

## EL CASO DE LA CERA PERDIDA. METALURGIA PREHISPANICA Y RECURSOS EN EL VALLE DE YOCAVIL

Luis R. González (\*)

*-Tiene usted razón, Watson. El Destripador  
puede muy bien ser una mujer.*

*Ellery Queen*

### RESUMEN

*La evidencia arqueológica procedente del sector sur del valle de Yocavil indica que los artesanos prehispánicos utilizaron, entre otros métodos, la fundición por cera perdida en la manufactura de objetos metálicos. La escasez en el empleo de esta técnica en algunas regiones andinas ha sido explicada a partir de la ausencia de ambientes adecuados para la vida de las meliponas, abejas consideradas como exclusivas proveedoras de la cera necesaria para la confección de modelos. Teniendo en cuenta que en el valle de Yocavil tampoco se presentaron las condiciones ideales para la presencia de estos insectos, se sostiene que los artesanos contaban con fuentes alternativas para la obtención de la cera. En tal sentido, se enfatiza la posibilidad de aprovechamiento del retamo, vegetal de amplia disponibilidad en la región, habiéndose implementado una fundición experimental para observar el comportamiento de su cera en esta particular tecnología.*

### ABSTRACT

*The archaeological evidence from the southern portion of the Yocavil Valley indicates that pre-Hispanic craftsmen utilized, among other methods, lost-wax casting in the manufacture of metal objects. The rareness in the use of this technique in some Andean regions has been explained by the absence of environments which are adequate for the life of stingless bees, considered the exclusive providers of the necessary wax for the manufacture of models. Taking into account that in the Yocavil Valley ideal conditions for these insects were not present, it is supported that the artisans had alternative sources of wax. To this effect, the possibility of the use of the "retamo", a plant of broad availability in the region, is emphasized. An experimental foundry was implemented for the purpose of observing the behavior of its wax in this special technology.*

(\*) Museo Etnográfico, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

## INTRODUCCION

Una de las técnicas más sofisticadas para la manufactura de objetos metálicos en la América prehispánica fue la que se dio en llamar fundición a la cera perdida. A través de ella, las cualidades plásticas del metal fueron aprovechadas al máximo, conformándose objetos que produjeron admiración a los conquistadores europeos y, mucho más tarde, a los investigadores que se ocuparon de la metalurgia andina y mesoamericana. Mas allá de lo estético, un análisis detenido de las múltiples y cuidadosas operaciones que debían realizarse para obtener una pieza permite identificar al quizá más contundente ejemplo del grado de especialización artesanal que requería la producción metalúrgica. Al mismo tiempo, se perfilan algunos interrogantes cuya resolución puede resultar de interés a la hora de encarar el estudio de la organización de esta producción en una región y época determinadas.

Las excavaciones realizadas en el Sitio 15 de Rincón Chico, valle de Yocavil, al noreste de la provincia de Catamarca (ver Tarragó 1987,1988; L. R. González y M. A. González 1991; L. R. González 1992) condujeron al hallazgo de un contexto de actividades metalúrgicas caracterizado por la presencia de estructuras de combustión con evidencias de haber generado temperaturas superiores a los 1000° C, escorias del tipo fayalita y numerosos restos de crisoles y moldes de colada. Dicho contexto fue interpretado como perteneciente a un taller especializado, en el cual se refinaba cobre metálico obtenido masivamente en otro lugar, refundiéndolo en crisoles de baja capacidad calentados en fogones de tiro forzado. Se manufacturaban, además, objetos cuyas características no pueden ser, por ahora, determinadas fehacientemente. La recuperación de considerable cantidad de fragmentos de moldes de cera perdida, entre los que merecen citarse un conjunto que corresponde a una boca de vaciado y un canal de ventilación, indica que este era uno de los métodos utilizados por los artesanos del lugar. Tal práctica no es incongruente con el registro de objetos metálicos recuperados en la región a lo largo de los años, casi todos provenientes de excavaciones clandestinas. Muchos de ellos, en efecto, presentan características que sugieren haber sido formatizados, total o parcialmente, mediante colada por cera perdida.

El presente artículo se orienta a explorar un aspecto poco atendido relacionado con esta técnica: el aprovisionamiento de la materia prima fundamental para la realización de los modelos a fundir, es decir, la cera. De la investigación y los experimentos realizados surgen implicaciones que pueden ser relevantes para la consideración de la organización de la producción metalúrgica en la región meridional del valle de Yocavil.

## ALGUNOS ANTECEDENTES

Una manera sencilla para manufacturar una pieza metálica consiste en proporcionar al metal o aleación en estado líquido (es decir, fundido) un recipiente adecuado para su solidificación. Cuando ésta tiene lugar, el metal reproduce la forma interior de este recipiente, comúnmente llamado molde. La sencillez en los vericuetos de la cavidad del molde se relaciona con la sencillez morfológica de la pieza pretendida. A medida que la complejidad en los volúmenes del objeto deseado aumenta, los moldes deben adecuar su diseño a estas complicaciones. A los fines de brindar más de una superficie con detalles para las piezas coladas y permitir la posterior extracción de las mismas, los moldes pueden dividirse en secciones desmontables. Pero, como es de imaginar, esta división en secciones tiene límites operativos y funcionales. Dicho de otra forma, la cantidad de partes en las que puede dividirse un molde es inversamente proporcional a la dificultad de trabajar con ellas y a la calidad de la colada del objeto.

Determinadas piezas metálicas pueden requerir muchos y muy precisos detalles o conformar una topografía demasiado tortuosa o ajustarse a determinadas normas (como, por ejemplo, ser huecos, cuestión de importancia para ahorrar material cuando se está trabajando con metales preciosos o escasos). Estas exigencias no siempre pueden cumplirse adecuadamente colando en moldes tradicionales (sobre moldes ver, entre otros, Coghlan 1975; Tylecote 1987; McCreight 1991; Bayley 1991). Una de las soluciones prehispánicas para la ejecución de estos objetos "difíciles" fue encarar su manufactura por partes, las que luego eran unidas por diversas formas de soldadura (ver Lechtman *et al* 1975; Lechtman 1980, 1986, 1991). Otra fue utilizar la técnica de la cera perdida, la cual tiene la ventaja de adecuarse a la fabricación de objetos sumamente complicados en una sola pieza. Por supuesto, nada impide que el objeto así colado pueda constituir parte de uno mayor, al que luego se unirá, por ejemplo, mediante una soldadura. Esto parece haber ocurrido, de hecho, con muchos tumis incaicos, cuyos mangos presentan figurillas antropo o zoomorfas realizadas por cera perdida y luego unidas al resto de la pieza, conformada según otro procedimiento.

El uso de la cera perdida acredita una larga historia y una amplia distribución. Feinberg (1983) indica que fue en el Antiguo Egipto e India donde comenzó la práctica (ver Pons Mellado 1990; Lamberg Karlovsky 1967), alcanzándose suprema maestría en China y Japón. También se utilizó profusamente en Nepal, Africa, Cercano Oriente, la Grecia Clásica y la Roma Imperial (ver, entre otros, Cline 1937; Fagg y Underwood 1949; Smith 1965; Tylecote 1979). Los joyeros y escultores del Renacimiento Italiano le dedicaron preferente atención y, en el siglo XV, el famoso fundidor Benvenuto Cellini produjo de esta forma muchas de sus más espectaculares obras (ver Ashbee 1967; Llorente 1989). En la actualidad sigue practicándose en industrias de precisión, como las aeronáuticas, en la fabricación de prótesis óseas, dentistería y joyería. En su esencia, el proceso ha cambiado muy poco a lo largo de los años, habiéndose verificado las modificaciones más importantes en el terreno de los equipos y materiales utilizados y la escala de producción. Cabe consignar que, en joyería, se conoce un procedimiento de fundición "inventado" recientemente y conocido como Método Reich (Wicks 1990): la descripción del trabajo coincide casi punto por punto con lo que se conoce sobre el particular para la América indígena, a partir del documento etnohistórico que mencionaré en breve.

El colado por cera perdida también gozó de popularidad en algunas regiones americanas. Entre ellas, las más conspicuas parecen haber sido las de Colombia y Mesoamérica, postuladas, además, como núcleos de desarrollo de la técnica,

"...judging by the predominance of cast objects in these regions and the variety of modifications of the technique that occur there." (Plazas y Falchetti de Sáenz 1979:45; Plazas de Nieto y Falchetti de Sáenz 1978).

Al parecer, en los Andes Centrales no estuvo tan difundida como otros métodos de colada (Lechtman y A. R. González 1991), aunque se conocen una buena cantidad de objetos, provenientes, en especial de la costa norte peruana y asignables a los períodos Intermedio Temprano (Bray 1991) e Intermedio Tardío (Lechtman 1986). Asimismo, muchos productos incaicos, como las figurillas antropo y zoomorfas de uso ceremonial, fueron manufacturados de esta manera (Ravines 1978). Remitiéndonos al Noroeste argentino, además de lo que sugiere la observación macroscópica de numerosas piezas depositadas en colecciones de museos y particulares, el uso de la técnica se ha comprobado mediante

análisis de laboratorio en, por lo menos, dos casos: un disco de bronce estanífero (Lechtman 1991) y el disco de Lafone Quevedo (Biloni *et al* 1990).

El trabajo está basado en principios muy sencillos:

"Lost-wax casting is an ancient technique for making a precise replica of an object by casting it in molten metal. The master model for the casting is created in wax, which is then covered with a refractory (heat resistant) shell of soft clay or a clay based slurry. The wax model and its thick coating are fired to harden the clay mould and at the same time to melt out the wax -hence the term 'lost-wax'. The mould cavity contains a perfectly detailed impression of the original model. Molten metal is poured into the mould and when this has solidified the mould is easily broken to release the casting." (Feinberg 1983: 1).

Descripciones similares son ofrecidas por varios autores (ver, por ejemplo, Root 1949; Petersen 1970; Ravines 1978). La simpleza de la operación es sólo aparente y, en la práctica, el artesano debe controlar una variada gama de detalles. Las complicaciones se incrementan junto con las exigencias establecidas para el objeto a obtener (especialmente si se lo pretende hueco): no sólo deben seleccionarse y procesarse adecuadamente las materias primas intervinientes (cera, pasta para el molde y metal o aleación), sino también ejecutarse con todo cuidado las distintas operaciones, a los fines de evitar la formación de rechupes, poros, burbujas, fracturas y demás imperfecciones en el objeto.

Sobre la cera perdida en América, con seguridad la obra con mayor frecuencia citada es la de Fray Bernardino de Sahagún, quien el Capítulo 16 del Libro Nueve de su *Historia General de las Cosas de Nueva España*, de 1555, describe el procedimiento tal como lo pudo observar en México, para la manufactura de piezas de oro (Sahagún 1938; 1979). Aún cuando Sahagún no era un especialista en metalurgia, el informe que proporciona es aceptado, en términos generales, como bastante exacto y completo, lo cual no obsta que algunos pasajes poco claros merezcan un estudio particular. El autor que con mayor capacidad analizó la crónica fue, probablemente, Easby (1956, 1957) y para interiorizarse en la cuestión es recomendable leer el documento a la luz de sus comentarios.

Entre otros, un par de aspectos vinculados con esta técnica metalúrgica poseen particular relevancia arqueológica. El primero tiene que ver con los moldes, es decir, la caparazón de arcilla que envuelve al modelo original realizado en cera. En todos los casos, para extraer la pieza fundida es necesario romper esta cubierta. Por tal razón resulta difícil identificar en el registro arqueológico tales moldes, a menos que no hayan sido utilizados (o sea, que hayan sido descartados antes de haberse colado el metal). De hecho, para América los reportes de hallazgos de estos moldes son sumamente escasos. Bruhns (1972) informa sobre dos de ellos, procedentes de una sepultura de Quindío, Colombia: ambos son de pequeño tamaño, en forma de botella, contando con la boca de vaciado y un conducto de ventilación. Otro hallazgo consistió en un conjunto de nueve moldes, también de Colombia, en el valle de Cauca y fue reportado por Plazas de Nieto y Falchetti de Sáenz (1978), sin brindar mayores precisiones. Como bien dicen estas autoras, en los depósitos arqueológicos correspondientes a los lugares de producción deben existir muchos fragmentos de moldes usados, los que difícilmente sean identificados como tales. Para enfrentar este problema, un primer paso puede consistir en adquirir una firme base de conocimiento acerca de las alternativas que rodean la producción de objetos por cera perdida, enfatizando estudios tendientes a la definición de referentes empíricos útiles para otorgar sentido a los registros arqueológicos correspondientes.

En lo que hace al Noroeste argentino, los únicos hallazgos reportados son los referidos al Sitio 15 de Rincón Chico. Esto no significa que la práctica comentada no estuviera difundida en la región. Me inclino a pensar que, en muchos casos, las evidencias que se presentaron, pudieron pasar inadvertidas. Por ejemplo, Debenedetti informó que en Tilcara se

"...descubrió un objeto modelado en barro que, por su forma, recordaba a las típicas campanas de bronce que se han descubierto en la región calchaquí propiamente dicha." (Debenedetti 1930: 70-71).

Este reporte no es todo lo detallado que sería de desear. No obstante, da lugar para pensar en la posibilidad que este objeto modelado en barro constituyera el núcleo interior sobre el cual se aplicaría la capa de cera, según la metodología para manufacturar objetos huecos (cf. Lechtman y A. R. González 1991).

Pasando a otro punto, debe mencionarse que, paradójicamente, la fundición por cera perdida puede realizarse sin cera, es decir, utilizando en la fabricación del modelo otros materiales. Al respecto, Cline (1937) ilustra sobre varios casos africanos, en los que los artesanos se servían de resinas vegetales y ciertos tipos de raíces para aquella labor (ver McCreight 1991). Pero, en lo que se refiere a América, los investigadores que se ocuparon de la cuestión, tal vez fuertemente condicionados por el texto de Sahagún, coincidieron en asumir que el principal material fue la cera. En tal sentido, es pertinente resaltar que el origen de tal cera de ningún modo está establecida en el documento citado. Schwartz (1948) ha señalado este hecho, aunque no duda en afirmar que la cera en cuestión provenía de abejas del género *Meliponinae*. Para el caso de Nueva España, es muy probable que así haya sido. Pero es relevante detenerse en este punto a raíz que las traducciones que se hicieron del texto del cronista parecen haber ido tomando licencias que conducen a interpretaciones sesgadas del pasado. Por ejemplo, Bird (1979; ver también Long 1964), cita a Sahagún de la siguiente manera:

"...the goldsmith 'specially esteem *beeswax*..." (Bird 1979:51; el subrayado es mío).

Con confusiones de este tipo se fue consolidando el supuesto que las abejas constituyen la única fuente posible de cera para llevar adelante la técnica. El mismo Bird explica la escasez de objetos realizados por cera perdida en los Andes peruanos, en comparación con las vecinas y prolíficas regiones de Ecuador y Colombia, en virtud de la ausencia de abejas productoras de la materia prima para los modelos:

"Perhaps there was no ready supply of the needed wax, the *only* source of which was the numerous native species of stingless, honey producing bees." (Bird 1979:50; el subrayado es mío).

Debe consignarse que, a continuación, este autor se apura en aclarar que los artesanos podrían haber obtenido cera de abejas en lugares más propicios para la existencia de estos insectos, como podrían ser los bosques amazónicos, citando que esta cera solía ser impuesta por los incas como tributo a las sociedades dominadas. Aún más, Bird reconoce que en la fabricación de algunas piezas se pudo haber suplantado la cera de abejas con resinas y gomas vegetales, aunque, según dice, los objetos realizados con estos materiales no alcanzaban la

calidad que se obtenía con aquel otro producto. En este sentido, Bird no aclara cuáles son los criterios arqueológicos que permiten diferenciar los objetos realizados a partir de un modelo de cera de abejas de otros en los se utilizaron modelos confeccionados en resinas o gomas y, a partir de ello, juzgar calidades. Por otra parte, es casi obvio señalar que la calidad del objeto obtenido no depende sólo de la materia del modelo, sino también de la habilidad del artesano, de las características del resto de los ingredientes y del cuidado que se ponga en las operaciones:

"The quality of the completed castings depends of the succesful completion of each stage in the process. Not the least of these stages are the selection of suitable wax, clay and scrap bronze... together with the provision of adequate heat when burning the wax out of the mould and melting the scrap for casting. Furthermore, any defects or imperfections in the form of the wax pattern will be reproduced in the casting."  
(Feinberg 1983: 9).

No obstante estas y otras objeciones que puedan realizársele, el trabajo de Bird constituye un valioso aporte a la discusión de los factores ecológicos y culturales que determinan el desarrollo de la tecnología metalúrgica en determinada región. Trasladar el planteo propuesto al sector sur del valle de Yocavil se estimó como relevante, teniendo en cuenta que la provisión de materia prima para la ejecución de los modelos pudo haber jugado un papel de importancia en la organización de la producción metalúrgica en el pasado. En tal sentido, los interrogantes básicos que se formularon fueron los siguientes:

- 1) ¿Existen abejas ceríferas silvestres en la región y que estuvieran disponibles en momentos prehispánicos?
- 2) Si no es así, ¿puede pensarse en la intervención de otros insectos, también productores de miel?
- 3) ¿Existen productos vegetales, como gomas y resinas, que representaran una alternativa para los orfebres?
- 4) ¿Estaban disponibles vegetales productores de auténtica cera? Si es así, ¿podía realizarse con ese producto una fundición por cera perdida?

## CERAS NATURALES Y ABEJAS

A escala mundial, el repertorio de ceras naturales es abundante y variado, siendo las principales fuentes algunos insectos y vegetales (ver, entre otros, Warth 1947; Bennett 1956; Tulloch 1976). Para revisar la situación que al respecto presenta el valle de Yocavil, no está mal comenzar con la cuestión de las abejas.

Bajo ese nombre se agrupan, en general, a los integrantes de la superfamilia *Apoidea*, la que cuenta con aproximadamente 20.000 especies repartidas en nueve Familias. De estas, siete están representadas en nuestro país (Genise 1985). La mayoría de las especies realizan sus nidos excavando en el suelo, siendo la conducta social, tan publicitada en estos insectos, una característica limitada a los *Apidos*. En nuestras latitudes, estos están representados por los abejorros (*Bombus*) y las meliponas (*Meliponinae*), también llamadas "stingless bees" o abejas sin aguijón. Está claro que no estamos considerando a la abeja melífera (*Apis mellifera*), la cual no es original de estas tierras: fue introducida en América, desde Europa, en el siglo XVII (Warth 1947; Schwarz 1948). En Argentina, las primeras colmenas parecen haber sido importadas hacia 1850, tratándose de la variedad *Apis mellifera lingustica*, de origen italiano, siendo asentadas en Mendoza (Bra 1985).

Téngase presente que las meliponas son las abejas consideradas como las fuentes naturales y exclusivas de cera para los artesanos prehispánicos (Bird 1979). Estas son abejas de pequeño tamaño, de las que se conocen más de 170 especies. La más grande es la denominada real (*M. beecheii*), con una distribución limitada a América Central (Warth 1947). Los nidos de las meliponas son de cera y resina, con recipientes especiales para miel y polen y celdillas para las crías. La forma de anidar puede variar con las especies pero por lo general los receptáculos se disponen en pisos horizontales, con la entrada hacia arriba.

Las ceras producidas por las meliponas y las abejas melíferas presentan algunas diferencias en sus composiciones (ver Warth 1947), pero considerando sólo sus características físicas, aplicadas al tipo de tecnología que se está analizando, pueden entenderse como productos muy similares.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta es la distribución geográfica de las meliponas, para evaluar, a partir de ello, las posibilidades de aprovisionamiento de su cera por parte de los artesanos prehispánicos. Como se viera, Bird (1979) explica la baja representación de objetos metálicos realizados por cera perdida en ciertas regiones de los Andes, a raíz de la ausencia de ambientes adecuados para la vida de las meliponas. Por esta causa, los fundidores enfrentarían una casi nula disponibilidad de cera para la confección de sus modelos. El razonamiento acerca de las restricciones ambientales para el desarrollo de estas abejas está avalado por el estudio más completo realizado sobre ellas:

"The meliponidae are essentially a group of tropical distribution, with extensions here and there into the subtropical regions." (Schwartz 1948: 9).

Este autor ubica el foco de meliponas, para nuestro país, en la provincia de Misiones, compartiendo un ámbito que abarca el sur de Brasil, Paraguay y Uruguay. Precisa que:

"Associated especially with the moist tropics and particularly partial to the rain forest, stingless bees nevertheless are found every now and then in areas that are semiarid...But in spite of such exceptions, the humid tropics seems to furnish the best conditions for the wellbeing of these bees, and it is there that they are most abundant." (Schwartz 1948:11).

Nuestro interrogante es: ¿hay meliponas en el valle de Yocavil y las hubo en tiempos prehispánicos? Esta región se encuentra, biogeográficamente, dentro de la Provincia del Monte, caracterizada por un clima continental seco, con extrema insolación, altas temperaturas de verano, bajas temperaturas de invierno, variaciones muy marcadas de temperatura entre el día y la noche, fuertes vientos y sequía, con precipitaciones entre 80 y 350 mm. anuales (Stange *et al* 1976). Es decir, se trata de un ambiente árido a semiárido, bastante alejado de las condiciones ideales para la vida de estas abejas.

No obstante, aunque no deberíamos, entonces, encontrar meliponas en el valle, siempre cabría la posibilidad que se produjera alguna de las excepciones que contemplara Schwartz, líneas atrás. Pero no es este el caso: exploraciones recientes, llevadas a cabo precisamente para aclarar este punto, permitieron constatar la absoluta ausencia de meliponas en el sur del valle de Yocavil (A. Roig Alsina, com.pers. Diciembre de 1992). Asumiendo que las condiciones climáticas en la región no han sufrido mayores modificaciones desde, por lo menos, diez siglos, puede concluirse que es muy baja la probabilidad que los artesanos locales dispusieran de meliponas al alcance de la mano para aprovisionarse de cera. Claro

está, siguiendo las precauciones de Bird (1979), que no puede descartarse que pudieran haberse servido de abejas habitantes de regiones relativamente cercanas. Por ejemplo, las especies *M. favosa baeri* y *M. plebeia molesta* fueron detectadas en zonas tucumanas, adyacentes a las laderas orientales de la cadena del Aconquija (A. Roig Alsina, com. pers. Diciembre de 1992).

Aclarado este punto, corresponde detenerse brevemente sobre ciertos insectos voladores que, sin llegar a ser confundidos con las abejas, por los hábitos sociales que demuestran algunos y la eventual producción de miel, puede llegarse a pensarse que proporcionan cera: las avispas. La Provincia del Monte es especialmente rica en este tipo de insectos, a punto que:

"...the Monte is characterized...entomologically, by a social and a solitary wasp, *Polistes buyssoni* and *Montezumia ferruginea buyssonoides*. Both wasps are endemic to that biogeographical province and are found through its large extent." (Willink 1988:215).

En el valle de Yocavil abundan integrantes de la familia *Vespidae*, subfamilia *Polistinae*, como el camuatí (*Polybia ruficeps*), la avispa negra (*Polybia ignobilis*) y la consignada avispa colorada (*Polistes buyssoni*). Todas ellas son sociales y fabrican nidos con una sustancia similar al cartón. También existen avispas solitarias, que anidan en agujeros o grietas, siendo quizá el representante más impresionante el conocido como San Jorge (*Pepsis sp.*), especializado cazador de arañas de gran tamaño, en cuyos cuerpos paralizados deposita sus huevos (para detalles de las avispas de la Provincia del Monte, ver Stange *et al.*, 1976; Willink 1978, 1988). Para nuestro tema, lo subrayable es que ninguna de las avispas del valle de Yocavil produce cera (A. Willink, com. pers. Diciembre 1992).

Llegados a este punto, cabe concluir que no hubo abejas (ni avispas) en la región de estudio que pudieran brindar a los artesanos prehispánicos la cera para fabricar modelos que luego serían fundidos en metal. Vale la pena, en consecuencia, explorar otras alternativas.

## GOMAS Y RESINAS VEGETALES

Desde ya que trabajar con estas sustancias es muy diferente a hacerlo con cera, en virtud de sus características físicas. De todas maneras, la confección de modelos no es una tarea imposible para un artesano avezado y obligado por las circunstancias (*i.e.*: la no disponibilidad de cera). De hecho, como se indicara antes, numerosos casos etnográficos son referidos al respecto.

Las gomas vegetales son productos similares a los carbohidratos y suelen caracterizarse por su capacidad de disolverse en agua, formando soluciones viscosas, o por absorber agua, para dar lugar a gelatinas pastosas, como ocurre con el tragacanto. Ciertas familias vegetales se destacan por producir gomas, sobresaliendo las leguminosas, con un centenar de especies de *Acacia*. La opinión generalizada es que la mayoría de las gomas deben su origen a la infección de los tejidos por alguna forma de microorganismo (Howes 1949). En algunos casos, la generación de goma ha sido atribuida a hongos que atacan a la planta: estos hongos liberan enzimas que penetran los tejidos vegetales y transforman la celulosa y hemicelulosa de la célula en goma. En otros casos, particularmente en las especies de *Acacia*, la formación de goma parece obedecer a la acción bacteriana.

Por su parte, las resinas consisten esencialmente en cuerpos ácidos e inertes de com-

posición variable. A diferencia de las gomas, son insolubles en agua, pero solubles en alcohol, éter y bisulfuro de carbono. Con el calor, se ablandan y funden, quemando con llama humosa. Las plantas producen estas resinas naturalmente, como reacción a daños provocados por insectos y animales. Las principales familias explotadas son las pináceas (la resina colofonia tiene este origen), las leguminosas (sobresaliendo la *Hymenea courbaril*, árbol brasileño del cual se extrae el copal sudamericano) y las dipterocarpaceas (que producen el 'dammar').

Procede considerar las posibilidades que sobre el particular ofrece la flora del valle de Yocavil (sobre fitogeografía de la región, ver Cabrera 1976; Grondona 1978). Dos especies se destacan como productoras de gomas. En primer término, varios autores se refirieron a la goma de algarrobo (*Prosopis sp.*) (ver Roig y Dalmasso 1986; Basualdo y Togo 1987; Márquez Miranda 1968). Según Orueta (1988), este producto tiene propiedades aproximadamente similares a las de la goma arábica. Pero la especie más interesante parece ser la brea (*Cercidium australe*). Su goma sería de una calidad inferior a la de *Prosopis* (Orueta 1988; Basualdo y Togo 1987) pero con la ventaja de un volumen de producción más elevado: alrededor de 1 kg por árbol por año. Para comparar, la *Acacia senegal* rinde de 500 a 800 gramos de goma arábica por árbol y por año; los *Prosopis* se ubican en el mismo rango. En la brea, árbol espinoso que puede alcanzar los 8 metros de alto, la exudación gomosa está destinada a proteger y cicatrizar las heridas producidas en su corteza (Bianchi 1972). Las propiedades de esta goma, medidas según su comportamiento frente a reactivos, la hacen muy similar a la arábica, el tragacanto y el agar-agar.

Sin dejar de merecer atención, estos productos del algarrobo y la brea están lejos de resultar sustitutos adecuados para la cera, de meliponas o de lo que sea. Es fácilmente comprobable que la construcción de un modelo con estas gomas es una tarea engorrosa y poco satisfactoria. Probablemente, un especialista encontraría menos dificultades, pero aún así, las gomas y resinas, utilizadas como ingrediente exclusivo, no auguran los mejores resultados. Sí, en cambio, suelen ser agregadas a la cera, para modificar alguna propiedad física, como su comportamiento a temperatura ambiente. En la crónica de Sahagún se narra que los artesanos de Nueva España utilizaban copal en la preparación. Actualmente, los escultores suelen emplear para sus modelos una mezcla de cera de abejas, parafina y resina colofonia.

"The type and proportion of the additives depend on the desired characteristics of the wax: hardness, softness, suitability for carving, stickiness, accuracy in reproduction by moulding, melting point, and rate of thermal expansion in the mould... Depending on the additives used, the melting range of modelling waxes is roughly 50 to 100° C." (Feinberg 1983: 11).

## CERAS VEGETALES

Como se dijera páginas atrás, junto con los insectos muchas especies vegetales repartidas por el mundo son mencionadas como productoras de cera. ¿Es posible rescatar, para el valle de Yocavil, alguna especie autóctona que pueda haber proporcionado cera en cantidad y calidad suficientes como para hacer innecesaria la procura de nidos de meliponas? Puede adelantarse que la respuesta es afirmativa.

En general, la formación de cera sobre distintas partes de una planta (como hojas y tallos) es un medio de defensa de las superficies epidérmicas contra el medio ambiente. Este hecho se magnifica en algunas xerófilas, las que deben adaptarse a regiones áridas o

desérticas, privadas de agua y soportando condiciones severas durante todo el año o gran parte de él. Las ceras mas conocidas comercialmente producidas por este tipo de plantas son la carnauba, la de ouricuri, la de candelilla, la de caña de azúcar, la de esparto y la de Japón. En nuestro país se contabilizan algunas especies que proporcionan cera. Entre las cultivadas, puede mencionarse a la citada caña de azúcar, el girasol, el algodón, el eucalipto y el lino. Entre las especies indígenas, el caranday, el mata sebo, la sombra de toro, la pichana, el corió y, para nuestro interés específico, el retamo. Corresponde centrarse sobre esta última planta, en razón de su amplia distribución en la región que me ocupa, la calidad de la cera que de ella se obtiene y la sencillez de esa obtención, en cantidades relativamente elevadas.

La especie genérica, *Bulnesia chilensis*, fue descrita en 1845 (Tinto y Pardo 1956). Ya en aquella época llamó la atención la formación de una sustancia blanquecina sobre los tallos de material de herbario, la cual se desprendía al secarse los tejidos. Esta *Bulnesia* crece en la región seca de Chile. en nuestro país se presenta la *Bulnesia retama*, que se diferencia de la *chilensis* sólo en el tamaño de los frutos. El retamo es un arbusto o árbol bajo, que puede alcanzar hasta 5 metros de altura, con tronco grueso y corto y ramas gruesas y cilíndricas, poco ramificadas. En verdad, los individuos pueden afectar diversas formas, variando en altura y diámetro de la copa según las características del ambiente. En zonas semiáridas se presenta como árbol; en zonas intermedias se transforma en arbusto; finalmente, adopta la forma de mata, a veces de poca altura, en zonas áridas y ventosas. Pero en los tres casos se verifica formación de cera en la superficie de los tallos jóvenes. Los ejemplares observados en el sur del Valle de Yocavil se ubicaban entre 0.80 y 1.20 metros de altura.

Al parecer, el primer ensayo serio con la cera de retamo fue realizado en la primera década del siglo. Spegazzini (Tinto y Pardo 1956) indicó que sobre los tallos juveniles de la planta se formaba una película que, al secarse los tejidos, se arrugaba, tornaba a blanquecina, se escarificaba y podía ser fácilmente separada por fricción. Esta sustancia resultó fundir a alrededor de 80° C. El antecedente quedó olvidado hasta mediados de la centuria, momento en que la entonces Administración Nacional de Bosques encaró estudios con vista a un aprovechamiento comercial de la cera.

La obtención del producto, en cantidades importantes, es muy simple y no exige equipamiento especial. Se cortan las ramas verdes de la planta (es decir, una poda controlada que no destruye a los ejemplares) y se las deja secar. La deshidratación produce una contracción de los tejidos y la cera que los cubre se resquebraja, desprendiéndose como polvo o escamas blanquecinas. Para un aprovechamiento más intenso, las ramas se golpean sobre mesas. El producto recogido se somete, entonces, a una primera clasificación: con una zaranda se separan partes de tallos y ramas, conservándose un polvo de color blanco sucio. Se procede luego a una segunda clasificación, con una zaranda de malla mas fina, obteniéndose un polvillo ceniciento.

Para producir una cera con adecuado porcentaje de pureza, se puede optar por dos métodos. En el primero, de fundido directo, la cera en polvo es calentada en recipientes. De esta manera pueden eliminarse los residuos vegetales pero no el polvillo mineral, que permanece en suspensión en la cera. Más efectivo es el método de fundido en agua. En este caso, el polvo se mezcla con agua, a temperatura ambiente. Los minerales, mas pesados, se acumulan en el fondo del recipiente. Con varios de estos lavados se consigue eliminar a casi todas las impurezas. Luego, el agua es calentada a 90° C: la cera funde formando una masa esponjosa que flota en la parte superior de la emulsión.

Vale la pena reparar en el rendimiento de cera a partir del retamo. Tinto y Pardo (1956; ver también Pardo 1960) informan que por tonelada de ramaje se obtienen 5 kg de cera purificada. Por hectárea de terreno pueden cosecharse 2 toneladas de ramaje, lo que significa 10 kg de cera por hectárea. Lamentablemente, no se dispone de información respecto de la producción de cera de las meliponas, pero parece difícil que puedan presentar competencia en tal sentido.

## UN PEQUEÑO BALANCE

Conviene realizar una evaluación de lo expuesto hasta el momento:

a) la evidencia arqueológica proveniente del sur del valle de Yocavil indica una relativa abundancia de objetos realizados por la técnica de fundición por cera perdida. Por otra parte, el Sitio 15 de Rincón Chico proporcionó uno de los pocos restos de los moldes utilizados que se conocen en América.

b) la fuente tradicionalmente aceptada como proveedora de cera para la confección de modelos (es decir, las abejas del género melipona) es inexistente en el valle, debido a restricciones ambientales y no hay razones para pensar que la situación fuera distinta al momento del desarrollo de las sociedades agroalfareras de la región.

c) el primer dilema puede expresarse como sigue: o los objetos realizados por cera perdida que se recuperaron en el valle eran importados de otra parte o no lo eran. Las evidencias de fabricación provenientes del Sitio 15 de Rincón Chico sugieren que, por lo menos, se ejecutó una fundición local.

d) si los objetos o parte de ellos se realizaron en el valle, llegamos a un segundo dilema (aunque las alternativas pudieran no ser, necesariamente, excluyentes): o se importaba cera de melipona de regiones vecinas para realizar los modelos o se hacía uso de algún producto local sustitutivo de características tecnológicas similares.

e) de ser este último caso, debe ponerse el acento sobre algunos productos vegetales de la región. En principio, las gomas de algarrobo y de brea, ambas de muy difícil manejo a los fines requeridos. En segundo lugar, la cera de retamo, cuyas cualidades físicas la hacen muy similar a otras ceras reconocidas industrialmente.

f) el retamo es una planta de amplísima distribución en el valle de Yocavil. Su cera es obtenida muy fácilmente y en grandes cantidades, lo que coloca a esta fuente en una posición mucho más ventajosa respecto de las lejanas meliponas y hace innecesario acudir a las gomas consignadas.

Ahora bien: ¿podía ser utilizada la cera de retamo en la fundición por cera perdida, según la técnica de trabajo recomendada para el trabajo con cera de abejas?

## EXPERIMENTANDO CON CERA DE RETAMO

La experimentación programada persiguió inducir, en condiciones controladas, la ocurrencia de determinados eventos, a los fines de testear el comportamiento de algunas variables definidas y tomar nota de acontecimientos imprevistos. Las expectativas acerca de un resultado "exitoso" del experimento no estaban dirigidas a inferir que en el pasado las cosas habían ocurrido de la manera inducida, sino sólo a abrir la posibilidad de generar hipótesis en tal sentido, a contrastar con los registros arqueológicos adecuados.

Las fundiciones experimentales de cera perdida, orientadas hacia lo arqueológico, pueden considerarse como numerosas (ver citas en Coles 1977; también Long 1964; Sarabia 1992). Todas ellas se dirigieron a reproducir determinados objetos metálicos, utilizándose

cera de abejas, en ocasión con la adición de parafina y/o resinas. Hasta donde conozco, la cera de retamo nunca fue sometida a experimentación. La hipótesis central expresaba que este producto, aún en manos inexpertas, permitiría obtener un objeto metálico aceptable para las normas del arte en cuestión. Adicionalmente y aprovechando el evento, se pretendía observar el comportamiento de la cubierta de arcilla o molde, con vista a posteriores trabajos dedicados a aislar referentes empíricos de utilidad para la identificación de contextos arqueológicos vinculados con este tipo de tecnología.

#### *Materiales utilizados*

*Cera de retamo:* se utilizó la variedad comercial, obtenida de *Bulnesia retama* nativa de la provincia de San Juan, la cual es en un todo similar a la obtenible de los ejemplares del sur del valle de Yocavil. La cera fue purificada según el método de fundido en agua mencionado páginas atrás, resultando un producto en la forma de escamas amarillentas.

*Metal:* se decidió emplear una aleación de plomo (85%) y estaño (15%) metálicos. La adición del estaño tenía por objeto aumentar la colabilidad del plomo. Esta aleación fue seleccionada en base a su bajo punto de fusión (aproximadamente 290° C), lo cual facilitaba las operaciones de llevarla a estado líquido. En otras experimentaciones se prefirió, por lo general, oro, cobre o bronce. En este caso, el metal no constituía una variable de observación. Por supuesto, la baja temperatura de colada de la aleación plomo-estaño, en relación a la de los otros materiales mencionados, tiene importancia si se consideran los efectos de la temperatura sobre la pasta del molde. Pero ello no era pertinente para el trabajo que se está reportando.

*Pasta de carbón:* en la industria actual, la superficie interna de los moldes, previo a la colada, es pincelada con una emulsión conocida como "mould dressing", cuya función es constituir una superficie lisa y que evite anclajes al metal que habrá de consolidarse. En observaciones personales realizadas en talleres que utilizaban tierras de moldeo, se constató que la emulsión preferida era de grafito en agua. Sahagún, en su crónica, menciona una pasta de carbón, formada con agua y carbón finamente molido. En el experimento, se siguió esta receta, utilizando carbón vegetal molido y tamizado.

*Pasta para el molde:* se utilizó una pasta con 55% de arcilla y una carga de arena fina y carbón vegetal molido de 45%.

*Materiales varios:* en la descripción del experimento se irán mencionado los materiales accesorios.

#### DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

1) *Confección del modelo:* se fundieron 220 gramos de cera de retamo en escamas, dentro de un recipiente metálico. La cera líquida fue dejada solidificar, obteniéndose un bloque cilíndrico, a partir del cual se talló el modelo. La herramienta utilizada para ello fue un corto cincel de cobre, arqueológico, procedente de una colección privada a la cual había llegado por canje. El único dato sobre este instrumento es que fue recolectado durante el huaqueo de una sepultura en las cercanías de Fuerte Quemado, al norte de la ciudad de Santa María, Catamarca. Este cincel contaba con dos extremos de uso, uno aguzado y el otro con un filo espatulado. Durante el tallado, este cincel demostró ser una herramienta especialmente versátil. De ninguna manera estoy sugiriendo que este tipo de instrumentos, los cuales, arqueológicamente, son muy abundantes, tuvieran como función modelar cera. Simplemente expreso que, combinando el trabajo con ambos extremos del cincel, fue posible

realizar todas las operaciones de modelado sin necesidad de recurrir a ninguna herramienta adicional.

Una presión demasiado intensa de la herramienta sobre el bloque de cera sólida provocaba el desprendimiento de esquirlas. En la etapa de desbaste grueso, esto no constituía un inconveniente. Pero cuando la forma definitiva del modelo estaba siendo alcanzada, fue necesario proceder con mayor cuidado. La tarea se facilitaba caldeando el cincel en agua caliente. La terminación de la superficie se realizó alisándola con los dedos humedecidos en esta agua.

2) *Colocación de la boca de vaciado y de un canal de ventilación*: los restos de cera resultantes del tallado totalizaban 95 gramos. Dos trozos relativamente grandes fueron unidos por soldadura y el bloque obtenido fue tallado en un pieza tronco cónica truncada. El extremo de menor diámetro fue soldado a la base del modelo (la cual, durante la colada, constituiría la parte superior del molde). Este apéndice del modelo, al ser retirada la cera, daría lugar a la boca de vaciado del molde, es decir, el lugar por donde sería vertido el metal líquido.

De igual manera, otros trozos de cera fueron cortados y soldados, conformando un cilindro muy alargado, con una pronunciada curvatura en un extremo. Este extremo fue soldado a la parte superior del modelo (el que durante la colada constituiría la parte inferior del molde). La pieza adicionada daría lugar a la formación de un canal de ventilación, cuya misión era permitir la evacuación de gases al ser vertido el metal. De no tomarse esta precaución, puede darse el caso que el aire encerrado impida el correcto llenado del molde, dando lugar, en consecuencia, a una pieza metálica incompleta. El canal de ventilación acompañaba toda la altura del modelo, terminando junto a la boca de vaciado que había sido colocada antes. Todas estas operaciones no ofrecieron mas dificultades que disponer de cierta dosis de paciencia (ver figura 1).

3) *Aplicación de la pasta de carbón*: el modelo terminado, con su boca de vaciado y su canal de ventilación, fue pincelado con una espesa capa de la emulsión de carbón molido. La aplicación se realizó con un cepillo de dientes, pero puede utilizarse cualquier otra cosa que parezca conveniente: una pluma, un vellón de fibras vegetales o animales, un manojó de hierbas, una hoja de una planta. El único requisito es mantener un espesor uniforme en la aplicación. En el experimento, se comprobaría que en algunas cavidades del modelo se había depositado demasiada emulsión, resultando que en el objeto metálico colado algunos detalles resultaron menos marcados que lo esperado.

4) *Aplicación de la primera cubierta de arcilla*: la arcilla, con su carga de antiplástico, fue amasada cuidadosamente, realizándose luego una pequeña torta de 15 mm de espesor. Sobre ella se apoyó lateralmente el modelo, presionándose con suavidad. A continuación, de a pequeños trozos, fue agregándose arcilla por sectores, ejerciendo presión para asegurar el relleno de todos los recovecos. Cuando el modelo quedó totalmente cubierto, se le dio al conjunto, agregando la pasta necesaria, una forma entre prismática y cilíndrica, cuidando que asomaran los extremos de la boca de vaciado y del canal de ventilación.

5) *Aplicación de capas adicionales de arcilla*: la primera cubierta de arcilla fue dejada secar 24 horas a la sombra y otras 24 al sol directo. Al cabo de este período, eran visibles numerosas fisuras, algunas de hasta 2 mm de ancho, provocadas por la deshidratación del

material. A partir de allí, se aplicaron otras tres capas de arcilla, con períodos de secado entre cada una de ellas. Cada capa tenía un espesor promedio de 5 mm y rellenaba las fisuras de la subyacente, aunque adquiría, tras el secado, nuevas grietas. Cuando se consideró el molde terminado, ocho días después de la primera aplicación de arcilla, se lo encerró en un encamisado de alambre, para prevenir daños que pudieran ocurrir durante el manipuleo posterior.

6) *Cocinado del molde y extracción de la cera*: el molde encamisado fue instalado sobre un simple fuego de carbón vegetal, en el que permaneció por un lapso de 45 minutos. Mucho antes, la cera se había disuelto, quemado y evaporado, dejando en el interior del molde el espacio a ser rellenado con metal.

7) *Preparación de la cama de arena y fusión del metal*: en un recipiente de barro cocido se dispuso una cama de arena caliente, en la cual se colocó firmemente el molde tras ser retirado del fuego. A continuación, en el mismo fuego, se instaló un crisol conteniendo 500 gramos de aleación plomo-estaño. Al cabo de 8 minutos, el metal estaba líquido, listo para ser colado.

8) *Colada del metal*: el metal fue cuidadosa pero rápidamente volcado en el molde, a través de la boca de vaciado. Los únicos riesgos de la operación, dejando de lado eventuales torpezas del fundidor, se refieren a que el molde conserve algún resto de humedad o de cera en su interior. En ambos casos, el metal fundido provocaría una brusca evaporación de las sustancias, lo cual conduciría en su efecto más grave, al estallido del molde, o, en su forma más benigna, a salpicaduras a partir de la boca de vaciado. Un buen calentamiento previo del molde asegura contra inconvenientes de este tipo y la cama de arena caliente brinda protección adicional. No obstante, es recomendable cubrirse adecuadamente, aunque no al punto de no poder observar lo que se está haciendo. La colada se interrumpe, por supuesto, en cuanto el molde se llena completamente. Esto queda evidenciado al asomar metal por los extremos de la boca de vaciado y del canal de ventilación.

9) *Enfriado y rotura del molde y extracción de la pieza*: una vez finalizada la colada, el molde (y, con él, la pieza en su interior), pueden enfriarse de inmediato, sumergiéndolo en un recipiente con agua fría. El brusco descenso de temperatura resquebraja en grado importante la cubierta de arcilla, facilitando la extracción de la pieza. Sin embargo, en esta ocasión se optó por un enfriamiento natural. Al cabo de cinco horas al aire libre, el conjunto se encontraba a temperatura manejable. Se quitó el encamisado de alambre y luego, utilizando un instrumento punzante, comenzó a desprenderse la cubierta de arcilla. La capa exterior se retiró fácilmente, aprovechando las fisuras existentes. Pero a medida que se atacaban las capas más internas el trabajo era más laborioso y los trozos de arcilla desprendidos cada vez más pequeños: ninguno de ellos, por sí solos, sugerían la función que habían cumplido.

10) *Limpieza y pulido de la pieza metálica*: luego de ser totalmente separada del molde, la pieza presentaba todavía pequeñas adherencias de arcilla en algunos recovecos, las que fueron eliminadas con el objeto punzante. Luego, con un cincel y un percutor, se cortaron las uniones entre la pieza y la boca de vaciado y el canal de ventilación. El pulido posterior no dejó rastros de la aplicación de estos apéndices. La superficie de la pieza presentaba nume-

rosas rebabas, formadas en virtud de las fisuras en la cavidad del molde. Pero ninguna de estas rebabas era de tal calibre como para comprometer la calidad de la pieza. De hecho, fueron fácilmente eliminadas utilizando papel abrasivo del N° 1. El tipo de aleación blanda utilizada facilitó la tarea. Pero aún considerando un material de mayor dureza (como bronce), la tarea no requiere más que paciencia y cualquier abrasivo natural (arena fina húmeda, por ejemplo). El producto final era absolutamente similar al modelo original de cera, con excepción de pequeños detalles que un trabajo de cincelado y pulido más intenso hubieran subsanado.

## COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

A partir de los principios básicos de la fundición por cera perdida, el modo de realizar el trabajo admite numerosas variantes (ver McCreight 1991; Feinberg 1983). En la experimentación descrita algunas de las variantes instrumentadas demostraron ser gruesos errores que se reflejaron en los defectos observados en la pieza colada (aunque ellos pudieron ser adecuadamente salvados con las operaciones complementarias de acabado de la superficie). Estos defectos se relacionaban, exclusivamente, con grietas y fisuras registradas en la cubierta de arcilla que recubría el modelo, las que obedecían a diversas causas:

a) durante la operación de secado, la arcilla de la cubierta exterior se contrae sobre el modelo, el cual permanece con un volumen inalterado. Si bien es este un fenómeno inevitable, los efectos pueden minimizarse: en principio, alargando lo más posible el período de deshidratación natural; adicionalmente, utilizando una pasta cuya composición proporcione cierto grado de elasticidad y compense la contracción. En el experimento, el proceso de secado fue excesivamente veloz y la pasta era de una textura demasiado rígida, pudiendo haberse mejorado con el agregado de, por ejemplo, estiércol de herbívoros.

b) durante el descerado, la cera, al fundir, produce una dilatación que agrava las fisuras preexistentes y crea otras nuevas. Para disminuir estos efectos, el molde debe ser colocado en el fuego con la boca de vaciado hacia abajo; de tal manera, la cera funde y escapa en pocos segundos. En el experimento, el molde fue colocado con la boca de vaciado hacia arriba, con lo cual la cera estuvo hirviendo unos minutos hasta evaporarse.

En base a lo expuesto y en lo que es de interés central a este reporte, quedó evidenciado que la cera de retamo es perfectamente apta para la manufactura de modelos que luego, a través de las operaciones adecuadas, pueden copiarse en objetos metálicos. La complejidad que puede alcanzarse en el diseño del modelo no dependen de las características de este material sino de la habilidad y paciencia del artesano. No se descarta que sea posible agregar a esta cera otros componentes, como gomas vegetales, las cuales podrían mejorar aún más sus condiciones para el trabajo.

De tal manera, para los artesanos del valle de Yocavil, la cera de retamo debió resultar un recurso de aprovisionamiento más operativo, seguro y económico, en términos energéticos, que la cera de melipona, la cual no podía ser conseguida en el propio valle. Esto no significa afirmar que en la región efectivamente aquella cera haya sido utilizada. Pero, de igual modo, tampoco puede sostenerse la idea que establece una dependencia de las abejas para el aprovisionamiento del material. Esta situación representa un elemento más a tener en cuenta en el análisis de la organización de la producción metalúrgica indígena en la zona.

## AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud para con el Ing. Agr. Arturo Roig Alsina, del Museo de Ciencias Naturales de Buenos Aires, por la información proporcionada acerca de las meliponas. Asimismo, para con el Dr. Abraham Willink, del Instituto Miguel Lillo, de la ciudad de S. M. de Tucumán, quien hizo lo propio respecto de las avispas del valle de Yocavil. Con el Ing. Tulio Palacios y Sergio Muro, de la Comisión Nacional de Energía Atómica, sostuve constructivas conversaciones respecto de la técnica de fundición a la cera perdida. Nilda Fernández y Francisco Santillán, del Centro de Documentación e Información Forestal, me facilitaron la búsqueda de material bibliográfico poco usual. Las escultoras Soffa Luzzi y Néliida Mendoza me ilustraron sobre la utilización de la cera perdida en su arte. Mariela Barros y Pablo Peláez colaboraron en la obtención de bibliografía solo disponible en el exterior.

## BIBLIOGRAFIA

- Ashbee, C. R.  
1967. *The treatises of Benvenuto Cellini on goldsmithing and sculpture*. N. York, Dover Publications.
- Basualdo, Mario A. y José Togo  
1987. Uso y aplicación popular e industrial mas frecuente de los Prosopis. *Revista da ABA* 1(4):157-167.
- Bayley, Justine  
1991. Anglo-saxon non-ferrous metalworking: a survey. *World Archaeology* 23(1):115-130. London, Routledge.
- Bennett, H.  
1956. *Commercial waxes*. N. York, Chemical Publishing.
- Bianchi, E. M.  
1972. Composición química de la goma de "brea". En *Actas del VII Congreso Forestal Mundial* 5:6320-6323. Buenos Aires.
- Biloni, H., F. Kiss, T. Palacios y D. Vasallo  
1990. *Análisis metalográfico de la placa de Lafone Quevedo*. CIC, Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.
- Bird, Junius.  
1979. Legacy of the stingless bee. *Natural History* 88 (9): 49-51.
- Bra, Gerardo  
1985. La buena miel. *Todo es Historia* 213:48-59. Buenos Aires.
- Bray, Warwick  
1991. La metalurgia en el Perú prehispánico. En *Los Incas y el Antiguo Perú*, pp. 58-81. Madrid, Sociedad Estatal Quinto Centenario.
- Bruhns, Karen  
1972. Two prehispanic cire perdue casting moulds from Colombia. *Man* 7 (2):308-311.
- Cabrera, Angel  
1976. *Regiones fitogeográficas argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II, Fascículo I. Buenos Aires, ACME.
- Cline, Walter  
1937. Mining and metallurgy in Negro Africa. *General Series in Anthropology* 5:3-155. Wisconsin, Banta.

- Coghlan, H. H.  
1975. Notes on the prehistoric metallurgy of copper and bronze in the Old World. *Occasional Papers on Technology* 4:1-171, University of Oxford.
- Coles, John  
1977. *Arqueología Experimental*. Amadora, Bertrand.
- Debenedetti, Salvador  
1930. Las ruinas del pucará de Tilcara, Quebrada de Humahuaca (Prov.de Jujuy). *Archivos del Museo Etnográfico* 2, 1º Parte. Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras, UBA.
- Easby, Douglas  
1956. Orfebrería y orfebres prehispánicos. *Anales del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas* 9:21-35. Buenos Aires, UBA.  
1957. Sahagún y los orfebres precolombinos de México. *Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia* 9 (38):85-117. México.
- Fagg, W. y L. Underwood  
1949. An examination on the so called 'Olokun' head of Ife, Nigeria. *Man* 49(1):1-7. London.
- Feinberg, Wilburt  
1983. *Lost-wax casting. A Practitioner's Manual*. Ed.by Jim Byrne. London, Intermediate Technology Publications.
- Genise, Jorge  
1985. *Himenópteros II. Avispas, abejas, hormigas*. Fauna Argentina, Fascículo 97. Buenos Aires, CEAL.
- González, Luis R.  
1992. Fundir es morir un poco. Restos de actividades metalúrgicas en el valle de Santa María. *Palimpsesto* 2:51-70. Buenos Aires.
- González, Luis R. y María A. González  
1991. Rincón Chico 15: un sitio de actividad metalúrgica prehispánica en el valle de Santa María. *Actas Jornadas Metalúrgicas y II Congreso ALAMET*:283-284. Buenos Aires.
- Grondona, Mario  
1978. Observaciones fitogeográficas en la provincia de Catamarca. En *Geografía de Catamarca*, pp. 107-133. Buenos Aires, GAEA.
- Howes, Frank  
1949. *Vegetable gums and resins*. Waltham, Chronica Botanica Company.
- Lamberg-Karlovsky, C. C.  
1967. Archaeology and metallurgical technology in prehistoric Afghanistan, India and Pakistan. *American Anthropologist* 69 (2):145-162.
- Lechtman, Heather  
1980. The Central Andes: metallurgy without iron. En *The Coming of the Age of Iron*, pp. 267-334. Yale University Press.  
1986. Traditions and styles in Central Andean metallurgy. En *The Beginning of the use of metals and alloys*, pp. 344-378. Cambridge University Press.  
1991. Análisis técnico. En *Los Orfebres Olvidados de América*, pp. 71-95. Santiago, Museo Chileno de Arte Precolombino.

- Lechtman, Heather, Lee Parsons y William Young  
1975. Seven matched hollow gold jaguars from Peru's Early Horizon. *Studies in Pre-Columbian Art and Archaeology* 16:7-46. Washington, Dumbarton Oaks.
- Lechtman, Heather y Alberto R. González  
1991. Análisis técnico de una campana de bronce estanífero de la cultura Santa María, Noroeste argentino. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 5:81-86. Santiago.
- Long, Stanley  
1964. Cire perdue casting in Precolumbian-Mexico: an experimental approach. *American Antiquity*, 30 (2) Part 1:189-192
- Llorente, J.  
1989. *La joyería y sus técnicas*. Madrid, Paraninfo.
- Márquez Miranda, Fernando.  
1968. Historia, vida y folklore del algarrobo. *Boletín Centro Argentino de Estudios Americanos* 1 (1):25-31 Buenos Aires.
- McCreight, Tim  
1991. *The complete metalsmith*. Worcester, Davis Publications.
- Orueta, Alejandro  
1988. La goma de Prosopis. En *Prosopis en Argentina. Documento Preliminar Primer Taller Internacional sobre Conservación de Prosopis*, pp. 241-243. Buenos Aires.
- Pardo, Luis  
1960. La cera de 'retamo'. Recurso forestal de la zona árida de la República Argentina. *Notas Tecnológicas Forestales* 14:1-3. Buenos Aires, Administración Nacional de Bosques.
- Petersen, Georg  
1970. Minería y metalurgia en el antiguo Perú. *Arqueológicas* 12:1-152. Lima.
- Plazas de Nieto, Clemencia y Ana Falchetti de Sáenz  
1978. Orfebrería prehispánica de Colombia. *Boletín del Museo del Oro*, pp. 1-53. Bogotá.
- Plazas, Clemencia y Ana Falchetti de Sáenz  
1979. Technology of Ancient Colombian Gold. *Natural History*, 88 (9):36-46.
- Pons Mellado, Esther  
1990. La metalurgia en el Antiguo Egipto. *Revista de Arqueología* 113:32-41. Madrid.
- Ravines, Roger.  
1978. Metalurgia. En *Tecnología Andina*, pp. 476-487. Lima, IEP.
- Roig, P. y A. Dalmaso  
1986. *Cartilla del Algarrobo*. Mendoza, Comité Ecológico IADIZA.
- Root, William  
1949. Metallurgy. En *Handbook of South American Indians* 5:205-225. Washington.
- Sahagún, Bernardino de  
1938. *Historia General de las Cosas de Nueva España*. Tomo V. México, Robredo.  
1979. *Historia General de las Cosas de Nueva España*. Tomo V. México, Porrúa.
- Sarabia, F.  
1992. Arqueología experimental. La fundición de bronce en la prehistoria reciente. *Revista de Arqueología* 130: 12-22. Madrid.

- Schwartz, E.  
1948. Stingless bees (Meliponidae) of the Western Hemisphere. *Bulletin American Museum of Natural History* 90:1-546.
- Smith, Cyril  
1965. Materials and the development of civilization and science. *Science* 148 (3672):908-917.
- Stange, Lionel, Arturo Terán y Abraham Willink  
1976. Entomofauna de la provincia biogeográfica del Monte. *Acta Zoológica Lilloana* 32 (5):73-117.
- Tarragó, Myriam  
1987. Sociedad y sistema de asentamiento en Yocavil. *Cuadernos del INA* 12:179-196. Buenos Aires.  
1988. Unidades de asentamiento en el Período de Desarrollos Regionales. *Precirculados del IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, pp. 202-205. Buenos Aires.
- Tarragó, Myriam, Susana Renard y Luis R. González  
1992. Proyecto arqueológico valle de Yocavil. Informe campaña 1992. *Palimpsesto* 2:133-138. Buenos Aires.
- Tinto, José y Luis Pardo  
1956. Ceras vegetales argentinas. Cera de retamo. *Revista Industria y Química*, 17 (9):1-8. Buenos Aires.
- Tulloch, A.  
1976. Commercial Plant Waxes. En *Chemistry and Biochemistry of Natural Waxes*, pp. 216-284. N.York, Elsevier.
- Tylecote, Ronald  
1979. *A History of Metallurgy*. London, Metals Society.  
1987. *The Early History of Metallurgy in Europe*. London, Longman.
- Warth, Albin  
1947. *The chemistry and technology of waxes*. N.York, Reinhold Publishing.
- Wicks, S.  
1990. *Joyería artesanal*. Madrid, Blume.
- Willink, Abraham  
1978. Andean and patagonian fauna of eumenid wasps. *Research Reports 1978*, pp. 697-705. Washington, National Geographic Society.  
1988. Distribution patterns of neotropical insects of Southern America. *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*, pp. 205-221. Rio de Janeiro, Heyer y Benzolini.

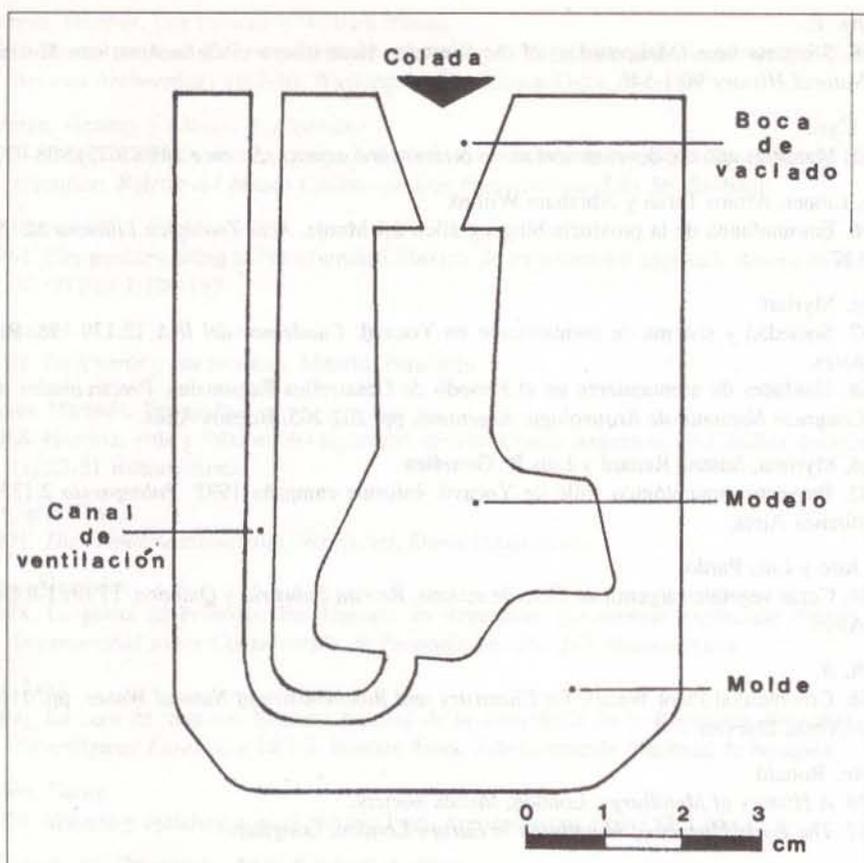


Figura 1: Corte esquemático del molde, luego de extraída la cera.