

TECNOLOGÍA METALÚRGICA Y ORGANIZACIÓN SOCIAL EN EL NOROESTE ARGENTINO PREHISPÁNICO. ESTUDIO DE UN DISCO

Luis R. González y Ana M. Vargas**

RESUMEN

Los discos de metal fueron piezas características de la producción metalúrgica del Noroeste argentino prehispánico y alcanzaron una amplia distribución en los Andes meridionales. En esta presentación se adelantan los resultados de los estudios de laboratorio realizados sobre un ejemplar perteneciente a las colecciones del Museo Etnográfico de Buenos Aires y la forma en que los datos obtenidos fueron incorporados a una investigación arqueometalúrgica en desarrollo. Tal investigación indaga cuestiones como la organización de la producción y la escala de especialización artesanal de las sociedades complejas tardías de la región.

Palabras claves: discos de bronce, estudios técnicos, sociedades complejas, producción especializada, Noroeste Argentino.

ABSTRACT

Metallic discs were characteristic items of metallurgical production in prehispanic Northwest Argentina, with a wide distribution in the Meridional Andes. In this paper the results of laboratory studies on a disc belonging to the collections of the Museo Etnográfico de Buenos Aires are presented, and how these data as incorporated in to a going on archaeometallurgical research. This research addresses issues like the organization of production and level of craft specialization in late complex societies in the region.

Key words: bronze discs, technical studies, complex societies, specialized production, Argentinian Northwestern.

Los discos y placas de metal se destacan como una de las expresiones arqueológicas típicas del Noroeste argentino (NOA), aunque algunos ejemplares también fueron registrados en áreas andinas aledañas a la región (A. R. González 1979, 1992:3). Desde los comienzos mismos de las investigaciones en el NOA, estas piezas fueron mencionadas por varios autores, pero las referencias acerca de la tecnología puesta en práctica para su manufactura son escasas. Este trabajo se dirige a informar sobre un programa de estudios efectuado sobre un disco procedente del sur del valle de Yocavil, provincia de Catamarca (Figura 1), que estilísticamente corresponde a los momentos tardíos de ocupación indígena (siglos X al XVIII). Dicho programa es el primero dedicado a explorar alternativas técnicas sobre una pieza de este tipo correspondiente al lapso temporal indicado y en el que los datos generados son expresamente aplicados al análisis de la articulación entre tecnología y las condiciones sociohistóricas que dieron justificación a la producción de bienes de metal (cf. Biloni et al. 1990; González 2000b).

* Museo Etnográfico Juan B. Ambrosetti, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Moreno 350 (1091). Buenos Aires.

Recibido: junio 1998

Aceptado: julio 2000

El sur del valle de Yocavil pudo ser uno de los ámbitos del NOA más conspicuos en actividades de producción metalúrgica y el desarrollo de esta tecnología. En escala de producción y sofisticación técnica, acompañó el proceso de creciente complejización en la organización social de las comunidades que lo poblaron. En los momentos prehispánicos tardíos estas comunidades emprendieron un intensivo aprovechamiento de los recursos de subsistencia; se fueron afianzando sistemas socio-políticos regionales que centralizaron poblaciones de miles de personas y se erigieron grandes asentamientos conglomerados. Un claro ejemplo de estos poblados complejos es Rincón Chico, emplazado en la zona de procedencia del disco y que cubre 500 ha, donde se distribuyen 33 sitios de diversas características. Uno de ellos, denominado sitio 15, albergó un taller metalúrgico en el cual, según surge de las investigaciones en curso, la escala de actividades fue intensificándose a lo largo de los siglos (Tarragó 1987, 1998; Tarragó y González 1996; González 1997).

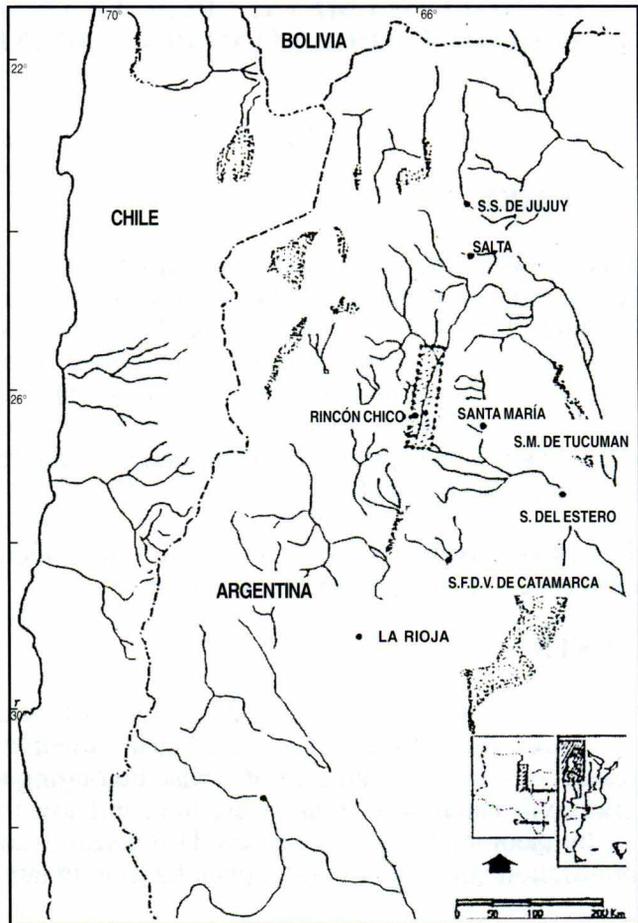


Figura 1. Sur del valle de Yocavil, con indicación del asentamiento de Rincón Chico.

Si bien se conocen objetos “utilitarios” como agujas, pinzas, azuelas, cinceles y punzones, el mayor porcentaje en peso del metal obtenido fue aplicado a la manufactura de bienes ornamentales (González y Peláez 1999). A la llegada incaica, en las últimas décadas del siglo XV, la tecnología metalúrgica se encontraba firmemente establecida, con cuerpos de mano de obra entrenada y habilidosa. Posiblemente los administradores cuzqueños sólo necesitaron reorganizar y amplificar la producción en función de los intereses estatales. Se incorporaron nuevos modelos al repertorio local de objetos metálicos, tales como los *tumi*, rompecabezas estrellados, hachas en forma de ancla, espejos circulares, pequeñas esferas para boleadoras y *topu* (González 1979; González 1999) pero continuó la fabricación de aquellos bienes que, como los discos, eran regionalmente valorizados.

El estudio que se informa fue planificado en el marco de una investigación arqueometalúrgica de mayor aliento, que combina trabajos de campo y de laboratorio y cuyos fundamentos han sido subrayados en otras oportunidades (González 1994, 1997; González et al. 1999)¹. Se entiende que el desarrollo y las características de la tecnología estuvieron enraizados en las relaciones sociales imperantes, las que le otorgaron sentido y dictaminaron sobre las trayectorias adecuadas dentro del espectro de alter-

nativas posibles (Dobres y Hoffman 1999; Lechtman y Steinberg 1979; Lemonnier 1993). Establecer las cualidades asumidas por la organización de la producción metalúrgica en una época y ámbito específicos posibilita avanzar en el conocimiento de variados aspectos de la dinámica del sistema sociocultural bajo estudio. El cambio tecnológico es entendido en relación dialéctica con precisas condiciones materiales de existencia, las que propiciaron y legitimaron las actividades orientadas a la obtención de materiales metálicos. Al inscribir la investigación en los procesos de cambio social en la región indicada, durante el lapso entre el 900 y 1650 d.C., se considera que se trata con formaciones sociales en las que paulatinamente se institucionalizó la estratificación interna con la consolidación de cuerpos de operarios para producciones especializadas. En estas formaciones sociales, los bienes de metal parecen haber jugado un importante papel en la demarcación simbólica de posiciones de prestigio y poder (González y Peláez 1999; Tarragó y González 1996) y el control de su producción y distribución habría sido de importancia estratégica para las elites políticas emergentes como parte de la manipulación, en su propio beneficio, del sistema de representaciones de la realidad.

DISCOGRAFÍA MÍNIMA

En un exhaustivo trabajo sobre discos y placas, Alberto Rex González (1992) propuso un esquema evolutivo de las características formales y estilísticas de este tipo de piezas desde momentos formativos. Luego de las placas ovales de manufactura relativamente simple, como las procedentes de contextos tempranos Condorhuasi y Ciénaga, una notable sofisticación técnica y decorativa en la elaboración de estos objetos se produjo durante el Período de Integración (ca. 500 - 900 d.C.). Los artesanos trabajaron con metales fundidos y utilizaron la colada conocida como “cera perdida”, que les permitió incluir en los objetos, de tamaño pequeño a mediano, diseños ornamentales complejos y detallados, siendo el ejemplo clásico el “disco de Lafone Quevedo” (Bilioni et al. 1990; González et al. 2000). A partir de los Desarrollos Regionales (ca. 900 - 1430 d.C.), los discos fueron realizados en un tamaño mayor (hasta 350 mm de diámetro). Los más elaborados presentan, por lo general, motivos decorativos de líneas en relieve en una de sus caras y, en la otra, dispositivos de amarre en la forma de un par de “orejas” o hemianillos. Al parecer, el procedimiento de colada preferido fue el de molde compuesto. Se conocen algunos ejemplares realizados en metales preciosos pero los materiales sobresalientes fueron el cobre y sus aleaciones. La Tabla 1 resume la información sobre los análisis de composición realizados sobre discos desde los comienzos de la investigación arqueológica en el NOA².

Los discos y placas de momentos tardíos “son continuidad simplificada de las figuras del Período Medio” (A. R. González 1992:147). En lo iconográfico desaparece la representación del “personaje de las manos vacías” y del “sacrificador”. Los motivos decorativos dominantes pasan a ser los rostros antropomorfos, a veces con líneas verticales submentonianas y/o complejos tocados cefálicos. También se incluyeron serpientes, batracios, roedores y guerreros con escudos, en variadas combinaciones. Las representaciones pueden ubicarse tanto en el sector central de la pieza como en la periferia, en este caso dejando el centro libre. Este se encuentra en ocasiones delimitado por una moldura circular. Asimismo, se han registrado, placas rectangulares en las que la decoración en el cuerpo central se combina con figuras zoomorfas recortadas en el borde. Un aspecto interesante es que, a pesar de la gran cantidad de discos registrados, no se conocen dos originados en el mismo molde (A. R. González 1992:248).

Tabla 1. Registro de discos analizados procedentes del NOA (sólo elementos metálicos)

Nº	Procedencia	Cu	Sn	Zn	As	Fe	Au	Ag	Pb	Sb
1	Ciénaga Gde.	3.65	0.2	-	-	-	-	98.86	-	-
2	Ciénaga Gde.	1.04	-	-	-	0.67	47.22	51.05	-	-
3	Averías	91.84	5.26	-	-	2.55	-	-	-	-
4	Chilca Pozo	97.42	2.54	-	-	-	-	-	-	-
5	Sequía vieja	97.12	2.83	-	-	-	-	-	-	-
6	Sequía vieja	94.08	4.04	-	-	-	-	-	-	-
7	Las Conchas	91.08	8.03	-	-	0.44	-	-	0.32	-
8	La Rioja	80.55	16.53	-	-	-	-	-	-	-
9	Tolombón	90.06	8.67	-	tz	0.28	-	-	-	-
10	Pampa Gde.	97.25	2.52	-	-	-	-	-	0.22	-
11	Luracatao	94.95	3.03	0.94	-	0.37	-	-	-	-
12	Pampa Gde.	97.41	2	-	-	0.56	-	-	-	-
13	Salta	91.8	5.66	-	-	0.5	-	-	-	-
14	V. Calchaquí	96	2.43	-	-	1.54	-	-	tz	-
15	V. Calchaquí	96.42	1.57	-	-	-	-	-	tz	-
16	V. Calchaquí	97.4	2.12	-	tz	0.46	-	-	-	-
17	V. Calchaquí	96.85	3.14	-	-	-	-	-	-	-
18	V. Calchaquí	97.25	2.9	-	-	-	-	-	-	-
19	V. Calchaquí	93.55	3.46	1.01	-	0.75	-	-	0.18	-
20	V. Calchaquí	94.57	5.43	-	-	-	-	-	tz	-
21	V. Calchaquí	91.79	6.64	0.81	-	0.5	-	-	0.14	-
22	Chicoana	95.49	2.43	-	-	1.79	-	-	-	-
23	V. Calchaquí	94.98	2.58	1.65	-	0.11	-	-	0.29	-
24	V. Calchaquí	94	3.07	1.15	-	0.08	-	-	-	-
25	NOA	93.5	0.8	0.25	-	-	-	1.7	0.5	-
26	NOA	80.4	7.7	2.14	-	0.17	-	3.6	3.25	-
27	Guandacol	96.39	-	25.07	-	0.49	-	-	1.32	-
28	NOA	84.8	7.8	0.24	-	0.1	-	3.82	0.22	-
29	NOA	97	1.31	0.01	-	0.03	-	0.03	0.01	-
30	Andaigalá	94.01	2.13	-	0.27	0.06	-	-	-	-
31	Baradero	66	0.59	27.58	-	tz	-	-	1.01	-
32	Baradero	68.24	0.15	25.77	-	0.73	-	-	3.17	-
33	Sta. Fe Vieja	84.15	10.5	1.34	-	-	-	-	1.26	-
34	NOA	88	8.1	tz	0.8	-	-	-	-	2.7
35	R. Lavallén	85.41	14.58	-	-	-	-	-	-	-
36	NOA	96.1	3.8	-	-	-	-	-	-	-
37	V. Yocavil	51.63	-	-	-	2.47	-	-	-	-
38	V. Yocavil	68.36	4.3	-	2.24	1.21	-	-	-	-
39	V. Yocavil	83.62	16.37	-	-	-	-	-	-	-
40	V. Yocavil	92.15	4.82	-	-	-	-	-	-	-
41	V. Yocavil	98.07	-	-	-	-	-	-	-	-
42	V. Yocavil	94.01	-	-	-	-	-	4.66	-	-
43	V. Yocavil	90.45	-	9.54	-	-	-	-	-	-
44	V. Yocavil	83.74	15.51	-	-	-	-	-	-	-
45	V. Yocavil	94.98	2.47	-	-	2.54	-	-	-	-

(Fuentes: 1-2, Salas 1945; 3-6, Pedersen 1952; 7, Boman 1908; 8, Moreno 1881; 9-24, Ambrosetti 1904; 25-28, Trucco 1965; 29, Lechtman 1991b; 30, Biloni et al 1990; 31-32, Debenedetti 1910; 33, Fester 1962; 34, scott 1998; 35-36, L.R. González et al 2000; 37-45, L.R. González 2000).

EL DISCO 19742

La pieza analizada en este trabajo, pertenece a las colecciones del Museo Etnográfico Juan B. Ambrosetti de Buenos Aires, registrada con el número 19742. Ingresó a la institución en 1915, a través de la compra de una colección privada denominada Salvatierra (González 1983). La mayoría de los materiales arqueológicos de esta colección tienen como lugar de procedencia el sur del valle de Yocavil y muy probablemente fueron rescatados de contextos funerarios.

De acuerdo con los objetivos de la investigación mencionada, el disco integra una muestra de casi un centenar de piezas que se encuentran en estudio. En su caso, la selección obedeció a la búsqueda de respuestas a un conjunto de interrogantes relacionados con la técnica de moldeado empleada y la manera en que los anclajes u “orejas” de la parte posterior habían sido logrados. En este último aspecto, dos hipótesis amplias fueron formuladas: (1) las orejas fueron aplicadas *a posteriori* por soldadura sobre el disco terminado; y (2) las orejas fueron coladas como parte de la pieza principal en el mismo momento y en el mismo molde. Asimismo, se esperaba avanzar en el conocimiento de la articulación del trabajo entre ceramistas y fundidores en las actividades de producción metalúrgica (González y Piñeiro, 1997). Sobre este punto, la hipótesis formulada sostenía que distintos especialistas en materiales podrían haber participado en el proceso de manufactura del disco.

El disco 19742 tiene un diámetro exterior máximo de 313,7 mm y mínimo de 312 mm. El espesor del cuerpo principal se ubica entre 3,2 y 4 mm y el peso es de 2163,4 g. Presenta dos caras bien diferenciadas. Una de ellas, que consideraremos la anterior, muestra una decoración en líneas en relieve (Figura 2) con: (a) un reborde perimetral con un resalte de entre 7 y 10 mm; (b) cuatro rostros antropomorfos dispuestos en forma cruciforme contra el perímetro y orientados hacia el centro de la pieza. En los rostros, además del contorno trapezoidal, se destacaron narices rectas y ojos y bocas ovales. Las alturas de resalte de estos rasgos se ubican entre 1,5 y 2 mm, excepto en uno de los ojos, donde alcanza sólo 1 mm; y (c) un espacio central circular de un diámetro máximo de 132 mm y mínimo de 129 mm, delimitado por una línea cuyo resalte promedio es de 1,5 mm. Esta decoración incluye elementos y una distribución de los mismos que son típicos en varios de los discos tardíos del NOA conocidos como los rostros más o menos trapezoidales dispuestos en forma cruciforme contra el perímetro dejando el centro libre y la delimitación del espacio central con una moldura al efecto. Lo que distingue al 19742 como pieza única es que en los discos con moldura en la periferia aparecen representaciones zoomorfas (chinchillones y serpientes), nunca rostros antropomorfos como es el caso del disco 19742.

En la cara posterior no se presentan elementos decorativos. No obstante, hoy posee dos anclajes en forma de hemianillos (Figura 3), separadas 125 mm, con un ancho de 22 y 21 mm respectivamente. La altura máxima de uno de ellos es 11 mm y del otro, 12 mm. La sección de estas orejas es circular, alcanzando entre 6,5 y 8 mm de diámetro. El espacio libre máximo entre la superficie del disco y el arco de las orejas se ubica entre 7,5 y 8,5 mm. En la superficie de las orejas se observan pequeñas gotas de metal, con aspecto de salpicaduras (Figura 4). Al costado de uno de los rostros y cerca del reborde perimetral, el material de la pieza presenta una zona de imperfecciones que incluyen un agujero de contornos irregulares con un ancho promedio de 1,7 mm. Excepto en esta zona, la superficie del disco de color pardo

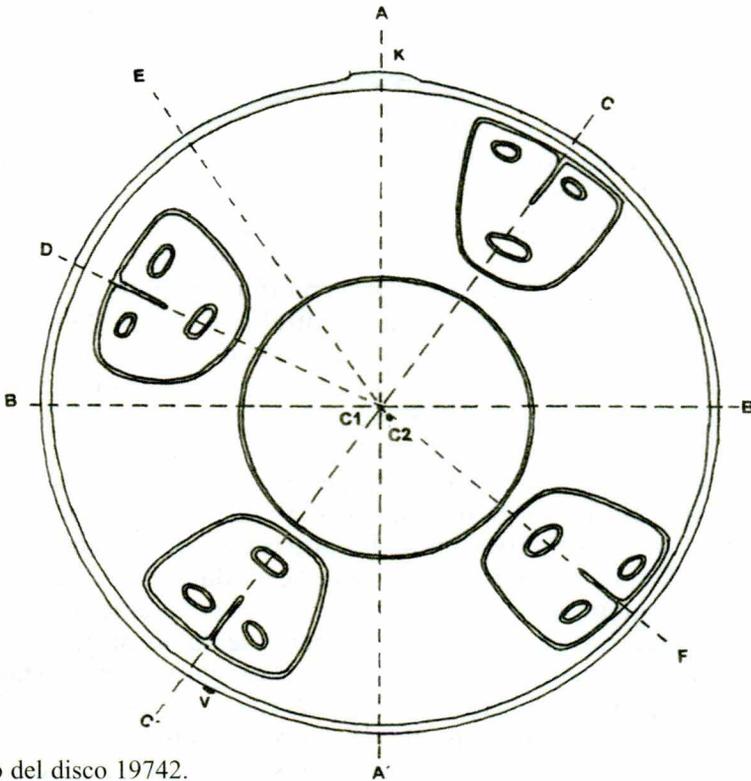


Figura 2. Anverso del disco 19742.

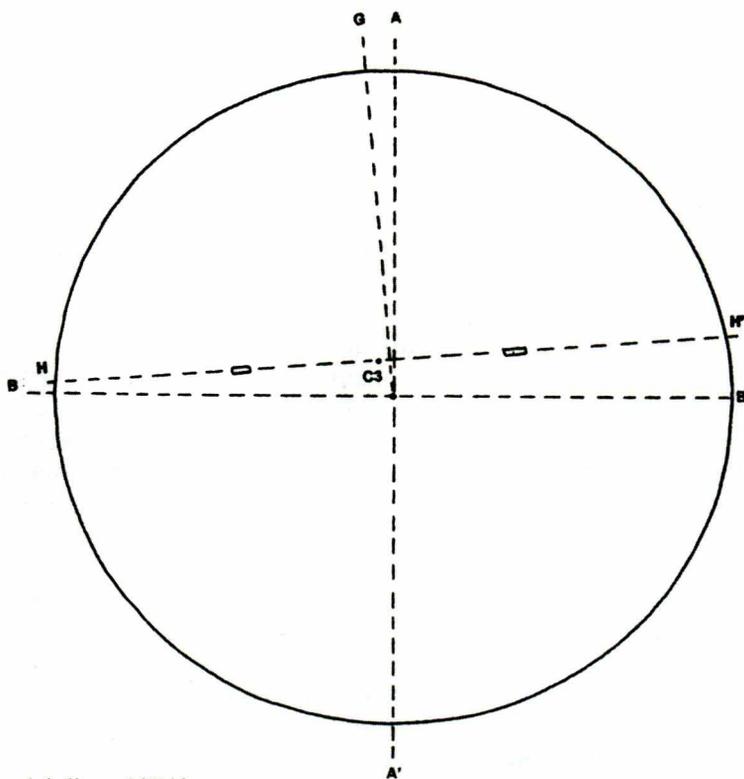


Figura 3. Reverso del disco 1974.2.

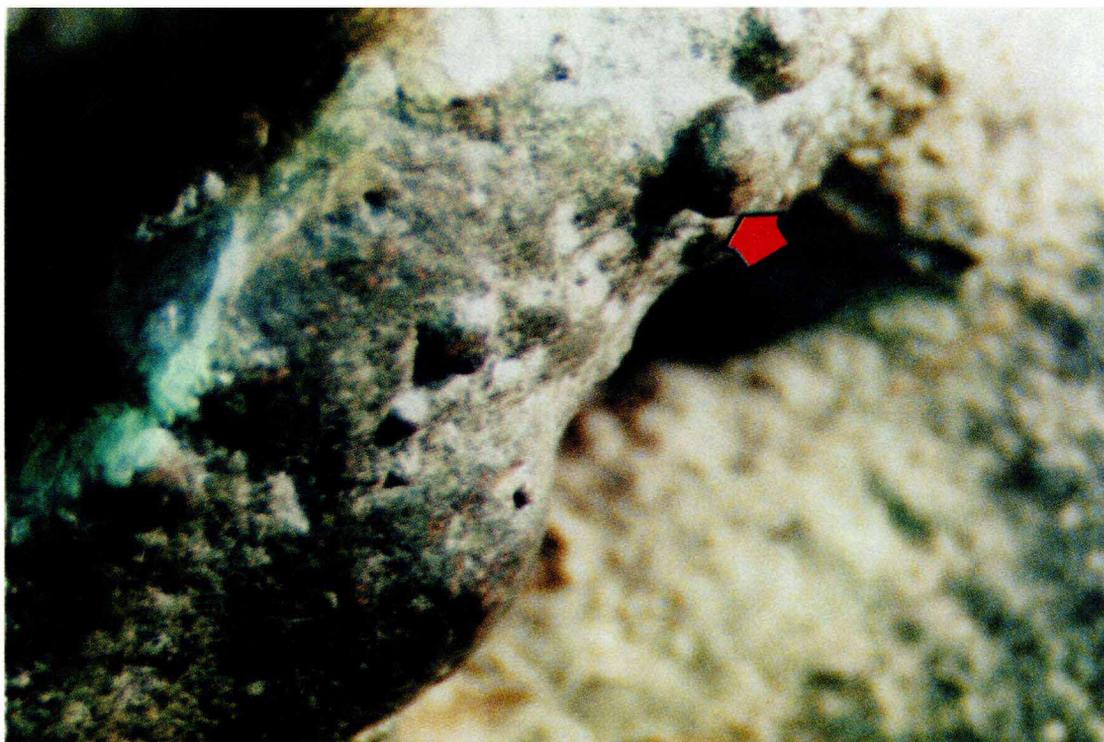


Figura 4. Salpicaduras de metal en una de las “orejas” del reverso (6,7x).

rojizo, es relativamente lisa, en especial en su cara posterior, con escasa actividad de corrosión. Todo el borde exterior muestra una rebaba de un espesor entre 0,5 y 1,5 mm y un ancho entre 1 y 1,5 mm., respecto del límite de la pieza. En un sector del borde fue detectado un abultamiento de material de límites laterales rectos que correspondería al canal de colada (Figura 2, K). En otro sector, opuesto al anterior, un abultamiento de menor envergadura puede relacionarse con un canal de ventilación del molde (Figura 2, V).

La primera etapa de los estudios realizados consistió en un completo relevamiento dimensional de la pieza³, dirigido a establecer las cualidades de la distribución de los detalles decorativos y sus relaciones espaciales, con vista a su aplicación al análisis de los procesos de manufactura. Para las distintas mediciones se establecieron dos ejes de coordenadas (Figura 2, AA'-BB') a partir del centro de la boca de colada (Figura 2, K). En función de tales ejes se determinaron los gradientes de desviación de los distintos rasgos decorativos. Posteriormente la superficie fue explorada con microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido (SEM) a distintos aumentos. Se detectaron inclusiones blanquecinas en la superficie de la pieza (Figura 5) y sobre una muestra de ellas se realizó un análisis cualitativo por energía dispersiva en Rayos X con un equipo EDAX acoplado al SEM, determinándose una fuerte presencia de calcio. También se observó el agujero irregular que afecta un sector de la pieza de cuyos poros y cavidades se extrajo una muestra de material pulverulento. Este material observado por SEM mostró contener fibras celulósicas, probablemente restos vegetales del contexto de depositación arqueológica.



Figura 5. Inclusiones blanquecinas de un compuesto de calcio en el metal. Probablemente provengan del recubrimiento del refractario utilizado (6,7x).

Un análisis cualitativo por fluorescencia de Rayos X (XRF) realizado en toda la pieza mostró la presencia de una gran proporción de cobre, con poco estaño y escasas cantidades de plata, antimonio y arsénico. Una muestra de 100 mg de material fue extraída de un sector de una de las orejas y analizada por EDAX. Este análisis confirmó la presencia de cobre en porcentajes superiores al 96 %. Un análisis posterior sobre la misma muestra utilizando microsonda electrónica (MPA), con tres mediciones, estableció la presencia de cobre en proporciones entre 98,54% y 98,70 %, con estaño entre 1,23% y 1,27 % (Tabla 2). El estudio con MPA además identificó una inclusión de sulfuro.

Las dimensiones de la pieza y el instrumental disponible dificultaron la realización de un estudio radiográfico completo. La pieza fue irradiada sobre la cara anterior con una fuente de voltaje de 140 Kw e intensidad de 5 mA con 1 minuto de exposición, pero la placa obtenida no fue lo suficientemente precisa como para evaluar una eventual discontinuidad del material en la zona de inserción de las orejas. De igual modo, resultó poco definitorio un ensayo de corrientes inducidas. De mayor riqueza fueron los estudios metalográficos llevados a cabo preparando con pulido electrolítico y mecánico pequeñas superficies de la cara posterior, cercanas al punto de inserción de una de las orejas y sobre estos mismos apéndices. En las orejas la microestructura mostró granos equiaxiales de tamaño homogéneo, libres de maclas y de bandas de deslizamiento (Figura 6). En cambio, en la zona de inserción de las orejas se detectaron anomalías estructurales, sobre todo en los espacios interdendríticos, indicativas de discontinuidad en el material producto del proceso de fabricación. También se observaron bandas de deslizamiento que disminuyen progresivamente a medida que aumenta la distancia des-

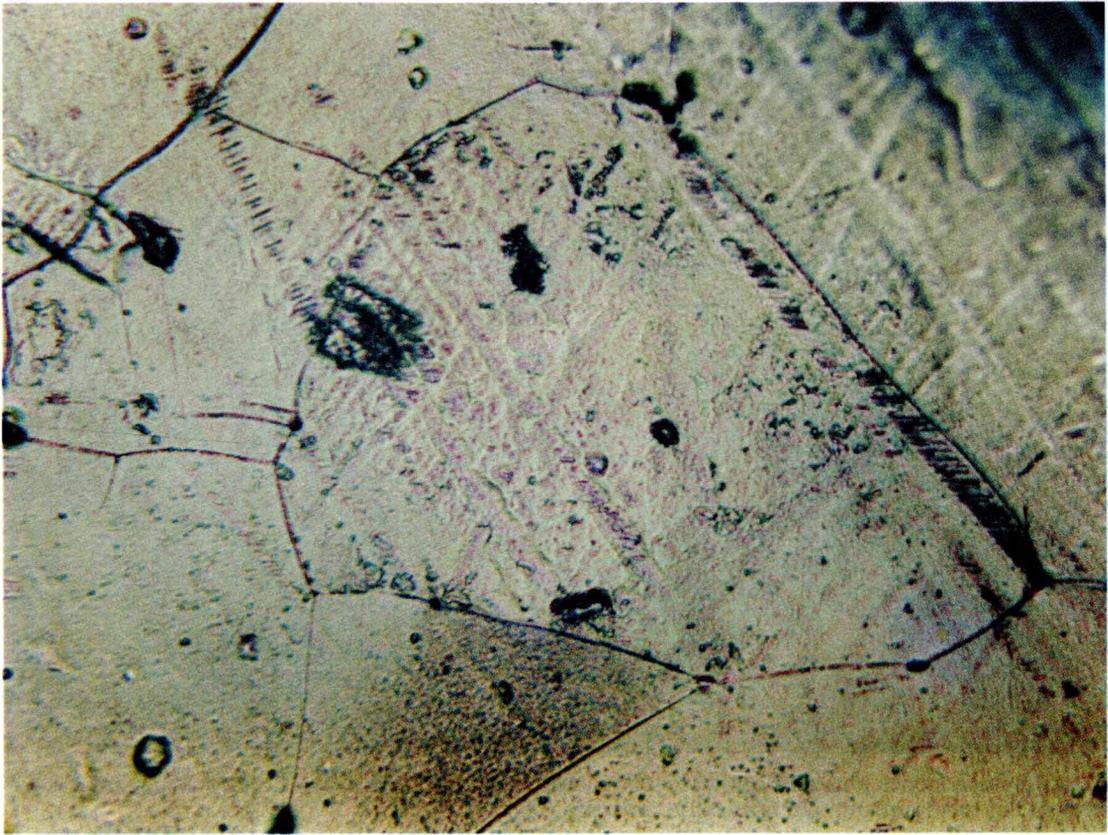


Figura 6. Microestructura en una de las “orejas” (500x). Se observan granos equiaxiales de tamaño homogéneo, libres de maclas y de bandas de deslizamiento.

Tabla 2. Composición cuantitativa del disco 19742 (MPA)

Elemento	Medición			Promedio
	1	2	3	
Cu	98.544	98.604	98.703	98.65
Sn	1.236	1.275	1.269	1.26
Al	0.095	0.046	.0	0.047
Si	0.125	0.075	0.001	0.067

de el sector de inserción de las orejas (Figura 7) y señalan deformación plástica localizada. La sospecha de que la zona de inserción fue sometida a martillado la confirmó un ensayo de dureza Vickers con carga de 100 g, que mostró una variación superior al 27% en la zona alejada de la oreja, la dureza alcanzó un valor de 110 Hv, mientras que en la zona cercana fue de 151 Hv.

DISCUSIÓN (I). CUESTIONES DE BRONCE

La composición del bronce estañífero utilizado en la manufactura del disco 19742 se ajusta a los patrones de los discos procedentes del NOA (véase Tabla 1) y también al de los objetos de metal del sur del valle de Yocavil analizados hasta el momento (González 2000a). Tales patrones se caracterizan por la variabilidad más o menos extrema de la proporción de estaño presente en la aleación. Sobre el particular, corresponde recordar que se ha señalado que en la región andina se perfilaron dos ámbitos de desarrollo metalúrgico más o menos independientes, los cuales no serían unificados hasta el advenimiento del imperio incaico. Por una parte, el Perú central y septentrional y la aledaña región de Ecuador; por otro lado, el altiplano peruano-boliviano, el norte de Chile y el NOA.

Las diferencias tecnológicas más notables entre ambas áreas estuvieron referidas al manejo de la aleación de bronce. Los datos sugerirían que mientras en el norte se utilizó cobre-arsénico, en el sur se privilegió el cobre-estaño (Bray 1991:59; Lechtman 1980:296, 1996:478; Shimada 1994:40-41). En lo que respecta al NOA, se ha ido acumulando información que apunta a indicar que durante los momentos formativos se produjeron piezas de bronce arsenífero (Cabanillas et al. 1998; González 1959; Ziobrowsky et al. 1996). Pero efectivamente la aleación cobre-estaño era conocida en la región desde bastante antes de la expansión del Tawantinsuyu (González 1999; Tarragó y González 1998).

Se han planteado discrepancias entre los investigadores de la metalurgia del pasado a la hora de pronunciarse sobre la intencionalidad o accidentalidad de la aleación estañífera. Los especialistas más destacados subrayaron las pocas probabilidades de que las menas de cobre se encuentren contaminadas con estaño en la naturaleza. (Coghlan 1975; Charles 1992; Tylecote 1979:14). También fueron propuestos porcentajes mínimos de estaño para considerar al metal un verdadero bronce de producción intencional (por ejemplo, Coghlan 1975:35; Glumac y Todd 1991; González 1959; Rivet y Arsandaux 1946:12; Tylecote 1987), pero en la evaluación parece aconsejable tener en cuenta las características particulares de la metalurgia de una región (véase, por ejemplo, Lahiri 1995), considerando no sólo el tipo de depósitos minerales explotables sino también la categoría de productos que demandaba la formación social protagonista. Para el caso del NOA, la presencia de apenas un 0,5% de estaño en el metal es ya significativa (Pedersen en González 1959; Palacios, comunicación personal 1996), teniendo en cuenta que no existen en la región asociaciones de minerales de cobre y estaño que den espacio para pensar en una contaminación inadvertida. En consecuencia, no hay dudas sobre la producción intencional de la aleación que constituye el disco 19742.

La manera en que se optimizó la fabricación del bronce estañífero presenta serias implicancias para la organización de la producción metalúrgica, que tienen que ver con la logística de obtención de materias primas minerales (cobre y estaño)



Figura 7. Microestructura en la zona de inserción de la misma "oreja" (100x). En la zona *alfa* se observan anomalías en los espacios interdentriticos y que indican discontinuidad en el material. En la zona *beta*, se aprecia la interfase hacia la superficie del disco, con la presencia de bandas de deslizamiento.

en yacimientos diferentes y con los procedimientos empleados en el taller de fundición (véase Coghlan 1975; Lechtman 1991a; Pillai et al. 1994; Rutledge y Gordon 1987; Tylecote 1979, 1991). En este sentido, como un dato arqueológico especialmente relevante para integrarlo al estudio del disco 19742, se ha sostenido que el bronce fue preparado mezclando metales puros en el taller metalúrgico reportado en el sitio 15 de Rincón Chico (González y González 1991; L. R. González 1992), que se encuentra cronológica y espacialmente vinculado con la procedencia de la pieza. (González 2000a; González y Piñeiro 1997). Corresponde enfatizar que varios depósitos de cobre se encontraban potencialmente explotables a partir de unos 30 km del taller, pero los yacimientos de estaño más cercanos se ubicaban a distancias de entre 150 y 170 km.

El agregado de estaño al cobre modifica las propiedades del metal obtenido (como la dureza), adecuándolo para la manufactura de herramientas de corte (Hosler 1986:71). Pero en ornamentos, como el disco 19742, la dureza no representa-

ba una propiedad significativa. En los Andes, el interés por desarrollar las aleaciones cobre-estaño parece haber residido en las propiedades del bronce para servir al despliegue y ostentación de status y la comunicación de mensajes religiosos (Lechtman 1984:45; 1988:369). En este sentido, el agregado de estaño al cobre, además de lo ya referido, involucra un cambio en el color del metal, de rojo a dorado, variable según las proporciones logradas. El color dorado en los Andes acreditó un considerable peso mítico que lo vinculaba con el sol, los espíritus de los antepasados y lo masculino. Esta condición fue formalizada en el culto solar erigido por el estado incaico pero reconocía raíces muy antiguas en la región andina (A.R. González 1983, 1992; Conrad 1992; Pérez Gollán 1986). Es probable, entonces, que el desarrollo del bronce estañífero en el NOA haya tenido como uno de los estímulos principales la pretensión de obtener objetos dorados, como característica simbólica y escenográfica adecuada para

potenciar aún más los mensajes visuales de los metales. No obstante, es necesario tener en cuenta consideraciones eminentemente técnicas, como por ejemplo que la adición de estaño baja el punto de fusión del metal y, sobre todo, mejora notablemente las condiciones de colada (Coghlan 1975; Craddock 1995; Tylecote 1979, 1987), debido a que el estaño reacciona con los gases disueltos en el material fundido, previniendo la formación de vesículas y poros (Cowell y La Niece 1991:75). Este último aspecto pudo ser de suma importancia para lograr una pieza tan difícil, por su forma y cantidad de material necesario, como el disco 19742.

En la pieza fueron detectadas inclusiones de azufre en el material, lo que sugiere que, probablemente, se partió de un sulfuro de cobre. Esto implica que, previo a la reducción de la mena, se pusieron en práctica eventos de tostación destinados a eliminar el exceso de azufre que hubiera afectado las posteriores operaciones. Existen en las cercanías del valle de Yocavil (y posiblemente dentro del mismo valle) depósitos de sulfuros de cobre, como en Cerro Atajo y Capillitas, distantes entre 60 y 70 km al sur. Estos depósitos suelen ser polimetálicos, incluyendo arsénico y cinc. Ambos elementos fueron especialmente rastreados en los análisis practicados sobre el disco, no resultando detectados, excepto en cantidades muy pequeñas en el estudio por XRD. Esta ausencia puede afirmar, por una parte, la hipótesis de la utilización de un sulfuro cuyo tratamiento exigió eventos de tostación previos a la reducción de la mena y durante los cuales una variable proporción de arsénico y cinc se habría volatilizado. Asimismo, apoya la expectativa de la producción del bronce a partir de la mezcla de aleantes metálicos, toda vez que ello supone operaciones de refundición del cobre en crisoles de baja capacidad, como las planteadas para el taller metalúrgico del sitio 15 de Rincón Chico (L. R. González 1992; González y Piñeiro 1997), con la consiguiente eliminación de cinc y arsénico. Si la pieza fue sometida a tratamientos térmicos luego del colado, como sugieren los estudios, deberían esperarse pérdidas adicionales en las impurezas remanentes (Budd y Ottaway 1991:133; Lechtman 1980; Pollard et al. 1991; Tylecote 1980).

DISCUSIÓN (II). SOBRE EL MOLDE

Al costado de uno de los rostros del anverso del disco y cerca del reborde perimetral se observó un sector donde el material de la pieza presenta imperfecciones como poros y un agujero de contornos irregulares. El estudio microscópico determinó que las características de los bordes del agujero y el estado del material permitían descartar la acción corrosiva (Figura 8). El defecto responde simplemente a un imperfecto llenado del molde, que pudo obedecer a varias causas:

(a) gases ocluidos, que se concentraron formando una burbuja en el lugar vacío y sus aledaños, impidiendo el llenado con el bronce. Los gases pudieron provenir del mismo metal líquido, de componentes del molde (humedad o sustancias orgánicas) que reaccionaron a las altas temperaturas o de aire atmosférico atrapado. Para disminuir estos trastornos los moldes solían disponer de canales de ventilación para evacuar los gases en la medida que el espacio era ocupado por el metal que se colaba (González 1994). Evidencias de un canal de este tipo fueron detectadas en el disco 19742 (Figura 2, V). Pero, considerando el volumen de metal necesario para lograr la pieza, es admisible que se hayan producido enfriamientos diferenciales que pudieron derivar en un taponamiento de los canales de ventilación, impidiendo una adecuada evacuación de aquellos gases.



Figura 8. Bordes redondeados en el agujero del disco, sin rastros de corrosión (6,7x).

(b) un ritmo de colada irregular, con episodios de extrema velocidad. Esta circunstancia pudo combinarse con el comentado eventual taponamiento de la ventilación, en cuyo caso los gases habrían sido forzados a moverse hacia la boca de colada, pero siendo inmovilizados por la entrada apresurada de metal. En defensa de los coladores, téngase en cuenta que disponían de un tiempo escaso para la operación (tal vez no más de 60 segundos) y manipulaban un crisol con más de dos kg de metal líquido a una temperatura cercana a los 1000 °C.

(c) un enfriamiento relativamente brusco y puntual debido a insuficiente cantidad de material contenido en el recipiente desde el que se volcaba metal en el molde pudo obligar a completar la colada en una segunda operación. Esta circunstancia es de las menos probables y generalmente, cuando ocurre, se observan traslajos en el objeto obtenido, es decir líneas de unión en las que la segunda colada avanzó sobre la primera, traslajos que no fueron advertidos en el disco.

Alberto Rex González, mencionó varios hallazgos de restos de moldes de discos. Describió las pastas como realizadas en arcillas de distintas características. En un caso el molde “parece haber sido hecho en una arenisca roja o una pasta de grano finísimo que se convirtió en ladrillo”. (A. R. González 1992:136). También observó muescas que

habrían servido para el ajuste de las valvas. Asimismo indicó la existencia de una delgada capa de una sustancia blanca en las superficies de los refractarios: “Esta delgada capa blanca se halla en la mayoría de los moldes del Noroeste Argentino que hemos visto” (A. R. González 1992:134).

Entre los más de doscientos cincuenta fragmentos de refractarios recuperados en el taller metalúrgico del sitio 15 de Rincón Chico, varios corresponden a partes de moldes de discos de distinto tamaño. En todos los casos fueron realizados en arcilla con altas proporciones de antiplástico y sus superficies internas cubiertas con una capa de sustancia blanquecina. En veinticinco muestras estudiadas se constató que este recubrimiento está constituido principalmente por fosfato de calcio ($\text{Ca}_5 [\text{PO}_4]_3$), en algunos casos combinado con compuestos arcillosos (Campo et al. 1996; L. R. González 1992; González y Piñeiro 1997; cf. Pifferetti 1999).

Experimentos que realizamos mostraron que se obtiene un recubrimiento análogo preparando una emulsión acuosa de huesos animales calcinados y molidos. Se sugirió que esta cubierta tuvo como principal función alisar las superficies de colada, sellando poros y evitando anclajes de metal cuando éste se solidificaba (Niemeyer 1981). También pudo proteger la superficie interna de los moldes (véase Tylecote 1987:198). Asimismo, la emulsión de cenizas de hueso, que adquiere singular solidez al secarse, pudo contribuir a otorgarle mayor consistencia a los refractarios (González y Piñeiro 1997), detalle importante teniendo en cuenta la alta proporción de materiales antiplásticos que acreditan sus pastas, característica que si bien mejora las cualidades refractarias, entraña una potencial fragilidad estructural. Las inclusiones blanquecinas detectadas en la superficie del disco 19742, estudiadas por EDAX, mostraron un alto contenido en calcio, siendo posible que tales inclusiones deriven del recubrimiento interno del molde en el cual habría sido colado el disco.

La presencia de una rebaba perimetral en el disco 19742 resulta un indicador del uso de un molde de dos partes, las que se contactaban en el borde de la pieza. Asimismo, la regular distribución de la rebaba indica que el juego de moldes fue dispuesto en posición horizontal, con la mitad conteniendo los motivos decorativos en la zona más baja, lo que aseguró el correcto llenado de las finas líneas grabadas. De igual forma, la presión del metal se habría repartido de forma más pareja, reduciendo el peligro que las dos partes del molde se separaran durante la colada. Como contrapartida, hubiera sido necesario construir un canal de colada exterior con un codo que posibilitara verter el metal verticalmente (Figura 9). También habrían aumentado los riesgos de enfriamiento diferenciales y exigiría mayores recaudos en la regularidad con que el metal debía ser vertido. Para reducir el choque térmico, el molde debería haber sido previamente caldeado, así como correctamente anclado, por ejemplo en una cama de arena.

La forma en que fueron realizadas las orejas de la parte posterior del disco abre interesantes problemáticas, de acuerdo a la información obtenida deben ser reformuladas las hipótesis iniciales. En tal sentido se propone que las orejas fueron manufacturadas en una operación previa e independiente. Ya formalizadas, fueron incluidas en la valva superior del molde (la correspondiente al anverso del disco). Al realizarse la colada, el metal líquido habría fundido los extremos de contacto de las orejas, uniéndolas a la pieza principal. El choque del metal fundido con las superficies más frías de las orejas pudo generar las pequeñas salpicaduras que se advierten sobre ellas. Aún en condiciones ideales, sería inevitable la formación de “puntos fríos”, con las consiguientes diferencias en la estructura metálica. Estas diferencias fueron detectadas en los estudios

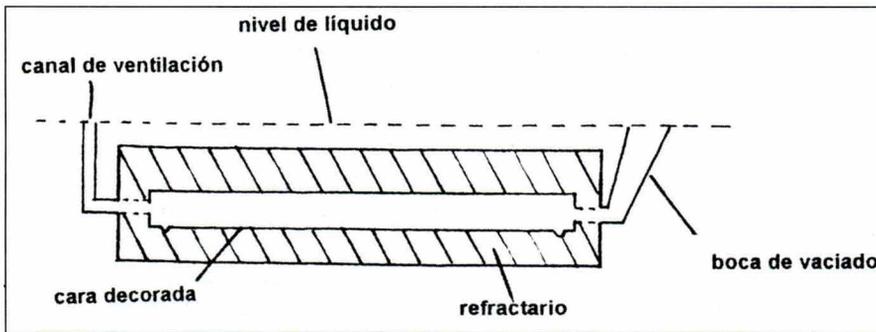


Figura 9. Esquema del refractario propuesto para la colada del disco.

metalográficos. De igual forma los signos de tratamiento térmico y de martillado en frío en las zonas de inserción de las orejas pueden relacionarse con operaciones de refuerzo mecánico de las uniones logradas previamente por derretimiento puntual.

DISCUSIÓN (III). MANOS IMPERDONABLES

En el relevamiento dimensional del disco 19742 se asumió que los productores tuvieron la intención de lograr una pieza de forma regular y con una distribución simétrica de los elementos decorativos. A partir de este criterio fueron detectados algunos errores en las proporciones métricas que se juzgan significativos: (a) el error de planitud en la periferia (alabeo) es de apenas 1 mm y el error estimado en el diámetro exterior respecto del centro de la pieza sólo representa un 0,05%; y (b) en lo que corresponde a los elementos decorativos el error de simetría en dos de los rostros se estima en 6,43 y 10,20%, respectivamente, mientras que el error estimado en el centrado de la moldura circular interior es de 3,92%.

Resulta especialmente sugestivo que el error menos grueso se registre en el diámetro exterior de la pieza. Esta dimensión fue lograda, exclusivamente, a partir de los límites establecidos por la forma básica del molde bivalvo, o sea, sin operaciones de acabado en frío de la pieza, como lo demuestra la presencia ininterrumpida de la rebaba perimetral. El escasísimo error de alabeo indica, entre otras cosas, una perfecta nivelación de las superficies internas del molde. En un grupo netamente diferenciado se presentan los demás errores consignados, algunos de los cuales (como la falta de simetría en la disposición de dos de los rostros) pueden calificarse como groseros. Por supuesto, estos rasgos también derivan de los detalles registrados en el molde, pero no de su forma básica (la plancha circular máxima) sino del grabado sobre ella. En otras palabras, la manufactura de la forma básica del molde, operación de la que se esperaría deriven las más notables asimetrías, fue en este caso la labor más perfecta. Por el contrario, el trabajo más “fácil”, que es grabar los motivos decorativos en una ubicación medianamente armónica, entrañó las mayores imperfecciones.

Respecto del grabado, las observaciones microscópicas realizadas sobre el disco permitieron detectar variabilidad en las líneas en relieve que conforman los motivos, lo que puede atribuirse al uso de diferentes instrumentos y/o la intervención de distintas manos en las operaciones de grabado de los motivos sobre el molde. Se observan tanto

líneas angostas, de lados rectos y cúspide plana, efectuadas con un instrumento afilado y manos firmes, como líneas más gruesas y redondeadas, con límites laterales “en serrucho”, que sugieren el uso de un instrumento de punta más roma y que provocó durante el arrastre desprendimientos en el refractario.

TECNOLOGÍA Y ORGANIZACIÓN SOCIAL

Los datos aportados por el disco 19742 enriquecen el conocimiento de las características de la organización de la producción metalúrgica en el sur del valle de Santa María durante los momentos tardíos. La expectativa de que la pieza fue fabricada en la zona se encuentra sustentada no tanto por su procedencia sino por la distribución regional de evidencias de materiales que intervinieron en la fabricación de bienes de estas características, sobre todo las registradas en el taller metalúrgico del sitio 15 de Rincón Chico. Estas evidencias, en términos amplios, son incapaces de certificar que el 19742 fue efectivamente realizado en la zona pero sí, en cambio, indican que en ella la producción de discos metálicos análogos era una práctica relativamente común (González y Piñeiro 1997; González 2000a).

Alberto Rex González (1992) subrayó que las placas metálicas jugaron importantes papeles en el ceremonialismo del NOA prehispánico (véase también Pérez Gollán 1986). No cabe duda que el 19742 no constituyó un objeto utilitario o una herramienta. Es más adecuado incluirlo entre los que fueron llamados “de prestigio”. Más allá de la complejidad tecnológica de su producción, que requirió del trabajo de operarios especializados con alta dedicación y entrenamiento, debe destacarse la alta inversión de material de costosa obtención como es el bronce estañífero. Lograr 2200 gr de material utilizados en el disco implicó la puesta en práctica de un sistema de fusión de relativa envergadura. Calculamos que fue necesario procesar unos 6 kg de mineral enriquecido a una ley de 30%, entre 4 y 5 kg de fundentes y de 20 a 30 kg de carbón de leña que, a su vez, implicaron el procesamiento de 150 a 200 kg de madera. Por otra parte, el metal del disco podría haberse dedicado a la manufactura de bienes directamente relacionados con las actividades diarias de subsistencia. En tal sentido, el material equivale al necesario para obtener alrededor de 100 herramientas menudas, como cinceles (González y Peláez 1999). Según se expresó páginas atrás, las propiedades mecánicas que el agregado de estaño al cobre otorga al material obtenido no son aprovechables en objetos ornamentales. Es posible que el agregado de estaño fuera 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 (el estaño) que pudo ser regionalmente escaso (cf. González y Palacios 1996). Si bien algo salió mal durante la colada, que produjo la zona de imperfecciones con vacío de material, el defecto no fue considerado por los productores tan importante como para rechazar la pieza, refundirla e intentar una nueva manufactura.

Los errores de distribución de los motivos grabados en relación con los detectados en la forma básica de la pieza nos sugieren la intervención de al menos dos grupos diferentes de operarios. Uno de ellos se habría encargado de preparar un molde de disco, con sus caras lisas. Otro habría sido el responsable de grabar la ornamentación que se observa en la pieza terminada. Uno de estos grupos aplicó el recubrimiento de compuesto de calcio al interior del molde, compuesto que pudo utilizarse para facilitar el trabajo de grabado y que además presentaba la ventajas antes señaladas. Es posible

que el segundo grupo también estuviese a cargo de la colada del metal, aunque no puede descartarse una tercera instancia para esa tarea.

Como señaló Alberto Rex González (1992), no se conocen dos discos que sugieran haber sido colados en el mismo molde. Dejando de lado las dimensiones, los motivos empleados en la decoración parecen haber sido seleccionados, combinados y dispuestos sobre la pieza de forma tal que, sin perder parentesco con la familia de los discos, el diseño logrado fuera único. La ausencia de reutilización de moldes puede obedecer simplemente, a que los refractarios se dañaban sin remedio durante la producción del primer y único disco. En el 19742 no se advierten defectos en el metal atribuibles a fisuras o estallidos del molde pero la rotura pudo producirse durante el enfriado, apertura de las valvas y/o desmolde de la pieza. Los riesgos de daños aumentarían si —como ya se postuló— en la fabricación intervino más de un grupo de operarios con distintos niveles de habilidad o aplicación. No puede descartarse de todas formas, que la rotura del molde no haya sido accidental sino fruto de un comportamiento premeditado, orientado justamente a evitar la repetición de una pieza con los mismos motivos decorativos. Aún es posible que no haya habido rotura accidental o intencional del refractario, y que el mismo fuera reutilizado grabando nuevos motivos tras una aplicación de fosfato de calcio que “borrara” los anteriores.

En suma, los datos generados sugieren que la pieza es reflejo de una organización productiva de notable complejidad que involucraba claras divisiones del trabajo y un acabado conocimiento empírico del comportamiento de distintos materiales. Estos hechos no encajan con una producción metalúrgica ocasional y de escala doméstica. Por el contrario, todo apunta a indicar que esta organización respondió a un interés y una demanda social definidos, en la cual la desproporcionada inversión de energía y trabajo dedicada a la obtención de bienes ornamentales o de prestigio, como los discos, estaba legitimada. Esta legitimación sería congruente con la vigencia de un sistema de representaciones de la realidad formalizado y manipulado en su provecho por los grupos dominantes de una sociedad estratificada. Puede proponerse que el desarrollo de la tecnología metalúrgica en los momentos prehispánicos tardíos en el NOA, con sus cualidades específicas, estuvo sujeto no tanto a ecuaciones de costo/beneficio, disponibilidad de recursos o iniciativas individuales sino a un conjunto de necesidades surgidas de las estrategias de dominación social elaboradas por aquellos grupos sociopolíticos que procuraban mantener sus privilegios de poder a través del control de la producción de materiales simbólicamente significativos.

Agradecimientos: El estudio de la pieza fue posible gracias a la colaboración de varias personas. Queremos dejar constancia de nuestro reconocimiento a Florencia Saravia, Aldo Fava, Tulio Palacios, Edgardo Cabanillas y Ricardo Montero. También expresamos nuestro agradecimiento al Dr. Jose A. Pérez Gollán, director del Museo Etnográfico, por su confianza al autorizarnos a trabajar sobre la pieza. De igual modo, agradecemos los comentarios constructivos y enriquecedores de los evaluadores del artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- AMBROSETTI, J. B.
1904 El bronce en la región calchaquí. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* 11:163- 312.
- BILONI, H., F.KISS, T. PALACIOS y D. VASALLO
1990 *Análisis metalográfico de la placa de Lafone Quevedo*. Serie Difusión 7. CIC. La Plata.
- BOMAN, E.
1908 *Antiquites de la Region Andine de la Republique Argentine et du Desert d'Atacama*, Vol. II, Paris.
- BRAY, W.
1991 La metalurgia en el Perú prehispánico. En *Los Incas y el Antiguo Perú*, pp. 58-81. Sociedad Estatal Quinto Centenario, Madrid.
- BUDD, P. y B. S. OTTAWAY
1991 The properties of arsenical copper alloys: implications for the development of eneolithic metallurgy. En *Archaeological Sciences 1989*, editado por P. Budd, B. Chapman, C. Jackson, R. Janaway y B. Ottaway, pp. 132-142. Oxbow Monograph 9, Oxford.
- CABANILLAS, E., B. LOSINNO, T. PALACIOS y L. R. GONZALEZ
1998 Estudio composicional de piezas del Ambato, noroeste argentino. *Anales SAM'98-IBEROMET V*, Vol.II: 639-642. Rosario.
- CAMPO, P., L. R. GONZALEZ y B. LOSINNO
1996 Estudio de moldes y crisoles prehispanicos procedentes del Noroeste argentino. *Actas CONAMET IX-IBEROMET IV:1920-1927*. Santiago.
- COGHLAN, H.
1975 *Notes on the Prehistoric Metallurgy of Copper and Bronze in the Old World*. Occasional Papers on Technology 4. University of Oxford, Oxford.
- CONRAD, G.
1992 Inca imperialism: the great simplification and the accident of the empire. En *Ideology and pre-Columbian Civilizations*, editado por A. Demarest y G. Conrad, pp. 159-174. School of American Research Press, Santa Fe.
- COWELL, M. y S. LA NIECE
1991 Metalwork: artifice and artistry. En *Science and the Past*, editado por S. Bowman, pp. 74-98. British Museum Press, London.
- CRADDOCK, P.
1995 *Early Metal Mining and Production*. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- CHARLES, J.
1992 Determinative mineralogy and the origins of metallurgy. En *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*, editado por P. Craddock y M. Hughes, pp. 21-28. British Museum Occasional Papers 48, London.
- DEBENEDETTI, S.
1910 Noticia sobre un cementerio indígena de Baradero (prov. de Buenos Aires). *Revista de la Universidad de Buenos Aires* XIII-XIV, 70:435-452.
- DOBRES, M. y C. HOFFMAN, Editores
1999 *The Social Dynamics of Technology Practice, Politics and World Views*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- FESTER, G.
1962 Copper and copper alloys in ancient Argentina. *Chymia* 8:21-31.

GLUMAC, P. y J. TODD

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

GONZALEZ, A. R.

- 1959 A note on the antiquity of bronze in N. W. Argentina. *Actas del 33º Congreso Internacional de Americanistas*, Vol II:384-397. San José.
- 1979 La metalurgia precolombina del NOA. Secuencia histórica y proceso cultural. *Antiquitas* 2:88-136.
- 1983 Nota sobre religión y culto en el noroeste argentino prehispánico. *Baessler Archiv. Neue Folge* 31:219-282.
- 1992 *Las Placas Metálicas de los Andes del Sur*. KAVA. Berlin.

GONZALEZ, L. R.

- 1992 Fundir es morir un poco. Restos de actividades metalúrgicas en el valle de Santa María, Provincia de Catamarca. *Palimpsesto. Revista de Arqueología* 2:51-70.
- 1994 El caso de la cera perdida. Metalurgia prehispánica y recursos en el valle de Yocavil. *Relaciones* 19:171-190.
- 1997 Cuerpos ardientes. Interacción surandina y tecnología metalúrgica. *Estudios Atacameños* 14:189-210.
- 1999 Bronce bajo el sol. Metalurgia prehispánica en el Noroeste Argentino. En *Masked Histories*, editado por P. Stenborg y A. Muñóz, pp. 97-131. *Etnologiska Studier* 43, Gotemburgo.
- 2000a Tecnología y Dinámica Social. La Producción Metalúrgica Prehispánica en el Noroeste Argentino. Tesis Doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- 2000b A sangre y fuego. Nuevos datos sobre la metalurgia Aguada. Ponencia presentada a *IV Mesa Redonda sobre la Cultura de La Aguada y su dispersión*, San Pedro de Atacama.

GONZALEZ, L. R. y M. A. GONZALEZ

- 1991 Rincón Chico 15: un sitio de actividad metalúrgica prehispánica en el valle de Santa María (Provincia de Catamarca). *Actas Jornadas Metalúrgicas y II Congreso ALAMET*:283-284.

GONZALEZ, L. R. y T. PALACIOS

- 1996 El volar es para los pájaros. Análisis técnico de dos piezas metálicas procedentes del valle de Santa María, Provincia de Catamarca. *Arqueología* 6:10-25.

GONZALEZ, L. R. y M. PIÑEIRO

- 1997 Metalurgia prehispánica en el Noroeste argentino. El caso del Sitio 15 de Rincón Chico (Pcia. de Catamarca). Ponencia presentada al *Simposio Metalurgia Prehispánica de America*. *Actas del 49º Congreso Internacional de Americanistas*, Quito.

GONZALEZ, L. R. y P. PELAEZ

- 1999 De ricos y famosos. Bienes metálicos en las sociedades prehispánicas tardías del Noroeste argentino. *Actas XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Vol II, editado por C. Díez Marín, pp. 221-232.

GONZALEZ, L. R., E. CABANILLAS y T. PALACIOS

- 1999 El pozo y el tumi. Arqueometalurgia del Noroeste argentino. *Cuadernos del INAyPL* 18:207-222.

HOSLER, D.

- 1986 Organización social de la tecnología: aleaciones de cobre en México occidental precolombino. En *Metalurgia en América Precolombina*, editado por C. Plazas, pp. 69-77. Banco de la República, Bogotá.

LAHIRI, N.

- 1995 Indian metal and metal-related artefacts as cultural signifiers: an ethnographic perspective. *World Archaeology* 27, 1:116-132.

LECHTMAN, H.

- 1980 The Central Andes: metallurgy without iron. En *The Coming of the Age of Iron*, pp. 267-334. Yale University Press, Yale.

- 1984 Precolumbian surface metallurgy. *Scientific American* 250, 6:38-45.

- 1988 Traditions and styles in Central Andean metalworking. En *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, editado por R. Maddin, pp. 344-378. MIT Press, Cambridge.

- 1991a The production of copper-arsenic alloys in the Central Andes: highland ores and coastal smelters? *Journal of Field Archaeology* 18:43-76.

- 1991b La metalurgia precolombina: tecnología y valores. En *Los Orfebres Olvidados de América*, pp. 9-18. Museo Chileno de Arte Precolombino, Santiago.

- 1996 El bronce y el Horizonte Medio. *Boletín del Museo del Oro* 41:2-25.

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, Illinois.

LEMONNIER, P.

- 1993 Introduction. En *Technological Choices. Transformation in Material Cultures since the Neolithic*, editado por P. Lemonnier, pp. 1-35. Routledge, London.

MORENO, F.

- 1881 Antropología y arqueología. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* XI:193 y ss.

NIEMEYER, H.

- 1981 Dos tipos de crisoles prehispánicos del Norte Chico, Chile. *Boletín del Museo Arqueológico de La Serena* 17:92-109.

PEDERSEN, G.

- 1952 Objetos de bronce de la zona del río Salado. *Proceedings of the 30^o International Congress of Americanist*: 92-98. Southampton.

PEREZ GOLLAN, J.

- 1986 Iconografía religiosa andina en el Noroeste argentino. *Bulletin IFEA* XV, 3-4:61-72.

PIFFERETTI, A.

1999. Análisis de moldes de fundición prehispánicos de Malimán (San Juan). *Actas XIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, Córdoba, en prensa.

PILLAI, S., R. PILLAI, A. DAMODARAN y T. RAMACHANDRAN

- 1994 The thermomechanical processing of high-tin bronzes - An old practice in a South Indian village. *Journal of Metals* 46:59-62.

POLLARD, A. M., R. G. THOMAS y P. A. WILLIAMS

- 1991 Some experiments concerning the smelting of arsenical copper. En *Archaeological Sciences 1989*, editado por P. Budd, B. Chapman, C. Jackson, R. Janaway y B. Ottaway, pp. 169-174. Oxbow Monograph 9, Oxford.

- RIVET, P. y H. ARSANDAUX
1946 *La metallurgie en Amerique precolombienne*. Travaux et Memories de l'Institute d'Ethnologie 39, Paris.
- RUTLEDGE, J. y R. GORDON
1987 The work of metallurgical artificers at Machu Picchu. *American Antiquity* 52:578-594.
- SALAS, A.
1945 El antigal de Ciénaga Grande (Quebrada de Purmamarca, provincia de Jujuy). *Publicaciones del Museo Etnográfico. Serie A*, 5, Buenos Aires.
- SCOTT, D.
1998 Technical examination of ancient South American metals: some examples from Colombia, Peru and Argentina. *Boletín del Museo del Oro* 44-45:78-195.
- SHIMADA, I.
1994 Prehispanic metallurgy and mining in the Andes: recent advances and future tasks. En *In Quest of Mineral Wealth: Aboriginal and Colonial Mining in Spanish America*, editado por A. Craig y R. West, pp. 37-73. Louisiana State University, Baton Rouge.
- TARRAGO, M. N.
1987 Sociedad y sistema de asentamiento en Yocavil. *Cuadernos del INA* 12:179-196.
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*, pp. 205-253. Facultad de Filosofía y Letras-Fundación Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- TARRAGO, M. N. y L. R. GONZALEZ
1996 Producción especializada y diferenciación social en el sur del valle de Yocavil. *Anales de Arqueología y Etnología* 50/51:85-108.
1998 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*, compilado por B. Cremonte, pp. 179-198. Universidad Nacional de Jujuy, S. S. de Jujuy.
- TRUCCO, B.
1965 Contribución al Conocimiento de la Metalurgia Indígena del Noroeste Argentino. Tesis para el Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata.
- TYLECOTE, R.
1979 *A History of Metallurgy*. Metals Society, London.
1980 Furnaces, Crucibles and Slags. En *The Coming of the Age of Iron*, editado por T.A. Wertime, pp. 183-228. Yale University Press, Yale.
1987 *The Early History of Metallurgy in Europe*. Longsman, London.
1991 Early copper based alloys; natural or man made? En *Decouverte du Metal*, coordinado por J. Mohen y C. Eluere, pp. 213-221. Picard, Paris.
- ZIOBROWSKY, C., E. CABANILLAS, T. PALACIOS y L. R. GONZALEZ
1996 Estudio de aleaciones cobre-arsénico. *Boletín del Museo del Oro* 41:131-143.

NOTAS

- 1 Los trabajos forman parte del Proyecto Arqueología del Valle de Yocavil. Procesos de Cambio Social (UBACyT, FI-198) y Proyecto Arqueológico Regional Valles Calchaquíes (PID-CONICET 3257), bajo la dirección de la Dra. Myriam N. Tarragó. Asimismo, aspectos específicos de las investigaciones fueron posibles gracias a becas UBACyT.
- 2 La totalidad de las piezas consignadas en la Tabla 1 corresponden a los períodos de Desarrollos Regionales e Imperial del NOA, con excepción de los Nos. 29, 30, 34, 35, 36 (período de Integración Regional), 31, 32 y 33 (contacto Hispano Indígena o colonial temprano).
- 3 Los estudios técnicos se realizaron en los laboratorios del Centro Atómico Constituyentes de la Comisión Nacional de Energía Atómica.