

Experimentación aplicada a la cerámica prehistórica hecha a mano: creación de una colección experimental de referencia para el análisis del tratamiento de superficie

Sara Díaz-Bonilla¹



Recibido: 01/07/2019
Aceptado: 21/10/2019

Resumen

En el presente artículo se realiza un repaso conceptual sobre qué se entiende por experimentación, su trayectoria y qué implicaciones ha tenido para la arqueología y el estudio de artefactos prehistóricos. La cerámica ha sido un ámbito donde la experimentación ha irrumpido con fuerza, dado su potencial a la hora de formular hipótesis y contrastarlas mediante la construcción de referentes actuales. Este potente desarrollo ha sido posible, en parte, por el largo camino recorrido por los estudios experimentales en otras materias duras, como lítica y hueso, para elaborar instrumentos de trabajo.

En un segundo bloque, se presenta una propuesta de programa experimental, destinado a la creación de un referente de trazas de fabricación y estado general del tratamiento de superficie resultante del trabajo humano, empleando herramientas de fabricación cerámica. Dicha propuesta, cuyos resultados serán objeto de publicaciones futuras, se encuentra en etapa de desarrollo.

Palabras clave: tratamiento de superficie; experimentación; prehistoria; producción cerámica; traceología; análisis tecnológico

Abstract. *Experimentation applied to handmade prehistoric pottery: creation of an experimental reference collection for surface treatment analysis*

In this article, a state of art-review is made on what we understand by experimentation and what implications this concept has for archaeology and the study of prehistoric artifacts. Ceramics has been a field where experimentation has burst in with force, due to its potential for formulating hypotheses and contrasting them through the construction of current references. This powerful development has been made possible by the long way travelled by experimental studies in other hard materials, such as lithic and bone, in order to elaborate working instruments.

In a second part, a proposal for an experimental programme is presented, aimed at exploring analytically the traces of manufacture and the general state of surface treatment resulting

1. Grup d'Arqueologia de l'Alta Muntanya. Departament de Prehistòria. Universitat Autònoma de Barcelona. sara.diaz@uab.cat

from the work and the tools used. This proposal, the results of which will be the subject of future publications, is at the development stage.

Keywords: surface treatment; experimentation; prehistory; pottery production; traceology; technology analysis

DÍAZ-BONILLA, Sara. «Experimentación aplicada a la cerámica prehistórica hecha a mano: creación de una colección experimental de referencia para el análisis del tratamiento de superficie». *Treballs d'Arqueologia*, 2019, núm. 23, p. 203-222. DOI: 10.5565/rev/tda.98

1. Introducción

A priori se podría tender a pensar que casi todas las áreas de investigación en arqueología han pasado por un proceso de estudio profundo, donde se han caracterizado los procesos y fenómenos que originan la vida social y material de los grupos humanos que habitaron el pasado. Sin embargo, algunas cuestiones han sido poco atendidas o, directamente, obviadas hasta hace poco debido al desconocimiento de su potencial y/o a las dificultades en tiempo y recursos con las que lidiamos investigadoras e investigadores a la hora de plantear proyectos en profundidad, priorizándose otras líneas de investigación más accesibles. Un ejemplo de ello son todos aquellos procesos (visibles e identificables en mayor o menor medida) involucrados en la producción de objetos materiales que se documentan en contextos arqueológicos, a partir de los cuales podemos extraer información de gran interés sobre dinámicas de trabajo humano y su organización.

Proponemos, en relación con la última idea, el estudio de un aspecto muy concreto del proceso de producción cerámica a mano: el acabado o tratamiento de superficie. Esta cuestión ha sido abordada con poca profundidad en los estudios ar-

queométricos, ya que han puesto su foco de mira en otras etapas del proceso de trabajo en cerámica, como son el aprovisionamiento y la adecuación de las tierras, las técnicas de confección de recipientes, decoraciones, tipología de hornos y procesos de horneado.

Por esta razón, es importante remarcar la necesidad de un programa experimental centrado en la caracterización de la tecnología cerámica a partir de la emulación de estos procesos de trabajo bajo unas condiciones materiales y atmosféricas muy concretas. Los puntos clave son, por lo tanto, la cantidad de trabajo invertido medida en tiempo, las características técnicas de este trabajo y los medios de trabajo caracterizados en los útiles de alfarería que se ajustan al «estuche alfarero» utilizado en las producciones del VI y V milenio cal ANE.

El resultado final de este proyecto será poner de relieve la importancia de una herramienta tan versátil como es la experimentación aplicada a las ciencias arqueológicas a la hora de crear referentes que puedan dar respuesta a las preguntas que formulamos al material, único testimonio tangible que llega a nuestros días de la realidad social pasada. De la misma manera, y al controlar las variables del experimento y medir tanto el tiempo de se-

cado de la arcilla, la cantidad de trabajo y los medios empleados, podemos proponer una aproximación muy incipiente a la caracterización del tratamiento de las superficies en la producción cerámica. Las placas experimentales están elaboradas en superficies planas, pero los resultados previstos deberán ofrecer una primera guía para caracterizar arqueológicamente estos tratamientos.

Así pues, este artículo ha sido pensado con una doble finalidad. La primera, esbozar un panorama general sobre qué es la experimentación aplicada a la arqueología a partir de lo teorizado por diferentes autores y autoras, y perfilar las cuestiones básicas que permiten considerarla un excelente recurso del método científico. La segunda, exponer el proceso de diseño y puesta en práctica de un programa experimental aplicado a la cerámica trabajada a mano, donde se describirá la metodología que, posteriormente, será ilustrada con algunos resultados preliminares.

2. La experimentación aplicada a la arqueología

El principio de que la experimentación en arqueología es primordial se va afianzando, ya que es una pieza que ensambla directamente con la «arqueología formulada como ciencia» (Morgado y Baena, 2011). Se trata de una herramienta que permite acercarnos a los fenómenos que se produjeron en el pasado a través de la (re)creación de la materialidad, a modo de una «ingeniería inversa» (Moitinho, 2012; Moitinho y Barceló 2013) que reconstruye los procesos que dieron origen a los artefactos documentados en el registro arqueológico. Por ello, más que hablar de «arqueología experimental», preferi-

mos referirnos a «experimentación aplicada a la arqueología», que es una expresión que recoge toda la amplitud del fenómeno, así como el hecho de que la experimentalidad es un vehículo que nos conduce al conocimiento empírico y teórico y no un tipo de arqueología en sí mismo ni una metodología autorreferencial.

Los mismos autores (Morgado y Baena, 2011) precisan que la arqueología prehistórica es un ámbito de estudio ciertamente particular debido a la peculiaridad de los datos documentables, a menudo fragmentarios y reflejo de un momento muy concreto de la ocupación, con la consecuente dificultad de inferir y elaborar modelos explicativos de procesos generales a partir del registro arqueológico. No debemos olvidar que el registro arqueológico es el producto de la acción humana, de las dinámicas sociales activas que se nos muestran de manera estática. Una realidad producida por mujeres y hombres mediante las interacciones sociales y el trabajo, por lo que es obligado poner el foco en lo que allí pasa e intentar dilucidar qué se esconde tras su aparente fragmentación.

Es, precisamente, esta fragmentación la que nos aboca a superar la tendencia de generar modelos explicativos del pasado y de sus cambios socioproductivos a partir de rápidas inferencias apriorísticas y del mero estudio tradicional y culturalista de los vestigios arqueológicos, que dan lugar a explicaciones especulativas y sesgadas de la historia. La experimentación aplicada a la arqueología es un elemento que invita a trascender el estudio aséptico de la materialidad y ha desplegado un amplio abanico de cuestiones e hipótesis a plantear y de procesos a simular respecto a los procesos de trabajo y uso de los objetos en el pasado.

Autores como Pijoan (2001) apoyan esta idea, concluyendo que el desarrollo del método experimental en arqueología es primordial, ya que crear modelos de referencia permite realizar comparaciones entre los datos generados por los investigadores durante el transcurso de su proyecto experimental y la información contenida en el registro arqueológico. En otras palabras, se trata de una práctica que ha sido capaz de integrarse en el corpus metodológico de la investigación arqueológica. Sin embargo, este investigador advierte sobre el riesgo que corre la experimentación de convertirse en un método «vacío de contenido» si centramos toda la atención en los procedimientos informáticos y técnicos, olvidando el trasfondo histórico-social. Para ello, reivindica la necesidad de clarificar que partimos de un marco teórico riguroso y bien definido que permite plantear preguntas fundamentadas y aplicar un marco de análisis plausible.

Primordialmente se hace distinción entre dos tipos de experimentación: una de carácter más general, planteada para dar respuesta a cuestiones amplias y destinada a ser comparada con una muestra amplia de realidad material. Por poner un caso, la creación de un programa experimental donde se repliquen útiles líticos para el descarte de jabalíes y que podrá compararse con cualquier útil lítico; la otra, de carácter más específico, *ad hoc*, pensada y orientada a una problemática en concreto. Por ejemplo, un programa experimental orientado a explorar las huellas de uso presentes en los pulidores líticos de un yacimiento prehistórico determinado.

Llegados a este punto, nos planteamos qué utilidad tiene la experimentación y qué rasgos la caracterizan. En

primer lugar, el experimento puede ser producido y reproducido tantas veces como haga falta. Posteriormente debe ser sometido a los análisis pertinentes para explotar toda su potencialidad. Para ello, debemos disponer de la formación necesaria que nos capacite para leer la información contenida en las mencionadas muestras experimentales y de los instrumentos analíticos adecuados y en condiciones óptimas para que sean un apoyo a nuestro proyecto de investigación y no un elemento introductor de error.

Baena y Morgado (2011) hacen hincapié en que la experimentalidad funciona a partir del aislamiento de un sujeto de estudio, el cual configuramos y objetivamos a partir de nuestro marco teórico y las hipótesis de partida. Un experimento será inválido si no nace con la vocación de ser preguntado, así, en palabras literales, «la vía experimental propiamente dicha es utilizada como método de corroborar ciertas afirmaciones e hipótesis sobre las técnicas y modos de vida del pasado, pero también sobre la propia formación del registro arqueológico» (Morgado y Baena, 2011: 22). En segundo lugar, las hipótesis de partida que cimientan el programa experimental deben ser veraces y contrastadas con la investigación acumulada hasta ese momento. En otras palabras, es crucial estar perfectamente informados de las investigaciones ya desarrolladas o en curso (Pijoan, 2001: 98).

En tercer lugar, un programa experimental está caracterizado por intentar reproducir, en la medida de lo posible, las condiciones materiales y de trabajo del pasado. Por lo tanto, para que el programa planteado sea válido y tenga sentido ejecutarlo, es de obligado cumplimiento que las variables que lo configuran estén sujetas a un estricto control. La experi-

mentación se debe ejecutar bajo condiciones de laboratorio. Es la mencionada sistematización de variables y la aplicación del método lo que otorga a la experimentación aplicada a la arqueología su carácter científico. Todo lo que salga de estos márgenes cabría ser considerado como experiencias aisladas que intentan reproducir un hecho pasado para su exhibición, pero nunca cumplirá los requisitos para ser considerado como experimento científico.

Un ejemplo: el programa experimental aquí expuesto fue concebido con una vocación generalista, ya que estará destinado a ser comparado con material arqueológico proveniente de contextos arqueológicos de vi y v milenio ANE del sur europeo. Por lo tanto, no tendría sentido introducir en el elenco de instrumentos de alfarería espátulas en calabaza ni herramientas en mazorca de maíz, especies no ubicadas en estos territorios para esas cronologías. Así, es vital la coherencia entre marco teórico, las hipótesis de partida y la ejecución de las experimentales. Por último, para que el experimento pueda cumplir su cometido, se debe poner énfasis en dos aspectos, la simulación empírica —es decir, el experimento en sí— y la modelización que de él se desprende —el análisis y la extracción de datos objetivos.

2.1. Experimentación y cerámica

La experimentación aplicada a la arqueología surgió estrechamente ligada a los estudios en traceología y al análisis funcional en materia lítica, ya que las huellas que presentaban estos objetos, fuera por fabricación —huellas tecnológicas— o

por uso —cuyo estudio ayuda a inferir la función—, tenían un origen concreto que era necesario justificar mediante la reproducción de las mismas acciones que potencialmente los generaron (Vila, 1981; Clemente, 1997; Pijoan, 2001; Terradas y Clemente, 2001; Vila y Clemente, 2001; Roux, 2016). Numerosos han sido los investigadores e investigadoras que han visto la experimentación aplicada a la materia lítica como un camino óptimo de planteamiento de hipótesis y resolución de problemáticas. Afortunadamente, los programas experimentales se han expandido hacia otras materias documentadas en el registro arqueológico, cuya transformación e inversión de trabajo humano ha hecho de ellas herramientas involucradas en actividades de producción de objetos (Castro et al., 1996), como son herramientas en hueso (Mozota et al., 2017a; Mozota et al., 2017b), en fauna marina (Cuenca et al., 2015; Manca, 2016) o espátulas en cerámica (Gordon y Lepère, 2006; Vieugué et al., 2010),² por poner algunos ejemplos. Una exposición más detallada de esta problemática es el objeto de discusión de un trabajo en esta edición (Clemente et al., en este volumen).

Así, la experimentación aplicada a la cerámica prehistórica comenzó a eclosionar a partir de los años 80 del pasado siglo, teniendo un ejemplo de ello en autores pioneros como Garidiel (1985) o Arnal (1989). Ya en los años 90 y primeros 2000, Skibo (1992), Timsit (1997), Chevillot (1996), Clop (1998; 2002; 2008) o Martineau (2000; 2001) dejaban patente el interés de esta vía de investigación, planteando proyectos que focalizaban el interés en las diferentes etapas

2. Muchas de ellas involucradas en el trabajo alfarero.

productivas de la cerámica, mientras comenzaban a llevar a la práctica programas experimentales más complejos y asociados mayoritariamente a problemáticas arqueológicas concretas.

Algunas cuestiones que hoy en día se afrontan desde la experimentalidad responden a líneas tecnológicas, como la forma de conformar las pastas cerámicas para que sean adecuadas en el trabajo, así como lugares óptimos de aprovisionamiento de tierras a partir del estudio macro y microscópico de lámina delgada para discernir la composición mineralógica. El muestreo de tierras que sigue a esta determinación geológica se podría encuadrar dentro de la experimentalidad en arqueología. También, la conformación volumétrica de los vasos es una temática con infinitas posibilidades, así como el estudio de las etapas de modelado, que se encuentra en plena efervescencia (García-Rosselló y Calvo, 2013; Gomart, 2014; Forte, 2014; Martineau, 2000; 2001; 2006). De esta manera, mediante el estudio de micro y macrotrazas, se pueden determinar técnicas de fabricación de los recipientes, lo que tiene una implicación que va más allá del mero gesto técnico, ya que estas formas de modelado son poco variables y se transmiten de generación en generación, siendo poco permeables entre grupos sociales. Otras experimentaciones pueden estar relacionadas con las técnicas decorativas y su ejecución. Por último, un campo que se presta a la experimentación es la cocción y la exploración tanto de estructuras de horneado como aprovisionamiento de combustible.

En el caso que nos ocupa, se ha planteado la realización de un programa experimental aplicado al estudio del tratamiento de superficie —trazas y aspecto general de la superficie— de las ce-

rámicas prehistóricas elaboradas a mano. En él se abordarán en profundidad las cuestiones relacionadas con esta etapa del proceso productivo o, lo que es lo mismo, la adecuación de las superficies para su acabado.

2.2. *¿Por qué y para qué estudiar el tratamiento de superficie?*

El tratamiento de superficie es aquella etapa del proceso productivo de recipientes cerámicos mediante el que se regularizan y adecúan las paredes internas y externas del mismo. Dominique Timsit coincide en definirlo como todas aquellas acciones técnicas destinadas a modificar las superficies interiores y exteriores de un recipiente, aunque añade que el tratamiento de superficie puede tratarse de una acción técnica distinta o ligada al procedimiento de elaboración de la forma, dependiendo de si se realizan durante o después del modelado, incluso de la cocción (Timsit, 1997: 320).

A pesar de su potencial interpretativo, el tratamiento o acabado de superficies ha sido una cuestión poco atendida a lo largo de la historia de la investigación de cerámica prehistórica. Tradicionalmente, se ha puesto el foco del interés en los procesos de conformación volumétrica o modelado, mientras que el acabado de superficies ha sido, más bien, un punto concluyente de esta etapa. En consecuencia, son pocas las veces en que se han formulado propuestas concretas centradas en esta fase final, que ha quedado diluida como un apéndice más de la conformación del recipiente, sin atraer la atención que merecía. Respecto a su integración como una parte más de la etapa de modelado o su aislamiento para proceder a su estudio integral, se ha debatido

extensamente. No obstante, aunque se introduzcan brevemente la problemática, no es el objetivo de este trabajo debatirla.

Por lo tanto, uno de los objetivos de la exploración de esta etapa concreta es investigar qué implicaciones posee en términos de inversión de trabajo. Es posible definir la categoría trabajo como la capacidad humana para transformar intencionalmente la materia y ponerla a su servicio (Gassiot, 2002: 8). Los seres humanos, en cuanto que sujetos sociales, se vinculan mediante la aplicación del trabajo con el mundo material, que a su vez transforman (Marx y Engels, 1988). Así, las mujeres y los hombres se relacionan, como sujetos sociales, entre sí y con el resto del mundo material, incorporando su actividad mediante el trabajo en el proceso de producir y reproducir sus condiciones de vida (Castro et al., 1996; 1998). Y este es el punto de partida de este proyecto para comprender las realidades históricas y materiales, que da cobertura a nuestras hipótesis y planteamientos.

Para poder explicar los tipos de tratamiento de superficie que se pretenden explorar a través de la experimentación, se presentará de manera resumida la propuesta que plantea la investigadora francesa Valentine Roux. Según ella (2016), la «cadena operativa» se debe fragmentar en pasos técnicos con el fin de poder analizarlos todos en profundidad. En este proceso diferencia cuatro grandes etapas: las relacionadas con el modelado (*façonnage*), que son el bocetado (*ebausage*), la preforma (*preformage*), y las referidas al acabado de la pieza, como son el finalizado (*finitions*) y el tratamiento de superficie (*tractement de surface*).

Roux remarca la necesidad de utilizar el concepto *finition*, en su opinión, a medio camino entre las etapas de modelado y el tratamiento de superficie final. Aunque en esta etapa el recipiente tiene su forma definitiva, es en el finalizado donde se pueden ejecutar ciertos tratamientos que pueden modificar sustancialmente el aspecto superficial, ya que no afectan a la totalidad del volumen arcilloso, sino a la capa superficial de las paredes (Roux, 2016: 125). El alisado se encuadra dentro de las operaciones técnicas del finalizado, aunque podemos encontrar cerámicas arqueológicas que muestran este efecto en sus superficies, y que genera una superficie destinada a volver a ser tratada, con el fin de hacer desaparecer totalmente las irregularidades que se hayan podido producir.

Aunque Roux expone categorías cerradas que le permiten sistematizar el estudio de las etapas, en cada una de ellas la alfarera o alfarero está trabajando sobre la superficie y, por lo tanto, incide activamente sobre ellas, dejando unas huellas que seremos capaces de rastrear. De esto, nos llega el reflejo de estas acciones técnicas en forma de trazas y estigmas. Sin embargo, debemos tener claro que estas marcas pueden testimoniar cualquier momento del proceso productivo y se tiene que poner el foco de la atención en caracterizar en qué etapa se ha producido —desde las primeras del modelado a las últimas del acabado— y qué inversión en términos de trabajo hay detrás de ellas.

Se analizará, por tanto, el proceso de lo que tradicionalmente se ha denominado igualado, alisado y pulido.³ Mediante el programa experimental, será posible

3. Categorías que deben ser repensadas conforme se añadan elementos de discusión al conocimiento científico.

explorar algunos de los efectos superficiales que, a modo de trazas, es posible observar en el resultado final de un recipiente arqueológico. Aunque es necesario dar importancia a la totalidad del proceso de producción, en este caso, se ha priorizado aislar la casuística ya que era necesario proponer y desarrollar un programa experimental específico, pero, a la vez, suficientemente amplio y sistemático como para explorar los fenómenos que caracterizan esta fase del proceso de producción.

3. Un programa experimental sobre el tratamiento de las superficies cerámicas

Para la definición del programa experimental se ha partido de una modelización analítica del proceso de tratamiento de superficie, asociando cada experimento a una combinación específica y única de las variables contempladas —tipo de pasta, instrumento de trabajo, tiempo de secado y tiempo de trabajo. Con base a esta modelización, diferentes placas cerámicas han sido preparadas, de 10 x 10 centímetros de tamaño y superficie plana, trabajadas bajo los parámetros combinados en el programa experimental. Finalmente, son cocidas para una mejor conservación.

La información contenida a continuación supone el primer paso de la construcción del referencial experimental. Sin embargo, el proceso de diseño de este programa puede ser costoso a nivel de puesta en marcha, ya que todas las variables deben ser calculadas, las herramientas elaboradas, la materia prima localizada, obtenida y procesada, y deben estar claras las variables que serán analizadas con posterioridad.

A continuación, se expondrán los objetivos del programa, por un lado, y los puntos a tener en cuenta para la construcción de este programa experimental específico, por otro.

3.1. *Objetivos del programa*

Aunque los objetivos para la presente investigación han sido acotados con el fin de hacerlos abarcables, el programa experimental no ha quedado clausurado. De hecho, se concibe como parte de un proyecto más amplio a largo plazo, que completarán los resultados que se obtengan actualmente.

Para esta primera parte de creación y exploración de datos, se han tenido en cuenta una serie de variables sujetas a sistematización, mientras que otras se han inmovilizado, hecho que no excluye que puedan ser desarrolladas en fases futuras.

Para la investigación actual, se han elaborado placas cerámicas de 10 x 10 cm con superficie plana que conforman la base material del programa experimental. A partir de aquí, se puede comenzar a perfilar una pregunta primordial: ¿cambios en el acabado de una superficie generan trazas diferentes? Evidentemente, la resolución completa de esta pregunta requiere de un programa experimental más ambicioso a largo plazo. Sin embargo, la propuesta actual es una buena herramienta para comenzar a poner las bases en los puntos no resueltos de la tecnología cerámica.

Proponemos las variables contempladas, desarrolladas en apartados siguientes:

- Tipo de pasta.
- Tiempo de secado —se establecen 4 franjas diferentes.

- Tiempo de trabajo sobre la superficie —se establecen 3 franjas diferentes.
- Tipo de herramienta

Sin embargo, existen determinadas variables que, aunque necesarias para la ejecución del programa experimental, no están sujetas a variación esta vez:

1. Curvatura y topografía de la superficie. Sin duda es un factor interesante de explorar, ya que seguramente se apreciarán variaciones en el aspecto final de las superficies tratadas, aunque no supone un cambio sustancial que impida la comparación entre las muestras experimentales planas y el material arqueológico. Aun así, será interesante centrar una parte del programa experimental en emular superficies curvas y evaluar el grado de diferencia respecto al programa experimental presente.
2. Variación de temperatura de cocción y tipos de horno. La temperatura seleccionada en el programa experimental presente son 850 °C. Las publicaciones científicas al respecto establecen cierto consenso en esta temperatura como la máxima a la que se podría llegar con un horno ubicado en el suelo, aunque siempre se podrían dar excepciones (Echallier et al., 1992; Vázquez-Varela, 2003; García-Roselló et al. 2006). Por esta razón, se ha seleccionado la temperatura más alta que se infiere de este tipo de construcciones. Además de poder visualizar mejor el aspecto final de las trazas y la textura de las muestras experimentales, la cocción ayuda a conservar en óptimas condiciones la colección de referencia.

3. Otras variables en los medios de trabajo. Como por ejemplo el tipo de mineral o granulometría de las herramientas líticas, diferente tramado de la pieza textil en lino, diferentes tipos de tejido, cuero de varias especies animales, morfología variable de las espátulas en hueso, etcétera, no serán contempladas para esta primera fase del proyecto experimental. Evidentemente, es obligado poder combinar todas las variables posibles para enriquecer el programa.

3.2. El proceso de construcción de un programa experimental

3.2.1. Pasta cerámica

Una de las primeras cuestiones que se han considerado es la elección de la pasta. La exploración podría haberse ceñido a una sola clase de tierra, pero es conveniente el uso de varios tipos para explorar la siguiente hipótesis: tanto las trazas como el aspecto general de la superficie pueden variar sensiblemente dependiendo del tipo de materia prima que se emplee, aunque es muy improbable que estas cambien radicalmente. Se asume que las características del desgrasante afectan la configuración final de la superficie a la que se ha aplicado un determinado trabajo. Por ejemplo, el arrastre de inclusiones puede generar nuevas trazas. Es una cuestión con mucha potencialidad.

La selección del tipo de pasta ha sido una decisión compleja ya que, al plantear un programa experimental de cariz amplio, la muestra a trabajar tendría que ser representativa y adaptable a la mayor parte de casos arqueológicos. Es decir, se debían elegir uno o varios de tipos de pastas que fuesen capaces de emular el efecto de

la colección arqueológica que posteriormente será objeto de la comparativa.

Por ello, dentro del programa experimental, se configuraron dos grandes grupos. El primero corresponde a una tierra natural, recolectada del entorno de La Bisbal (Girona), pero tratada industrialmente para poder ser envasada, conservada y comercializada. Estas pastas se encuentran altamente depuradas, tanto que a simple vista es muy complicado identificar el tipo de desgrasante que contienen. Al analizarlas en el binocular o con un microscopio petrográfico puede observarse que el tipo de desgrasante presente es cuarzo junto con fragmentos de biotitas. Sin embargo, su tamaño es microscópico y consideramos que afecta de forma ínfima al resultado final de la traza formada por la herramienta de trabajo. Esta primera materia prima posee la virtud de lo anteriormente descrito: la baja cantidad y reducida dimensión del desgrasante le confiere unas características particulares. En estas placas, cada traza emulada queda claramente reflejada, sin la interferencia que generan los granos de desgrasante. Asimismo, conserva mejor la humedad. Por lo tanto, la pérdida de humedad es más gradual ya que, al haber sido tratada y envasada industrialmente el agua contenida perdura.

Para el grupo de pastas no tratadas industrialmente, se decidió buscar una materia prima que contuviera desgrasante granítico. Al tratarse de un mineral ubicuo, se encuentra presente en la mayor parte de las tierras aptas para elaborar cerámica y es capaz de afectar sobradamente al comportamiento de la materia arcillosa. Para seleccionar esta materia prima, se llevó a cabo una búsqueda intensiva de tierras aptas para la elaboración de cerámica, que nos llevó a muestrear el entorno del

río Ripoll, en la comarca barcelonesa del Vallès Oriental, y Riells del Fai, en el Vallès Occidental. Sin embargo, terminamos por decantarnos por otras de alta calidad, recolectadas en el territorio circundante al Torcal de Antequera (Málaga), ya que es una materia plástica, pero a la vez resistente. En ella, la medida del desgrasante oscila entre 0,5 y 1 mm: presencia suficiente para explorar una de las cuestiones planteadas en el marco del programa experimental: ¿el desgrasante tiene alguna acción en el resultado final de la traza y el aspecto de superficie?

3.2.2. *Tiempo de secado*

La higroscopicidad se refiere a la capacidad que posee toda materia orgánica y ciertos tipos de inorgánica de absorber la humedad. La pasta cerámica no es una excepción, por lo que hay que tener en cuenta dos factores determinantes en su proceso de secado: la humedad contenida en la materia, y la presente en la atmósfera que nos rodea. El porcentaje de humedad ambiente y el nivel de agua contenida en las paredes del recipiente dictaminarán la rapidez con la que el agua se evapora. A baja temperatura y humedad alta, la contenida en la tierra se perderá lentamente. Por el contrario, si hay altas temperaturas y la humedad ambiente es escasa, el proceso de secado se acelerará irremediablemente. Las características del proceso de secado (velocidad e intensidad) condicionarán algunas propiedades de la materia cerámica en las diferentes fases del proceso de producción de recipientes, entre ellas el tratamiento de la superficie.

Ello exige que, con anterioridad al comienzo del desarrollo del programa experimental, se deban establecer unos tiempos de secado para cada tipo de tierra. Es decir, se elaboran placas experi-

mentales pesadas cada cierto tiempo (en nuestro caso media hora), mientras se evalúa en qué etapa de secado se encuentran según su estado general. Se debe remarcar que el laboratorio donde se desarrolla el programa experimental posee las variables temperatura y humedad estables la mayoría de los meses del año. Así, se ha establecido la franja atmosférica óptima de trabajo entre los 24 y los 28 °C de temperatura; la humedad, entre 30 y un 55 %. Si trabajamos dentro de estos parámetros nos aseguramos de que la pérdida higroscópica sea relativamente estable y similar para todos los experimentos.

El establecimiento de los tiempos de secado está sujeto a múltiples casuísticas: calidad de las pastas cerámicas, porcentaje de contracción tras el secado, tipo de desgrasante añadido, cantidad de inclusiones, condiciones ambientales como temperatura, humedad y pluviosidad, espacio donde se trabaje —interior de una construcción o aire libre—, agua añadida *a posteriori*, y un largo etcétera. Posiblemente el tiempo de secado será la variable cualitativa más compleja de definir y controlar, ya que es estrechamente dependiente del ambiente del lugar donde se trabaja la cerámica y de las características de la materia prima empleada, tanto mineralógicas como de capacidad de retención higroscópica. Es en este sentido que únicamente podemos ceñirnos a describir la realidad del fenómeno físico-natural, en este caso, muy condicionado por los fenómenos atmosféricos, definiendo unos rangos fenoménicos aceptables para nuestro programa experimental, excluyendo aquellos que podrían alterar significativamente el desarrollo del experimento. Por lo tanto, aquellos días que la temperatura y humedad se han encontrado fuera de los parámetros fijados se han considerado

jornadas no hábiles para elaborar muestras experimentales —por ejemplo, días de lluvia o los más calurosos de la estación estival.

De esta manera se consigue no falsear la realidad de los parámetros que se han predeterminado, ya que cada placa experimental está elaborada dentro de una horquilla controlada. Así, cada placa se trabaja justo en las condiciones que se definieron *a priori* para cada categoría de secado. Es importante remarcar esta cuestión, ya que el momento de secado en que se ejecute el tratamiento de superficie determinará el grado de expresión de la traza en la superficie de un recipiente cerámico, así como su textura superficial, nivel de brillo, erosión, etcétera.

Para el caso de la pasta industrial, la cantidad de agua que contiene la masa arcillosa es estable, ya que siempre se le añade la misma cantidad de agua por kilogramo de tierra, conteniendo entre un 18 y un 21 % de humedad. Así, cada vez que se trabaja con una nueva mezcla, el tiempo de secado es establecido. Se detallan en la siguiente tabla. Para su definición se ha partido de estudios previos sobre tecnología y etnografía de la alfarería (Martineau, 2010; Lepère, 2014; Roux, 2016). A partir de estos trabajos, se pueden establecer cinco tipos de la materia arcillosa pre-cocción (tabla 1): líquida, plástica, húmeda, cuero verde, cuero seco y seco (Martineau, 2010). Sin embargo, ha sido excluido del programa el estado líquido y plástico, ya que en este momento no se efectúa ningún tratamiento de superficie.

El estado semilíquido y líquido implica una mayor proporción de agua que de arcilla en la tierra, dando como resultado una mezcla totalmente disuelta. Esta solución puede ser aplicada sobre las pa-

Tabla 1. Tiempo de secado en tierra procesada y en tierra natural

Tierra procesada	Tiempo de secado	Tierra natural
14 horas	Húmedo	4 horas
20 horas	Cuero verde	8 horas
30 horas	Cuero seco	12 horas
48 horas	Seco	20 horas

Fuente: elaboración propia

redes de los recipientes cerámicos antes de su cocción, en el caso del estado líquido, y sirve para aplicar pequeñas cantidades de arcilla que crean un efecto de relieve, en el caso del estado semilíquido.

El estado plástico de la materia está estrechamente relacionado con aquella etapa del proceso productivo donde se conforma o se modela el recipiente cerámico. El estado de la materia es tan maleable que es el momento perfecto para realizar cualquier acción técnica de creación de la forma y adición de elementos (prensió, decoraciones, etcétera).

Por estado húmedo se describe el material cerámico todavía maleable, pero donde ya ha adquirido bastante consistencia, y el recipiente cerámico, aunque muy fresco y húmedo, se puede mantener por sí solo sin perder la forma que la artesana o artesano le ha conferido.

Por estado cuero verde se comprende una pasta cerámica, ya modelada, aún fresca por el alto grado de agua contenida en las paredes, pero ya difícilmente maleable. La fase de modelado cerámico ha finalizado y ahora solo es posible practicar determinados tratamientos a esta superficie no plástica, pero aún transformable para su adecuación y mejora. En las placas cerámicas elaboradas para el programa experimental, la tableta cerámica aún contiene bastante agua, fría al tacto, y es

posible dejar en ella alguna marca con las huellas de nuestros dedos. Sin embargo, si intentamos deformarla, conseguiremos fracturarla, pero nunca doblarla (Martineau, 2010).

El estado cuero seco anuncia que la pérdida de agua de las paredes ya comienza a ser acusada. Es prácticamente imposible doblar ni deformar la pared cerámica y, al tacto, ya no se siente tan frío. Es una de las últimas etapas de secado donde es posible practicar tratamientos de superficie sin dañar el aspecto general. Como la microestructura de las superficies cerámicas no contiene tanta agua, cada vez se necesita más tiempo y fuerza de trabajo para cerrar los poros. En esta etapa se pueden obtener pulidos de gran calidad y un alto grado de brillo.

El estado seco es la última etapa de pérdida higroscópica. En el caso de las placas experimentales se da a partir de las 48 horas de secado. Es entonces cuando es posible hornear las muestras sin riesgo a explosión. Todavía se puede trabajar la superficie con múltiples herramientas, aunque una inversión elevada de trabajo puede producir daños en el estado de la superficie, como es su erosión.

Tras el horneado, aún es posible aplicar algunos tratamientos de superficie, como el lustrado (Gosselain, 1995), que puede realizarse con un trapo, un manojito de fibras vegetales o pelo de animal —como podría ser lana. Sin embargo, no es objeto de nuestra investigación, ya que, a nivel arqueológico, es verdaderamente complicado diferenciar entre un pulido realizado antes o después de la cocción.

3.2.3. *Tiempo de trabajo*

Es otro de los puntos centrales del programa experimental, ya que los diferentes niveles de inversión de trabajo determi-

nan el resultado final de las muestras experimentales y, por ende, el aspecto final de la superficie. Por ello, reproducir los tiempos de trabajo implicados en el proceso productivo de cerámica a mano de manera aproximativa permitirá obtener una visión general del esfuerzo destinado a la obtención y transformación de materias primas en útiles de trabajo y objetos de consumo (Gassiot, 2002).

Para este programa experimental, han sido establecidos unos tiempos de trabajo acotados que definen diferentes niveles de intensidad de las diferentes acciones efectuadas sobre las placas. Estos tiempos son dos, cinco y diez minutos. Se eligen dos minutos como el tiempo mínimo de trabajo de las alfareras y alfareros sobre una determinada porción de la superficie de la pieza. Dado que no se busca explorar la traza pura, sino el resultado final de la superficie mediante gestos de repetición, dos minutos es un tiempo aceptable, relativamente bajo, donde las trazas aún se expresan sobre la materia arcillosa tal y como son.

Cinco minutos suponen una inversión media de tiempo, donde ya se hace patente diferencias respecto a los dos minutos iniciales. Finalmente, diez minutos de trabajo sobre una determinada porción de superficie suponen una inversión entre alta y muy alta. Se debe remarcar que el trabajo se realiza sobre placas de 10 x 10 cm, por lo que diez minutos de trabajo ininterrumpido equivale a una regla de tres, es decir, diez minutos en cada área de 10 x 10 cm de un recipiente prehistórico hecho a mano al uso.

Para ejemplificar esto último, hay que pensar en un recipiente de forma troncocónica con una base de 16 cm de diámetro y una altura de 18 cm. La superficie del cuerpo supone unos 1018 cm²,

mientras que, si contamos con la base, esta cifra se eleva a 1332 cm². Si se considera inversión de trabajo solo en la superficie exterior y sin trabajar la base, el tiempo de trabajo empleado en una placa de 10 x 10 cm (100 cm²) equivale a:

- 2 minutos en experimental → 20 minutos y 21 segundos.
- 5 minutos en experimental → 50 minutos y 54 segundos.
- 10 minutos en experimental → 101 minutos y 47 segundos.

Sostenemos la hipótesis de que la cantidad de trabajo sobre una superficie afecta a sus características finales. Y se establece la cantidad de trabajo en términos de tiempo asumiendo que su intensidad (por ejemplo, en términos de fuerza o de rapidez de los movimientos) sea constante. Por eso, dado un tiempo de secado y el uso de una determinada herramienta, a mayor trabajo, las trazas y el estado de la superficie variarán, ya sea alisándose, puliéndose un poco más o erosionándose. Esto nos aproxima a la inversión de trabajo que las alfareras dedicaban a la etapa concreta del tratamiento de superficie, y situar este último en el lugar que le corresponde dentro del proceso de producción de vasos cerámicos.

3.2.4. Cocción

Aunque es sabido que los procesos de cocción son muy importantes en la consolidación final del recipiente cerámico, y que dependiendo del horno y el combustible que se usen la gradación a la que se llegue varía sensiblemente (Echallier y Méry, 1992; Vázquez-Varela, 2003; Maritan et al., 2006), en el caso del programa experimental que se propone, supondrá un factor inalterable. Tenemos a nuestra

disposición un horno eléctrico de la marca alemana Nabertherm D-2804 que puede elevar su temperatura hasta los 1000 °C. Al no ser programable, se debe realizar la curva de cocción manualmente.

Las muestras cocidas no superan los 850 °C —la consecución de dicha temperatura fue comprobada con conos pirolíticos—, asumiendo que se aproxima a la temperatura estándar a la que llegaría un horno de cubeta alimentado con combustible vegetal. La cocción se desarrolla completamente en dos horas y media de subida controlada y constante de temperatura. Una vez parada la cocción, el proceso de enfriado se realiza hasta en 10 horas, aproximadamente.

3.2.5. Herramientas de trabajo

Se ha documentado un largo elenco de herramientas involucradas en la producción de cerámica a mano en la prehistoria (Clemente et al., en este volumen). Es un sujeto de estudio que ha suscitado mucho interés y ha dado lugar a programas experimentales y desarrollo extensivo de análisis funcional. Sin embargo, existe un inconveniente a la hora de identificar y caracterizar todas estas herramientas, ya que, probablemente, la mayor parte de ellas estaban conformadas de material perecedero con escasa o nula visibilidad en el registro arqueológico. Estas herramientas abarcan desde fibras de origen animal y vegetal, procesadas y no procesadas, como pueden ser lana de oveja, trapos de lino, a fragmentos de cuero, plantas naturales, hierba, espátulas de madera, semillas y un largo etcétera. Al contrario, sí que se han documentado arqueológicamente herramientas de origen mineral, entre las que se enumeran cantos de río de granito, lascas de sílex, espátulas de hueso, conchas trabajadas y sin trabajar,

espátulas de cerámica reaprovechadas para trabajar sobre materia arcillosa (Gas-sin y Garidiel, 1993; Manca, 2016; Vieu-gué et al., 2010; Maigrot, 2010; Cuenca-Solana et al., 2017; Margarit, 2017; Cuenca-Solana y Clemente, 2018, citando algunos ejemplos).

Para el programa experimental de la presente tesis doctoral, se han seleccionado 11 tipos de herramientas que hemos considerado representativos de los diferentes instrumentos involucrados en los procesos de trabajo (tabla 2). Ello no significa que sea un listado representativo para el total de yacimientos ya que, evidentemente, existen herramientas específicas que no han sido contempladas por el momento, como por ejemplo aquellas usadas en la elaboración de cerámica en yacimientos arqueológicos o comunidades etnográficas de diferentes zonas de América del Sur o África, donde la calabaza o las mazorcas de maíz son útiles clave tanto en el proceso de modelado como en el tratamiento de la superficie. En

Tabla 2. Elenco de herramientas de alfarería incluidas en el programa experimental

Material	Herramienta
Lítico	Canto rodado
Lítico	Lasca de sílex
Óseo fauna	Espátula en metápodo de oviscaprido
Vegetal	Hierba
Óseo fauna	Cuerno de oviscaprido
Mineral	Espátula en cerámica
Malacofauna	Pechina de glycimeris
Tejido vegetal	Fragmento de lino tejido
Tejido animal	Fragmento de cuero
Tejido animal	Fragmento de lana de oveja
Vegetal	Espátula de madera

Fuente: elaboración propia

cambio, este estuche de herramientas (figura 1) busca ser coherente con las producciones cerámicas a partir de 5600 cal ANE en el suroeste europeo y abordar un amplio abanico de materias empleadas, si bien considerarlas todas es imposible, debido al problema de representatividad en el registro arqueológico explicado anteriormente.

Todas estas herramientas son utilizadas ejerciendo una presión constante y continua sobre la muestra de barro, con un movimiento horizontal de frotación, por lo que es evidente el desgaste acumulado que produce en ellas cada sesión de trabajo. Se utiliza la misma herramienta durante toda la duración del programa experimental para evaluar realmente qué tipo de traza expresa; no se contempla introducir subtipos de herramientas, pues multiplicaría la variabilidad de trazas. Estas serán evaluadas mediante un estudio macroscópico (fotografía en binocular) y microscópico (microscopía confocal y tecnologías de metrología de superficie y textura).

4. Algunos resultados preliminares

Para ilustrar brevemente algunos resultados preliminares, se muestran imágenes de la superficie, tanto a nivel macroscópico como microscópico. En el caso de la toma de datos a nivel macroscópico, se emplea una lupa binocular Leika AZ16, mediante la cual se han tomado fotografías cenitales de la superficie, a 6,30X aumentos. El empleo de luz, tanto de la luz rasante lateral como de la luz cenital, ayuda a resaltar las principales características de cada tratamiento de superficie. En el caso de la exploración microscópica, se ha optado por un microscopio confocal Sen-

sofar que permite, mediante la toma de datos en forma de nube de puntos, obtener una imagen donde se expresan valores numéricos de la topografía de la muestra.

Se exponen, por lo tanto, tres casuísticas diferentes. El elemento clave a partir del cual organizamos la exposición de los datos es el tipo de herramienta: canto rodado, lino y pechina. Además, el tiempo de secado seleccionado es el estado húmedo (14 horas de secado en tierra industrial) y 5 minutos de frotación continuada.

En las diferentes figuras se muestra que, a nivel de traza y textura, existen diferencias significativas. En el caso del canto rodado, las trazas expresadas en la superficie cerámica son surcos formados por la presión sobre la superficie plástica y el consiguiente amontonamiento de la pasta, formando rebabas. En cuanto a la textura, la topografía presenta una cierta irregularidad, debido a la granulosidad de la herramienta lítica empleada, muy redondeada y pulida, aunque todavía posee en cierto modo la granulosidad propia del granito.

En el caso del lino, al ser un elemento textil flexible y entramado, no produce el amontonamiento de la materia anteriormente descrito, aunque sí raspa la superficie provocando una erosión que se expresa en forma de finas estrías continuas y paralelas. En lo que respecta a la textura y el detalle de la traza mediante el microscopio binocular, se discierne muy claramente la traza que genera el entramado textil, siendo esta limpia, de trazado continuo, regular y paralelo, con cierta profundidad (figura 2).

Por último, la pechina —*Glycimeris glycimeris*—, también utilizada en movimiento de frotado, genera unos surcos acanalados, de menor anchura que el caso

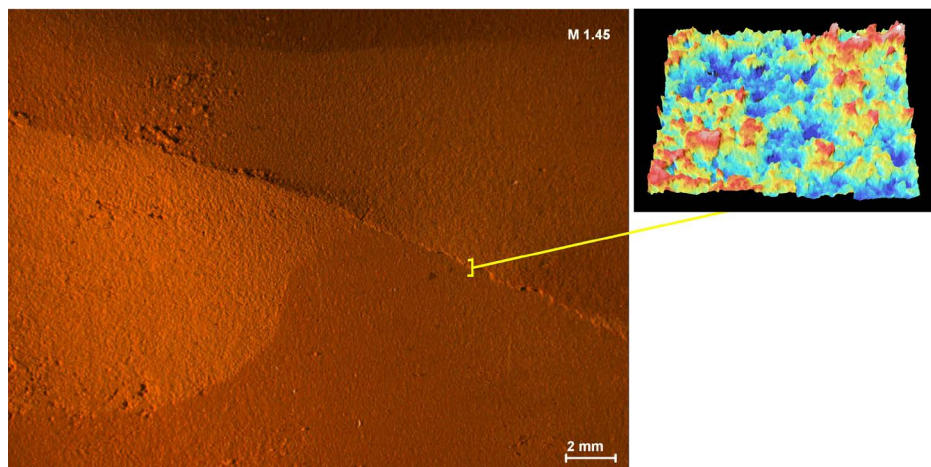


Figura 1. Macrotrazas dejadas por el canto rodado con luz rasante y detalle de la textura con microscopio binocular.

del canto rodado, ya que tanto la morfología como el tamaño del útil marino difiere de la primera herramienta. A nivel microscópico, se aprecia claramente el estrecho surco, que genera unos límites

limpios, sin acumulación de materia. Esta herramienta no deja surcos profundos, ya que no arranca materia al paso del útil, sino que la desplaza, por ello son trazas notablemente superficiales (figura 3).

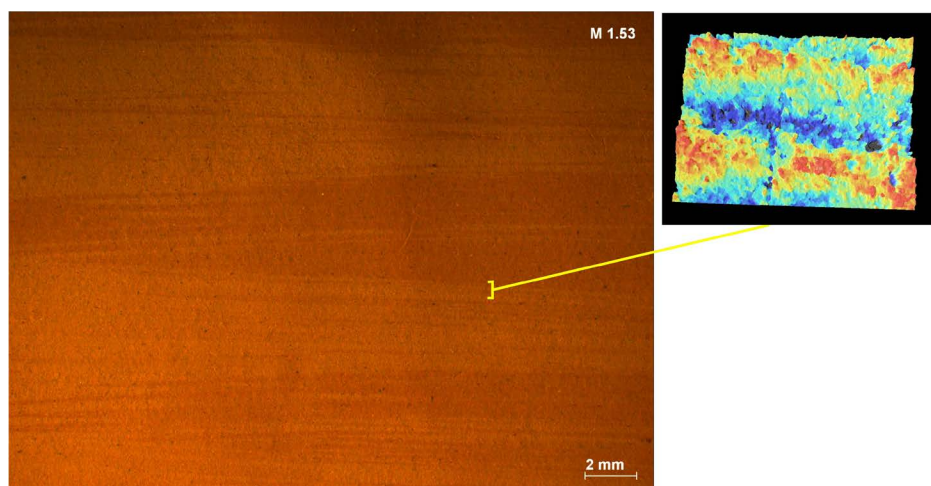


Figura 2. Macrotrazas dejadas por el lino con luz rasante y detalle de la textura con microscopio binocular.

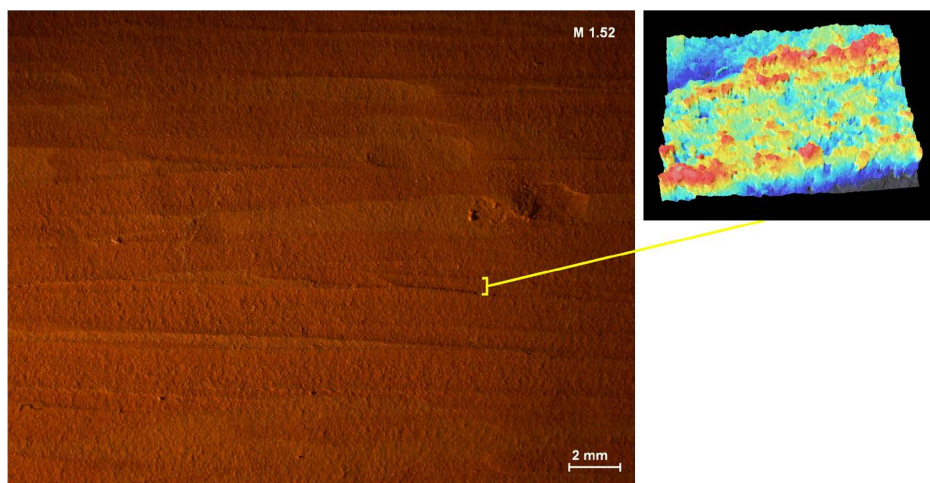


Figura 3. Macrotrazas dejadas por la pechina *Glycimeris glycimeris* con luz rasante y detalle de la textura con microscopio binocular.

5. Conclusiones

Tras la revisión conceptual y bibliográfica sobre la cuestión de la experimentación y su utilidad en la ciencia arqueológica como puente entre la realidad actual y las evidencias materiales que nos han llegado del pasado, se ha expuesto la formulación de un programa experimental que se encuentra en progreso.

Un programa experimental puede ser difícil de acotar, puesto que en él caben todas las posibilidades, todas las preguntas, todas las hipótesis. Se puede caer en la tendencia, de manera más o menos consciente, de pretender explicar la realidad en su totalidad y, en el caso del pasado, es tentador generar modelos explicativos multicausales que den una respuesta muy amplia y concreta a las preguntas que nos estamos planteando a partir de sujetos de estudio específicos. En otras palabras, se puede correr el riesgo de distorsionar la realidad, ya que la generación de modelos

explicativos depende de la habilidad con la que se ensamblen las pequeñas piezas de puzle, que son las modestas nacidas para ser puestas en común.

Es necesario, por lo tanto, el planteamiento de programas de investigación que ilustren los modos de producción del pasado y den respuesta a las hipótesis y preguntas que de ellos se derivan. En el caso expuesto, una de las etapas del proceso de cerámica hecha a mano, el tratamiento de superficie ha sido abordada. En ella, se abarca desde fases incipientes de la confección de la forma del recipiente hasta los tratamientos finales realizados momentos antes de la cocción. El proceso ha requerido de una máxima sistematización de las variables y de la ejecución de los experimentos bajo estricto control de condiciones materiales —herramientas de alfarería—, atmosféricas y de inversión de trabajo.

Las aportaciones que se puedan derivar de este trabajo, junto con todas aque-

llas investigaciones que se están llevando a cabo en este sentido, posibilitarán un mayor conocimiento de las implicaciones

económicas y sociales contenidas en este instante tan preciso del proceso de manufactura de la cerámica prehistórica.

Referencias bibliográficas

- ARNAL, G. (1989). *Céramique et céramologie du Néolithique de la France Méditerranéenne, Centre de recherche archéologique du Haut-Languedoc*. Mémoire 5. Lòdeve.
- CASTRO, P.; CHAPMAN, R.; GILI, S.; LULL, V.; MICÓ, R.; RIHUETE, C.; RISCH, R.; SANAHUJA, E. (1996). «Teoría de las prácticas sociales». *Complutum*, 6 – Homenaje a M. Fernández Miran-da, 35-48.
- CASTRO, P.; GILI, S.; LULL, V.; MICÓ, R.; RIHUETE, C.; RISCH, R.; SANAHUJA, E. (1998). «Teoría de la producción de la vida social. Mecanismos de explotación en el sudeste ibérico». *Boletín de Antropología Americana*, 33, 25-77.
- CHEVILLOT, G. (1996). «Réalisation et cuisson expérimentales de céramiques néolithiques. L'exemple du site chasséen de La Maddalena, Chiomonte (Italie)». En: CHEVILLOT, G. (dir.). *Journées d'archéologie expérimentale. Bilan 1996-1997*, 125-140. Parc Archéologique de Beynac (Dordogne, France): Publication de l'Association des Musées du Sarladais, La Tour de Couvent, Beynac-er Cazenac.
- CLEMENTE, I. (1997). *Los instrumentos líticos de Túnel VII: una aproximación etnoarqueológica. Treballs d'Atnoarqueologia*, 2. Institució Milà i Fontanals. Barcelona: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- CLOP, X. (1998). «Cerámica prehistórica y experimentación». *Boletín de Arqueología Experimental*, 2, 12-13.
- (2002). «Producción de cerámicas y funcionalidad durante el IIIer milenio cal ANE en el nordeste de la Península Ibérica». En: CLEMENTE, I.; RISCH, R.; GIBAJA, J. (eds.). *Análisis funcional: su aplicación al estudio de sociedades prehistóricas*. BAR International Series 1073, 251-259.
- (2008). «L'estudi de les ceràmiques prehistòriques des de l'arqueometria». *Cota Zero*, 23, 25-37.
- CUENCA, D.; DUPONT, C.; HAMON, G. (2015). «Instrumentos de concha y producción cerámica en los grupos neolíticos de la costa Atlántica del oeste de Francia». En: GUTIÉRREZ-ZUGASTI, I.; CUENCA-SOLANA, D.; GONZÁLEZ MORALES, M. R. *Actas de IV Reunión Arqueomalacológica de la Península Ibérica*, 102-111.
- CUENCA-SOLANA, D.; GUTIÉRREZ ZUGASTI, I.; GONZÁLEZ MORALES, M. R. (2017). «Use-wear analysis: optimal methodology for the study of the shell tools». En: FAULKNER, P.; FLORES, C.; JERARDINO, A. (eds.). *Archaeomalacological Studies. Quaternary International*, 427 (A), 192-200.
<<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.090>>
- CUENCA-SOLANA, D.; CLEMENTE-CONTE, I. (2018). «Pasado, presente y futuro del análisis funcional aplicado al estudio de los instrumentos de concha prehistóricos». *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 27, 293-314.
- ECHALLIER, J.; MÉRY, S. (1992). «L'évolution minéralogique et physico-chimique des pâtes calcaires au cours de la cuisson: expérimentation en laboratoire et application archéologique». *Documents et Travaux. Institut Géologique Albert-de-Lapparent*, 16, 87-120. Cergy-Pointoise (Francia): Centre Polytechnique Sant-Louis.

- FORTE, V. (2014). «Investigating pottery technological patterns through microwear analysis: the calcolithic village of Maccarese-Fiumicin». En: MARREIROS, J.; BICHO, N.; GIBAJA, J. F. (eds.). *International conference on use-wear analysis*, 619-629. Newcastle (Gran Bretaña): Cambridge Scholars Publishing.
- GARCÍA-ROSELLÓ, J.; TRIAS, M. (2006). «Análisis de las evidencias macroscópicas de cocción en la cerámica prehistórica: una propuesta para su estudio». *Mayurqa*, 31, 83-112.
- GARCÍA-ROSELLÓ, J.; CALVO, M. (2013). *Making pots. El modelado de cerámica y su potencial interpretativo*. BAR International Series 2540.
- GARIDIEL, A. (1985). «Expérimentations pratiques de technologies céramiques». *Documents d'Archéologie Méridionale*, 8, 133-139.
<<https://doi.org/10.3406/dam.1985.961>>
- GASSINN, B.; GARIDEL, Y. (1993). «Des outils de silex pour la fabrication de la poterie». En: ANDERSON, P. C.; BEYRIES, S.; OTTE, M.; PLISSON, H. (eds.) *Traces et fonction: les gestes retrouvés. Actes du Colloque International de Liège 1990*, 189-203. Université de Liège (Bélgica).
- GASSIOT, E. (2002). «Producción y cambio en las sociedades cazadoras-recolectoras». *Boletín de Antropología Americana*, 38, 5-95. Pan American Institute of Geography and History.
- GODON, M.; LÈPÈRE, C. (2006). «Les estèques en céramique du Chasséen provençal: des outils simples?». En: ASTRUC, L.; BON, F.; LÉA, V.; MILCENT, P.; PHILIBERT, S. *Normes techniques et pratiques sociales de la simplicité des outillages pre et protohistoriques. XXXVI Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Antibes: Editions APDCS.
- GOMART, L. (2014). *Traditions techniques et production céramique au Néolithique ancien. Étude de huit sites rubanés du nord est de la France et de Belgique*. Leiden: Sidestone Press.
- GOSSELAIN, O. (1995). *Identités techniques. Le travail de la poterie au Cameroun méridional*. Tesis doctoral. Université Libre de Bruxelles.
- LEPÈRE, C. (2014). «Experimental and traceological approach for a technical interpretation of ceramic polished surfaces». En *Journal of Archaeological Science*.
<<https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.03.010>>
- MAIGROT, Y. (2010). «Étude comparative de deux séries d'outils en os impliqués dans la production céramique néolithique du Jura: Clairvaux XIV (Néolithique moyen) et Chalain 4 (Néolithique final)». *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 107-4, 737-753. Paris.
<<https://doi.org/10.3406/bspf.2010.13976>>
- MANCA, L. (2016). «The shell industry in Final Neolithic societies in Sardinia: characterizing the production and utilization of Glycymeris da Costa, 1778 valves». *Anthropozoologica*, 51 (2), 144-166. Paris: Publications Scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle.
<<https://doi.org/10.5252/az2016n2a6>>
- MARGARIT, M. (2017). «Spatulas and abraded astragalus: Two types of tools used to process ceramics? Examples from the Romanian prehistory». *Quaternary International*, 438, 201-211.
- MARITAN, L.; NODARI, L.; MAZZOLI, C.; MILANO, A.; RUSSO, U. (2006). «Influence of firing conditions on ceramic products: Experimental study on clay rich in organic matter». *Applied Clay Science*, 31, 1-15.
<<https://doi.org/10.1016/j.clay.2005.08.007>>
- MARTINEAU, R. (2000). *Poterie, techniques et sociétés. Études analytiques et expérimentales à Chalain et Clairvaux (Jura), entre 3200 et 2900 av. J.-C.* Tesis doctoral. Inédita. Université de Franche-Comté. Besançon (Francia).
- (2001). «La fabrication des poteries du groupe Clairvaux ancien (Jura, France), entre 3025 et 2980 avant J.-C. Expérimentations et analyses du façonnage et des traitements de surface». En: BOURGIGNON, L.; ORTEGA, I.; FRÈRE-SAUTOT, M. C. (eds.). *Préhistoire et approche expérimentale*, 173-185. Montagnac (Francia): Mergoïl Éditions.
- (2006). «Identification expérimentale des techniques de façonnage des poteries archéologiques». *Artisanats, sociétés et civilisations: hommage à Jean-Paul Thévenot: actes du colloque orga-*

- nisé par l'UMR 5594, Dijon et le Centre de Recherche et d'Etude du Patrimoine (CEREP), Sens, 2-3 avril 2003, 251-258. Dijon: RAE.*
- (2010). «Brunissage, polissage et degrés de séchage: un référentiel expérimental». *Les Nouvelles de l'Archéologie*, 119, 13-19.
- MARX, K.; ENGELS, F. (1988). *La ideología alemana*. Barcelona: Ed. L'Eina.
- MOITINHO, V.; BARCELÓ, J. (2012). «Understanding Visual Objects through Reverse Engineering». *Virtual Archaeological Review*, 3 (7), 14-17. <<https://doi.org/10.4995/var.2012.4372>>
- (2013). «Computer simulation of multidimensional archaeological artefacts». *Virtual Archaeological Review*. <http://www.varjournal.es/doc/varj04_009_31.pdf>. Consultado el 1-03-2019.
- MORGADO, A.; BAENA, J. (2011). «Experimentación, Arqueología experimental y experiencia del pasado en la Arqueología actual». En: MORGADO, A.; BAENA, J.; GARCÍA, D. (eds.). *La investigación experimental aplicada a la arqueología*, 21-28. Universidad de Granada/Universidad Autónoma de Madrid/Asociación Española de Arqueología Experimental.
- MOZOTA, M.; PALOMO, A.; CLEMENTE, I.; GIBAJA, J. (2017a). «Experimental program: Neolithic awls and spatulas». En: ALONSO, R.; CANALES, D.; BAENA, J. (eds.). *Playing with the Time. Experimental Archaeology and the Study of the Past*, 61-66. Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Madrid.
- MOZOTA, M.; DIEGO, M. DE; QUEVEDO, I.; GIBAJA, J. (2017b). «Nuevos aportes desde la experimentación al estudio funcional del utillaje óseo neolítico». *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 269-291.
- PIJOAN, J. (2001). «Experimentación en arqueología: reflexiones para una propuesta operativa y explicativa». *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social*, 4, 91-113. <https://doi.org/10.25267/Rev_atl-mediterr_prehist_arqueol_soc.2001.v4.04>
- ROUX, V. (2016). *Des céramiques et des hommes. Décoder les assemblages archéologiques*, 480. París: Presses Universitaires de Paris Nanterre.
- SKIBO, J. (1992). «Ethnoarchaeology, experimental archaeology and inference building in ceramic research». *Archaeologia Polona*, 30, 27-38. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1179-7_2>
- TERRADES, X.; CLEMENTE, I. (2001). «La experimentación como método de investigación científica: aplicación a la tecnología lítica». En: BOURGIGNON, L.; ORTEGA, I.; FRÈRE-SAUTOT, C. (eds.). *Préhistoire et approche expérimentale*, 89-94. Montagnac (Francia): Mergoïl Éditions.
- TIMSIT, D. (1997). «De la trace à l'action technique: essai d'identification des traitements de surface sur les céramiques modelées». *Estudis arqueològics i arqueomètrics. 5è Curs d'Arqueologia d'Andorra, 1997. 4t Congrés Europeu sobre Ceràmica Antiga*, 319-330. Andorra la Vella: Govern d'Andorra.
- VÁZQUEZ-VARELA, J. M. (2003). «Aproximación etnoarqueológica a la temperatura de cocción de la cerámica». *Gallaecia*, 22, 407-411.
- VIEUGUÉ, J.; GOMART, L.; SALANOVA, L. (2010). «Les estèques en céramique des potiers néolithiques de l'habitat de Kovacevo (6200-5500 av. J.-C.), Bulgarie». *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 107 (4), 709-723.
- VILA, A. (1981). «Estudi de les traces d'ús i desgast en els instruments de sílex». *Fonaments*, 2, 11-55.
- VILA, A.; CLEMENTE, I. (2001). «Reflexiones en torno al homenaje a S. A. Semenov». *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social*, 3, 345-354.