

LA INVESTIGACIÓN

Experimental

aplicada a la

ARQUEOLOGÍA

aplicada a la
ARQUEOLOGÍA

LA INVESTIGACIÓN *Experimental*



Antonio Morgado
Javier Baena Preysler
David García González
(e d i t o r e s)



Universidad de Granada
Departamento de Prehistoria y Arqueología



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE MADRID
Departamento de Prehistoria y Arqueología



Colaboran:



Esta obra ha sido cofinanciada además, por el proyecto del **Ministerio de Ciencia e Innovación**: *Algo más que bifaces*: hacia la definición técnica y tecnológica de los conjuntos líticos del Pleistoceno de la región de Madrid (proyecto HAR2010-20151).

© Producción editorial:
Antonio Morgado
Javier Baena Preysler
David García González

© Fotografías: Sus autores

© Textos: Sus autores

Primera edición: Octubre de 2011

Maquetación: Álvaro Sedeño Márquez

ISBN: 978-84-338-5337-0

Depósito Legal: MA 1885-2011

Impreso en Andalucía por Imprenta Galindo, SL (Ronda, Málaga)

Índice

	<i>Pág.</i>
• PRESENTACIÓN: Francisco CONTRERAS CORTES	15
• INTRODUCCIÓN: Antonio MORGADO, David GARCÍA GONZÁLEZ y Javier BAENA PREYSLER	17
• I. Experimentación, Arqueología experimental y experiencia del pasado en la Arqueología actual Antonio MORGADO y Javier BAENA PREYSLER	21
BLOQUE I: TECNOLOGÍA Y TRACEOLOGÍA LÍTICA PREHISTÓRICA Y SU EXPERIMENTACIÓN	29
• II. Las experimentaciones aplicadas a la tecnología lítica. Jacques PELEGRIN	31
• III. Reflexiones epistemológicas sobre Arqueología y tecnología lítica experimental. Hugo G. NAMI	37
• IV. Análisis tecnológico y esquemas diacríticos como medio de representación dinámico de la información obtenida a nivel experimental Daniel RUBIO GIL, Felipe CUARTERO MONTEAGUDO, Diego MARTÍN PUIG, Carmen MANZANO MOLINA y Javier BAENA PREYSLER	45
• V. Aproximación tecno-económica del debitage discoide de puntas pseudo levallois: el aporte de la experimentación Laurence BOURGUIGNON, Michel BRENET, Mila FOLGADO y Iluminada ORTEGA	53
• VI. Aptitudes y condicionantes en la utilización de percutores líticos: el ejemplo comparativo del yacimiento musteriense “El turó de la Bateria” (Girona-España) Rafel ROSILLO, Antoni PALOMO, Felipe CUARTERO y Juan Francisco GIBAJA	61
• VII. Las “bolas” o “boules de caliza” Musterienses : ¿percutores? El ejemplo del “fasonado” de las raederas bifaciales de quina de Chez-Pinaud (Jonzac, Francia) Morgan ROUSSEL, Laurence BOURGUIGNON y Marie SORESSI	69
• VIII. Elaboración de un protocolo de experimentación lítica para la comprensión de los comportamientos técnicos y tecno-económicos durante el Paleolítico Medio Michel BRENET, Mila FOLGADO, Laurence BOURGUIGNON y Iluminada ORTEGA	77
• IX. Approche expérimentale appliquée à l’étude des vestiges du Paléolithique supérieur de la vallée du Côa (Portugal) Thierry AUBRY, Jorge SAMPAIO y Luis LUIS	87
• X. Investigaciones actualístico-experimentales para aproximarse a la tecnología paleoindia: comparación de las secuencias de reducción folsom-lindenmeier y fell de la Patagonia Hugo G. NAMI	97
• XI. Observaciones experimentales sobre las puntas de proyectil fell de Sudamérica Hugo G. NAMI	105
• XII. Preliminary approach to the human behaviors of the early Holocene in south-east Asia: contextual experimentation on local materials Antony BOREL, Josep Maria VERGES, Andreu OLLE, Claire GAILLARD, François SEMAH, Marie-Hélène MONCEL, Truman SIMANJUNTAK y Robert SALA	113

	Pág.
• XIII. Análisis traceológico del utillaje lítico documentado en el asentamiento Neolítico de Zafrín (Islas Chafarinas). Configuración de un programa experimental dirigido al reconocimiento del uso de los perforadores. Juan Francisco GIBAJA, João MARREIROS, João CASCALHEIRA, Antoni PALOMO, Antonio F. CARVALHO y Manuel ROJO	123
• XIV. Tecnología para la elaboración de brazaletes líticos de sección plana en el Neolítico del sur de la Península Ibérica desde la experimentación Francisco MARTÍNEZ SEVILLA y Carlos MAESO TAVIRO	131
• XV. Experimentando con geométricos Juan F. GIBAJA, Antoni PALOMO y Josep ARMENGOL	141
• XVI. Experimentación e interpretación: El ejemplo de "La Figuereta". Un taller de puntas de flecha del Neolítico final localizado en el poblado de Les Jovades (Cocentaina, Alicante, España) Eduard FAUS TEROL	149
• XVII. Les haches polies de la Corse : données archéologiques appliquées à l'expérimentation Antonia COLONNA	157
• XVIII. Procesando pescado: reproducción de las huellas de uso en cuchillos de sílex experimentales Virginia GARCÍA DÍAZ y Ignacio CLEMENTE CONTE	163
• XIX. Análisis tecnológico del conjunto laminar de Cabezos Viejos (Archena, Murcia, España): una aproximación experimental Juan A. MARÍN DE ESPINOSA SÁNCHEZ, Carmen GUTIÉRREZ SÁEZ y Ignacio MARTÍN LERMA	171
• XX. El procesado de los cereales en Menorca (Islas Baleares, España) durante la Edad del Hierro. Una aproximación a partir de la etnología y la Arqueología experimental Antoni FERRER ROTGER	179
• XXI. Diagrama dinámico de secuencias de reducción: aproximación metodológica para el análisis de núcleos líticos y remontajes (DSR) Nuria CASTAÑEDA CLEMENTE	185
• XXII. Estudio experimental del substrato gestual previo a la adquisición de la tecnología lítica experimental Núria GERIBÁS ARMENGOL, Marina MOSQUERA MARTÍNEZ y Josep M ^a VERGÈS BOSCH	191
• XXIII. Análisis experimental de la variabilidad en la producción de lascas por parte de talladores actuales Marcos TERRADILLOS BERNAL y Rodrigo ALONSO ALCALDE	197
BLOQUE II: EXPERIMENTANDO CON OBJETOS BIÓTICOS Y REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS	203
• XXIV. Identificando estrategias de adquisición del combustible leñoso en antracología: ¿puede contribuir la experimentación a determinar el calibre de los carbones en contexto arqueológico? Julia CHRZAVZEZ, Auréade HENRY y Isabelle THÉRY-PARISOT con la colaboración de Alain CARRÉ y Claire DELHON	205
• XXV. La fabricación de soportes en asta de cérvido en el Auriñaciense. Una aproximación experimental para la comprensión del procedimiento de hendido en asta de ciervo José Miguel TEJERO, Marianne CHRISTENSEN y Pierre BODU	213

	Pág.
• XXVI. El empleo del utillaje óseo no elaborado en el tratamiento de pieles paleolítico. Un caso experimental Paula ORTEGA MARTÍNEZ	225
• XXVII. Los incisivos de castor utilizados como instrumentos de trabajo. Rastros de uso experimentales para una aplicación arqueológica: el caso de Zamostje 2 (Rusia) Ignacio CLEMENTE CONTE y V. Olga LOZOVSKA	231
• XXVIII. La Arqueología experimental como instrumento para la interpretación de las herramientas en asta de La Draga (Banyoles, Catalunya) Edgard CAMARÓS, María SAÑA, Àngel BOSCH, Antoni PALOMO y Josep TARRÚS	239
• XXIX. Análisis de los artefactos de madera del yacimiento Neolítico lacustre de La Draga. Aproximación experimental Antoni PALOMO, Raquel PIQUE, Oriol LOPEZ, Àngel BOSCH, Júlia CHINCHILLA y Josep TARRUS	245
• XXX. Complément d'expérimentation de fabrication d'éléments de parure en coquillages marins d'après les sites ateliers et les sources de matières premières dans l'Aude, sud de la France Paulette PAUC	255
• XXXI. Los adornos-colgantes en el Paleolítico superior: experimentación sobre las perforaciones en <i>Littorina obtusata</i> . Bárbara AVEZUELA ARISTU, Ignacio MARTÍN LERMA, Juan A. MARÍN DE ESPINOSA y Francisco J. MUÑOZ IBÁÑEZ	263
• XXXII. La atribución de la autoría a partir del análisis de la forma del dibujo figurativo paleolítico y experimental: aplicación de un modelo de escalamiento multidimensional Juan M. APELLÁNIZ CASTROVIEJO y Imanol AMAYRA CARO	271
• XXXIII. La forma del dibujo figurativo paleolítico a través de la experimentación: determinación de la validez de un modelo de análisis de la figura a través de la estadística y la psicología cognitiva Imanol AMAYRA CARO y Juan M. APELLÁNIZ CASTROVIEJO	279
BLOQUE III: EXPERIMENTACIÓN SOBRE ESTRUCTURAS ARQUITECTÓNICAS, LA FORMACIÓN DEL REGISTRO Y TAFONOMÍA	287
• XXXIV. Arqueología Experimental aplicada al urbanismo. Un procedimiento para trazar y orientar estructuras ortogonales en época romana Margarita ORFILA PONS	289
• XXXV. Experimentación sobre conservación de las materias primas empleadas en las estructuras constructivas del poblado de la Prehistoria Reciente del Centro Algaba Juan TERROBA VALADEZ, Francisco MORENO JIMENEZ, María SANCHA ELENA, José Carlos MORENO GONZÁLEZ y David GARCÍA GONZÁLEZ	299
• XXXVI. Experimentación en el almacenaje en silos en Sant Esteve de Olius (Solsonès, Lleida) David ASENSIO, Ramon CARDONA, Conxita FERRER, Jordi MORER, Josep POU y David TOUS	311
• XXXVII. Investigación y Arqueología experimental. La preparación de los adobes y otros elementos de barro en el yacimiento protohistórico del Puig Roig del Roget, el Masroig, Tarragona Margarida GENERA I MONELLS	319

	Pág.
• XXXVIII. La combustión del estiércol: aproximación experimental a la quema en montón de los residuos de redil Josep María VERGÈS BOSCH	325
• XXXIX. Missing: Un experimento a largo plazo para evaluar procesos tafonómicos ocurridos en yacimientos arqueológicos. Isabel CÁCERES, Marta FONTANALS, Josep M ^o VERGÈS, Ethel ALLUÉ, Diego E. ANGELUCCI, M ^a de Lluç BENÑASAR, Dan CABANES, Itxaso EUBA, M ^a Isabel EXPÓSITO, Ana GARCÍA y Patricia MARTÍN	331
• XL. Aproximación experimental al procesado de carcasas de lepóridos durante el Epipaleolítico. El caso de la Balma del Gai (Moia, provincia de Barcelona, España) Lluís LLOVERAS, Marta MORENO-GARCÍA, Jordi NADAL, Pilar GARCÍA ARGÜELLES y Alicia ESTRADA	337
• XLI. Creación de un referente experimental para el estudio de las alteraciones causadas por dientes humanos sobre huesos de conejo Alfred SANCHIS SERRA, Juan Vicente MORALES PÉREZ y Manuel PÉREZ RIPOLL	343
• XLII. Experimentando con lobos; secuencia de acceso, consumo y dispersión de una carcasa de équido en la Sierra de la Culebra, Zamora (Península Ibérica) Montserrat ESTEBAN-NADAL, Isabel CÁCERES y Carlos TARAZONA	351
• XLIII. Tafonomía experimental aplicada à Antropología Forense: implicações para a compreensão dos registos arqueológicos Maria Teresa FERREIRA y Eugénia CUNHA	357
BLOQUE IV: TECNOLOGÍA CERÁMICA Y METALÚRGICA EXPERIMENTALES	363
• XLIV. La policromía de las terracotas arquitectónicas en época romana y su experimentación arqueológica María Luisa RAMOS	365
• XLV. Áreas fuente de arcilla: estudio analítico y experimental Daniel ALBERO SANTACREU y Jaume GARCÍA ROSSELLÓ	371
• XLVI. Identificación de agregados líquidos en pastas cerámicas Aixa SOLANGE VIDAL	377
• XLVII. Áreas fuente de arcilla. Identificación y análisis de plasticidad Jaume GARCÍA ROSSELLÓ y Daniel ALBERO SANTACREU	385
• XLVIII. Para aprender no hay edad: irregularidades frecuentes en la cerámica realizada por aprendices adultos. Aixà SOLANGE VIDAL	393
• XLIX. No todo es lo que parece: Reproducción experimental de matrices decorativas cerámicas documentadas en el Neolítico Antiguo. Olga GÓMEZ PÉREZ	401
• L. La producción alfarera prehistórica en la Serranía de Ronda (Málaga, España). Experimentación con materias primas locales y temperaturas de cocción Berna PADIAL, Pedro AGUAYO y Francisco MORENO	409

	Pág.
• LI. Reproducir la cerámica ibérica: un nuevo reto de Arqueología experimental Ramón CARDONA, Jordi CHOREN, Mireia CRESPO, José Miguel GALLEGÓ y Josep POU	417
• LII. Investigación y Arqueología experimental. Una aproximación al repertorio ceramológico del yacimiento protohistórico del Puig Roig del Roget, el Masroig, Tarragona Margarida GENERA I MONELLS	425
• LIII. Fabricación de alfares en el ámbito de la Bahía de Cádiz (España) Rita BENÍTEZ MOTA, Pedro Luís RUIZ MACÍAS, M ^a José TORREJÓN GARCÍA, Sebastián BAYÓN JORDÁN y Francisco Javier RAMÍREZ MUÑOZ	431
• LIV. Aportación experimental al proceso técnico de la vasija de reducción durante el Calcolítico en el sur de la Península Ibérica Alberto OBÓN, Abel BERDEJO, Francisco MORENO JIMÉNEZ, Juan TERROBA VALADEZ, Antonio MORGADO, José Antonio LOZANO, David GARCÍA GONZÁLEZ, Hugo AVALOS y Pablo GILOLMO	439
• LV. Experimentando con metales. La funcionalidad en arqueometalurgia Carmen GUTIÉRREZ, Ignacio MARTÍN, Charles BASHORE y Álvaro SIMÓN	447
• LVI. Fundición experimental de cascabeles prehispánicos. Análisis del trabajo de S. Long Raúl YBARRA	453
BLOQUE V: LA EXPERIMENTACIÓN DEL PASADO APLICADA A LA DIDÁCTICA Y EL PATRIMONIO HISTÓRICO	459
• LVII. Parque Arqueológico do Vale do Côa: entre os dados da experimentação arqueológica e o público Jorge D. SAMPAIO y Thierry AUBRY	461
• LVIII. Talleres de Arqueología experimental sobre téglulas, ímbrices y antefijas en las termas romanas de San Juan de Maliaño (Camargo, Cantabria, España) María Luisa RAMOS, María LACAL RUIZ y María José ÁLCEGA MARTÍNEZ	469
• LIX. 10 ans d'Archéologie expérimentale en relation avec les publics: habitat néolithique, atelier de coroplaste gallo-romain François MOSER	475
• LX. La feria de la prehistoria en Cáceres (España): una propuesta didáctica Nova BARRERO, Antoni CANALS, Abel MORCILLO y Luna PEÑA	483
• LXI. ERA: una década trabajando por la difusión. Rita BENÍTEZ MOTA	489
• LXII. Parque arqueológico Cella vinaria (Teià, Maresme, Barcelona): un gran laboratorio de Arqueología experimental Antoni MARTÍN I OLIVERAS	493
Lista de Autores	503

Experimentando con metales. La funcionalidad en arqueometalurgia

Carmen GUTIÉRREZ*, Ignacio MARTÍN**, Charles BASHORE* y Álvaro SIMÓN*

* Dpto. de Prehistoria y Arqueología. Universidad Autónoma de Madrid.

** Dpto. de Prehistoria y Arqueología. UNED.

Resumen

Presentamos en este trabajo un balance de los experimentos sobre funcionalidad de los instrumentos metálicos, desarrollados a lo largo de los últimos años en la Universidad Autónoma de Madrid. En él insistimos

en la necesidad de precisar el protocolo experimental así como evaluar las aportaciones reales que este tipo de procedimientos proporciona a la comprensión del pasado.

Palabras clave: Metalurgia, Arqueología experimental, Traceología, Prehistoria.

Abstract

In this paper we present a balance of the experiments about metallic tools functionality that have been undertaken during the last few years at the Universidad Autónoma de Madrid.

We insist on the necessity to precise the experimental protocol and evaluate the real contribution that this type of procedures can provide to the comprehension of the past.

Key words: Metallurgy, Experimental archaeology, Traceology, Prehistory.

Introducción

Desde el año 2002 hemos venido desarrollando en la Universidad Autónoma de Madrid una nueva línea de trabajo que aplica la Traceología al material metálico prehistórico. Fruto de este proceso son las publicaciones presentadas en diferentes congresos y revistas¹. El objetivo principal ha sido acercarnos a la comprensión de la funcionalidad a este tipo de material, en el que el uso principal ha sido asumido generalmente a partir de la clasificación tipológica (Fernández Manzano y Montero 2001).

El paso de la Traceología lítica a la metálica conlleva una serie de problemas que han dificultado el pleno desarrollo

de esta línea de investigación. Podemos resumir estos inconvenientes en los siguientes aspectos. La infraestructura y los conocimientos técnicos para desarrollar la experimentación son más costosos que en otras materias; en este sentido, los procesos tecnológicos añaden sus propias trazas a las que se superpondrán las de uso. En segundo lugar la presencia mayoritaria de corrosiones y la necesidad de procesos de restauración y consolidación no nos permiten acceder a la superficie original donde poder discriminar siempre las causas de cada tipo de huellas. Por otra parte, esta investigación se tiene que ceñir, por necesidad, a las materias de base cobre, puesto que aquellas de hierro se ven demasiado dañadas por la oxidación. ▶

¹ Badal, et al 2005; Gutiérrez Sáez 2002; Gutiérrez Sáez et al 2005, 2008, e.p.; Gutiérrez y Soriano 2008, Soriano y Gutiérrez e.p.

La experimentación con metal

Entendemos por experimentación en Traceología el método en que diversas materias físicas interactúan entre sí generando unas trazas características de cada conjunción de variables. Para ello es necesario diseñar un protocolo experimental donde cada uno de los factores que intervienen en el proceso esté claramente definido. La finalidad de este protocolo es proporcionar una colección experimental que nos sirva de referencia para el estudio del material arqueológico. La compresión, en términos funcionales, de este material arqueológico debe de proporcionar respuestas que solventen cuestiones concretas. Muy diferente es el objetivo de las recreaciones, donde los procesos de manufactura no tienen que estar tan claramente especificados y cuya finalidad es generalmente la didáctica.

Los factores en juego se denominan variables y se clasifican en independientes y dependientes. Las primeras están constituidas por aquellos elementos que participan en la experimentación mientras que las dependientes son las propias huellas.

Variables independientes

Dentro de la experimentación en metal se tienen en cuenta la materia prima, los procesos de trabajo, los útiles, las acciones, las materias trabajadas y el tiempo de uso.

La materia prima seleccionada, hasta el momento, en los experimentos se ha centrado en cobre puro y cobre con estaño en distintas proporciones (5% y 15%). Los procesos de trabajo emprendidos han sido forja en frío, forja en caliente, fundido, recocido y limado. La variación tanto de las materias primas como de los procesos de trabajo proporciona distintos grados de elasticidad, tenacidad y dureza-fragilidad e implica cambios en las respuestas del instrumento ante el uso. Estos aspectos son bien conocidos gracias al empleo de diversas técnicas analíticas y metalográficas, aplicadas tanto al material arqueológico como al experimental.

Los útiles empleados en la prehistoria reciente son muy variados, por ello hemos hecho una selección básica que se irá ampliando con el tiempo. En ella hemos incluido punzones, sierras, cuchillos-puñal y hachas planas, piezas todas presentes en el registro arqueológico desde el Calcolítico al Bronce pleno peninsular. Las acciones realizadas con este instrumental son cortar, serrar, grabar, perforar y talar. Cada una de las acciones está definida por una conjunción de subvariables específicas (Gutiérrez y Soriano 2008). Finalmente decidimos limitar el tiempo de uso a una hora en el grueso de los experimentos, a excepción de un programa específico en el que diversas piezas se utilizaron dos horas a modo de control (Soriano y Gutiérrez e.p.).

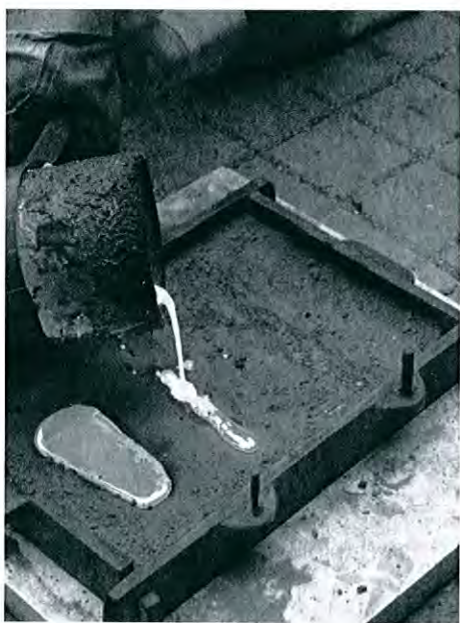


Figura 1. Vertido de cobre fundido y molde de arena

Por último debemos de precisar que hemos optado por emplear unos instrumentos metalúrgicos actuales: fragua con motor, yunque y juegos de sierras, limas y martillos de metal. Nuestro objetivo básico es, por el momento, ver la variación de las huellas según la interacción de los distintos elementos. Más adelante será preciso llevar a cabo un nuevo programa con instrumentos de producción que repliquen los originales.

Los experimentos

Los programas experimentales llevados a cabo hasta el momento han sido ya publicados anteriormente (Gutiérrez y Soriano 2008), a ellos remitimos para mostrar el diseño de un protocolo experimental. Nos parece importante comentar algunos de los problemas surgidos en los experimentos de metalurgia. Entre ellos, por ejemplo, el suministro de metal. La imposibilidad de encontrar en el mercado bronce de aleaciones específicas nos obligó a producir nuestros propios bronce a partir de cobre puro y estaño en polvo. Por otra parte, no siempre ha sido fácil alcanzar la temperatura de fundición que requiere el cobre -1.083°- debido, sobre todo, a combustibles poco adecuados. Pero uno de los principales obstáculos con que nos hemos encontrado ha sido el tema de los moldes. Hemos fabricado moldes en arcilla cruda, arcilla refractaria cocida y arenisca, todos ellos se acababan rompiendo después de unos pocos vertidos. La solución la encontramos en el uso de arena de fundición, que retiene bien el metal y puede moldearse para cada ocasión.

Con estas circunstancias, algunas de las piezas fundidas no han podido ser aprovechadas, ya que han quedado inutilizadas en la forja posterior debido a la presencia de burbujas y fisuras internas. Sin embargo, estos obstáculos han contribuido, sin duda, a una mayor formación a lo largo de la experimentación.

Variables dependientes: las huellas de uso

Como se ha citado anteriormente, cada conjunción específica de variables independientes genera una serie de variables dependientes, las conocidas como huellas de uso. En el campo del metal, así como en los de materias óseas y piedras pulimentadas, los procesos de manufactura exigen un fuerte pulido final para procurar el acabado de las piezas. Este proceso, ausente en la talla lítica, produce un amplio campo de huellas tecnológicas sobre las que se superpondrán las de uso y que no siempre es posible discernir. Por ello, el repertorio de huellas que podemos encontrar sobre estos útiles puede deberse a cualquiera de estas dos causas,

añadiéndose, en el metal, las trazas producidas durante los procesos de limpieza y restauración, así como aquellas derivadas de los procesos postdeposicionales.

En general podemos identificar tres grandes grupos de huellas, aunque no todos tienen la misma capacidad a la hora de diagnosticar las variables independientes que las han causado (materia trabajada, acción, proceso tecnológico...).

El primer grupo es el de las deformaciones mecánicas tales como depresiones bien de carácter amplio o de tipo lineal, que nos indican la existencia de algunas modalidades de trabajo (fisuras e incisiones) y la dirección del instrumento durante el uso (estrías). Un segundo tipo de alteraciones mecánicas afectan, sobre todo, a los filos activos e implican su deformación (muescas y rebordes) o, incluso, su rotura. En este caso, son equivalentes a los llamados desconchados sobre útiles líticos, y, como ellos, tienen escasa capacidad diagnóstica, especialmente cuando aparecen de forma aislada.

Dentro del segundo grupo, deformaciones físico-químicas, encontramos dos tipos de trazas muy diferentes. Por una parte el pulimento, huella fundamental para identificar la materia trabajada, pero a la que no siempre es posible acceder en las piezas metálicas arqueológicas porque suele quedar oculta por las corrosiones. Un segundo tipo lo forman las propias corrosiones, que suponen una alteración de las piezas que puede llegar a eliminar el núcleo metálico en su caso más extremo. Hay que distinguir entre corrosiones propias del metal y otras debidas a agentes externos. Entre las primeras destaca la tenorita, que se desarrolla desde la creación del objeto metálico en su intento por regresar a su estado mineral inicial. En los objetos experimentales hemos podido observar que, debido a la eliminación de la capa de tenorita por la fricción producida durante el uso, se originan huellas como las bandas de lustre y las alteraciones diferenciales. Otra cuestión es poder determinar estas huellas sobre objetos arqueológicos, donde el desarrollo de la tenorita es tan pronunciado que impide la identificación de dichas trazas. Además, sobre las piezas metálicas, es común encontrar un conjunto de alteraciones originadas generalmente durante el proceso postdeposicional.

Finalmente, en circunstancias excepcionales, es posible detectar residuos adheridos a la pieza que nos ofrecen una información de primera mano sobre aspectos como enmangamiento y recubrimiento. Es el caso de restos de fibra de lino encontrados en varios puñales argáricos y conservados gracias a los procesos de mineralización citados (Alfaro Giner 1984; Badal *et al* 2005). ▶

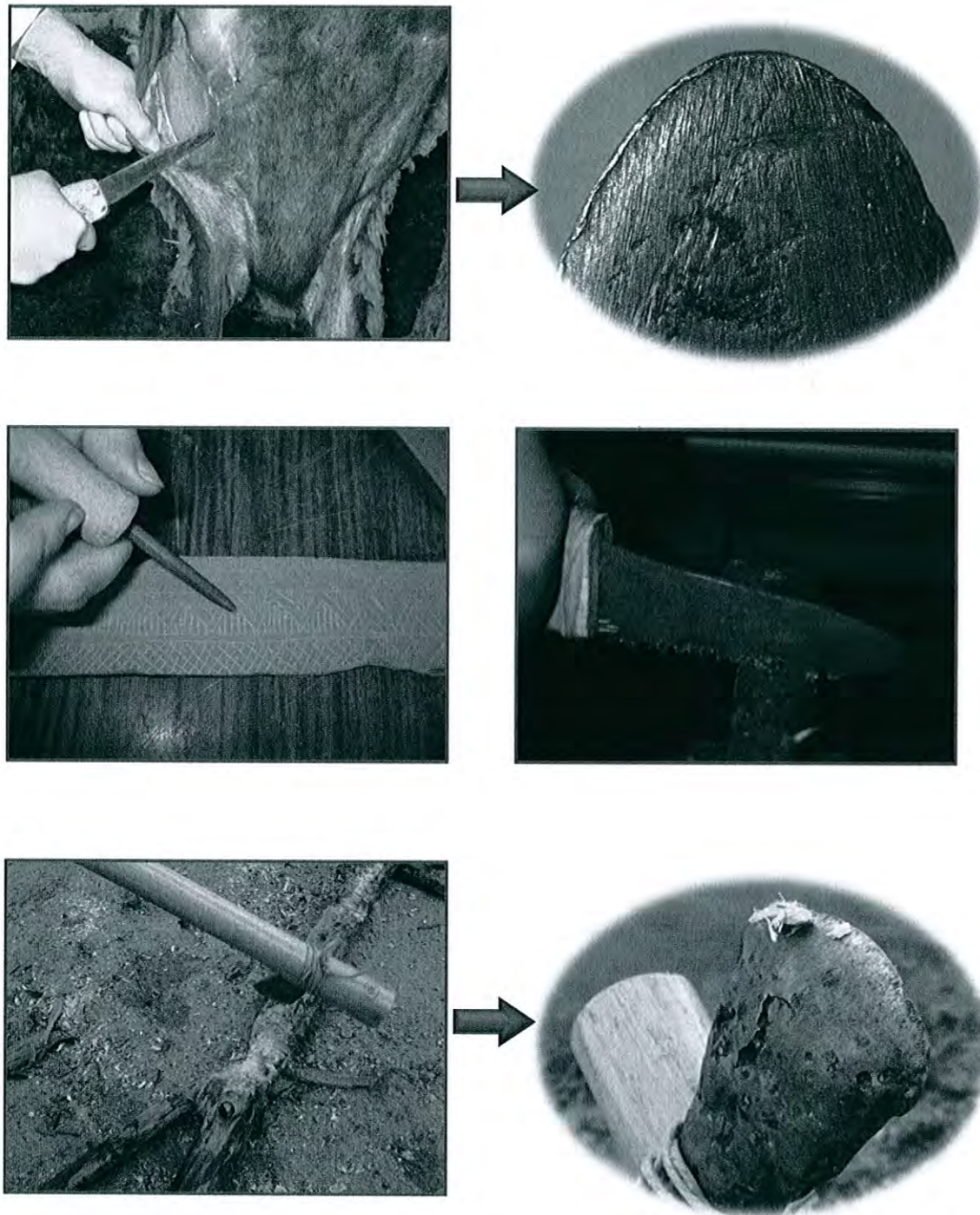


Figura 2. Funcionalidad de las piezas metálicas y huellas de uso

Resultados

Los resultados obtenidos hasta el momento van en relación a la serie de objetivos propuestos a lo largo del tiempo. Viniendo del campo de la Traceología lítica, inicialmente tratábamos de conocer qué tipo de huellas podían desarrollarse en el metal. En este sentido, el primer programa fue de tipo general. Sobre estas piezas obtuvimos un muestrario de las huellas más características, citadas anteriormente. A partir de esta base, nuestra finalidad era tratar de precisar el comportamiento de variables fundamentales como la materia prima y los procesos

de manufactura del metal, dado que, como ya hemos mencionado, ambos aspectos determinan las propiedades mecánicas del objeto metálico.

Para este segundo objetivo, diseñamos un pequeño programa experimental que nos permitió comprobar la variación en el registro de huellas en función de los distintos metales empleados (Soriano y Gutiérrez e.p.). En la actualidad, tratamos de definir el papel que los diferentes procesos de trabajo pudieran tener en la génesis de las trazas.

Conclusiones

A modo de reflexión final, creemos conveniente apuntar que somos conscientes de las limitaciones que esta disciplina presenta. Fundamentalmente señalaríamos la gran cantidad de variables independientes a contrastar. Una vez sentadas las bases concernientes a la elaboración del objeto, es preciso ir ampliando nuestro conocimiento a base de programas controlados dedicados expresamente a comprender el comportamiento del trabajo de una gama más amplia de útiles metálicos (herramientas y armas), utilizados sobre diversas materias primas y acciones.

Otro gran campo de investigación tiene que centrarse, necesariamente, en el problema de las corrosiones. Es conocido que la práctica totalidad de piezas metálicas que se recuperan en el registro arqueológico están afectadas por algún tipo de alteración. Obviando aquellas que son prácticamente irrecuperables para la investigación es posible

actuar sobre el resto. En primer lugar, dando una llamada de atención a los restauradores para que traten de documentar todo el proceso de restauración y limpieza, tanto en los elementos que eliminan como en aquellos otros que añaden (por ejemplo, distintos tipos de estrías). Por nuestra parte, profundizando en el estudio de estos procesos que se inician con la elaboración de la pieza, como la tenorita, y se agudizan, en el caso de contacto con algunas materias trabajadas.

La consecución de estos logros a partir de la base experimental tiene como fin poder determinar la funcionalidad del material metálico prehistórico, por el momento no en términos de una lectura exhaustiva, dado que las huellas más diagnósticas son problemáticas en nuestro caso pero, al menos, que nos permita acercarnos a comprobar si la pieza fue usada y evaluar su potencial funcional. ■

Agradecimientos

Este trabajo comenzó a realizarse gracias a la concesión del Proyecto 06/0133/2002: *Traceología sobre material metálico. Metodología de estudio y aplicación a instrumentos metálicos del Museo Arqueológico Nacional*, concedido por la Comunidad de Madrid.

Igualmente nuestro agradecimiento a todos los alumnos que han colaborado a lo largo de la experimentación: Gregorio

Almodóvar, Claudia Alonso, Pablo Alonso, Sonia Alonso-Rodríguez, Cristina Arias, José Manuel Arribas, Rafael Blanco, Carlos Campayo, Virginia Gutiérrez, Rubén Hernández, Abel Jiménez, Eloy Jiménez, Alba López, Gregorio Manglano, Carolina Martín, Sergio Martín, Francisco Murcia, Olga de Miguel, Nieves Mora, Javier Muñoz, Andrés Nicolás, Juan Sampedro, Helena Sanz e Isabel Serrano.

Bibliografía

ALFARO GINER, C. (1984): *Tejido y cestería en la Península Ibérica*. Bibliotheca Praehistorica Hispana XXI. Madrid.

BADAL, E.; GUTIÉRREZ, C.; CABRERA, A.; CORTÉS, M.; SIMÓN, M.D.; PARDO, A.I.; SÁNCHEZ, A.; GÓMEZ, M.J. (2005):

"Evidencias de materias orgánicas en instrumentos metálicos del Calcolítico y Edad del Bronce andaluces". En J. Molera; J. Farjás.; P. Roura.; T. Pradell. (eds.): *Avances en Arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*: 229-239. ▶

► FERNÁNDEZ MANZANO, J.; MONTERO RUIZ, I. (2001): "El estudio de la metalurgia: una historia de frustraciones y aciertos". En M.L. Ruiz-Gálvez Priego (ed.): *La Edad del Bronce, ¿Primera Edad de Oro de España?*: 31-54.

GUTIÉRREZ SÁEZ, C. (2002): "Traceología aplicada al material metálico: límites y posibilidades". En I. Clemente.; R. Risch; J.F. Gibaja. (eds.): *Análisis funcional. Su aplicación al estudio de las sociedades prehistóricas. I Congreso Peninsular de Análisis Funcional*. Barcelona. BAR International Series 1073: 261-272.

GUTIÉRREZ SÁEZ, C.; ALONSO HERRERO, P.; ARIAS JORDÁN, C.; CAMPAYO GARCÍA, C.; GARCÍA MOLDES, A.; JIMÉNEZ ARÉS, E.; MÁRQUEZ GONZÁLEZ, R.; MARTÍN BLANCO, C.; MONTERO RUIZ, I.; MURCIA MUÑOZ, F.; ROVIRA LLORENS, S.; SERRANO GÓMEZ, I. (e.p.): *Arqueometalurgia experimental y funcionalidad. Las huellas de uso*. V Congreso de Arqueología Peninsular. Faro (Portugal).

GUTIÉRREZ SÁEZ, C.; GARCÍA MOLDES, A.; JIMÉNEZ ARÉS, E.; MÁRQUEZ GONZÁLEZ, R.; CAMPAYO GARCÍA, C. (2008): "Microwear analysis and metal tools. The study of use wear traces and the contribution to the understanding of protohistoric societies". En L. Longo.; N. Skakun (eds.): *Prehistoric Technology 40 Years Later: Functional Studies and the Russian Legacy*. BAR International Series 1783: 471-474

GUTIÉRREZ SÁEZ, C.; SORIANO LLOPIS, I. (2008): "La funcionalidad sobre material metálico. Bases y aplicaciones de estudio". En S. Rovira Llorens.; M. García-Heras.; M. Gener Moret. I. Montero Ruiz (eds.): *Actas del VII Congreso Ibérico de Arqueometría*: 432-447. Madrid.

GUTIÉRREZ, C.; MÁRQUEZ, R.; MARTÍN, C.; ALONSO, P.; JIMÉNEZ, E.; CAMPAYO, C.; GARCÍA, A.N.; MURCIA, F.; SERRANO, I.; ARIAS, C.; PARDO, A.I. (2005): "Arqueometalurgia y funcionalidad: una nueva aproximación al estudio de los metales en la Prehistoria". En O. Pucho Riart.; M. Ayarzagüena Sanz (eds.): *II Simposio sobre Minería y Metalurgia Históricas en el Sudoeste Europeo*: 107-113. Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas, Instituto Geológico y Minero de España, Excmo. Ayuntamiento de Ciempozuelos. Madrid.

KIENLIN, T. L.; OTTAWAY, B. S. (1998) "A flanged axes of the North-Alpine Region: an assesment of the possibilities of use-wear analysis on metal artefacts". En C. Mordant.; M. Pernot.; V. Rychner. (eds.): *L'atelier du bronzier en Europe du XX^e au VIII^e siècle avant notre ère*. Paris, CTHS

OTTAWAY, B.; ROBERTS, B. (2003): "The use and significance of socketed axes during Late Bronze Age". *European Journal of Archaeology*, 6.2: 119-140.

VIVET, J-B. (1997): "Un exemple d'analyse tracéologique sur bronzes: les haches du dépôt de Tréboul. Éléments d'interprétation". En M-Ch. Frère-Sautot. (dir.): *Paléometallurgie des cuivres*. Monographies Instrumentum 5: 173-178.

SORIANO, I.; GUTIÉRREZ, C. (e.p.): "Use-wear analysis on metal: the raw material and metallurgical work process influence". En *Archaeometallurgy in Europe 2007*. Publicación en CD. Ed. Associazione Italiana di Metallurgia.

- LVI -

Fundición experimental de cascabeles prehispánicos. Análisis del trabajo de S. Long

Raúl YBARRA

Resumen: La técnica de fundición de joyería a la cera perdida se inició en América en la región de Perú alrededor del año 1000 a.C. para llegar por vía marítima o terrestre a Mesoamérica entre los años 600 a 800 d.C., a través de intercambios comerciales entre los distintos pueblos indígenas de Costa Rica y Mesoamérica.

La información que se posee en la actualidad sobre estos métodos antiguos de elaboración de joyería es básicamente la registrada en el Códice Florentino por Fray Bernardino de Sahagún (1548 - 1561). A pesar de los detalles contenidos en dicho documento, estos no cuentan con la información técnica suficiente que permitan la reproducción de dichos procesos. El único trabajo experimental publicado sobre la técnica de fundición prehispánica fue realizado en 1964 por Stanley Long quien hace un estudio para reproducir cascabeles. A partir de entonces, este trabajo ha servido como referencia bibliográfica para innumerables artículos de arqueología que tratan el tema de la metalurgia en la América Precolombina.

Palabras clave: Arqueología experimental, instrumentos musicales, cascabeles, metalurgia, metales, joyería, oro, plata, cera perdida, fundición.

Abstract: In the Americas, use of the lost-wax technique in jewelry-making began in the region of Peru around 1000 B.C. and, by approximately 600-to-800 A.D., had spread to Mesoamerica through commercial exchanges, following land or sea routes, among different indigenous peoples in Costa Rica and Mesoamerica.

Most of the information currently available on ancient methods of jewelry production comes from the Florentine Codex (Códice Florentino) written by Fray Bernardino de Sahagún (1548-1561). Though it contains considerable technical detail, the information in that document has proven insufficient to allow the modern researcher to successfully replicate the processes involved. The only published experimental work on Prehispanic casting techniques appeared in 1964, by Stanley Long, who conducted a study designed to reproduce bells based on that ancient source. Ever since, his research has stood as a primary bibliographical referent for innumerable articles in the field of archaeology that deal with the topic of metallurgy in Precolombian America.

Key words: Experimental archaeology, musical instruments, bells, metallurgy, metals, jewelry, gold, silver, lost-wax, casting. ►

Long interpreta los escritos del Códice Florentino para la elaboración de los moldes de barro, como sistemas cerrados de fundición en donde el diseño de cera, los canales de fundición y ventilación, el crisol y el metal que va a ser fundido, se encuentran en el interior de un molde único. Esta forma de elaboración de moldes no permite la explicación de diversos factores técnicos que son importantes en el proceso de fundición.

El objetivo del presente trabajo, es comparar el método de trabajo usado por Long en 1964, con el proceso de fundición desarrollado en nuestro laboratorio, el cual consiste en una interpretación diferente del Códice Florentino ya que se utiliza un sistema separado y abierto de molde y crisol, así como la forma de fundición del metal, el cual se realizó soplando aire por un cañuto de metal a las brazas de carbón, que es más apegado a lo descrito por las referencias bibliográficas de la época. Así mismo, se apoyó el trabajo experimental con observaciones morfológicas de cascabeles originales prehispánicos, lo cual permitió la obtención de piezas similares a las mostradas en los museos.

According to Long's interpretation of passages in the Florentine Codex on the production of clay molds, the process was based on closed casting systems in which the original wax design, the casting and ventilation channels, the crucible, and the metal that was to be melted, were all placed inside one sole mold. However, this form of elaborating molds does not allow us to explain a series of technical factors that are key to the casting process as a whole.

The objective of this study is to compare the method of elaboration that Long followed in his 1964 study with the casting process developed in our laboratory, based on a distinct interpretation of the Florentine Codex. Our approach utilizes a separate, open mold and crucible, and a distinct method of casting the metal that involves blowing air on the charcoal embers through a metal tube. Not only is this procedure much more similar to the method described in bibliographic sources from the epoch, it is also supported by extensive experimental work and detailed observations of the morphological characteristics of original Prehispanic bells from archaeological sites. Using it, Raul Ybarra has succeeded in producing pieces similar to those on display in museums.