

## Cuerpos ardientes. Interacción surandina y tecnología metalúrgica

LUIS R. GONZÁLEZ\*

### RESUMEN

La producción metalúrgica prehispánica en la región surandina adquirió una identidad particular, la cual no sólo se manifestó en el tipo de objetos manufacturados sino también en las innovaciones tecnológicas puestas en práctica. En esta presentación se comentan evidencias de un sofisticado procedimiento para el colado de metales y que fueron reportadas en contextos del NOA y del norte de Chile. Se propone que el procedimiento fue desarrollado en el NOA y difundido, durante la ocupación incaica, a otros centros de producción metalúrgica de los Andes Meridionales.

### ABSTRACT

The prehispanic metallic production in the Southern Andean region acquired a particular identity, which not only was exposed in the manufactured items but in the technological innovations performed. In this presentation it is comment on evidences about a sophisticated procedure for metal casting which was reported in NOA and Northern Chile contexts. It is proposed that the procedure was developed in NOA area and spreaded all around during the Inca occupation

to other metallurgical production centers in the Meridional Andes.

### Introducción

Los especialistas en arqueometalurgia coinciden en considerar a la región andina como un ámbito en el cual la producción de bienes metálicos en el pasado asumió particulares cualidades. Los estudios realizados produjeron valiosa información sobre el desarrollo histórico de la tecnología, las características de los materiales producidos, los métodos para producirlos y el papel que estos bienes jugaron en sus contextos sociales. Pero, cabe subrayar, tales estudios tendieron a concentrarse en los Andes Centrales y Septentrionales. En términos generales, los trabajos de síntesis reconocen tres centros americanos en los cuales la metalurgia prehispánica estuvo bien desarrollada: el peruano, el colombiano-América Central baja y el mexicano (por ejemplo, West 1994:5-6). En este esquema, el altiplano boliviano, el norte chileno y el noroeste argentino son presentados como zonas marginales al centro peruano. Como consecuencia, la variabilidad temporal y espacial de la producción metalúrgica en aquellas zonas queda enmascarada en función de las explicaciones propuestas para el centro nuclear, las innovaciones tecnológicas regionales son mal comprendidas o ignoradas y la producción aparece como accidental, desligada de las precisas condiciones sociohistóricas que le dieron marco (cf. Pérez Gollán, 1994).

Esta presentación tiene por objeto reseñar algunos aspectos de una investigación en curso planteada con precisos intereses arqueometalúrgicos en el sector meridional del valle de Yocavil, provincia de Catamarca (Fig. 1) Tales trabajos se llevan a cabo en el marco de estudios arqueológicos de mayor alcance<sup>1</sup>, en procura de contribuir a la explicación de la

1 Los trabajos forman parte del Proyecto Arqueología del Valle de Yocavil. Procesos de Cambio Social (UBACyT, FI-198) y Proyecto Arqueológico Regional Valles Calechaquíes (PID-CONICET 3257), bajo la dirección de la Dra. Myriam N. Tarragó. Asimismo, aspectos específicos de las investigaciones fueron posibles gracias a becas UBAC y T. Museo Etnográfico Juan B. Ambrosetti, Universidad de Buenos Aires, Moreno 350 (1091). Buenos Aires, Argentina.

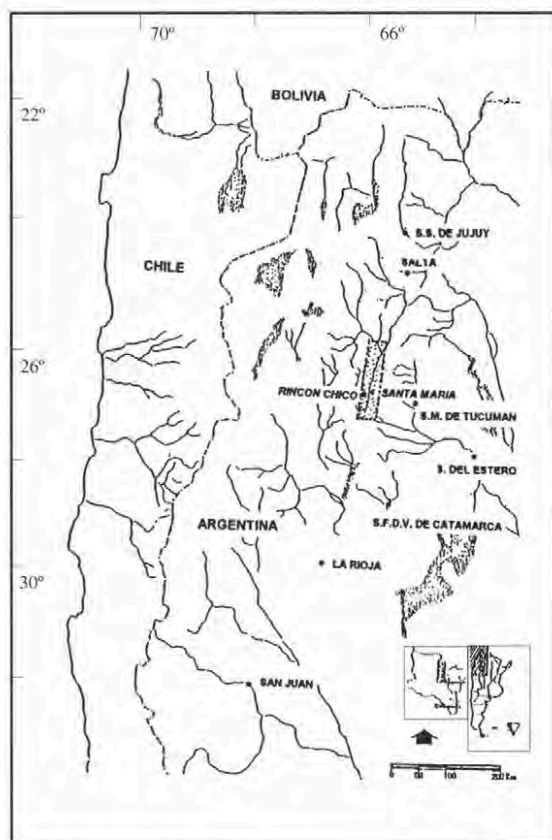


Fig. 1: Ubicación del sur del valle de Yocavil

dinámica de las sociedades prehispánicas tardías en la región. Se comenta, además, la evidencia acerca de una modalidad en el procesamiento de metales que, por un lado, pone de manifiesto un rasgo tecnológico preciso que contribuye a otorgar identidad a la producción metalúrgica en este sector de los Andes Meridionales y, por otra parte, sugiere un tipo particular de interacción entre el Noroeste argentino y el norte de Chile.

### Investigaciones arqueometalúrgicas en el sur del Valle de Yocavil

Las investigaciones arqueometalúrgicas de referencia se focalizan en el extenso asentamiento de Rincón Chico (véase Tarragó, 1987, 1998). En el encuadre teórico, dos criterios principales son atendidos. En principio, se concibe a la producción metalúrgica como un sistema que ordena una serie de actividades interdependientes, por lo general temporal y espacialmente diferenciadas (Lechtman, 1976, Shimada, 1985:374-379, Janzon, 1988, L. R. González, 1992a). Desde lo metodológico, esta vi-

sión implica la necesidad de un abordaje regional que permita integrar distintas localizaciones de actividades específicas vinculadas con metalurgia extractiva y de transformación, cada una de ellas con sus particulares tipos de evidencias arqueológicas. En segundo lugar, se asume que el desarrollo y las características de la tecnología estuvieron enraizadas en las relaciones sociales imperantes, las que le otorgaron sentido y dictaminaron las trayectorias adecuadas dentro del espectro de alternativas posibles (Lechtman y Steinberg, 1979; Childs y Killick, 1993; Lemonnier, 1993; Reid y MacLean, 1995). Desde esta perspectiva el cambio tecnológico sólo puede entenderse en relación dialéctica con precisas condiciones materiales de existencia, las que propiciaron y legitimaron las actividades de producción metalúrgica (Tarragó y L. R. González, 1998a).

Establecer las cualidades asumidas por la organización de esta producción en una época y ámbito específicos posibilita conocer variados aspectos de la dinámica del sistema sociocultural bajo análisis. En tal sentido, el estudio se integra a una investigación de mayor aliento acerca de los procesos de cambio social entre los siglos IX y XVI de la Era en la región. Se trata con formaciones sociales que incrementaron paulatinamente su complejidad política, la producción y movilización de excedentes, la institucionalización de su estratificación interna y la consolidación de cuerpos de operarios para producciones especializadas. En estas formaciones sociales, los bienes metálicos parecen haber jugado un importante papel en la demarcación simbólica de posiciones de prestigio y poder y el control de su producción y distribución habría sido de importancia estratégica para las elites políticas emergentes (L. R. González, 1996a; L. R. González y Peláez, 1997).

La región de estudio, de acuerdo con los numerosos hallazgos de piezas de metal depositadas en museos y colecciones privadas, constituyó uno de los ámbitos más importantes, en cuanto a escala de producción y sofisticación técnica, durante los momentos tardíos de ocupación prehispánica del NOA. No obstante, a pesar que la región fue explorada desde los inicios mismos de la arqueología argentina, al momento de comenzar la investigación no se conocían reportes sobre contextos arqueológicos correspondientes a actividades de producción metalúrgica a los cuales respondiera aquella abundancia de objetos. De acuerdo a los criterios rectores, aparecía como imperioso concentrar esfuerzos en la detección y estudio de tales contextos, para articular a los bienes terminados con la organización de su

producción y, a partir de ello, con los mecanismos sociales que le dieron auspicio.

Durante la investigación distintas líneas de indagación son encaradas simultáneamente. Se exploraron diversas cuestiones vinculadas con la oferta regional de los recursos naturales participantes de las operaciones, tales como minerales, combustibles y ceras (L. R. González, 1994a, 1995b; L. R. González y Cabrera, 1997). También se puso en marcha un programa de estudios sistemáticos sobre piezas metálicas depositadas en colecciones y procedentes de la zona de estudio, para establecer sus composiciones químicas y, a partir de ello, delimitar patrones de variabilidad significativos. A través de este programa<sup>2</sup> se llevan efectuados más de medio centenar de análisis, siendo pertinente señalar que al inicio de los trabajos sólo se conocía la composición de ocho objetos metálicos de la zona. El programa incluye, asimismo, estudios de mayor profundidad sobre algunas piezas seleccionadas, destinados a conocer los eventos de manufactura y obtener información aplicable al conocimiento de la organización productiva (L. R. González y Palacios, 1996; Giménez Torres et al., 1997; L. R. González y Vargas, 1998; L. R. González, 1998a, entre otros).

Se otorgó relevancia a la detección de sitios de procesamiento pirometalúrgico de épocas coloniales tempranas, teniendo en cuenta la modalidad mostrada durante la conquista europea de reocupar laboreos mineros y plantas de procesamiento indígenas. Aún cuando las reocupaciones produjeron, necesariamente, perturbaciones en grado variable en el registro arqueológico prehispánico, los sitios constituyen excelentes oportunidades para estudiar la continuidad y el cambio tecnológico en el momento de contacto con los europeos. En términos más generales, el estudio de los sistemas de producción metalíferos coloniales tempranos resulta, en sí misma, un área de investigación de particular interés, la cual, en el Noroeste argentino, se encuentra escasamente desarrollada. Las prospecciones realizadas al

efecto, además de conducir al registro de evidencias de asentamientos indígenas no conocidos al momento (L. R. González, 1995a, 1997a), hicieron posible ubicar dos plantas de actividades metalúrgicas asignadas tentativamente a momentos coloniales tempranos, denominadas El Trapiche y Fundición Navarro (L. R. González, 1996b, 1997b). Los exhaustivos estudios realizados sobre los restos arrojaron valiosa información sobre la tecnología puesta en práctica y permitieron proponer vinculaciones con similares actividades en tiempos prehispánicos.

El estudio de las actividades minero-metalúrgicas históricas que tuvieron por escenario la región ofreció la oportunidad de obtener información acerca de fuentes de minerales metalíferos potencialmente disponibles para momentos prehispánicos. El estudio de la tecnología empleada, la cual, para fines del pasado siglo, fue calificada como artesanal a gran escala (L. R. González, 1996c), proporcionó elementos para evaluar las dificultades y ventajas que, para su procesamiento, ofrecían las menas de la región, información aplicable a épocas indígenas. Fueron ubicados y estudiados los restos de dos plantas productivas que funcionaron entre los años 1856 y 1860, en las localidades de Ampajango y El Puesto (L. R. González, 1992a, 1996c), rescatándose restos de minerales, escorias y partes de hornos. La información obtenida a través de la caracterización analítica de estos materiales fue cruzada con las descripciones de los procedimientos técnicos descritos en las fuentes escritas, a partir de lo cual se conformó una base de datos que demostró ser útil en estudios comparativos de evidencias similares provenientes de contextos arqueológicos. Especialmente valioso resultó el estudio del sistema de asentamiento de aquellas empresas minero-metalúrgicas, el que contribuyó a la comprensión de la dinámica de las actividades productivas prehispánicas en relación con la distribución espacial de materias primas.

También se desarrollaron estudios actualísticos, como parte de las estrategias destinadas a otorgar sentido a los vestigios del pasado, formulando hipótesis sobre aspectos organizacionales de las sociedades participantes. En tal sentido, la experimentación, como observación pautada de determinados procesos inducidos en la actualidad y de sus productos resultantes, colaboró en restituir al registro arqueológico algo de su dinámica perdida y en ampliar el repertorio de comportamientos susceptibles de ser considerados. Si bien en arqueometalurgia existe una larga tradición en trabajos experimentales (véa-

2. Algunos análisis se efectuaron en el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) y en el Laboratorio de Química Geológica (LAQUIGE) de Buenos Aires y otros en el Laboratoire du Recherche des Musées de France, Palais du Louvre, en París. La mayoría de los estudios se llevan a cabo en los laboratorios del Centro Atómico Constituyentes de la Comisión Nacional de Energía Atómica.

se, por ejemplo, Coles, 1979; Tylecote y Merkel 1992; Craddock, 1995), en nuestro caso los trabajos fueron concebidos como exploratorios, con objetivos altamente particulares y con control sobre grupos discretos de las variables intervinientes, habiéndose realizado tanto en condiciones de laboratorio como en el campo. Fueron monitoreadas cuestiones tales como el rango térmico alcanzable en estructuras de fusión utilizando leña y carbón de algarrobo como combustible, la formación de distintos tipos de escorias, la trayectoria de elementos contenidos en las menas originales a lo largo del proceso de transformación y el impacto diferencial del calor sobre el sedimento en el que tuvieron lugar las experiencias. Otros estudios actualísticos consistieron en una serie de observaciones etnoarqueológicas en la zona, relacionadas con la fabricación de carbón con métodos tradicionales, para estudiar los redimientos (cantidad de leña/cantidad de carbón) y la distribución espacial de los sitios respecto de los bosques de algarrobo utilizados como fuentes de materias primas (L. R. González, 1995b; L. R. González y Cabrera, 1997).

### El taller metalúrgico del Sitio 15

Como se dijera, la investigación arqueometalúrgica se focaliza en la localidad de Rincón Chico. En este aspecto, el Sitio 15 del asentamiento ha demostrado

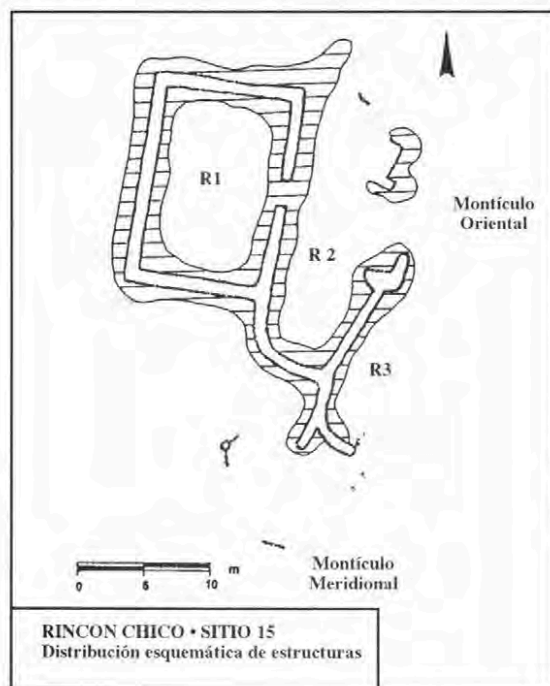


Fig. 2: Sitio 15. Distribución esquemática de estructuras.

ser un lugar extraordinariamente fructífero (Fig. 2). Los trabajos de excavación al momento superan los 270 m<sup>2</sup> y permitieron ubicar, entre otros rasgos, las bases de cinco hornillos de paredes de piedra que se ajustan a la descripción de huayra brindadas por Capoche (1959) y, por lo menos, dos cubetas en las que también se habrían realizado tareas de fundición. Se recuperaron, además, una gran cantidad de evidencias vinculadas con actividades de producción metalúrgica (L. R. González, 1992b; L. R. González y González, 1991; L. R. González, y Piñeiro 1997; Tarragó y L. R. González, 1998a). Los estudios de laboratorio se planifican combinando diversas técnicas de acuerdo al tipo de muestras y la información que de ellas se pretende obtener. Se utiliza lupa binocular a diferentes aumentos para la observaciones preliminares y microscopio electrónico de barrido (SEM) para detalles puntuales de las superficies expuestas y de metalografías. En muestras de refractarios se realizan cortes delgados, estudios petrográficos y difracción de Rayos X (DRX), técnica esta última aplicada también para las determinaciones mineralógicas. Para los análisis cuantitativos se utiliza espectrometría de absorción atómica (AAS), plasma por inducción (ICPS) y microsonda electrónica (MPA), aunque la mayoría de las muestras se caracterizan con un equipo de energía dispersiva en Rayos X (EDAX) acoplado al SEM.

Entre las evidencias de actividades de producción metalúrgica recuperadas pueden citarse varios tipos de escorias, cada uno de ellos relacionados con diferentes operaciones y más de doscientos fragmentos de crisoles y moldes, entre los que se incluyen una buena cantidad de restos correspondientes a coladas por el método de cera perdida. Un aspecto llamativo de los trabajos en el Sitio 15 es que, a pesar de las amplias excavaciones que contemplaron tanto sectores residenciales como exteriores a las construcciones y de las evidencias de actividades metalúrgicas de envergadura, los únicos restos de metal fundido recuperados corresponden a pequeños desechos de producción (como gotas y rebabas). La totalidad de los restos metálicos y varias muestras de incrustaciones en el interior de crisoles y moldes fueron sometidos a análisis para determinar sus condiciones de formación y composición. Veinte muestras procesadas resultaron ser de base cobre. La relativamente alta proporción de estaño detectada en algunas de ellas no deja lugar a dudas que hubo una expresa intención en obtener bronce, descartando la remota eventualidad de un accidente a partir del uso de una mena cuprífera cobre contaminada. En dos

muestras metálicas y en un fragmento de escoria del tipo fayalita se detectó azufre, lo que indica que, por lo menos en algunos casos, se procesaron sulfuros (Tarragó y L. R. González, 1998a).

Los datos generados apuntan a indicar que en el Sitio 15 funcionó un taller metalúrgico en el cual se redujeron minerales, se refinaron metales base, se prepararon aleaciones de bronce estañífero y se manufacturaron objetos. Las actividades de fusión se habrían practicado tanto en fogones excavados en el piso como en hornillos con estructura suprasuperficial de piedras. Las escorias y la termoalteración de los fragmentos de refractarios indican que en las estructuras de fundición se alcanzaron temperaturas superiores a los 11,50 °C. En términos generales, los objetos producidos habrían sido de tamaño mediano y ocasionalmente grande, con preferencia piezas ornamentales como discos y campanas. De acuerdo a algunos fragmentos de refractarios, también se colaron barras o lingotes. La utilización de hornillos sugiere operaciones pirometalúrgicas de escala considerable pero los eventos de fundición habrían sido discontinuos. Entre uno y otro se habrían producido episodios de derrumbe de los hornos con utilización del área para descarte de distintos materiales (alfarería, restos óseos, desechos líticos). Para cada operación pirometalúrgica se habría levantado una estructura específica, utilizando no sólo el mismo espacio sino también muchas de las piedras de anteriores estructuras, a juzgar por el grado de termoalteración que se observa tanto en el sedimento de base como en los rodados (Tarragó y L. R. González, 1998a).

Se sostiene que en el taller actuaron equipos de producción especializada dedicados a proveer bienes de metal para una demanda que trascendía los requerimientos de la unidad social de producción. El nivel de especialización detectado guarda correspondencia con el proceso de diferenciación social que fuera postulado para los momentos prehispánicos tardíos en la región a partir de la jerarquización de asentamientos (Tarragó y Nasti, 1997). La manufactura de los bienes metálicos implicó una desusada inversión de energía social, la cual no se tradujo en bienes utilitarios, sino, por el contrario, en bienes suntuarios. En tal sentido, la estructura de datos es congruente con un modelo que sostiene que la innovación y el desarrollo de la tecnología metalúrgica estuvieron articulados en el proceso de surgimiento y consolidación de las elites políticas, las que habrían auspiciado el entrenamiento de especialistas para disponer de símbolos materiales significativos para la demarcación de posiciones de prestigio y poder

(Tarragó y L. R. González, 1998a). La llegada del imperio incaico a la región, en el último cuarto del siglo XV, encontró una organización tecnológica apta y capacitada para la producción a gran escala de aleaciones de bronce estañífero.

### Cuerpos ardientes (I)

Desde los comienzos de los trabajos que se realizan en el Sitio 15, numerosos fragmentos de refractarios recuperados fueron clasificados como correspondientes a crisoles. Muchos presentan adherencias metálicas en sus superficies internas y bordes. Las paredes alcanzan un espesor entre 9 y 12 mm. La reconstrucción de las formas sugiere recipientes tronco cónicos, con una boca entre 100 y 130 mm de diámetro y una altura similar. En algunos casos, es visible una moldura cerca del borde que conduce a un ensanchamiento de la pared.

En 1997 fue recuperado en el denominado Montículo Meridional (Unidad U15a, Proc. 533) un fragmento del mismo tipo de los mencionados, pero que a diferencia de ellos, incluía parte del fondo del

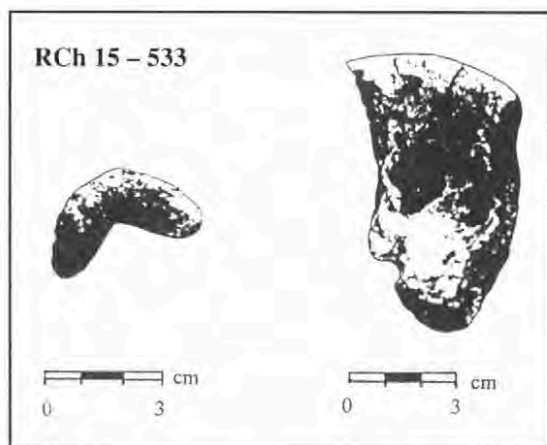


Fig. 3: Sitio 15. Fragmentos de cuchara y tapón asociados (Proc. 533).

recipiente. En asociación con él se halló una pieza refractaria sobre la cual no había antecedentes en el sitio (Fig. 3). La reconstrucción de la forma del recipiente indicó que tuvo un diámetro exterior de 105 mm y una altura total de 62 mm. El espesor de la pared en la boca es de 9 mm y en la base de 14 mm. Apenas desplazado del fondo geométrico de la pieza se observa un orificio circular de 10 mm de diámetro (Fig. 4). La pasta cerámica presenta una intensa termoalteración y en la superficie interna se observa

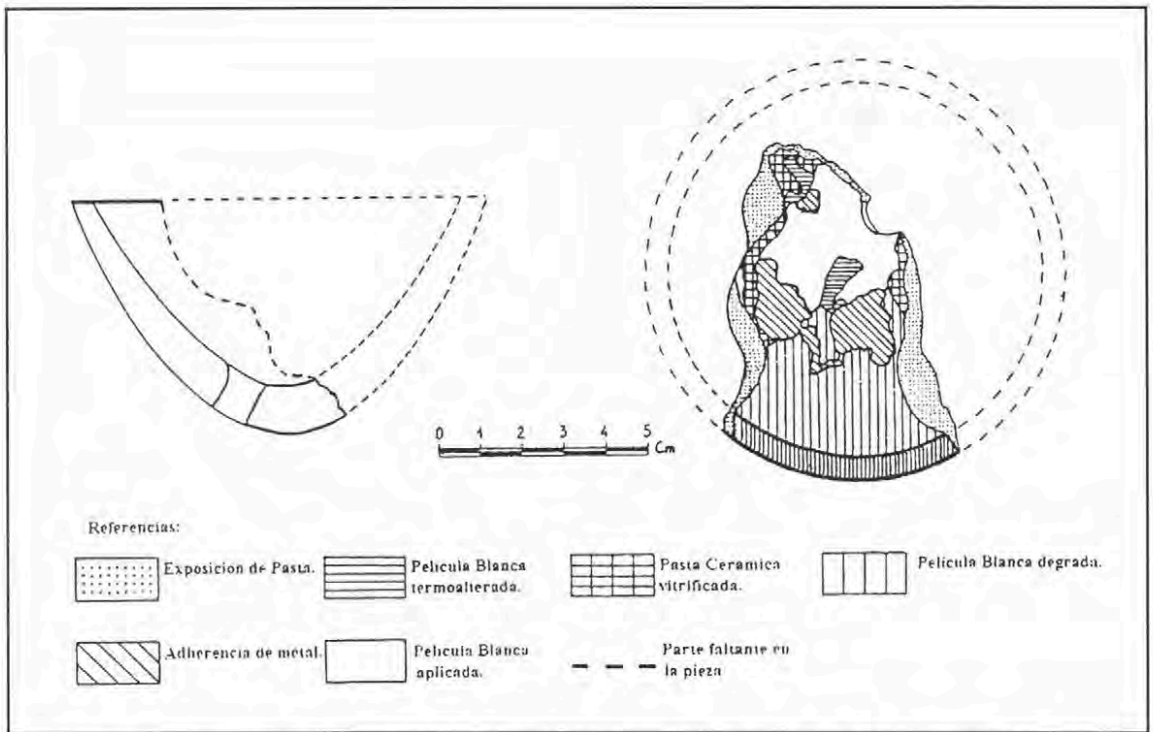


Fig. 4: Reconstrucción de forma de la cuchara 533 (Tomado de Tarragó y L. R. González 28 1998a).

la aplicación de una espesa capa de una sustancia blanca. En el fondo del recipiente, incluyendo el orificio circular, el espesor de esta capa alcanza 3 mm. Más cerca del borde, la aplicación se presenta algo degradada. En el sector central aparecen gruesas adherencias de metal y escoria.

La pieza refractaria asociada a este fragmento de recipiente es de sección circular, con un diámetro de 10 mm y presenta un codo de aproximadamente  $115^\circ$  a 25 mm de uno de los extremos intactos, el cual es de terminación redondeada. El otro lado del codo está fragmentado, lo que impide conocer su largo total, aunque fue recuperado otro resto de refractario (Proc. 544) que posiblemente pertenezca a la misma pieza. Como en el recipiente, el fragmento acodado presenta en su extremo redondeado una aplicación de sustancia blanquecina e incrustaciones escoriñicadas. El análisis de una muestra de estas incrustaciones arrojó 95.11 % de cobre y 4.88 % de hierro (Tarragó y L. R. González, 1998a). El extremo redondeado se ajusta al orificio de recipiente, a modo de tapón.

El conjunto recipiente/tapón fue denominado «cuchara» (Tarragó y González, 1998a) e interpretado como un intermediario para el transporte de metal líquido desde una estructura de fusión hasta los

moldes, sobre los cuales el contenido sería dosificado. El sofisticado modo de operación permite inferir un alto entrenamiento y habilidad por parte de los operadores en el procesamiento de metales, compatible con una organización productiva especializada y de escala que superaba lo doméstico y ocasional. Este procedimiento técnico resulta sugestivo por su limitada representación en los Andes Meridionales. A continuación se repasan los casos conocidos.

#### Barrealito - Angualasto - Pachimoco:

En la segunda década del siglo fueron publicados los resultados de investigaciones desarrolladas por S. Debenedetti en la provincia de San Juan. Entre los numerosos materiales recuperados, el autor describe «...dos crisoles...» recogidos en superficie en la localidad de Barrealito (Debenedetti, 1917:115). Expresa sobre estas piezas (Fig. 5):

«El que lleva el número 18842...tiene 76 milímetros de diámetro y 55 de profundidad; el 18895...tiene 105 y 60 milímetros respectivamente. Las paredes son espesas alcanzando cerca de la base a tener 20 milímetros...Son de forma cónica con una perforación inferior por la cual se escurría el metal fundido...En su interior

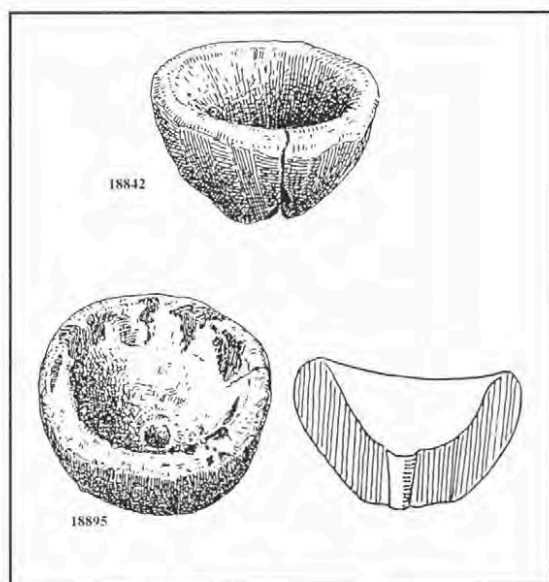


Fig. 5: Crisoles de Barrealito (Tomado de Debedenetti 1917).

conservan aún una ligera capa de color blanquecino, probable resto de escorias minerales y en las proximidades del borde han quedado incrustaciones muy marcadas de mineral fundido». (Debedenetti, 1917:115-116).

En una nota a pie de página se informa de un análisis realizado sobre las incrustaciones metálicas de la pieza 18875, el que señaló la presencia de cobre (95.055 %), estaño (4.854 %) y hierro (0.090 %).

No fueron estos los únicos recipientes del tipo indicado que encontró Debedenetti. En la misma obra, refiriéndose al que llamó Yacimiento XV de Angualasto, mencionó el hallazgo de «...un crisol de forma cónica, con perforación en el vértice...» (Debedenetti, 1917:144). Para el Yacimiento XVI de Pachimoco este autor menciona el hallazgo de «...más de un centenar de fragmentos de crisoles...» (Debedenetti, 1917:169), restos que en buena parte se conservan en los depósitos del Museo Etnográfico. Entre ellos se encuentra la pieza 18869 (Fig. 6), la cual se ajusta al tipo previamente descrito, incluyendo una perforación en el fondo.

### Carrizalillo Grande:

Décadas más tarde H. Niemeyer comentó que en Viña del Cerro, en el valle de Copiapó, uno de los sitios de actividades metalúrgicas más importantes de los Andes Meridionales, aparecían con cierta frecuencia fragmentos de refractarios de formas su-

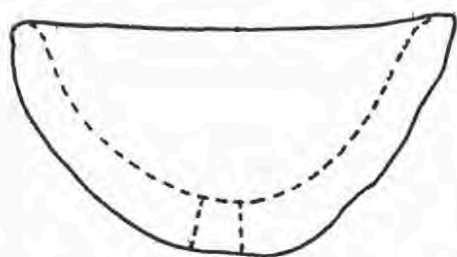


Fig. 6: Crisol 18869, procedente de Pachimoco.

gestivas y recubiertos en parte por una sustancia blanca. En la cercana hacienda de Carrizalillo Grande fueron recuperadas accidentalmente dos piezas complementarias que contribuyeron a interpretar aquellos hallazgos fragmentarios (Fig. 7). Una de las piezas es un recipiente de forma cónica con una boca de 120 mm de diámetro interior. En el fondo presenta un agujero de sección rectangular de 12 por 6 mm. La altura exterior de la pieza es de 100 mm y la interior de 88 mm. La base del recipiente es algo plana y las paredes, con un grosor de 16 a 19 mm en el borde superior, van haciéndose más espesas hacia el fondo. La superficie interior es tosca e irregular y «...presenta porosidades, manchas negruzcas y unos pequeños 'cráteres' o erupciones con el aspecto de escorias. Además, unas manchas de sustancia blanquecina...» (Niemeyer, 1981:94).

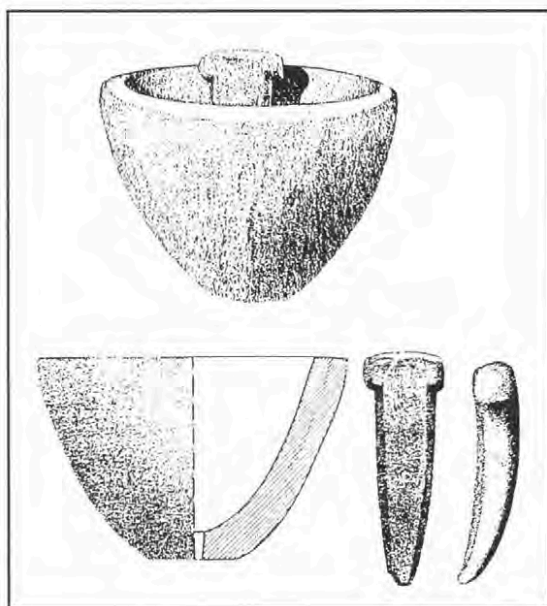


Fig. 7: Crisol de Carrizalillo Grande (Tomado de Niemeyer 1981).

El complemento de este recipiente es un «... 'vástago espichador', o 'barra de regulación'...», una pieza curva del mismo material que el crisol, con un largo total de 113 mm. Cuenta con un ensanchamiento en la parte superior y adopta una sección rectangular y un espesor que va disminuyendo desde los 20 mm a los 12 mm en el extremo inferior. Este extremo ajusta al orificio del fondo del crisol. «El vástago presenta adherida, como ocurre en el interior del crisol, casi en toda su superficie una substancia blanca...» (Niemeyer, 1981:94).

El estudio sobre un corte delgado de la pasta del crisol mostró una proporción de 60 a 70 % de antiplásticos respecto de la fracción arcilla. En cuanto al recubrimiento blanco, por difracción de Rayos X se lo identificó como un silicato de calcio (Iarnita). En relación al modo de operación del conjunto, el autor propuso que:

«...el crisol descrito no estaba destinado a fundir minerales en sí, sino a recoger el metal proveniente del horno de fundición o huaira y distribuirlo directamente a los moldes. Para ello se llenaba, con metal líquido hasta cierta altura, el recipiente cuyo agujero taponeaba el vástago y, luego, lo hacía fluir por el agujero inferior, regulando su salida con el 'espichador'». (Niemeyer, 1981:97).

La sustancia blanca que recubría el interior del crisol y el vástago habría actuado como un suavizador de las superficies en contacto con el metal fundido «...permitiendo mayor fluidez e impidiendo...la adherencia de este a los poros de la pasta cerámica». (Niemeyer, 1981:97)

### Quillay:

Otra referencia proviene del sitio de producción metalúrgica denominado Quillay, el que se ubica en el valle de Hualfín, provincia de Catamarca. La ocupación incaica en el lugar se distribuye en dos grupos de construcciones, separados por 300 m (Raffino et al. 1996). El primero de ellos, denominado Quillay Tampu, se compone de nueve estructuras de planta rectangular y circular, en las cuales habría residido el personal que desarrollaba sus tareas en el segundo grupo de construcciones, denominado Quillay Wayras. Según se expresa, se compone de «...14 wayras de paredes de adobe», en cuyas bases «...aparecen espesas capas de carbón.» (Raffino et al., 1996:61). Dos fechados radiocarbónicos arrojaron valores correspondientes a 1490 y 1560 d. C. respectivamente. En las inmediaciones de los hornos

se recuperaron fragmentos que constituían un «crisol refractario» (Raffino et al. 1996:64).

En el informe sobre esta pieza (Fig. 8) se expresa que:

«...Tiene forma de cuenco de boca amplia y fondo curvo; 126 mm de diámetro exterior y 106 mm en el interior. La altura total es de 66 mm y su profundidad interna de 48 mm ...El fondo curvo presenta un orificio pasante en su centro, de forma cilíndrica, con un diámetro de 7.5 mm. La pared exterior del crisol presenta una hendidura que la rodea, de sección semicircular...Las paredes interna y externa, el borde e incluso el orificio del fondo están tapizadas de una sustancia blanquecina de espesor variable que, en algunos lugares, llega a tener hasta 2 mm y debió estar depositada en capas sucesivas». (Raffino et al., 1996:67).



Fig. 8: Crisol de Quillay (Tomado de Raffino et al. 1996).

Se indica que la pieza es similar a la reportada por Niemeyer. Como en aquel caso, se interpreta que su función era la de recoger metal fundido en el horno, para distribuirlo en moldes a través del orificio del fondo. La salida del metal líquido se regulaba con un espiche que obturaba el orificio. La hendidura que circunda la pared exterior habría estado destinada a sostener y trasladar la pieza, posiblemente aplicando ramas verdes atadas.

En cuanto a la sustancia blanquecina, se señala que tenía por objeto cerrar las imperfecciones de la «pasta cerámica» (Raffino et al., 1996:67) y controlar la velocidad de enfriamiento del refractario. Un análisis por difracción de Rayos X identificó varios compuestos de calcio (silicato, oxalatos, carbonatos y fosfatos), entre ellos hidroxapatita. Sobre este compuesto se señala que «...puede provenir de minerales o de huesos fosilizados.» (Raffino et al. 1996:68).



**TABLA I. Dimensiones de cucharas citadas.**

PROCEDENCIA	ALTURA	DIAMETRO MAX.	VOLUMEN APROX.
Barrealito 18842	55 mm	76 mm	166 cc.
Barrealito 18895	60 "	105 "	335 "
Pachimoco 18869	28 "	55 "	80 "
Carrizalillo Gde.	88 "	120 "	294 "
Quillay	48 "	106 "	230 "
RCh 15 - 533	48 "	96 "	220 "

### **Cuerpos ardientes (II)**

Los materiales mencionados en el apartado anterior presentan una serie de características comunes que, a su vez, les otorgan una identidad particular frente a los refractarios conocidos en la región andina. Como se viera, consisten, en términos generales, en recipientes hemiesféricos con una perforación en su fondo. En todos los casos la perforación es circular, excepto en el de Carrizalillo Grande, en que adopta sección rectangular. Las dimensiones y capacidades son variables (ver Tabla I). Los valores extremos aproximados son 80 cc en la pieza 18869 de Pachimoco y 335 cc en la 18895 de Barrealito. Estas capacidades representan alrededor de 600 g y 2600 g, respectivamente, de una aleación de cobre. Para apreciar estos pesos puede tenerse como referencia que en el estudio de objetos metálicos de La Paya, provincia de Salta, se estableció el peso promedio de un cincel en 20 g, el de un tumi en 60 g, el de un hacha en 350 g y el de un disco en 1500 g (L. R. González y Peláez 1997). Estos valores son meramente orientativos; un disco estudiado procedente de Santa María acredita un peso de más de 2100 g (L. R. González y Vargas, 1998) y objetos más grandes, como una campana, pueden superar los 3600 g (L. R. González, 1998a).

El modo de operación de estas piezas abre interesantes problemáticas. La presencia de un orificio en el fondo de los recipientes los inhabilitaría para actuar como meros contenedores de materiales a ser fundidos, debido a que una vez que estos cambiaran de estado, de sólido a líquido, se filtrarían al exterior. Este fenómeno sólo podría evitarse obturando el orificio con una pieza independiente. Estos «tapones» sólo han sido reportados en el caso de Carrizalillo Grande y Rincón Chico 15, aunque con una morfología diferente. Desde una óptica tecnológica, resultaría menos complicado, si los recipientes hubieran tenido como función principal fundir o refinar (lo

que significa introducirlos en la estructura de fusión), evitar tal orificio. Esto lleva a considerar que los recipientes tuvieron un uso preferente fuera de la estructura de fusión. Sobre el particular, la propuesta de Niemeyer (1981) es la que aparece como mejor fundamentada. Los recipientes habrían operado (como las modernas «cucharas») recogiendo, con el orificio del fondo obturado, el metal que era fundido en estructuras específicas y lo transportarían hasta los moldes. Una vez sobre ellos, el orificio sería liberado dejando escapar el metal necesario para llenar el molde.

Este procedimiento entraña una ventaja práctica significativa: el material fundido puede ser convertido en objetos de un modo más eficiente, dosificando sólo la cantidad necesaria para conformarlos. De tal forma, el volumen de fundición se independiza del volumen de manufactura de objetos. Mayor eficiencia podría alcanzarse implementando coladas en serie, es decir, disponiendo varios moldes para ser llenados sucesivamente. Si no se alcanzara a vaciar el total del metal contenido en la cuchara antes que comenzara a enfriarse, el sobrante podía ser devuelto a la estructura de fusión. Es posible, aún, mantener el metal a temperatura de colada colocando la cuchara debidamente obturada en la estructura de fusión hasta su nueva utilización. En la pieza del Sitio 15, los signos de intensa termoalteración se observan tanto en la pared interna como en la externa. En otro fragmento de refractario, correspondiente a una pieza similar (Proc. 534), los diferentes grados de sinterización del material en la cara interior y en la exterior quedaron reflejados en los valores de dureza Mohs medidos (7 y 4, respectivamente). Los estudios por DRX permitieron identificar compuestos arcillosos en la cara exterior que desaparecían hacia el interior por efecto de la temperatura. En este sentido, se estimó que la cavidad del recipiente soportó un rango térmico en torno a los 1100 °C.

El éxito de las operaciones dependería de la

sincronización y entrenamiento de los operarios para manejar el recipiente. Por una parte, el conjunto cuchara-tapón-metal se encontraba a una temperatura superior a los 1000 °C. Por otra, los operarios tenían un tiempo escaso para mover el conjunto hasta los moldes y efectuar la colada, antes que el metal fundido comenzara a enfriarse y perder fluidez. Este tiempo podía aumentarse, no obstante, sobrecalentando el material. El uso de ramas flexibles y resistentes a las altas temperaturas para manejar los refractarios ha sido frecuentemente citado (por ejemplo, Tylecote, 1987:183; Schneider 1989:23; Simón García, 1996:43). En los bordes de las piezas de Angualasto y Pachimoco, al microscopio y aún a simple vista, se observan rastros de la aplicación de dispositivos de fijación. Muchos más complicada debió resultar la operación de abrir y cerrar el agujero dosificador. Niemeyer (1981) sugiere que en el conjunto de Carrizalillo Grande la barra de obturación actuaba dentro del recipiente. En el caso del Sitio 15, el refractario que cumplía esa función, por su forma acodada, debió acoplarse fuera de él. También un taponamiento desde el exterior sugieren las características de los agujeros de las piezas de Angualasto y Pachimoco. Como fuera y considerando las altas temperaturas, el trabajo de tapar y destapar entrañaría serias dificultades y riesgos para los operadores. Esta cuestión merecería ser incluida en la agenda para futuras investigaciones.

Otra característica de las piezas es la presencia de una sustancia blanquecina que cubre las superficies en contacto con el metal, formada por compuestos de calcio de acuerdo a los estudios realizados (Niemeyer, 1981; Raffino et al., 1996). En la mayoría de hallazgos de refractarios del NOA se ha reportado la presencia de una delgada capa de sustancia blanca recubriendo las cavidades interiores (A. R. González, 1992:134). En el Sitio 15, en los estudios por DRX

y EDAX de muestras de veinticinco fragmentos de refractarios se constató que este recubrimiento está constituido principalmente por un fosfato de calcio ( $\text{Ca}_5[\text{PO}_4]_3$ ), en algunos casos combinado con compuestos arcillosos (L. R. González, 1992b; L. R. González et al., 1997; L. R. González y Piñeiro, 1997). Similar composición fue informada para moldes procedentes de Tilcara, provincia de Jujuy (Tarragó y L. R. González, 1998b). Experimentos realizados mostraron que un recubrimiento análogo se obtiene preparando una emulsión acuosa de huesos animales calcinados y molidos (L. R. González, 1992b).

El uso de ceniza de hueso en crisoles ha sido mencionado por varios autores (por ejemplo, Craddock, 1991; Bayley, 1995; Bayley y Eckstein, 1997), señalándose sus capacidades refractarias y de protección al material cerámico (véase Tylecote, 1987:198; Craddock, 1995:214). Niemeyer (1981) sugirió que la cubierta tenía como principal función alisar las superficies de colada, sellando poros y evitando anclajes de metal cuando éste se solidificaba. También, a partir de los experimentos a los que se hiciera referencia previamente, se destacó que la emulsión de cenizas de hueso adquiere considerable solidez al secarse. Los estudios petrográficos de refractarios del Sitio 15 mostraron que las pastas presentan, en promedio, 77 % de inclusiones no plásticas (cf. Niemeyer 1981), indicándose que la aplicación del recubrimiento pudo actuar como un cemento de superficie que compensara una potencial fragilidad estructural de los materiales (L. R. González y Piñeiro, 1997; Tarragó y L. R. González, 1998a)<sup>3</sup>. En oquedades de artefactos de metal procedentes del sur del valle de Yocavil, los estudios realizados permitieron identificar restos de esta sustancia, los que se habrían desprendido durante el desmolde de las piezas (Giménez Torres et al., 1997; L. R. González y Vargas, 1998).

En cuanto al contexto histórico de la modalidad tecnológica, en la mayoría de los casos, parece estar vinculada con la presencia incaica. Las situaciones más claras son las de Quillay y Copiapó. En Barrealito, Angualasto y Pachimoco, algunos de los materiales que describe Debenedetti (1917) corresponden a influencias imperiales (M. N. Tarragó, com. pers., 1998). En Rincón Chico 15, diez fechados radiocarbónicos ubican la ocupación dentro de un rango temporal amplio, entre los siglos IX y XVI de la Era (Tarragó 1998). Cabe mencionar que la muestra cerámica recuperada durante los trabajos corresponden, mayoritariamente a tipos del estilo Santa María y,

3. Esta sustancia no habría sido sólo utilizada para el recubrimiento de moldes: los tipos cerámicos Famabalasto Negro Grabado presentan, en muchos casos, las líneas decorativas rellenas por el mismo compuesto blanquecino, el que fue aplicado postcocción sobre las piezas (M. Piñeiro, com. pers., 1997). Asimismo, corresponde indicar que el fosfato de calcio resulta un fundente adecuado para el procesamiento de menas de estaño, práctica que parece haber sido desplegada en el Sitio 15.

a diferencia de otras localidades del sector meridional del valle, resulta llamativa la escasez de cerámica Inca así como otras modalidades asociadas con la presencia imperial (Tarragó y L. R. González 1998a).

### Metales, tecnología e interacción transandina

El movimiento prehispánico de bienes desde el NOA hacia el norte de Chile habría adquirido cierta regularidad (Núñez Atencio, 1987) por lo menos a partir del Período de Integración (ca. 500-900 dC), continuando durante el subsiguiente de Desarrollos Regionales (900-1470). Hasta donde la evidencia permite inferir, los bienes movilizados hacia el norte de Chile representaron una tecnología de prestigio, es decir, no vinculados directamente con la resolución práctica de problemas de supervivencia y comodidad básica. Por el contrario, aquellos bienes fueron producidos para la exhibición de riqueza, éxito y poder (Hayden, 1998). Considerando los metales, tal circunstancia no constituye una curiosidad: un abrumador porcentaje del metal producido en el NOA prehispánico fue invertido en la manufactura de bienes destinados al despliegue y ostentación de status diferenciales (L. R. González y Peláez, 1997). Es probable, entonces, que la movilización adquiriera sentido y fluidez acompañando la institucionalización de situaciones de desigualdad social a ambos lados de los Andes (véase Pérez Gollán, 1994, 1997; Núñez Atencio, 1987). En este sentido, las élites políticas de las sociedades estratificadas podrían haber compartido, de manera asimétrica, símbolos de poder dotados de un estilo «internacional» (Earle 1990, 1997), por ejemplo la iconografía Aguada y posteriormente la Santamariana.

La irrupción de la administración incaica en el universo surandino implicó profundas modificaciones en las relaciones intra e intersociales. Tanto fuera con un control político directo como con uno indirecto, el estado necesitó poner en práctica un nuevo sistema de valores simbólicos que, por una parte, homogeneizara el mosaico de grupos dominados y, por otra, redefiniere las relaciones de poder. En el nuevo sistema, el prestigio y la autoridad de las élites políticas locales era sostenido, en última instancia, por el reconocimiento emanado del Cuzco y se plasmaba en la exhibición de determinados ítems de la cultura material vinculados con el poder central (cf. Costin y Earle, 1989). No obstante, es posible que ciertos artículos de manufactura local que acreditaban un valor tradicional continuaran operando a nivel regional. Resignificados en su contenido polí-

tico, dentro de una diferente mecánica de distribución y con algunas variaciones formales (por ejemplo, los broncees santamarianos y la alfarería Inca Paya), pudieron también seguir siendo movilizadas a territorios distantes.

Se ha sostenido que una de las estrategias integradoras implementadas por el Inca en los territorios dominados fue la difusión del bronce estañífero (Lechtman, 1978:511; Earle y D'Altroy 1989:203). Los datos arqueometalúrgicos del NOA indican que en esta región los secretos de la aleación eran manejados desde varios siglos previos al avance imperial (L. R. González, 1998b; Tarragó y L. R. González 1998b). El bronce era utilizado no sólo en la fabricación de pequeños instrumentos, como cínceles y cuchillos, sino también para realizar objetos suntuarios de varios kilogramos de peso, como discos y campanas. Algunas de estas últimas figuran entre los artículos de una sola pieza más voluminosos y complejos realizados en los Andes precolombinos (L. R. González 1998a). La evidencia permite sostener que los administradores cuzqueños, en aquellos lugares del NOA a los que juzgaron adecuados para actividades de producción metalúrgica, no necesitaron introducir innovaciones técnicas de importancia más que las que condujeran a un incremento en la escala de producción. Antes bien, la experiencia y entrenamiento que acreditaba la mano de obra local en el procesamiento de menas metalíferas no sólo pudo ser aprovechada para los intereses imperiales sino que, además, algunas soluciones tecnológicas locales pudieron evaluarse como suficientemente prácticas para incorporarlas a otros centros de producción de los Andes Meridionales (cf. Kohl, 1987).

Esta presentación estuvo dedicada a comentar una de estas soluciones tecnológicas, la cual se encuentra representada en el registro arqueológico del sur del valle de Yocavil, en otros puntos del Noroeste argentino y asimismo del otro lado de los Andes. El desarrollo y la adopción de innovaciones tecnológicas no resulta de iniciativas individuales o de meros traslados de materiales sino del modo en que se estructuran las relaciones sociales allí donde las innovaciones operan (cf. Kristiansen, 1995). Los sofisticados refractarios comentados, con su cubierta blanquecina, más allá de aspectos funcionales, sugieren divisiones del trabajo formales, con comportamientos técnicos planificados para desarrollar actividades conexas (i.e. la fabricación de los refractarios) articuladas a las estrictamente metalúrgicas. La operación del sistema de cuchara dosificadora

implica un alto grado de especialización y dedicación por parte de los operarios intervinientes y su puesta en práctica permite suponer una escala de producción de cierta envergadura. La información disponible al momento permite proponer la hipótesis que estas innovaciones tecnológicas fueron desarrolladas localmente y que la administración incaica intervino para su difusión a otros centros de producción metalúrgica, en el marco de las medidas tomadas en función de los intereses sociopolíticos del estado. Futuras investigaciones, en ambas vertientes de los Andes Meridionales, permitirían afinar esta hipótesis y explorar otras alternativas, por ejemplo si junto con esta tecnología pudieron haber sido moviliados los operarios idóneos para ponerla en práctica.

## Agradecimientos

Las investigaciones no hubieran sido posibles sin la colaboración de numerosas personas. En los trabajos de campo quiero mencionar a M. Piñeiro, N. Cabrera, A. Vargas, P. Campo, N. Grossman y R. Doro. En la interpretación de los análisis de laboratorio, las conversaciones con T. Palacios, E. Cabanillas y A. Pinto fueron fundamentales. J. Nastri leyó la primera versión de este trabajo y me realizó valiosos comentarios. Nada hubiera podido prosperar sin las enseñanzas, las sugerencias y el permanente apoyo de M. N. Tarragó.

## BIBLIOGRAFÍA

- BAYLEY, J. 1995. Precious metal refining. **Archaeology Datasheet** 2. Historical Metallurgy Society, London.
- BAYLEY, J. y K. ECKSTEIN. 1997. Silver refining, Production, recycling, assaying. En **Archaeological Sciences 1995**, pp. 107-111. Oxbow Monograph 64, Oxford.
- CAPOCHE, L. 1959. **Relación General de la Villa Imperial de Potosí**. Biblioteca de Autores Españoles 122. Atlas, Madrid.
- COLES, J. 1979. **Experimental archaeology**. Academic Press, New York.
- COSTIN, C. y T. EARLE. 1989. Status distinction and legitimation of power as reflected in changing patterns of consumption in Late Prehispanic Peru. **American Antiquity** 54, 4:691-714.
- CRADDOCK, P. 1991. Mining and smelting in antiquity. En **Science and the Past**, pp. 57-73. British Museum Press, London.
- CRADDOCK, Paul. 1995. **Early metal mining and production**. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- CHILDS, T. y D. KILICK. 1993. Indigenous african metallurgy: nature and culture. **Annual Review of Anthropology** 22:317-337, Palo Alto.
- DEBENEDETTI, S. 1917. Investigaciones arqueológicas en los valles preandinos de la provincia de San Juan. **Publicaciones Sección Antropología** 15. Facultad de Filosofía y Letras, Buenos Aires.
- EARLE, T. 1990. Style and iconography as legitimation in complex chiefdoms. En **The Uses of Style in Archaeology**, pp. 73-81. Cambridge University Press, Cambridge.
- EARLE, T. 1997. **How chiefs come to power. The political economy in prehistory**. Stanford University Press, Stanford.
- EARLE, T. y T. D'ALTRIO. 1989. The political economy in the Inka empire: the archaeology of power and finance. En **Archaeological Thought in America**, pp. 183-204. Cambridge University Press, Cambridge.
- GIMÉNEZ TORRES E., C. ZIOBROWSKY, T. PALACIOS, E. CABANILLAS y L. R. GONZÁLEZ. 1997. Estudio de un tumi del Período Imperial en el Noroeste argentino. 49° CIA. Quito. **Boletín del Museo del Oro, Bogotá** (e.p.).
- GONZÁLEZ, A. R. **Las placas metálicas de los Andes**

- 1992 del Sur. KAVA, Berlín.
- GONZÁLEZ, L. R. **Metalurgia prehispánica en el NOA: un modelo de localización de sitios de procesamiento en el valle de Santa María (Pcia. de Catamarca)**. Tesis de Licenciatura en Ciencias Antropológicas. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires (m.s.).
- GONZÁLEZ, L. R. Fundir es morir un poco. Restos de actividades metalúrgicas en el valle de Santa María, pcia. de Catamarca. **Palimpsesto. Revista de Arqueología** 2:51-70. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, L. R. El caso de la cera perdida. Metalurgia prehispánica y recursos en el valle de Yocavil. **Relaciones de la SAA** 19:171-190. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, L. R. Blues del Bicho Muerto. Observaciones arqueológicas en el sur del valle de Yocavil. **Palimpsesto. Revista de Arqueología** 4:97-102. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, L. R. Recursos y organización de la producción metalúrgica prehispánica en la Región Centro-Sur. Un caso de estudio. **Hombre y Desierto** 9:213-223. Universidad de Antofagasta. Antofagasta.
- GONZÁLEZ, L. R. Arte, tecnología y dominación: metalurgia prehispánica en el Noroeste argentino. En **Actas II Jornadas de Arte y Arqueología** (e. p.). Santiago. Resumen en Resúmenes de Ponencias . pp.33-34.
- GONZÁLEZ, L. R. Sitios de procesamiento metalúrgico coloniales en el Noroeste argentino. En **Anales Jornadas SAM'96**, pp. 221-224. San Salvador de Jujuy.
- GONZÁLEZ, L. R. Samuel Lafone, el empresario del cobre. **Todo es Historia** 353:20-37. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, L. R. Tambo feroz. Nuevos datos sobre el asentamiento de Punta de Balasto y la ocupación incaica en el sur del valle de Santa María (Prov. de Catamarca). En **Actas XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina**. La Plata (e.p.).
- GONZÁLEZ, L. R. Arqueología y Etnohistoria. Un caso de investigación arqueometalúrgica en el sur del valle del Yocavil. Noroeste argentino. En **Actas XIV Congreso Nacional de Arqueología Chilena**. Copiapó (e.p.).
- GONZÁLEZ, L. R. Rumores de bronce. Campanas del Noroeste argentino prehispánico. (m.s.).
- GONZÁLEZ, L. R. Bronce bajo el sol. Metalurgia prehispánica en el Noroeste Argentino. **Etnologiska Studier** 43. Etnografiska Museet. Gotemburgo (e.p.).
- GONZÁLEZ, L. R. y M. A. GONZÁLEZ. Rincón Chico 15: un sitio de actividad metalúrgica prehispánica en el valle de Santa María (prov. de Catamarca). En **Actas Jornadas Metalúrgicas y II Congreso ALAMET**, pp. 283-284. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, L. R. y T. PALACIOS. El volar es para los pájaros. Análisis técnico de dos piezas metálicas procedentes del valle de Santa María. pcia. de Catamarca. **Arqueología. Revista de la Sección Prehistoria**. 6:10-25. ICA. Facultad de Filosofía y Letras. UBA. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ, L. R., P. CAMPO y B. LOSINO. Estudio de moldes y crisoles prehispánicos procedentes del Noroeste argentino. En **Actas CONAMET IX - IBEROMET IV** . pp.920-1927. Santiago.
- GONZÁLEZ, L. R. y N. CABRERA. Distribución de comunidades vegetales en la localidad arqueológica de Rincón Chico (Pcia. de Catamarca). Recursos combustibles e implicancias para la producción metalúrgica prehispánica. En Informe Final Proyecto Arqueológico Regional Valles Calechaquíes. PID-CONICET 3257. Dirección: Dra. Myriam N. Tarragó (m.s.)
- GONZÁLEZ, L. R. y P. PELÁEZ. De ricos y famosos. Bienes metálicos en las sociedades prehispánicas tardías del Noroeste argentino. En **Actas XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina**. La Plata (e.p.).
- GONZÁLEZ, L. R. y M. Piñeiro. Metalurgia Prehispánica en el Noroeste argentino. El caso del Sitio 15 de Rincón Chico (Pcia. de Catamarca). 49° CIA. Quito. **Boletín del Museo del Oro**. Bogotá (e.p.).
- GONZÁLEZ, L. R. y A. M. VARGAS. Tecnología metalúrgica y organización social en el Noroeste argentino prehispánico. Estudio de un disco. **Chungará**. Arica (e.p.).
- HAYDEN, B. Practical and prestige technologies: the evolution of material systems. **Journal of Archaeological Method and Theory** 5, 1:1-55. Plenum Press. New York.

- JANZON, G. O. 1988. Early nonferrous metallurgy in Sweden. En **The Beginning of the Use of Metals and Alloys**, pp. 104-117. MIT Press, Cambridge.
- KOHL, P. 1987. The ancient economy, transferable technologies and the Bronze Age World-system: a view from the Northeastern frontier of the Ancient Near East. En **Centre and Periphery in the Ancient World**, pp. 13-24. Cambridge University Press, Cambridge.
- KRISTIANSEN, K. Value, ranking, and consumption in the European Bronze Age. En **Domination and Resistance**, pp. 211-214. Routledge, London.
- LECHTMAN, H. 1976. A metallurgical site survey in the Peruvian Andes. **Journal of Field Archaeology** 3:1-42.
- LECHTMAN, H. 1978. Temas de metalurgia andina. En **Tecnología Andina**, pp. 489-520. IEP, Lima.
- LECHTMAN, H. y A. STEINBERG. 1979. The history of technology: an anthropological point of view. En **The History and Philosophy of Technology**, pp. 135-160. University of Illinois Press.
- LEMMONIER, P. 1993. Introduction. En **Technological choices. Transformation in material cultures since the Neolithic**, pp. 1-35. Routledge, London.
- NIEMEYER, H. 1981. Dos tipos de crisoles prehispánicos del Norte Chico, Chile. **Boletín del Museo de Arqueología de La Serena** 17:92-109. La Serena.
- NÚÑEZ ATENCIO, L. 1987. Tráfico de metales en el área centro-sur andina: hechos y expectativas. **Cuadernos del INA** 12:73-105. Buenos Aires.
- PÉREZ GOLLÁN, J. A. 1994. El proceso de integración en el valle de Ambato. Complejidad social y sistemas simbólicos. **Rumitacana. Revista de Antropología** 1:33-41. Dirección de Antropología de Catamarca, Catamarca.
- PÉREZ GOLLÁN, J. A. 1997. **Los señores del Jaguar**. Museo Etnográfico, Buenos Aires.
- RAFFINO, R., R. FITURRIZA, A. IÁCONA, A. CAPPARELLI, D. GOBBO, V. MONTES y R. VÁZQUEZ. 1996. Quillay: centro metalúrgico Inka en el Noroeste argentino. **Tawantinsuyu** 2:59-69. Gundaroo.
- REID, A. y R. MACLEAN. 1995. Symbolism and the social contexts of iron production in Karagwe. **World Archaeology** 27, 1:144-161. Routledge, London.
- SCHEIDER, G. 1989. Bronze casting at Olympia in Classical times. En **History of Technology: The Role of Metals**, pp. 17-24. MAS-CA Research Papers in Science and Archaeology 6. University of Pennsylvania.
- SHIMADA, I. 1985. Perception, procurement and management of resources: archaeological perspectives. En **Andean Ecology and Civilization**, pp. 357-399. University of Tokio Press, Tokio.
- SIMÓN GARCÍA, J. 1996. Utilaje metalúrgico prehistórico del País Valenciano: los crisoles. **ACONTIA. Revista de Arqueología** 2:39-51. Valladolid.
- TARRAGÓ, M. N. 1987. Sociedad y sistema de asentamiento en Yocavil. **Cuadernos del INA**, 12:179-196. Buenos Aires.
- TARRAGÓ, M. N. 1998. El patrimonio del valle de Santa María en peligro. En **50 Años de Aportes al Desarrollo y Consolidación de la Antropología Argentina**. Homenaje a Alberto Rex González. Facultad de Filosofía y Letras-Fundación Argentina de Antropología, Buenos Aires (e.p.).
- TARRAGÓ, M. N. y J. NASTRI. 1997. Dimensiones de la complejidad santamariana. En **Actas XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina**. La Plata (e.p.).
- TARRAGÓ, M. N. y L. R. GONZÁLEZ. 1998a. Producción especializada y diferenciación social en el sur del valle de Yocavil. **Anales de Arqueología y Etnología**, Mendoza (e.p.).
- TARRAGÓ, M. N. y L. R. GONZÁLEZ. 1998b. La producción metalúrgica prehispánica en el asentamiento de Tilcara (Prov. de Jujuy). Estudios preliminares sobre nuevas evidencias. En **Los Desarrollos Locales y sus Territorios. Arqueología del NOA**. Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy (e. p.).
- TYLECOTE, R. 1987. **The early history of metallurgy in Europe**. Longman, London.
- TYLECOTE, R. y J. MERKEL. 1992. Experimental smelting techniques: achievements and future. En **Furnaces and Smelting Technology in Antiquity**, pp. 3-20. British Museum Occasional Paper 48. London.
- WEST, R. 1992. Aboriginal metallurgy and metalworking in Spanish America: a brief overview. En **In Quest of Mineral Wealth. Aboriginal and Colonial Mining and Metallurgy in Spanish America**, pp.5-20. Louisiana State University, Baton Rouge.