

El volar es para los pájaros. Análisis técnico de dos piezas metálicas procedentes del Valle de Santa María, pcia. de Catamarca

Autor:
González, Luis R.

Revista -
Arqueología

1996, 6, 25-46



Artículo

**EL VOLAR ES PARA LOS PAJAROS
ANALISIS TECNICO DE DOS PIEZAS METALICAS
PROCEDENTES DEL VALLE DE SANTA MARIA,
PCIA. DE CATAMARCA**

LUIS R. GONZALEZ*
TULIO A. PALACIOS**

INTRODUCCION

Cuando en el último cuarto del Siglo XV el Noroeste argentino pasó a formar parte del imperio incaico, algunos grupos sociales que poblaban la región acreditaban ya un notable desarrollo metalúrgico. Este estaba cimentado en una práctica tecnológica de siglos, con mano de obra artesanal habilidosa y entrenada y disponibilidad relativamente abundante de materias primas. A juzgar por la cantidad y características de los objetos metálicos recuperados a lo largo de los años de trabajo arqueológico y según apuntan los resultados preliminares de investigaciones actualmente en curso, el sur del valle de Santa María, provincia de Catamarca, constituyó uno de los sectores más sobresalientes en la producción de este tipo de materiales en momentos prehispánicos tardíos.

Los bienes metálicos, no sólo de oro y plata sino también de cobre y bronce estañífero, parecen haber desempeñado un importante papel dentro del sistema político-económico del incario. Es probable, entonces, que aprovechar las ventajas que en la

* Museo Etnográfico, Moreno 350. (1091) Buenos Aires

** CNEA, CAC, Av.del Libertador 8250. (1429) Buenos Aires

producción de tales bienes ofrecía el Noroeste constituyera un interés estratégico para la administración cuzqueña. De manera similar a lo ocurrido en otros lugares de los Andes, los Inca habrían reorganizado la producción metalúrgica local, adecuándola a sus necesidades: movilizandando mano de obra para el laboreo de las minas ya en actividad y otras que fueron abiertas, planificando la instalación de unidades de procesamiento y talleres de acuerdo con la escala de salida pretendida y ejerciendo un mayor control sobre la producción y distribución de objetos.

En lo tecnológico, es posible que las innovaciones no hayan sido sustanciales. Debe tenerse en cuenta que la aleación imperial por excelencia, el bronce estañífero, del cual se sostiene que fue diseminado por las regiones dominadas como símbolo del poder central (Lechtman 1979), era conocida en el Noroeste argentino desde, por lo menos, el Período de Integración, ca. 500-900 DC (ver Fester 1962, Fester y Retamar 1956, A.R. González 1979, Biloni *et al.* 1990; L.R. González 1993-94, 1994). Asimismo, según muestran las evidencias recuperadas, los especialistas locales manejaban con soltura los secretos del arte, contando, presumiblemente, con la infraestructura adecuada para ello. Esto no significa ignorar la posibilidad de que algunos elementos de trabajo, como hornos, crisoles y equipos de molienda, pudieran haber sido mejorados o reemplazados por los delegados imperiales con el fin de aumentar los rangos de producción.

En el lapso de ocupación incaica muchos objetos que ya venían manufacturándose, como discos, hachas, pinzas y herramientas de menor bulto, continuaron figurando en la demanda social. Pero también se incorporaron al repertorio algunos modelos novedosos, tales como los *tumis*, las mazas estrelladas, los *topus*, las hachas en forma de ancla, las figurillas zoo y antropomorfas que se asocian a los santuarios de altura y ciertas pequeñas bolas (A. R. González 1979, Raffino 1981), denominadas, entre otros nombres, *liwi*.

En el marco de una investigación más amplia, que se ocupa del estudio de la organización de la producción metalúrgica prehispánica en el sector meridional del valle de Santa María, provincia de Catamarca, la presente contribución se orienta a reportar el análisis técnico de dos de esas pequeñas bolas. Una de ellas fue recuperada durante un trabajo de prospección realizado en la región. La restante procede de las colecciones del Museo Etnográfico de la Facultad de Filosofía y Letras (UBA), en las que ingresó formando parte de un lote de objetos acumulados por un particular en la misma zona. Estimamos como interesante la presentación de esta información por dos razones: en primer lugar, el hallazgo de estos elementos, con asociación contextual controlada o sin ella y considerando la totalidad de la región andina, no es todo lo común que podría suponerse; en segundo lugar, son escasos los informes sobre análisis de

laboratorio practicados sobre este tipo de objetos (Lechtman 1991). De hecho, considerando el Noroeste argentino, existen pocos antecedentes sobre el particular. Por otra parte, en la bibliografía relevada no hemos encontrado referencias detalladas sobre el método de manufactura de estas piezas y nuestras propuestas pueden resultar de utilidad para la discusión de estas prácticas tecnológicas en otras zonas del Noroeste argentino, aún cuando la escasez de la muestra utilizada impida amplias generalizaciones.

EL REGISTRO DE BOLAS

En el registro arqueológico de la región andina central, las bolas metálicas aparecen en contextos asignables al Período Intermedio Tardío, hacia el 900 DC y continúan siendo reportadas para el Horizonte Tardío (Lechtman 1991). En general, los estudios sobre estas piezas han tomado en cuenta los siguientes criterios: 1) forma; 2) material; 3) método de manufactura (forjado o colado); 4) sistema de fijación de ligaduras; y 5) presencia o ausencia de incrustaciones o decoración

En tal sentido, se han establecido dos formas básicas: ovoides y esféricas. Las primeras son macizas y cuentan con un surco perimetral en su sección menor, cuya finalidad habría sido asegurar las ataduras. Las esféricas, en cambio, presentan un sistema de amarre más complejo: en algunos casos se dispuso una perforación axial que atraviesa todo el cuerpo de la pieza; en otros, la perforación es incompleta, habiéndose colocado una barra transversal en su interior. También se conocen casos en los que las perforaciones constituyen uno o varios pares. Según señala Lechtman (1991:58), se sospecha que el sistema de fijación con agujeros dobles y con barra transversal correspondería a tecnología incaica. Las piezas recuperadas ostentan diámetros variables entre 15 y 30 milímetros. (ver, entre otros, Nordenskiöld 1921, Rowe 1946, Bingham 1956, Bennett y Bird 1960).

Como dijéramos, los hallazgos de estos elementos registrados en el Noroeste argentino no son muy abundantes. Ambrosetti (1904) indicó que las conocidas hasta ese momento habían sido realizadas en bronce y se distribuían en el valle Calchaquí, desde Santa María hasta La Poma. Este autor describió las bolas como esferas en las cuales se había practicado una excavación en donde podía apreciarse una corta barra transversal que sirvió para fijar una cuerda. Hace mención de varios ejemplares (ver Tabla 1). Dos de ellos, procedentes de La Paya, valle Calchaquí norte, presentan la particularidad de haber sido formatizados como cabezas, humana en un caso y zoomorfas en el otro (Ambrosetti 1904:233, fig.50, a y b). También reporta elementos de forma más oval, con un extremo en punta¹.

Boman (1908) menciona hallazgos en la misma zona de La Paya e ilustra un ejemplar que, dice, estaba realizado en cobre (Boman 1908:222, fig.12). El mismo posee una perforación, con una barra de sujeción en su interior. Según expresa, conoció otras dos bolas de la región (ver Tabla 1). En años mas recientes, Pedersen (1952) informó haber recuperado tres bolas de bronce estanífero en Averías del Bracho y otra en Sequía Vieja, localidades del área del Río Salado, en Santiago del Estero, sin dar sus dimensiones pero sí su composición (ver Tabla 2).

A. R. González (1953), en un trabajo sobre boleadoras, propuso una clasificación en la que incluye a los objetos que nos ocupan dentro del Tipo F, Clase I:

“Se trata de bolas muy pequeñas, fundidas en bronce o plata. El amarre de la cuerda se hace a través de una barrita transversal que se encuentra en el interior, hueco, de la pieza. La bola esférica lisa, puede estar reemplazada por una figura zoomorfa, cosa que también ocurre en las boleadoras esquimales.” (A.R. González 1953:214).

Mayer (1986), además de los hallazgos consignados por Ambrosetti, Boman y Pedersen, mencionó otros cuatro, cuyas procedencias no son del todo detalladas (véase Tabla 1). Por su parte, A.R. González (1979) también reportó el hallazgo de otra bola en el sitio de Pozuelos, en la Puna jujeña. En la Tabla 1 se resumen las dimensiones, peso y procedencia de las bolas consignadas, en los casos en que tal información se encuentra disponible:

TABLA 1

Autor	Procedencia	Diám.Max.(mm)	Peso(g)
Ambrosetti (1904)	s/d	15	27
	s/d	20	35
	s/d	65	32
	s/d	50	57
Boman (1908)	La Paya?	s/d	46
	La Paya?	s/d	47
Mayer (1986)	Cachi	20	32
	Río del Inca	19.9	31
	La Angostura	30	85
	La Puerta	25	39

FUNCIONALIDAD DE LAS BOLAS

Existe un acuerdo general entre los autores para afirmar que este tipo de piezas constituían partes de boleadoras:

“Las boleadoras de bronce...todas de pequeño tamaño han formado parte de verdaderas libes aún hoy usadas por los actuales habitantes para cazar las vicuñas.” (Ambrosetti 1904: 233).

“Les libes des Indiens de la Cordillere sont manies de la meme maniere que la boleadora des Gauchos des Pampas: les trois boules sont attaches au bot des cordes d'une meme longueur dont les autres extremités sont reliees ensemble. En prenant l'une des boules dans la main, on fait tourner les deux autres au-dessus de la tete. Lorsqu'elles ont acquis une vitesse aussi grande que possible, on les lache. Mues par la force centrifuge, elles entravent les pattes du gibier qui, alors, tombe enveloppe par les cordes” (Boman 1908:222).

Según A. R. González (1953), entre los aymará y uru del altiplano boliviano, estos elementos se utilizaban, con el nombre de *liwi-liwi*, en la caza de vicuñas. Algunas bolas procedentes de esa región tienen un diseño muy similar al ilustrado por Boman. No obstante, parecería que estas piezas no sólo habrían conformado equipos vinculados con la predación de grandes mamíferos, sino también con la caza de fauna de menor porte, como pájaros. Guamán Poma de Ayala, en su obra sobre las costumbres andinas, escrita en 1615, menciona a los *toçllacoc uamracuna*, muchachos cazadores de pájaros menudos, como picaflores, jilgueros y palomas: la ilustración que acompaña (ver Fig. 1) muestra a uno de estos cazadores en acción, provisto de una boleadora constituida por dos cuerdas con pequeños pesos en sus extremos (Guaman Poma de Ayala 1980:182-183). En las Relaciones Geográficas de Indias (1885) se hace referencia a equipos formados por cuerdas y bolas de cobre en sus extremos, conocidos como *ayllo*, otrora utilizados en actividades guerreras y posteriormente en cacerías.

“Peleaban con unas mazas de palo recio e fuerte...e con hondas e hachas de cobre e con unas cuerdas de niervos recias y al cabo puestas unas bolas de cobre pesadas tirabanlas y llaman a estas ayllos y hoy lo usan en sus cazas y monterias” (Relaciones Geográficas 1885:45)

Acosta describió al *ayllo* como:

“...un cordel con tres ramales y al cabo de cada uno una bolilla de plomo, que sirve para cazar pájaros o animales enredándolos.” (en Larrea 1960: 98-99).

Similar definición aporta González Holguín:

“Aylo, Liui: bolillas asidas de cuerdas para trabar los pies en la guerra y para cazar fieras o aves y tirar a tramar pies y alas.” (en Larrea 1960:99).

Al respecto, cabe consignar que Lachtman (1936) menciona, procedentes de Tarapacá, Chile, dos bolas de 2.4 y 2.1 cm. de diámetro, con las pertinentes oquedades y barras atravesadas, una de las cuales conservaba atada una delgada cuerda de fibra vegetal de 89 cm. de largo².

FIGURA 1



Toçlacoc uamracuna, muchacho cazador de pájaros.
(tomado de Guamán Poma de Ayala 1980:182).

En lo cronológico, estos elementos han sido asociados por diversos autores a los momentos de ocupación incaica del Noroeste argentino (A.R. González 1953, 1979, Raffino 1981, Mayer 1986). De los ejemplares recuperados en la región, conocemos análisis de composición para cuatro de ellos:

TABLA 2

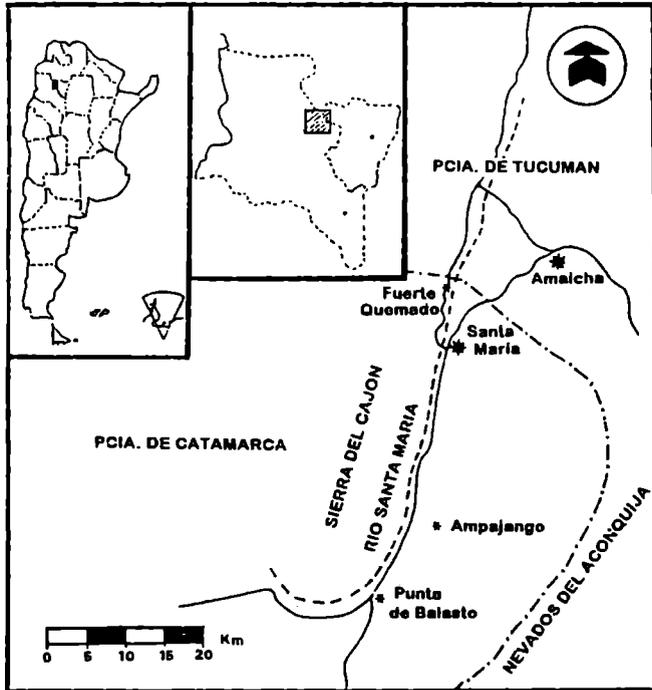
Nº	Cu	Sn	Pb	Fe	Bi
1	89.85	9.40	0.32	0.41	-
2	93.58	6.02	-	-	0.28
3	95.06	4.32	-	0.42	-
4	96.12	3.24	0.17	-	-

(1: Boman 1908:869; 2,3 y 4: Pedersen 1952:95)

LAS BOLAS DE SANTA MARIA

La pieza Nº 1 que nos ocupa en el presente reporte fue recuperada en 1991 en el curso de trabajos de prospección llevados a cabo por un equipo de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires, bajo la dirección de la Dra. Myriam N. Tarragó. El lugar de hallazgo fue un sitio denominado SCatSma 30-Ampajango II Rosendo Cáceres (Tarragó *et al.* 1993), ubicado a dos kilómetros al este de Ampajango, provincia de Catamarca (ver Fig.2). A principios de la década de 1960 fueron llevados a cabo algunos trabajos arqueológicos de los cuáles existen escasas referencias (ver Lorandi 1966:53-54). El sitio es un poblado de relativa extensión correspondiente a los momentos tardíos de ocupación prehispánica. El objeto, un esferoide achatado en los polos, fue recolectado en superficie, en la inmediata cercanía de una construcción de interesantes características. Se trata de un gran recinto, con una superficie de casi 800 m², de planta poligonal, en el cual las paredes pircadas fueron levantadas aprovechando la presencia de algunos grandes peñascos de material ígneo. Uno de estos peñascos, con un volumen superior a los 36 m³, corta transversalmente el recinto y se encuentra rodeado por una plataforma de piedras.

FIGURA 2



Sector sur del valle de Santa María,
con indicación de las localidades mencionadas en el texto.

La pieza N° 2 fue ubicada en las colecciones del Museo Etnográfico de la Facultad de Filosofía y Letras (UBA). Esta catalogada con el N° 19723 y de acuerdo a los registros, ingresó en 1915 formando parte de una colección particular denominada Salvatierra³. No se consignan las condiciones del hallazgo, citándose como lugar de procedencia Santa María, provincia de Catamarca. De acuerdo a la información recogida personalmente por uno de nosotros (LRG) a lo largo de varios años de trabajo arqueológico en la zona, puede postularse con apreciable grado de seguridad que la pieza fue recuperada en algún punto del sur del valle de Santa María, probablemente en las cercanías de la ciudad homónima, con lo cual puede ser considerada como regionalmente emparentada con la N° 1⁴.

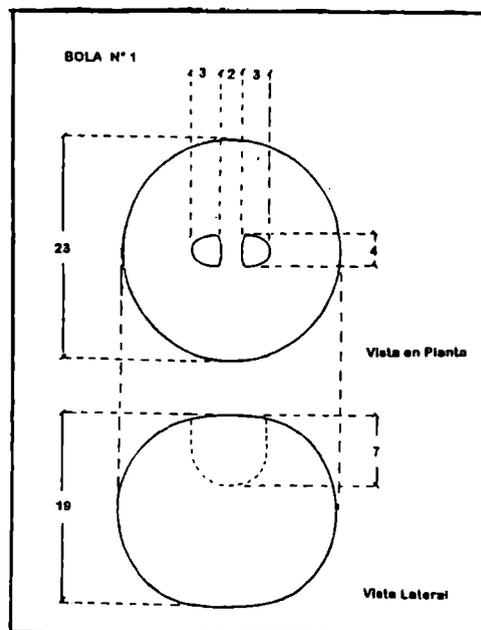
La siguiente tabla resume las dimensiones y peso de ambas piezas:

TABLA 3

Pieza	Peso (g)	Diámetro mayor (mm)	Diámetro menor (mm)
Nº 1	41.7	23	19
Nº 2	42.8	24	19

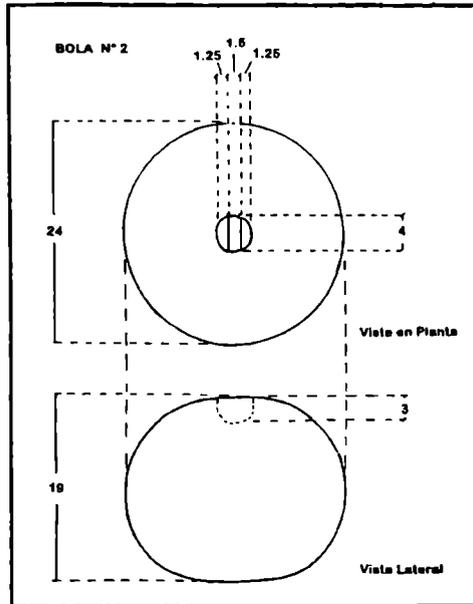
Las similitudes morfológicas entre ambas piezas son llamativas. Las diferencias más marcadas se registran en el sector dispuesto para el amarre de cuerdas. En la pieza Nº 1, la depresión tiene 7 mm de profundidad, con una sección oval cuyo eje máximo es de 8 mm y el mínimo de 4 mm. Esta abertura cuenta en su parte central con un puente de 2 mm de ancho y similar espesor (ver Fig. 3). En la pieza Nº 2, la depresión es de sección circular, con una profundidad de 3 mm y un diámetro de 4 mm. La barra de amarre transversal no forma un puente en superficie, sino que se incrusta en la cavidad, manteniendo un espesor constante de 1.5 mm (ver Fig. 4).

FIGURA 3



Dimensiones de la bola Nº 1, expresadas en milímetros.

FIGURA 4



Dimensiones de la bola N° 2, expresadas en milímetros.

El material de las piezas fue analizado cuantitativamente con un equipo de plasma acoplado por inducción⁵, habiéndose extraído para el estudio 100 mg de material de cada objeto. Para la extracción se practicó un barreno de 2 mm de diámetro en un punto no conspicuo de los objetos (ver Blades *et al.* 1991) Este método fue seleccionado para asegurar el menor daño a las piezas y la obtención de una muestra lo más representativa posible del metal, evitando los sesgos que podrían producirse en caso de trabajar sólo con material de superficie. Los resultados fueron los siguientes:

TABLA 4

<i>Pieza</i>	<i>Cu</i>	<i>Sn</i>	<i>Pb</i>
N° 1	98.0	0.93	1.07
N° 2	98.3	1.66	0.04

En próximas páginas adelantaremos algunos comentarios en relación con la composición de estos objetos.

MANUFACTURA

El estudio realizado a las piezas, que en el caso de la N° 1 incluyeron placas radiográficas, permitió determinar que, por lo menos en este objeto, la barra transversal de amarre no fue soldada con posterioridad a la manufactura del cuerpo principal. Asimismo, no se detectaron evidencias de "maquinado" que sugirieran que el puente fue conformado a partir de la excavación de la esfera compacta. Dicho de otra manera, la bola fue fundida en una sola pieza, estimándose que el método más efectivo para lograrla fue el de cera perdida. La secuencia de trabajo desplegada por el artesano debió ajustarse, en términos generales, a la siguiente:

1) se confeccionó manualmente un modelo en cera de la esfera achatada. La cuestión sobre el origen de la cera empleada en la región ofrece facetas de interés, algunas de las cuales fueron abordadas en otros trabajos (ver L.R.González 1993-94).

2) al modelo de cera se le practicó una escotadura en uno de los polos, utilizando una herramienta al efecto, de las dimensiones pretendidas para cada una de las piezas.

3) en el medio de la escotadura se agregó un montante de cera uniendo los bordes. El montante pudo ser fácilmente soldado aplicando en los contactos una herramienta ligeramente calentada. Para este trabajo hubiera resultado ideal un cincel metálico de paleta, el que también podría haberse utilizado para repasar y alisar la superficie del modelo.

4) al esferoide de cera, con su cavidad y barra transversal, se le soldó una pieza cilíndrica o cónica (con la base al exterior) también de cera, para formar el canal de colada. Este canal tiene por objeto permitir la salida de la cera fundida del interior del molde y la posterior entrada del metal líquido. Asimismo, permite compensar la disminución de volumen que se produce durante la solidificación del metal, evitando la formación de rechupes. No sabemos en que lugar de la pieza fue ubicado el canal de colada, pero simples cuestiones técnicas aconsejarían no instalarlo sobre la escotadura sino en una posición opuesta o a 90° de esta. Un artesano hábil podría colar dos o más piezas simultáneamente, uniendo los modelos de cada una de ellas a un canal de colada único (Feinberg 1983).

5) también hubiera resultado aconsejable colocar un canal de ventilación que conectara lo que constituiría el fondo del molde (es decir, el sector opuesto a la entrada de metal) con el exterior, para permitir la salida de gases durante la colada y asegurar un llenado completo de la cavidad. La construcción de este canal no hubiera resultado una tarea difícil para un artesano avezado, lográndose a partir de la aplicación por soldadura de un delgado cilindro de cera.

6) una vez concluido el modelo en cera, probablemente fue recubierto con una fina capa de una solución acuosa de refractario muy fino (como polvo de carbón vegetal y arcilla). El secado de esta aplicación debió controlarse cuidadosamente, al igual que el de las capas que continuarían. Si se inducía a un secado demasiado rápido, sobre todo con las pastas exteriores de granulometría más gruesa, hubiera sido inevitable la formación de grietas, las que, en el mejor de los casos, se traducirían en imperfecciones en la superficie de la pieza fundida. Especial cuidado debió emplearse para la aplicación de refractario en la zona de la depresión y el montante, en procura de un perfecto relleno. Con estas precauciones, se aplicó capa tras capa de refractario, con granulometría cada vez más gruesa y matrix porosa (incorporando, por ejemplo, material orgánico fino) para permitir la absorción de los gases de colada, hasta conformar un molde de características firmes.

7) el molde terminado, perfectamente seco, fue colocado a fuego suave, para derretir y extraer la cera y consolidar la pasta refractaria. Al fundir, la cera aumenta su volumen, lo que apareja tensiones que pueden fisurar el interior del molde. Para reducir este riesgo, la cera debe ser evacuada rápidamente, siendo aconsejable realizar el calentamiento con la boca de vaciado hacia abajo.

8) el molde vacío pudo ser entonces llenado con el metal líquido (ver Fig 5). La mayoría de las bolas conocidas son de base cobre, con proporción variable de aleantes. La colada de cobre puro es complicada por la tendencia a la rápida oxidación de este metal. La operación se simplifica mucho con el agregado de aleantes, como estaño y/o plomo, que aumentan la fluidez del metal.

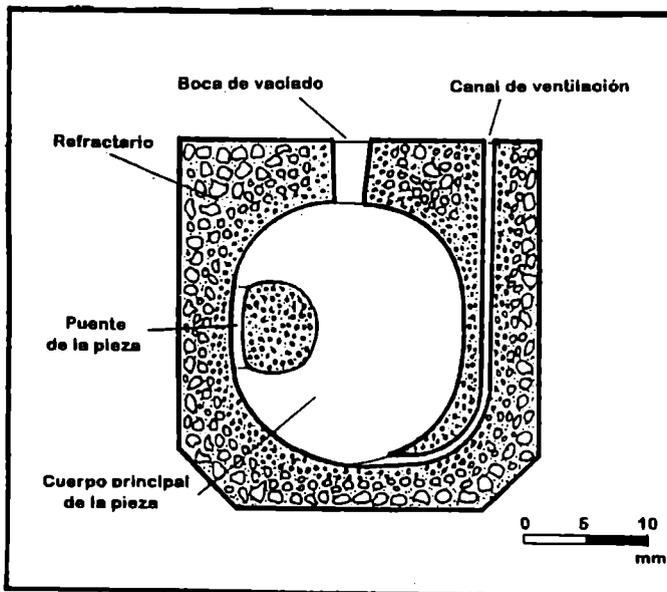
9) el metal colado se dejó enfriar dentro del molde. Luego la cubierta refractaria fue destruida para extraer la pieza del interior. Por esta razón no es posible el hallazgo de moldes de cera perdidos completos que hayan sido usados.

10) con la pieza liberada, podía procederse a su acabado superficial. Se cortaban las conexiones del canal de colada y de ventilación y se pulía con un abrasivo fino.

En las radiografías tomadas a la pieza N° 1 pudo observarse una fisura interior que la atraviesa casi totalmente. Este defecto, denominado fisuración en caliente, pudo haberse originado por una concentración de tensiones en la zona de escotadura, con el metal todavía en caliente y que fueron trasladándose y alcanzando equilibrio durante el enfriamiento. Las causas de este defecto pudieron ser varias:

- a) inadecuada temperatura del metal o del molde al momento de la colada.
- b) movimiento del molde antes de la completa solidificación del metal.
- c) utilización de un refractario excesivamente rígido.
- d) esquinas de la escotadura demasiado agudas.
- e) menos probablemente, colocación del canal de colada en un lugar impropio o mal diseño del modelo.

FIGURA 5



Corte transversal esquemático del molde de cera perdida propuesto para la manufactura de bolas, en el que se grafican las distintas granulometrías del refractario.

COMENTARIOS

Un punto a considerar se relaciona con la función atribuida a estos elementos: instrumentos arrojadizos utilizados en prácticas cinegéticas. Como tales, acreditarían un alto rendimiento potencial en razón que el peso específico del metal y los necesariamente finos (no más de 3.7 mm de espesor) cordeles de amarre posibilitarían aprovechar al máximo la energía inercial inducida por el operador. Estas mismas características pueden implicar una contracara negativa, siendo esperable una alta tasa de pérdida de bolas durante las operaciones, especialmente cuando los intentos de apresamiento fueran fallidos y la distancia del disparo apreciable. Este problema se transforma en significativo si se toma en cuenta el desproporcionado consumo de energía que involucra obtener el metal para producir una bola y la habilidad y el tiempo que debe invertir el artesano para manufacturarla. Evaluando ambas instancias (producción/uso), estos instrumentos de metal no aparecerían, entonces, como tan eficientes en términos de costo/beneficio. No obstante, debe tenerse en cuenta una variable que estamos incapacitados de ponderar, como es la capacitación del operador, que podría haber sido determinante en el éxito del servicio y posterior rescate del instrumento.

Una sugestiva utilización de estas boleadoras de metal fue sostenida hace tiempo por Larrea (1960), tomando como base un texto de Alonso Ramos Gavilán de 1621:

“Usaban de otros juegos, que aun hoy en algunas partes se suelen ejercitar en las plazas y en los campos, tirando de unos cordeles con tres ramales y en los extremos unas pelotas pequeñas de plomo o cobre, que llaman ellos en su lengua riui o ayillos, con que, tirando en alto, suelen cojer pájaros, cuando van volando. Y aquel se señalaba que con sus cordeles le enredaba, trayéndolo a tierra y cada cual para evitar confusiones, señalaba sus cordeles; de estos usaban de ordinario para cojer vicuñas y venados, que tirándoles a los pies los prenden, de modo que no se pueden menear, y en sus juegos echan un cordel de questos y aquel que enlaza el primero que se arrojó suele cantar victoria y llevar el premio señalado. De este ejercicio usaban o al principio de sus sementeras, o a la siega y cosecha de sus labores, o en fiestas solemnes que se celebraban en honra de sus vanos dioses.” (en Larrea 1960:100).

La cita, aún con sus recaudos, confirma la funcionalidad que se le atribuye a las bolas. Pero menciona, además, detalles sobre algunos contextos de uso en los cuales habrían participado activamente sin perder su carácter de instrumentos sofisticados. En este sentido, es pertinente recordar que la pieza N° 1 fue recuperada en las cercanías de

una construcción cuyas características permiten considerarla, hipotéticamente, como un espacio público dentro de un asentamiento.

Desde lo tecnológico, no deja de sorprender la similitud morfológica y de composición de las dos piezas estudiadas. Los distintos porcentajes en los elementos detectados pueden considerarse técnicamente ínfimos, no siendo posible descartar la posibilidad que exista un sesgo muestral relacionado con la estructura dendrítica detectada radiográficamente. Esta estructura, que sería la esperable para la colada propuesta, implica, por definición, cierto grado de inhomogeneidad en la distribución de los elementos, por fenómenos de segregación diferencial durante el enfriado de la aleación. Si se juzga a los valores tal como aparecen, estarían indicando que los objetos fueron logrados en eventos de fundición distintos. No obstante ello, el escaso rango de variación sugiere una producción de las bolas ajustada a específicas normas de procedimiento. La proporción tan baja de los aleantes podría suponer una contaminación del cobre que no pudo ser controlada por el fundidor, en especial en el caso del plomo⁶. Pero la presencia de estaño sugiere una aleación intencional, probablemente realizada para mejorar la colabilidad del metal base y las características físicas del producto final. Existen discrepancias entre los autores que se ocuparon de la cuestión a la hora de determinar la intencionalidad o accidentalidad de la aleación estañífera. No obstante, los especialistas más destacados han subrayado las pocas probabilidades que en la naturaleza las menas de cobre se encuentren contaminadas con estaño (Tylecote 1979:14, Coghlan 1975, Charles 1992). Se ha señalado, sin embargo, que la contaminación con estaño, especialmente en bronce de baja aleación, puede producirse por el agregado, en el contenedor de fundición, de chatarra de anteriores operaciones (Tylecote 1991).

También fueron propuestos porcentajes mínimos de estaño para considerar al metal un verdadero bronce de producción intencional. Rivet y Arsandaux (1946:12) propusieron un 2%; Nordenskiöld, 1 a 2%; Root 1% (en A.R.González 1959). Coghlan expresó:

“It is tentatively suggested that copper-tin alloys which contains more than 2 to 3 percent of tin may, in most cases, be regards as intentionally produced bronze.” (Coghlan 1975:35).

Glumac y Todd (1991) hicieron referencia a un 3% y Tylecote (1987), todavía más cauteloso, se inclinó por fijar un límite mínimo de un 4% de estaño. No obstante, este tipo de generalizaciones, basadas sobre todo en la experiencia arqueometalúrgica del Viejo Mundo, pueden resultar poco operativas si no se toman en cuenta las

particularidades de la metalurgia de la región en estudio (Cleuziou y Berthoud 1982), considerando no sólo el tipo de depósitos minerales explotables sino también la categoría de los productos que demandaba el sistema sociocultural protagonista. Atendiendo a las características de las menas del Noroeste argentino en general, por ejemplo, se ha sugerido que la presencia de apenas un 0.5% de estaño en el metal es ya significativa (Pedersen, en A.R.González 1959). Para el sur del valle de Santa María en particular y considerando una extensa área potencial de explotación de menas metalíferas, tal proporción límite aparece como razonable (ver L.R.González 1994).

En consecuencia, la hipótesis se dirige a sostener que los aleantes fueron dosificados empíricamente a una base metálica de cobre por fundidores que atendían a determinadas normas técnicas. Si se observan los Cuadros 2 y 4, podrá advertirse que los porcentajes de estaño detectados en nuestras piezas son considerablemente inferiores a los que refieren otros autores. Las diferencias pueden obedecer a múltiples causas, desde técnicas de fabricación disimiles hasta metodologías analíticas que hagan los resultados incomparables. En nuestra hipótesis de producción especializada y normatizada para las bolas de Santa María, tenemos en cuenta que la obtención de la aleación supone una compleja serie de procedimientos técnicos y que, además, la adición de estaño no le otorgaría a este tipo de piezas ventajas funcionales de envergadura. El agregado de estaño al cobre permite obtener un metal con propiedades variables según la proporción del aleante. Dos de estas propiedades del bronce, no disponibles en el cobre y que parecen haber sido enfatizadas por las metalurgias de muchas regiones del mundo, fueron la dureza y la resistencia. La primera cualidad es esencial para la manufactura de herramientas de corte, en especial si el útil es terminado por martillado en frío. Por ejemplo, una aleación de 5 % de estaño, sometida a este procedimiento, puede hacerse tan dura como ciertos aceros (Hosler 1986:71). En el caso de las piezas tratadas no hay evidencias de tratamientos mecánicos posteriores a la solidificación del objeto. Nos inclinamos a pensar que el agregado de estaño fue planeado en la dosis mínima que permitiera bajar el punto de fusión del cobre, mejorar las condiciones de colada en un molde complejo como el propuesto, aumentar la resistencia a la corrosión de las piezas terminadas y, al mismo tiempo, conservar un insumo que pudo ser regionalmente escaso (el estaño), el que podía ser mejor aprovechado en otros objetos. Estos comportamientos, sumado a la utilización del método de cera perdida, sugieren la intervención de mano de obra especializada actuando en un contexto de producción específico del tipo taller. Es relevante subrayar la llamativa pureza del metal base, aún admitiendo una eventual contaminación con plomo, hecho que conduce a considerar la existencia de eventos de refinación previos. Este cuadro resulta congruente con la propuesta que postula el funcionamiento, en la región, durante los momentos de ocupación incaica, de dos tipos básicos de instalaciones de procesamiento metalúrgico (L.R.González y

M.A.González 1991. L.R.González 1995). Por un lado, operarían plantas de relativa envergadura, localizadas en función de la disponibilidad de combustibles adecuados y la eficiente comunicación con los sitios de extracción de minerales metalíferos, orientadas a la obtención de metales base a partir de la reducción de las menas portadoras. Estas plantas abastecerían de materia prima a talleres de menor capacidad pirotecnológica dedicadas a la refinación de los metales masivos y a la manufactura de objetos terminales.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Myriam N. Tarragó por la lectura del manuscrito y los enriquecedores comentarios realizados. Al Arq. Jorge Magistris por el dibujo de la Figura 5. A los anónimos evaluadores del artículo por sus sugerencias. Los conceptos vertidos en el trabajo son de nuestra exclusiva responsabilidad.

NOTAS

- ¹ Ambrosetti (1904:233, Fig.50) ilustra 2 bolas con apéndice lateral, expresando que "...parecen haber sido fundidas en moldes de dos valvas". No hemos podido observar estas piezas y, en consecuencia, no podemos expedirnos respecto del método de fundición empleado. Estimamos, sí, a juzgar por la ilustración, que los apéndices podrían tratarse simplemente de los canales de colada remanentes del uso de un molde de cera perdida que no llegaron a ser cortados luego de extraer las piezas.
- ² Un anciano poblador del sur del valle de Santa María refirió que en su niñez, transcurrida en el vecino valle del Cajón, solía cazar aves utilizando boleadoras llamadas libes, confeccionadas con pequeños guijarros. Un equipo más sofisticado se lograba con pequeñas bolitas fabricadas refundiendo plomo, atadas a través de una perforación axial con tendones de vacunos. Agradecemos a Susana F. Renard por tal información.
- ³ Agradecemos al Dr. José A. Pérez Gollán, director del Museo Etnográfico, permitimos realizar el estudio de la pieza.
- ⁴ Era nuestra intención incluir en el trabajo el estudio de una tercera bola, la cual, según referencias, se encontraría depositada en el Museo Arqueológico Presbítero Baudilio Vázquez, propiedad de Filomeno Pastrana, en la localidad de Fuerte Quemado, pocos kilómetros al norte de la ciudad de Santa María. Lamentablemente, problemas logísticos impidieron visitar el lugar y gestionar la posibilidad de analizar la pieza.
- ⁵ Los análisis fueron realizados en los laboratorios del LAQUIGE, en Buenos Aires, utilizando un equipo BAIRD ICP 2070 y con la conducción del Lic. Guillermo L. Errasti, a quien agradecemos su predisposición y valiosos comentarios.

- 6 No conocemos fehacientemente las fuentes de aprovisionamiento de minerales metálicos de los fundidores del sur del valle de Santa María. La única evidencia disponible es un fragmento de mineral de cobre recuperado en un *tambo* incaico en Punta de Balasto, pocos kilómetros al sur de Ampajango, y cuya procedencia, a juzgar por comparación con muestras patrón, muy probablemente fue el distrito minero de Cerro Atajo (L.R. González 1992 b). Estos depósitos minerales, junto con los más conocidos de Capillitas, son polimetálicos, incluyendo cobre y plomo pero, cabe subrayar, de ninguna manera estaño.

BIBLIOGRAFIA

AMBROSETTI, J. B.

1904 El bronce en la región Calchaqui. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 11:163-312.

BENNETT, W. y J. Bird

1960 *Andean Culture History*. Handbook Series 15. American Museum of Natural History. New York.

BILONI, H., F. KISS, T. PALACIOS y D. VASALLO

1990 *Análisis metalográfico de la placa de Lafone Quevedo*. Serie Difusión, 7. CIC. La Plata.

BINGHAM, H.

1956 *La ciudad perdida de los Incas*. Zig Zag. Santiago de Chile.

BLADES, N. W., J. BAYLEY y J. N. WALSH

1991 The ICPS analysis of of ancient copper alloys. En *Archaeological Sciences 1989*, pp. 8-15. Oxbow Monograph 9. Oxford.

BOMAN, E.

1908 *Antiquites de la Region Andine de la Republique Argentine et du Desert d'Atacama* T.I. París.

CLEUZIQU, S. y T. BERTHOUD

1982 Early tin in the Near East. *Expedition* 25,1:14-19. University of Pennsylvania. Philadelphia.

COGHLAN, H.H.

1975 Notes on the prehistoric metallurgy of copper and bronze in the Old World. *Occasional Papers on Technology* 4:18-128. Pitt Rivers Museum. University of Oxford.

CHARLES, J. A.

1992 Determinative mineralogy and the origins of metallurgy. En *Furnaces and Smelting Technology in the Antiquity*, pp. 21-28. British Museum Occasional Paper 48. London

FEINBERG, W.

1983 *Lost-wax casting. A Practitioner's manual.* London Intermediate Techonology Publications. London.

FESTER, G. A.

1962 Copper and copper alloys in ancient Argentina. *Chymia* 8:21-31. University of Pennsylvania Press. Philadelphia.

FESTER, G. y J.A. RETAMAR

1956 Examen de piezas metálicas procedentes de Catamarca. *Revista de Ingeniería Química* XXV, 39:161-171. Universidad de Concepción. Santa Fe.

GLUMAC, P. y J. TODD

1991 Early metallurgy in the Southeast Europe: the evidence for production. En *Recent Trends in Archaeometallurgical Research*, pp. 9-19. MASCA Research Papers in Science and Archaeology, 8, 1. University of Pennsylvania. Philadelphia.

GONZALEZ, A. R.

1953 La boleadora. Sus áreas de dispersión y tipos. *Revista del Museo de la Universidad Eva Perón* (NS) IV, Sección Antropología 21:133-292.

1959 A note on the antiquity of bronze in N.W. Argentina. En *Actas CIA* 33 T. II, pp. 384-397. San José.

1979 Precolumbian metallurgy of Northwest Argentina. Historical Development and Cultural Process. En *Precolumbian Metallurgy of South America*, pp. 133-202. Dumbarton Oaks. Washington.

GONZALEZ, L. R.

1992a 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.

1992b 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, UBA. MS.

1993/94 El caso de la cera perdida. Metalurgia prehispánica y recursos en el valle de Yocavil. *Relaciones de la SAA* 19:171-190.

- 1994 Producción metalúrgica y la emergencia de jefaturas en el N.O. argentino prehispánico. En *Actas y Memorias XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina (Resúmenes)*. Primera Parte, pp. 137-141. San Rafael.
- 1995 Metalurgia prehispánica en el NOA: el sistema de producción incaico en el valle de Santa María, pcia. de Catamarca. Informe UBACyT. MS.
- GONZALEZ, L. R. y M. A. GONZALEZ
- 1991 Rincón Chico 15: un sitio de actividad metalúrgica prehispánica en el valle de Santa María (pcia. de Catamarca). En *Actas Jornadas Metalúrgicas y II Congreso ALAMET*, pp. 283-284. Buenos Aires.
- GUAMAN POMA DE AYALA, F.
- 1980 *El primer nueva crónica y buen gobierno* T.I. Siglo XXI. México.
- HOSLER, D.
- 1986 Organización social de la tecnología: aleaciones de cobre en México occidental precolombino. En *Metalurgia de América Precolombina*, pp. 69-77. Banco de la República. Bogotá.
- LACHTMAN, R.
- 1936 Metalurgia atacameña. *Boletín del Museo Nacional* XV:107-151. Santiago de Chile.
- LARREA, J.
- 1960 *Corona Incaica*. Facultad de Filosofía y Humanidades. Universidad Nacional de Córdoba.
- LECHTMAN, H.
- 1979 Issues in Andean Metallurgy. En *Precolumbian Metallurgy of South America*, pp. 1-37. Dumbarton Oaks. Washington.
- 1991 The production of copper-arsenic alloys in the Central Andes: highland ores and coastal smelters?. *Journal of Field Archaeology* 18. 1:43-76. Boston University. Boston.
- LORANDI, A. M.
- 1966 El arte rupestre del Noroeste argentino. *Dédalo* 4. Sao Paulo

MAYER, E.

1986 *Armas y herramientas de metal prehispánicas en Argentina y Chile*. Materialien zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie. Band 38. Verlag C.H. Beck. München.

NORDENSKIÖLD, E.

1921 *The Copper and Bronze Ages in South America*. Comparative Ethnographical Studies 4. Göteborg.

PEDERSEN, A.

1952 *Objetos de bronce de la zona del río Salado*. En *Proceedings XXX CIA*, pp. 92-98. London.

RAFFINO, R.

1981 *Los Inkas del Collasuyu*. Ramos Americana Editora. La Plata

RELACIONES GEOGRAFICAS DE INDIAS

1885 Tomo II. Ministerio de Fomento de Perú. Madrid.

RIVET, P. y H. ARSANDAUX

1946 *La metallurgie en Amerique precolombienne*. *Travaux et Memories de l'Institute d'Etnologie* 39. Paris.

ROWE, J.

1946 *Inca culture at the time of the spanish conquest*. En *Handbook of South American Indians* T.2, pp. 183-330. Smithsonian Institution. Washington.

TARRAGO, M. N., S. F. RENARD y M. CALDERARI

1993 *Registro de sitios arqueológicos, Departamento Santa María. Catamarca*. MS.

TYLECOTE, R.

1979 *A history of metallurgy*. Metals Society. London.

1987 *The early history of metallurgy in Europe*. Longman. London.

1991 *Early copper based alloys: natural or man made?* En *Decouverte du Metal*. pp. 213-221. Picard. Paris.