ,pp.883-901, A.E.E.G.P., Paris.

Picon, 1992. Picon, M., 1992, «L'analyse chimique des céramiques: bilan et perspectives», en Francovich, R. (Ed.), Archeometria della ceramica. Problemi di Metodo, Atti 8° SIMCER. Simposio Internazionale della Ceramica (Rimini, 10-12 Novembre 1992), Centro Ceramico Bologna, Istituto di Archeologia, Edit. Int. Centro Ceramico, Univ. di Bologna, pp. 3-26.

Picon et alii, 1974. Picon, M. - Garmier, J., 1974, "Un atelier d'Ateius a Lyon", Revue archaeologique de l'Est et du Centre-Est, XXV. pp. 71-76.

Picon et alii, 1974. Picon, M.- Lasfargues, J., 1974, "Transfert de moules entre les ateliers d'Arezzo et ceux de Lyon", Revue archeologique de l'Est et du Centre-Est, XXV. pp.60-69.

Renfrew, 1977. Renfrew, C., 1977, «Introduction: Production and Exchange in Early Societies, the Evidence of Pottery», en D.P.S. Peacock (Ed.), Pottery and Early Commerce. Characterization and Trade in Roman and Later Ceramics, Academic Press, London-NewYork-San Francisco, 1977, 1-20.

Rice, 1987. Rice, P.M., 1987, *Pottery Analysis. A Sourcebook* . The University of Chicago Press, Chicago.

Steadman, 1980. Steadman, P., 1980, *The evolution of designs* , Cambridge, Cambridge University Press.

Tou/González, 1974.Tou, J.T.-González, R.C., 1974, "Pattern Recognition Principles", Applied Mathematics and Computation, Nº 7, Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts, 1974.

Weigand et alii, 1977. Weigand, P.C.- Harbottle,G.-Sayre, E.V.,1977, "Turquoise sources and source analysis: Mesoamerica and the Southwestern U.S.A., EARLE, T.K. - ERICSON, E.V. (Eds.). Exchange systems in prehistory. Studies in Archeology, Cap. 2, págs. 15-34, Academic Press, New York and London.

Whitbread, 1989. Whitbread, I.K., 1989, «A proposal for the systematic description of thin sections towards the study of ancient technology», en Y. Maniatis (Ed.), Archaeometry. Proceedings of the 25 th International Symposium (held in Athens from 19 to 23 May 1986), Elsevier, Amsterdam, 1989, 127-138.

[1] Por información indirecta entendemos aquella que requiere una preparación específica de la cerámica para poder situar entre el arqueólogo y ésta un instrumento (Buxeda et alii, 1994). Sería el paso previo para poder caracterizar la cerámica en el laboratorio.

[2] Lógicamente la información directa es extraíble sin necesidad de preparación previa de la cerámica.

[3] El postulado de procedencia es el siguiente:

«...namely, that there exist differences in chemical composition between different natural sources that exceed, in some recognizable way, the differences observed within a given source»
(Weigand/Harbottle/Sayre 1977, 24). Es decir, las diferencias observables en la composición química de materiales procedentes de diferentes fuentes siempre serán mayores que las que se darán entre materiales provenientes de un mismo lugar.

[4] En términos arqueométricos, se trata de todos aquellos argumentos no composicionales y de carácter cualitativo que ayudan a reseñar la semejanza de origen entre cerámicas cuya procedencia se conoce y otras que permanecen indeterminadas. Como ejemplo, la presencia de piezas defectuosas, la forma, la decoración, el revestimiento, el color, el “desgrasante”, la elaboración, la difusión, la cronología, las fábricas, la localización de piezas que intervienen en el proceso productivo (atfiles u otros), etc. (Picon y le Miere, 1987; Picon, 1992:20).

[5] Es indudable que la calidad de las observaciones, especialmente en lupa binocular, mejorará sustancialmente si la persona que observa tiene conocimiento de los procesos tecnológicos que experimenta una cerámica, así como nociones básicas de geología, mineralogía, petrografía, etc.

[6] En estadística a nivel teórico-práctico se definen tres grandes grupos de variables (Hermann-Josef Kaiser, 1977: 22-25): -cualitativas, definidas por una métrica nominal y donde sólo puede determinarse la frecuencia de aparición de sus expresiones o modalidades, por ejemplo tipo de fragmento o atmósfera de cocción; -de rango, definidas por una métrica ordinal y en las que se sigue una graduación según un baremo, por ejemplo el tamaño de las inclusiones en cuanto a fino, medio, grueso; por último, -cuantitativas, definidas por una métrica cardinal y en las que se puede asignar a cada unidad del conjunto investigado un número real, dentro de un sistema de medida, por ejemplo el tamaño real de los poros o la cantidad de inclusiones.

[7] Para penetrar en los entresijos de la “Nueva Arqueología” puede consultarse, entre otros investigadores, a Enrique Cerrillo (Cerrillo, 1988).

[8] Un ejemplo de esta aseveración se puede ver en la Hoja Villareal-Badajoz del Mapa Geológico de España, escala 1:200.000, donde cada una de las compañías que lo han elaborado han utilizado una simbología distinta para lo que parecen las mismas formaciones geológicas.

[9] Se trata de argumentos no composicionales y de carácter cualitativo que ayudan a reseñar la semejanza de origen entre cerámicas cuya procedencia se conoce y otras que permanecen indeterminadas. En este sentido la presencia de piezas defectuosas, la forma, la decoración, el revestimiento, el color, el desgrasante, la elaboración, la difusión, la cronología, las fábricas, la localización de piezas que intervienen en la producción (p.ej. atifles), etc. son lo que en arqueometría se denominan criterios de validación (Picon y le Miere, 1987; Picon 1992:20).

[10] En nuestro trabajo siempre que hablemos de arqueometría nos referiremos al campo de la caracterización de materiales, aunque hay otras dos vías de conocimiento más: la de los métodos geofísicos de prospección y la de la datación absoluta.

[11] Proponemos la lectura del estudio de la situación en España realizado por García Heras y Olaetxea (García Heras et al., 1992), a pesar de estar incompleto en algunos casos y ser erróneo en otros.

[12] Se pueden seguir estas y otras reflexiones en Rice (Rice, 1987: 373-374).

[13] El apelativo arqueómetra se enmarca dentro del campo de la arqueometría del que apenas ha salido y designa al investigador que se vale de técnicas analíticas para su aplicación a la arqueología.

[14] La forma de proceder sería, por ejemplo, la de reunir toda la población a muestrear en un recipiente y extraer aleatoriamente el número de individuos que creamos procedente para que la muestra sea representativa.

[15] Concretamente experiencias de contaje de puntos, cuantificaciones de tamaño de granos, relación granos/matriz, etc.

[16] La distancia euclidiana es tal que su cuadrado sea igual a la suma de los cuadrados de las diferencias de concentración de cada uno de los constituyentes.

[17] Este algoritmo se ha empleado para los resultados químicos obtenidos por fluorescencia, mientras que para los resultados de la observación con lupa binocular hemos utilizado el UPGMA, siendo ambas maneras diferentes de utilizar la distancia euclídea entre individuos.

[18] Nos estamos refiriendo por ejemplo a que las uniones, más cercanas a la base, de piezas cerámicas próximas, pueden quedar bien representadas, algo que no ocurre entre las que se unen a mayor distancia.

[19] Cada cerámica será representada mediante un trazo vertical a la base del diagrama. Cuando dos de estos trazos verticales se unan por medio de un trazo horizontal o puente, esto marca una semejanza entre las composiciones de las dos cerámicas correspondientes. Las semejanzas que existan entre dos o más cerámicas serán más fuertes cuando el trazo horizontal que sirve de unión para ellas, permanezca a menor altura por encima de la base del dendrograma.