

ANÁLISIS QUÍMICO Y METALOGRAFICO DE LOS ELEMENTOS DEL AJUAR FUNERARIO DE USPALLATA-USINA-SUR.

J. ROBERTO BARCENA

1— *Introducción:*

El estudio que ofrecemos fue preliminarmente expuesto en el Primer Congreso de Arqueología Argentina (Rosario, mayo 1970). En esa oportunidad presentamos resultados del análisis químico de las piezas metálicas del ajuar del enterratorio de "Uspallata—Usina—Sur", que ahora hemos ampliado realizando otros estudios complementarios.

Los primeros datos obtenidos quedaron prácticamente inéditos (salvo mención breve de Schobinger, 1971), pues por razones ajenas a nuestra voluntad no fueron publicados en las Actas del Congreso. Por ello accedemos ahora a la solicitud de nuestro maestro y amigo, el Dr. Juan Schobinger, de publicarlos en forma de Apéndice a su trabajo sobre el ajuar fúnebre del enterratorio citado. Impulsándonos a hacerlo, además, el hecho de publicar en este mismo tomo de Anales de Arqueología y Etnología, un estudio antropofísico sobre restos óseos indígenas del Valle de Uspallata, donde nos ocupamos de los esqueletos del enterratorio de Usina—Sur. Creemos que con estos tres artículos se logra una visión bastante amplia de uno de los sitios estudiados dentro de un plan más vasto de Arqueología Regional intensiva.

Los análisis gravimétricos iniciales los realizamos en la Escuela Técnico Industrial "E. Civit" de la ciudad de Maipú—Mendoza—; solicitando posteriormente otros análisis similares con fines de control a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. En ésta requerimos además el estudio metalográfico de las piezas. Finalmente, un último control de composición, fue efectuado por técnicos de la Delegación de la Dirección General de Fabricaciones Militares en Mendoza, mediante el análisis de espectrofotometría de absorción atómica. No podemos dejar pasar entonces la oportunidad de agradecer públicamente esos apoyos.

En los primeros análisis gravimétricos (1970) empleamos muestras de un pequeño fragmento de bronce que integraba el ajuar. Pertenecía a un

objeto indeterminado de aquél, por lo que no vacilamos en utilizarlo. Posteriormente tomamos muestras de cada uno de los objetos metálicos del ajuar para los análisis de espectrofotometría de absorción atómica. Como es sabido, éstos se realizan en base a micromuestras, por lo que fueron suficientes simples raspaduras de metal que no deterioraron las piezas. En cuanto a los otros análisis gravimétricos control, se realizaron también en base a limaduras leves de dos piezas que tampoco sufrieron deterioros en esta ocasión. No se tomaron otras muestras para este análisis pues necesita de cantidades mayores, lo que implica riesgos de daño en los objetos. Sólo pudimos acceder al análisis espectrofotométrico muy recientemente, de allí la diversidad de los métodos.

El análisis metalográfico ofreció menores dificultades respecto del riesgo ya indicado, pues pudo efectuarse sobre micro-superficies pulimentadas en las piezas.

Los elementos del ajuar analizados son los descritos en el artículo del cual éste es un Apéndice. Se trata de una pieza con apariencia de cuchillo (no 77/86 del inventario del Museo Arqueológico del Instituto de Arqueología y Etnología de la U.N.C.); un pequeño objeto en forma de cuña o formón ("cincel"? , no 77/87); una pinza bivalva para depilar (no 77/88); una placa o lámina al modo de hachuela muy fina (no 77/89); una gran placa o lámina trapezoidal con características especiales (no 77/90) y un brazalete fragmentado (sin registro).

2- Los análisis.

2.1. Resultados obtenidos por nosotros (laboratorios de la E.T.I.E.C.):

En base a dos muestras tomadas sobre un fragmento metálico de objeto indeterminado del ajuar (0,6465 g. y 0,2100 g. respectivamente). El procedimiento utilizado fue el de sometimiento al análisis cualitativo y luego cuantitativo (gravimetría). Posteriormente se confirmaron los resultados (2da. muestra), utilizándose la electrólisis para cuantificar el cobre presente.

OBJETO	ELEMENTO INVESTIGADO (°/o)						TOTAL
	Cu	Sn	Zn	Pb	Ni	Sb	
Indeterminado	83,62	12,04	V	3,61	N	N	99,27 °/o

V: Vestigios.

N: no presente.

2.2. Resultados obtenidos por el DETI (1):

En base a una muestra (raspado de placa y cincel? = 0,40765 g.) y por métodos similares a los nuestros, obtuvieron:

OBJETO	ELEMENTO INVESTIGADO (°/o)						TOTAL
	Cu	Sn	Zn	Pb	Ni	Ag	
Placa y cincel?	84,30	11,87	V	N	V	N	96,17°/o

V: vestigios.

N: no presente.

2.3. Resultados obtenidos por la Delegación de la Dirección General de Fabricaciones Militares (2):

En base a seis muestras (limaduras leves de cada una de las piezas del ajuar), empleando el método de espectrofotometría de absorción atómica, obtuvieron:

OBJETO	CANTIDAD DE MUESTRA (gr.)	ELEMENTO INVESTIGADO (°/o)											TOTAL (°/o)
		Cu	Sn	Zn	Pb	Ni	Ag	Fe	Co	Mn	Mo	Cr	
Cuchillo	0,01418	81,10	12,85	N	0,04	0,07	0,35	N	NI	N	N	N	94,41
Cincel?	0,05048	81,60	11,06	0,03	0,01	0,014	N	0,21	N	N	N	N	92,924
Placa o lámina trapezoidal.	0,05470	80,50	11,90	0,006	N	0,024	NI	0,275	N	N	NI	NI	92,705
Brazalete	0,05533	74,21	11,4	0,005	N	N	NI	0,160	N	N	NI	NI	85,775
Pinza	0,03588	81,00	11,3	0,02	N	0,06	NI	0,73	N	N	NI	NI	93,11
Hachuela	0,00391	82,5	12,5	0,03	N	0,025	NI	0,60	N	NI	NI	NI	95,655

N: no presente.

NI: no investigado.

(1) Dirección de Estudios Tecnológicos e Investigación de la Facultad de Ingeniería de la U.N. de Cuyo. Agradecemos la colaboración recibida al Director y a quienes tuvieron a su cargo los análisis (Téc. Químico Juan Beguelín -Encargado del Laboratorio de Análisis Especiales e Instrumental- y la Ayudante en el mismo, Lic. Estela S. López Perea.

(2) Laboratorio de Análisis Geoquímico de la Delegación. Agradecemos la ayuda recibida al Director de la Delegación y al jefe de aquél, Lic. Abelardo R. Salinas y colaboradores.

3— Consideración de los resultados:

La similitud de los resultados es evidente. Nuestros datos fueron corroborados por los posteriores análisis. Surgen sin embargo algunas variantes en la composición de los que podríamos considerar oligoelementos. Fundamentalmente sorprende la apreciable presencia de plomo en la primera muestra analizada. Este hecho seguramente apunta a una composición especial con fines determinados. La proporción referida, 3, 61^o/o, no parece accidental, sino que entró deliberadamente en la fusión.

En cuanto a los oligoelementos propiamente dichos presentes, se observa que el Zn, Ni y Fe, se encuentran en casi todos los objetos. Advertimos así la probable procedencia común de los minerales de Cu y de Sn utilizados en la consecución de las diferentes piezas de bronce que estudiamos. Los elementos minoritarios señalados son componentes comunes en el mineral de Cu y en el de Sn del Noroeste argentino (Pedersen, 1952: 94; 1966: 48). No conocemos la composición de los minerales de la región cuyana, aunque los suponemos semejantes respecto de aquellos elementos. Pedersen (1952: 95) ofrece veintiocho análisis de bronce prehistóricos chaco-santiagueños, de los cuales sólo uno evidencia trazas de Zn y tres de Ni (con una proporción del 2,48^o/o en un caso, que indicaría su agregado consciente), lo que aleja la posibilidad de relaciones con base en los oligoelementos. Estas sin embargo pueden realizarse con los “bronce de la religión calchaquí”. Efectivamente, Ambrosetti (1904: 184–185), transcribe resultados sobre escorias metálicas de Catamarca (Fuerte Quemado) y Salta (Tolombón), donde se observaron rastros de Fe, entre otros elementos. Reproduce asimismo datos de los diferentes analistas que investigaron las piezas de bronce —principalmente “discos”— de aquella región (pp. 186–187 y cuadro de la p. 304). Los oligoelementos presentes son el Pb, Bi, Zn, Fe, Ni, Co, As, S, etc. Remitiéndonos a los 16 análisis que figuran en página 304 del escrito que comentamos, encontramos que 8 de ellos contienen Pb (50^o/o presencia); 3 Ag (19^o/o aprox.); 11 Fe (69^o/o aprox.); 5 Zn (31^o/o aprox.); 4 Ni (25^o/o); etc. Los porcentajes sobre el total deben considerarse como valores aproximados ya que es probable que los distintos analistas hayan efectuado pruebas considerando mayor o menor cantidad de oligoelementos (v. gr.: los análisis realizados por Hertero Ducloux —5— muestran en todos los casos la presencia de Zn; mientras que los realizados por Kyle —5— y Suárez —6— no lo evidencian en ningún caso) (p. 304). De cualquier manera es evidente la presencia mayoritaria de Fe y en buena medida de Pb, Zn y Ni. Indicando esas presencias, quizás, el origen común del Cu y del Sn empleados en la fusión, y que los mismos provendrían de yacimientos del N.O. argentino. Evidenciando ade-

más cierto paralelismo con nuestros resultados al respecto, y denotando así que los minerales empleados en la fundición de las piezas de Usina—Sur bien podrían pertenecer a menas de la región nombrada.

Petersen G. (1970) por su parte ofrece una serie de análisis de objetos actuales y prehistóricos de Cu y de bronce peruanos, bolivianos, chilenos y argentinos, evidenciando —cuando se ofrecen resultados donde se contemplan oligoelementos— que el Zn, por ejemplo, no está presente en los objetos peruanos (pp. 94, 95, 96, 110, 113, etc.) o lo está en escasísima proporción en el mineral de Cu de ese país (p. 89) y que algo similar ocurre con los objetos de Bolivia (pp. 94 y 109) y Chile (pp. 97 y 109). Mientras que de dos análisis sobre bronce argentinos (p. 113), uno sólo evidencia Zn, pero en una proporción (1,22 o/o) que hace pensar en una inclusión premeditada.

Por lo expuesto inferimos que por lo menos en un sentido —presencia de Zn en los minerales base— nuestros bronce no podrían relacionarse mayormente con otros de las áreas no nacionales mencionadas.

La proporción de Cu y Sn, estable, habla no sólo de la buena calidad del bronce obtenido (aumento de la dureza y la resistencia a la tracción por la alta cantidad de Sn; pero no tan alta —prácticamente no sobrepasa el 12 o/o— para bajar la ductibilidad), sino también de una mezcla consistente en sus proporciones.

No existen datos categóricos sobre metalurgia prehispánica del bronce en la Provincia de Mendoza. También faltan análisis sobre piezas de esa aleación que pudieran haberse encontrado. En rigor son escasas de acuerdo a nuestro conocimiento y al de la bibliografía especializada a nuestro alcance (genéricamente se las designa como aleaciones de Cu). Los análisis de piezas arqueológicas más conocidos para la Provincia son los publicados por E. Boman (1920) para Viluco (Dpto. San Carlos) y los inéditos en poder de nuestro Instituto (gentileza del Ing. A. Pedersen, 1962) realizados sobre unas diademas encontradas en el Alto Anchayuyo, Dpto. Tupungato (piezas descriptas por Canals Frau, 1950). En el primer caso se trata de objetos de cobre y de latón (aleación postcolombina), mientras que en el segundo nos encontramos frente a un bronce con 94 o/o de Cu y 4 o/o de Sn. (Otros elementos investigados: hierro y bismuto del que se encontraron trazas; oro, plata, zinc y cobalto que estaban ausentes; y plomo que estaba presente. Reproducimos aquí la terminología empleada por A. Pedersen en la carta—informe del 23/1/62 enviada al Dr. J. Schobinger comentando el análisis de una de las diademas pedido por éste. Inferimos contextualmente que “presente” significa para Pedersen en la ocasión,

cierta proporción apreciable del metal).

Quien más se ocupó de la metalurgia prehispánica en Mendoza fue Carlos Rusconi. Lo hizo en varias ocasiones parcialmente y en forma global en 1961 (vol. I, cap. XXXVIII). Revisó principalmente datos etnohistóricos e históricos, agregando otros de hallazgos de elementos que debieron utilizarse en los procesos de extracción, molienda, fundición, etc. Aceptó la existencia de una metalurgia prehispánica en la Provincia, considerándola muy limitada a juzgar por los hallazgos. Relacionó los laboreos de las fuentes metalíferas con el momento incaico, aceptando la práctica de la fundición en Mendoza, aunque extrañándose de la exigüidad de los respectivos restos en relación con el potencial minero de la región. Muchos de los hallazgos que refiere pertenecen al Valle de Uspallata, indicando las posibilidades mineras en diversos períodos. No obstante, la adscripción de hallazgos de marayes, etc., no puede hacerla con seguridad respecto del período prehispánico, aunque la factura de estos y otros elementos respondan a concepciones indígenas.

Uspallata es con evidencia una región minera; lo prueban explotaciones antiguas y modernas de diversos minerales. El cobre, uno de los metales de interés para nosotros aquí, está presente en diversas zonas (Paramillos, Yalguarez, etc.), ocurriendo otro tanto con el estaño. Personalmente hemos accedido a diversas minas de cobre de la región, hoy sin explotación, comprobando la antigüedad secular de alguna de ellas. Principalmente en la región de Yalguaraz (Noroeste del Valle de Uspallata) hemos detectado explotaciones que se remontarían al siglo pasado. En ninguna de ellas hemos podido detectar elementos que apunten a una explotación indígena, a pesar de la cercanía con lugares de evidente ocupación prehispánica. El mismo Rusconi, como expresáramos, no puede asignar con seguridad a aquel período las explotaciones del Valle de Uspallata propiamente dicho. Tampoco, ni él ni nosotros, pudimos comprobar la existencia de una metalurgia local de cierta envergadura. Todo lo cual lleva a presumir que aquélla fue posible en cuanto a la existencia de la materia prima (principalmente cobre y estaño), sin poderse demostrar por ahora que hubiese existido en grado mayor.

Por lo expuesto debe considerarse a los metalurgos del ajuar de Uspallata—Usina—Sur, extraños a la región, máxime si consideramos la cronología asignada al hallazgo.

Volviendo a los análisis, el valor medio aproximado del 81 % de Cu en nuestros resultados, nos coloca en la situación novedosa de no contar con guarismos similares para piezas de bronce prehispánicas del N.O. argentino en general. Otro tanto ocurre con el valor 12 % (promedio aproxi-

mado) del Sn presente en las piezas.

En efecto, una somera revisión de la bibliografía pertinente mostró valores distintos. Los análisis traídos por Ambrosetti (op. cit.) indican sólo una muestra con porcentajes aproximados a los nuestros (disco de bronce de La Rioja: 80, 55 % de Cu; p. 181), aunque con un tenor más alto de Sn (16,53 %, *ibid.*). Pedersen (1952) ofrece numerosos análisis de objetos de bronce prehispánico (al parecer preincaicos o sin influencia de esa cultura) de la zona del Río Salado (región Chaco-Santiagoña). De esos análisis, sólo uno muestra un tenor de Sn aproximado al nuestro (10,60%), mientras que el Cu se encuentra en un 89,32% ("toki" o "hacha de mando" de Averías del Bracho, cuadro no II y no III, pp. 95 y 96). Esta proporción de cobre es la única menor al 90% de todos sus análisis. Algo similar ocurre con los resultados ofrecidos por Ambrosetti (op. cit.). Salvo el caso citado, el resto de los bronce tiene una cuota mayor de cobre en su composición (vide pp. 185, 206, 211, 264 y cuatro de p. 304).

Lo mismo ocurre con los análisis de tenores de bronce del N. O. de Abel Sanchez Díaz traídos por A. Rex González y Víctor A. Nuñez Reguciro (1969 : 258). Un trabajo importante de Rex González (1958) referente a bronce del N. O. que no pudimos consultar, traería datos de 40 análisis (Rex González y V. A. Nuñez R., *ibid.*), mostrando sólo cuatro con tenores de Sn superiores al 5,50 %, teniendo el resto un porcentaje inferior al 3,81 %.

Otros datos para Argentina que pudimos encontrar, presentan un panorama semejante. Petersen G. (1970 : cuadro no 21, p. 113) trae dos análisis (de Fester (3); sobre una "cinta" y un hacha —sin otros datos—) que arrojaron un 92, 33 y 91, 56 % de Cu, y 2, 05 y 0, 91 % de Sn respectivamente (con un alto tenor de As: bronce arsenicales).

Lo expuesto induce a pensar que las piezas del ajuar de Usina-Sur, no sólo no fueron realizadas en el Norte de Mendoza, sino que tampoco lo fueron en algún lugar de Argentina. Lástima que no contemos con análisis de las piezas similares a la conspicua placa trapezoidal del ajuar, encontradas tanto en el N. O. Argentino como en la región del Titicaca (Tiahuana-co, Bolivia).

Petersen G. (*ibid.*) presenta además valores de composición de bron-

(3) Probablemente sean datos de un trabajo de 1962 de Gustavo A. Fester que no pudimos consultar ("Copper and Copper Alloys in Ancient Argentina". *Chymia*, vol. 8, pp. 21-31. Philadelphia), y que Petersen (1970) omite en su lista bibliográfica (p. 129).

ces prehispánicos de Perú, Bolivia y Chile. Le prestamos atención especial dada la importancia de las influencias culturales de aquellas regiones sobre nuestro Noroeste, a las que no escapa el Norte de Mendoza.

Existen broncees con alto contenido de Sn en Bolivia y el Norte Grande de Chile. Cuatro análisis sobre objetos de Tiahuanaco (cuadro nº 19, p. 109) arrojan cifras porcentuales de Sn que fluctúan entre 6, 18 0/0 y 12, 36 0/0 (prom. aprox. 9 0/0); mientras que sobre seis muestras de objetos prehispánicos chilenos (Taltal, Atacama, Chiu-Chiu, San Pedro de Atacama y Calama) sólo dos (10, 74 0/0 y 8, 14 0/0) tiene tenores más cercanos a nuestro valor. Estas corresponden a Taltal (placa) y Atacama (hacha) respectivamente, ambos en la provincia chilena de Antofagasta.

De los 10 análisis recién citados, ocho arrojan porcentuales de Cu menores al 90 0/0. La placa de Taltal es la de menor proporción: 84, 25 0/0. Esta es la pieza de composición más cercana a la nuestra.

A juzgar por los datos de la fuente citada (cuadro nº 20, p. 110), la composición de los broncees peruanos (Machu Picchu, Perú Oriental, Vilcabamba, Cuzco y Huanta; incaicos?) raramente sobrepasa el 6 0/0 de Sn (sólo un caso en diez); y menos aún baja del valor 90 0/0 para el Cu (aún en los broncees arsenicales: cuadro nº 21, p. 113) (datos de 17 análisis en total).

La presencia de buena proporción de Sn en las aleaciones bolivianas está de acuerdo con la abundancia del metal en la región.

El comentario de más arriba nos inclina a pensar que la relación cultural última (y primera) de los metalurgos del ajuar de Uspallata hay que buscarla en la cuenca del Titicaca (Tiahuanaco, etc.). Esta suposición tiene otras bases además. Recordamos la morfología de las piezas y que con respecto a una de ellas (placa trapezoidal de características especiales), hemos indicado una dispersión geográfica elocuente (vide artículos de J. Schobinger y J. R. Bárcena en este mismo tomo). Sólo agregamos ahora que existiría una pieza semejante a la indicada hallada en la región de Ovalle (Norte Chico chileno). Se encontraría en el Museo Arqueológico de dicha ciudad de acuerdo a noticias de nuestros colegas chilenos.

Así podrían establecerse dos caminos posibles —y complementarios— de ingreso de las piezas al N. O. y finalmente al Norte de Mendoza. Uno, el directo del Altiplano boliviano—Quebrada de Humahuaca— Región Valliserrana del N. O. argentino, y el otro: Altiplano boliviano—Norte Grande de Chile—Región Valliserrana argentina. Otra posibilidad es de una di-

fusión vía N. O. argentino con una doble bifurcación: hacia el Norte Chico chileno por una parte, y hacia el Norte de Mendoza, por la otra; ambas vía Oeste de San Juan. (Esta última posibilidad contradiría el pensamiento de Schobinger sobre una influencia de El Molle chileno en Usina—Sur). Esto último basándonos en lo que indicaría el derrotero trazado a través de los hallazgos de las placas trapezoidales. Efectivamente, se conocen éstas en Jujuy, Catamarca, La Rioja y Norte de Mendoza (Usina—Sur), más el ejemplar posible de Ovalle; no habiéndoselas encontrado (?) en el Norte Grande chileno. Tampoco existen en San Juan, lo que complica aún más las cosas.

El tipo de bronce (composición), a juzgar por los pocos datos expuestos, ofrece tan sólo dos puntos extremos para la pretendida difusión, mostrando la intermediación, en todo caso, por el Norte chileno.

La cronología debería ser el factor coadyuvante aquí, pero la falta de contexto y de datos temporales relativos (y absolutos), tanto para las piezas de bronce correlacionables con las muestras, como para la composición aludida, hacen las relaciones difíciles sino imposibles. Habría que partir de la cronología aceptada para el bronce en Tiahuanaco, observando la progresión hacia el Sur. Ponce Sanginés (1971: 37) indica el descubrimiento (invención) del bronce hacia la época V de Tiahuanaco (“tercer estadio” o Imperial), cuyo comienzo ubicaría hacia el siglo VIII de la Era (media aritmética de los fechados radiocarbónicos: 1050 d. C.; *ibid.* p. 7). Teniendo en cuenta la fuerza expansiva tiahuanacota que alcanza al N. O. argentino fundamentalmente en el momento de La Aguada (Rex González, 1961—64), puede aceptarse que hacia el IX o X milenio pudieron llegar al Norte de Mendoza elementos altioplánicos a través de un centro intermediario. El mismo Ponce Sanginés que se encargó de revisar los datos existentes sobre elementos de Tiahuanaco presentes en la prehistoria de los países aledaños a Bolivia, encuentra que los vasos timbales de Viluco serían de aquélla influencia (*ibid.*, p. 29). Esto no plantearía dificultades cronológicas ya que la hoy llamada “Cultura de Viluco” corresponde a nuestro período tardío (Schobinger, 1975). También Ponce Sanginés (p. 28) adscribe un vaso encontrado por Debenedetti en Barrealito (San Juan) a la época V de Tiahuanaco.

Por su parte, Rex González y Víctor Nuñez Regueiro (1969:258), aceptan que la composición de los bronce del N. O. argentino sólo se enriquece intensivamente en Sn (+ del 5,50 0/o) (4), en el período tardío de esa subárea arqueológica (aprox. siglos X al XV d. C.). Pedersen (1966:

(4) En 1972:90, reiteran este concepto, aunque en forma más genérica.

42), a su vez, adscribe sus objetos de bronce de la zona del Río Salado (horizonte cultural Chaco-Santiagoño) a una época (aprox. 800 d. C.) correlacionable con la indicada por Rex González como de los inicios del bronce en el N. O. argentino. Aporta además un dato curioso en nota al pie de página (ibid., nota 8): "Los objetos de metal (cobre y bronce) pertenecientes a este horizonte cultural se hallan entremezclados con fragmentos de alfarería negra (de afinidad tipo Barreal) y mascarones llorones". Lo que debe interpretarse como un contexto paralelizable con el período Temprano-Medio del N. O.

Las dos posiciones cronológicas son antagónicas. Sobre 39 análisis transcriptos por Pedersen (1952: cuadros II y III, pp. 95-96), 18 (aprox. 46 0/o) arrojan porcentuales de Sn superiores al 5,5 0/o; de manera tal que a estar con Rex González y V. Nuñez Regueiro, habría que pensar en una antigüedad menor de las piezas de Pedersen. Como estas corresponden a distintos sitios santiagueños, y no se dice más sobre sus relaciones contextuales, es dable esperar la pertenencia a distintos momentos. Por otra parte la aseveración de aquellos autores podría confrontarse por ejemplo con los análisis ofrecidos por Ambrosetti (op. cit.) sobre los "discos calchaquies" (p. 304) (probablemente santamarianos) resultando de ello que una cultura correspondiente al período tardío como ésta, realiza aleaciones donde el Sn interviene en porcentuales más bajos del indicado (sobre 16 análisis, 13 tienen tenores de Sn menores al 5,5 0/o). En este sentido entonces, no habría dificultad en atribuir los bronces de Usina-Sur a un momento anterior al período tardío. Es más, casi podría aseverarse que las aleaciones con alto tenor de Sn (+ de 5,5 0/o por ejemplo) son más tempranas que las de bajo tenor. Considérese lo expresado a la luz de lo tratado más adelante en el punto 4.

Como se ve, el problema del bronce en el N. O. argentino no está dilucidado. Tampoco la determinación de el o los centros originarios de aquél. (R. González y J. A. Pérez, 1972: 74; postulan la cuenca del Titicaca).

Probablemente haya que pensar en un centro difusor altiplánico a partir del siglo VIII de la Era, a estar con lo aseverado por Ponce Sanginés (op. cit.) sobre el "descubrimiento" del bronce en aquella región, y en otros centros intermediarios del Sur de Bolivia (y enclaves del Norte Grande chileno), desde los cuales ingresarían las piezas elaboradas de la aleación al N. O. argentino.

También puede pensarse, dada la temprana cronología que Rex González y J. Antonio Pérez atribuyen al bronce en el N. O. (fines de Ciénaga, c. 650 A. D., 1972:68), en un centro altiplánico difusor temprano y desco-

nocido aún. O bien en un foco originario independiente, ubicado en nuestro propio N. O.

4— *Resultados del análisis metalográfico.*

La valiosa cooperación, que mucho agradecemos, del Ing. Juan B. Carnevale, Jefe del Laboratorio de Conocimiento y Ensayos de materiales del DETI, permitió enriquecer el conocimiento de las piezas por la observación microscópica de pequeñas zonas pulimentadas en ellas.

A través de las conversaciones sostenidas con el citado profesional y el informe escrito que nos proporcionó, podemos ofrecer la síntesis de más abajo e interesantes conclusiones (5).

A la observación microscópica el material se muestra “muy heterogéneo, con excesivas impurezas y segregaciones”. Se observan además “fisuras y hasta roturas intergranulares”, conservando algunos granos de la aleación “una forma poliédrica muy definida”, sin embargo “la mayor parte de esos granos están deformados y muy mezclados con escoria, óxidos y segregaciones”. “Los granos mejor logrados son relativamente grandes y sus contornos generalmente algo redondeados, agrupándose en esos contornos todas las impurezas en óxidos y además las fisuras” que mencionamos más arriba. Bajo la guía de nuestro informante pudimos comprobar en la visión microscópica de las piezas el acierto de sus observaciones (foto 1). Particularmente notables son unas manchas intergranulares blanco-grisáceas que se interpretan como óxidos del estaño. Una comparación con microfotografías de bronce modernos bien logrados resaltan aún más esa característica, así como la no homogeneidad de los granos de la aleación (V. gr.: comparaciones con ilustraciones de microfotografías de bronce traídas por Heyn y Bauer, 1930; etc.). Las fisuras son también apreciables pudiendo observárselas en la fotografía 2.

(5) Los párrafos o términos entre comillas, salvo mención expresa en contrario, están tomados del informe del Ing. Carnevale.



Fot. 1: Microfotografía (70 aumentos) de una de las piezas del ajuar de Uspallata—Usina—Sur. Obsérvense los gránulos no geométricos, redondeados, por el probable “aplastamiento” producto del “martillado”. Además se aprecian las fisuras intergranulares en forma de líneas negras finas, y los óxidos del Sn como puntos blanquecinos (Fot. DETI).

Fot. 2: Microfotografía (70 aumentos) de una pieza de bronce del mismo ajuar. Obsérvense las fisuras (líneas negras finas), efecto del probable “martillado”. También se observan los bordes de los granos muy separados por efecto del martilleo, y las inclusiones de óxidos e impurezas (líneas negras gruesas). (Fot. DETI).

La presencia de escorias, óxidos, etc., en la aleación, permite concluir acerca de los no muy decantados métodos de fundición en sus distintas fases (6). Seguramente no se lograrían muy altas temperaturas; de allí que “es posible que la mayor parte de la aleación se formara por ‘difusión’ y no por ‘fusión’”. Probablemente las temperaturas alcanzadas no superarían los 800/900° C, lo cual está en consonancia con la composición química de la aleación (aleación de tipo estructural ⁴; es decir con menos del 13,9 % de Sn. Heyn y Bauer, op. cit., pp. 189 y 248), y también con el diagrama de solidificación y de modificaciones estructurales de las aleaciones Cu—Sn (ibid., fig. 99, p. 189).

El “crisol” (huayra, etc.) se cargaría, a juzgar por lo expuesto, con mi-

(6) Sobre el proceso de fundición aborígen en general, trae Pedersen (1966: 43–46) el testimonio de varios cronistas, realizando además (ibid., nota 9, pp. 46–48) un intento de reconstrucción del funcionamiento de la huayra.

nerales de Cu y de Sn, más una buena carga de carbón. Este actuaría entonces “como reductor y tal vez como acumulador de calor, que no dejaba que se compactara demasiado la carga, mientras se iban produciendo lentamente los procesos de ‘reducción’ y ‘difusión’ ”. La reducción se refiere a los óxidos del mineral presentes y por supuesto era incompleta (7).

La estructura tipo α de que hablábamos (bronce con aproximadamente 12 0/o de Sn promedio, en nuestro caso) es apropiada para la deformación plástica a que probablemente fue sometido el metal para lograr las piezas del ajuar. Las fisuras y las roturas intergranulares, además del efecto de “una fuerte corrosión natural”, son el resultado “del martillado” que sólo podría soportar una aleación del tipo aludido. Los tratados sobre fundición de metales destacan en general como propiedad de los bronce α su muy buena flexibilidad y resistencia mecánica, en contraposición de los β (\dagger de 13,9 0/o de Sn) que tienen mayor dureza pero menos flexibilidad (Biedermann y Hassekieff, 1955:55); es decir el aumento del metal aleador da aleaciones más duras y más quebradizas (ibid.). Los diagramas que consideran la resistencia a la tracción (kg/mm^2) y el alargamiento (0/o) de las aleaciones Cu—Sn (diferentes proporciones de ambos) coinciden con la tendencia aludida (8). Por fin, la ductibilidad (y maleabilidad) de las aleaciones baja rápidamente cuando la proporción del Sn sobrepasa del 12 0/o (ibid., p. 63 y ss.). Puede concluirse entonces que la proporción de Sn en el bronce de Usina—Sur era muy adecuada al fin pretendido por los metalurgos, los que quizás lograrían las formas deseadas mediante el uso de moldes, y al final, seguramente, mediante el martillado del metal. Probablemente se partiera de la fundición de pequeños lingotes “que luego templaban y martillaban para darles la forma deseada”. El tipo de bronce (9)

(7) Entonces, por ejemplo, no todo el Sn formaba parte de la aleación, sino que una buena cantidad quedaba como óxido. Según el Ing. Carnevale esa circunstancia “perjudicaba las propiedades de dicha aleación”, aunque por otra parte “La menor cantidad de Sn en la aleación hacía más blanda y más plástica la materia mineral que debía ser ‘batida’ ”.

(8) En esos diagramas es interesante comprobar el comportamiento de la aleación en las distintas proporciones Cu—Sn y relacionarlo con lo que sabemos sobre la composición y aún el modo de manufactura y la funcionalidad, de las piezas de bronce del N. O. argentino en los distintos períodos prehistóricos. Si ubicamos, por ejemplo, la composición Cu—Sn de los “discos calchaquíes” de Ambrosetti (op. cit., p. 304, análisis n° 1 a 12, tenores menores al 3,8 0/o de Sn, y casi todos con una proporción mayor al 95,2 0/o de Cu), nos encontramos con los mayores valores de resistencia a la tracción y con un menor porcentual de alargamiento. Este último, sin embargo, es mayor al de un bronce con el 12 0/o de Sn, prácticamente igual a uno del 11 0/o y apenas menor al de los que fluctúan entre un 7 y 10 0/o. Quiere decir que la combinación Cu—Sn en las aleaciones como las que tratamos (tardías?), es la más acertada, y por qué no, más evolucionada, al conjugar dos características sin duda de suma utilidad en la metalurgia de la época.

(9) Por su composición química es asimilable al “tipo cañón” moderno (88 0/o Cu, 10 0/o Sn y 2 0/o Zn, según Biedermann y Hassekieff, op. cit., pp. 64—65; quienes hablan además de la considerable resistencia mecánica de la aleación —al desgaste y la corrosión principalmente— y que para lograrla son recomendables temperaturas medias de fusión).

“permitía ese trabajo de deformación en frío, el que no hubiera sido posible de haber variado la composición, en especial con un mayor agregado de Sn”. El probable “temple” (aumento de la maleabilidad en el caso del bronce), facilitaría la tarea de deformación plástica mediante “martilleo”, aunque es probable también que se realizaran deformaciones en caliente.

El “temple”, a estar con distintos autores, produce un efecto de maleabilidad remarcable en el bronce; habiéndose comprobado que la aleación constituida por 8 partes de Cu y 1 de Sn (nuestro caso) es la que mejor soporta aquél tratamiento térmico. Incluso con este proceso la tenacidad aumenta siempre sea cual fuere el espesor del metal.

Según Pedersen (1952:92 y nota 11 —pp. 95/96—) los bronce no serían sometidos al “temple” sino a un proceso llamado por él “destemple”, el que mantendría a la aleación blanda y maleable. La lectura detenida del párrafo de p. 95 donde explicita el proceso de “destemple” sorprende pues es similar, en uno de los mecanismos expuestos, a lo que los metalurgos llaman “temple”. La explicación debemos buscarla en la terminología utilizada y en el comportamiento especial del bronce a los tratamientos térmicos. En efecto, al calentar y enfriar bruscamente el bronce o al enfriarlo bruscamente al terminar la fusión, se ablanda; mientras que a los metales ferrosos el mismo proceso los endurece. Este es conocido como “temple” de los metales ferrosos y también como “temple” del bronce, conociéndose en este caso el efecto especial que produce. Pedersen (op. cit.) utiliza el término “destemple” para significar esa diferencia de comportamiento, criticando que los “cronistas de la época de la conquista se refieren a fórmulas secretas para templar el bronce, idea errónea también aceptada por autores modernos por desconocer las características de éstos, ya que pertenecen a las aleaciones que no reciben temple” (p. 95).

Creemos que el término “templar” de los cronistas significaba “calentar” los minerales o la aleación (caso de Garcilaso de la Vega en el párrafo transcrito por Pedersen, 1966:45) o bien “atemperar” (en este caso la dureza), etc., y que ese mismo sentido respecto de la dureza, le dieron autores posteriores de los albores de la metalurgia como ciencia. Posteriormente el término “templar”, refiriéndose a los metales ferrosos, tuvo el sentido de “endurecer”.

Otra característica del bronce, opuesta a otros metales, es la de endurecerse por el “recocido” (calentar y enfriar lentamente). (También el martillado lo endurece).

De cualquier manera es evidente, como el propio Pedersen (1952) acepta y prueba con el testimonio de Garcilaso de la Vega, que los indígenas a

los que se refiere el cronista conocían un proceso para ablandar el bronce (a base del enfriamiento más o menos brusco de la fundición, etc.) y también otro para endurecerlo.

Petersen por su parte, acepta el “templado” del bronce por los aborígenes, aportando datos sobre Machu Picchu donde se encontraron “pequeños braseros o copas para templar el bronce” (op. cit., p. 111). Comenta además el uso del “martilleo” y su relación con “el recocido y el temple” (ibid., p. 116).

Finalmente, George Marshall que realizó un importante trabajo metalográfico sobre piezas peruanas precolombinas, evidenció en su examen (1964: sin numeración de páginas) la variada gama de procesos a los que fueron sometidas las muestras por él estudiadas. Éstas, aleaciones en su mayoría (componentes Au, Ag y Cu), demostraron haber estado sometidas a fusión, martillado, tratamiento térmico (calentamiento después de la fabricación, recocido, etc.), etc. No pudo estudiar piezas de bronce; sin embargo, uno de los 15 exámenes (nº 13), sobre un “tupu” o “tumi” —como se lo designa en otra parte—, es de composición estimada como “cobre o bronce”, concluyendo respecto de él que: “La estructura está completamente libre de óxido, lo que sugiere un poco de aleación, tal como zinc o estaño. La estructura indica origen de fusión y martillado, y tratamiento térmico para formarlos. Probablemente ha sido trabajado en caliente. Las medidas de dureza señalan, además, varios grados de trabajo en frío después del último tratamiento térmico”.

Las conclusiones de Marshall al hablar en éste y otros casos de “tratamientos térmicos” u otros procesos a los que fueron sometidas las piezas luego de la fusión, inducen a pensar en la certidumbre de nuestras observaciones de más arriba. Sin duda la metalografía ofrece una gran posibilidad en la interpretación de los procesos metalúrgicos prehispánicos. Máxime en momentos del gran avance de los “ensayos no destructivos” de la metalografía moderna, aun cuando sea nuestro campo el que opone mayores dificultades técnicas a su aplicación.

5— Conclusiones:

De la consideración de los resultados surge que al menos puede concluirse lo siguiente:

- a— Las piezas del ajuar de Usina—Sur no fueron realizadas en el Norte de Mendoza.
- b— Provenirían del Noroeste argentino (aún cuando la composición Cu—

Sn del bronce Usinasurense es distinta a la de la mayoría de las piezas de esa región cuyos análisis conocemos), debiéndose buscar la conexión cultural última (y primera) en la cuenca del Titicaca.

- c— Cronológicamente no serían anteriores al siglo VIII de la Era pero tampoco posteriores al X, a estar con el resto de las piezas del ajuar de indudable tradición de “El Molle” chileno. No obstante si hubiera que preferir una fecha, esta debiera fijarse en base al bronce presente y no a los restos “molles” o “molloides” cuyas fases en la vecina República de Chile, no van más allá del siglo VIII.
- d— Los métodos empleados en su fundición no fueron muy decantados. Sin embargo el bronce logrado, del tipo δ , era apropiado para la deformación plástica. Sin duda los metalurgos sometieron la aleación a tratamientos térmicos (“temple”, etc.) y mecánicos (martillado, etc.).

6- BIBLIOGRAFIA

- AMBROSETTI, Juan B.: 1904. "El bronce en la Región Calchaquí". *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*, tomo XI (Serie 3a., t. IV), pp. 163-314. Buenos Aires.
- BIEDERMANN, A. y HASSEKIEF, L. M.: 1955. *Tratado moderno de fundición de metales no férreos, hornos eléctricos y ensayo de los metales*. 2da. edic. José Montesó Editor. Buenos Aires.
- BOMAN, Eric: 1920. "Cementerio indígena en Viluco (Mendoza). Posterior a la Conquista". *Anales del Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires*, tomo XXX, pp. 501-562. Buenos Aires.
- CANALS FRAU, Salvador: 1950. Exploraciones arqueológicas en el antiguo Valle de Uco (Prov. Mendoza). Publicaciones del Instituto de Arqueología, Lingüística y Folklore, XXII. Córdoba.
- GONZALEZ, Alberto Rex: 1958. "A note on the antiquity of bronze in N. W. Argentina". *Actas del XXXII Congreso Internacional de Americanistas*, tomo II, pp. 384-397. Costa Rica.
- 1961-64. "La cultura de La Aguada del N. O. argentino". *Revista del Instituto de Antropología*, t. II-III, pp. 205-253. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.
- Id. y Nuñez Regueiro, Víctor: 1969. "Ensayo sobre los tensores y manoplas del N. O. argentino". *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, t. XXX (1968-69), pp. 237-290. Santiago de Chile.
- Id. y Pérez, José A.: 1972. *Argentina indígena, vísperas de la conquista*. Paidós. Buenos Aires.
- HEYN, E. y BAUER, O.: 1930. *Metalografía*. Editorial Labor S. A. Barcelona.
- MARSHALL, George: 1964. "Notes on the examination of some pre-columbian metal samples". *Arqueológicas*, 7. Publicación del Instituto de Investigaciones Antropológicas. Museo Nacional de Antropología y Arqueología. Lima.
- PEDERSEN, Asbjorn: 1952. "Objetos de bronce de la zona del Río Salado (Región Chaco-Santiagoña)". XXX

Congreso Internacional de Americanistas. Cambridge.

1966. "Metalurgia indígena prehispánica americana". *Actas del Primer Congreso de Historia de Catamarca*, t. III, pp. 39-50. Catamarca.

PETERSEN G., Georg:

1970. "Minería y Metalurgia en el antiguo Perú". *Arqueológicas*, 12. Publicaciones del Instituto de Investigaciones Antropológicas. Museo Nacional de Antropología y Arqueología. Lima.

PONCE SANGINES, Carlos:

1971. *Tiwanaku: espacio, tiempo y cultura. Ensayo de síntesis arqueológica*. Trabajo presentado al VI Congreso de Arqueología Chilena (Santiago, 10-16 de octubre de 1971). (60 pp.). Sin otros datos.

RUSCONI, Carlos:

1961. *Poblaciones Pre y Posthispánicas de Mendoza*. Vol. I: Etnografía. Mendoza.

SCHOBINGER, Juan:

1971. "Arqueología del Valle de Uspallata. Provincia de Mendoza (Sinopsis Preliminar)". *Relaciones*, t. V, Nueva Serie, N° 2, pp. 71-84. Sociedad Argentina de Antropología. Buenos Aires.

1975. *Prehistoria y Protohistoria de la Región Cuyana*. Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas "Juan C. Moyano". Mendoza.