



HAL
open science

Metalurgia en San Pedro de Atacama Durante el Período Medio: Nuevos Datos, Nuevas Preguntas

Diego Salazar, Valentina Figueroa Larre, Diego Morata, Benoit Milleiv,
Germán Manríquez, Ariadna Cifuentes

► **To cite this version:**

Diego Salazar, Valentina Figueroa Larre, Diego Morata, Benoit Milleiv, Germán Manríquez, et al..
Metalurgia en San Pedro de Atacama Durante el Período Medio: Nuevos Datos, Nuevas Preguntas.
Revista de Antropología, 2011, 23, pp.123-148. halshs-01881361

HAL Id: halshs-01881361

<https://shs.hal.science/halshs-01881361>

Submitted on 25 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

Metalurgia en San Pedro de Atacama Durante el Período Medio: Nuevos Datos, Nuevas Preguntas

Metal Production During the Middle Period in San Pedro de Atacama: New Data, New Questions.

DIEGO SALAZAR^{i,vii}, VALENTINA FIGUEROA^{ii,vii}, DIEGO MORATA^{iii,vii}, BENOIT MILLEIV, GERMÁN MANRÍQUEZ^{v,vii} Y ARIADNA CIFUENTES^{vi,vii}

RESUMEN

Dentro del escenario sociopolítico de los Andes del Sur, parecen existir a lo menos dos tradiciones metalúrgicas que coexisten durante el Período Medio. La primera propiamente altiplánica, centrada en torno al Estado de Tiwanaku y la segunda en el noroeste argentino, caracterizada por la metalurgia Aguada. Paralelamente, desde el Período Medio se observa un notable aumento de la presencia de objetos metálicos en San Pedro de Atacama, los cuales aparecen en las tumbas en ciertos casos asociados con objetos Tiwanaku, tales como tabletas con iconografía estatal, cerámica altiplánica, textiles u otros implementos del complejo alucinógeno. Desde hace mucho tiempo la discusión sobre la metalurgia de San Pedro se ha centrado en el carácter exógeno de los bienes metálicos o bien ha supuesto una producción local sin aportar argumentos empíricamente consistentes para respaldarla. En función de estos antecedentes, pensamos que los análisis composicionales constituyen una primera entrada al problema de las procedencias y las tradiciones metalúrgicas de San Pedro de Atacama. En este artículo presentaremos una contribución preliminar a esta discusión, por medio del análisis químico elemental mediante ICP-AES de artefactos provenientes de las colecciones de metales del Período Medio conservadas en el Museo R.P. Gustavo Le Paige de San Pedro de Atacama.

Palabras Clave: Metales Prehispánicos, San Pedro de Atacama, Período Medio, Tiwanaku, Arqueometalurgia.

ABSTRACT

The social and political context of the Southern Andes region during the Middle Horizon is characterized by at least two co-existing metallurgical traditions. While the first altiplano tradition is strongly associated with the Tiwanaku state, the second one, located in northwestern Argentina, is represented by the Aguada metal production. During this period, a significant increase in the quantity of metal objects took place in the San Pedro de Atacama oases. These objects are found in burial contexts from the Middle Horizon, frequently associated with hallucinogenic paraphernalia, including snuff trays with Tiwanaku iconography, ceramics and textiles with altiplano affiliations. Prior studies of metal production in San Pedro de Atacama focused on the foreign origin of the metal goods, or proposed a local industry without sufficient empirical support. In the present work we provide preliminary results obtained from elementary analysis (ICP-AES techniques) on metal objects belonging to the Middle Horizon collections conserved in the Museo R.P. Gustavo Le Paige, San Pedro de Atacama. We hope that this modest contribution will help in clarifying the origin and significance of pre-hispanic metal production in the San Pedro de Atacama oases.

Key words: Pre-hispanic Metals, San Pedro de Atacama, Middle Horizon, Tiwanaku, Archaeometallurgy.

ⁱ Departamento de Antropología, Universidad de Chile. Av. Ignacio Carrera Pinto 1045, Piso 2. Ñuñoa, Santiago. Correo-e: dsalazar@uchile.cl.

ⁱⁱ Université de Paris 1 Panthéon Sorbonne, 3 rue Michelet, 75006 Paris. Correo-e: Valentina.Figueroa-Larre@malix.univ-paris1.fr.

ⁱⁱⁱ Departamento de Geología, Universidad de Chile. Plaza Ercilla 803, Santiago. Correo-e: dmorata@cec.uchile.cl

^{iv} Centre de Recherche et Restauration des Musées de France. 14 Quai François Mitterrand, 75001 Paris / UMR 7055, Maison de l'Archéologie et l'Ethnologie. Correo-e: benoit.mille@culture.gouv.fr

^v Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Independencia 1027, Santiago. Correo-e: gmanriq@med.uchile.cl

^{vi} Licenciada en Arqueología, Universidad de Chile. Correo-e: ariadnacifu@gmail.com

^{vii} Proyecto Anillos Act-96, Universidad de Chile.

Recibido: diciembre 2010. Aceptado: mayo 2011.

INTRODUCCIÓN

El Área Andina es una de las zonas en el mundo en donde la metalurgia se desarrolló en forma prístina, sin influencias desde otros centros culturales. Si bien en un comienzo se pensó que los Andes Centrales fueron el foco de desarrollo para esta tecnología, desde donde se habría difundido hacia otras zonas andinas (Lechtman 1980), las investigaciones de las últimas décadas sitúan a los Andes Centro-Sur como una zona de desarrollo y quizás también de invención independiente (González 2004).

En efecto, las evidencias más tempranas para el trabajo de metales conocidas a la fecha en el Área Andina provienen del sitio Jiskairumoko, en las tierras altas del sur peruano, donde se han reportado cuentas de collar de oro en un contexto datado en cal. 2155 a 1936 a.C. (Aldenderfer *et al.* 2008). Si bien no se trata de evidencias de metalurgia sino de trabajo por martillado de láminas de metal nativo, lo cierto es que estos datos confirman que el oro nativo fue la primera materia prima metálica manipulada sistemáticamente por el hombre andino (Lechtman 1980). A la fecha las evidencias más tempranas de actividad metalúrgica en los Andes del Sur provendrían del altiplano boliviano, y estarían datadas en cerca de 1200 a.C. (Ponce 1971), siendo contemporáneas a los datos más tempranos provenientes de los Andes Centrales (Lechtman 1980). Cabe señalar, en todo caso, que los datos analíticos de Ponce aún no han sido publicados y por lo tanto las evidencias mencionadas deben manejarse por ahora con cautela.

En el norte de Chile es durante el Período Formativo cuando aparecen los primeros objetos metálicos, fabricados tanto en cobre como en oro (Núñez 1987, 1999, 2006; Muñoz 1989; Ayala 2001; Salazar 2003-2004; Figueroa *et al.* 2010a) (Figura 1). Se trata fundamentalmente de adornos tales como placas, diademas, colgantes y figuras antropomorfas y zoomorfas asociadas a las fases Formativas de Azapa (1.300-500 a.C.), Faldas del Morro (1.000-400 a.C.) y Alto Ramírez (500 a.C.-300 d.C.) para Valles Occidentales; y Tilocalar (1.400-400 a.C.), Toconao (300 A.C.-100 d.C.) y Sequitor (100-400 d.C.) para la Circumpuna de Atacama. No obstante, la cantidad de objetos registrados (en su mayoría de contextos funerarios) es baja. Aun así, se han reportado evidencias de producción metalúrgica Formativa en el sitio Ramaditas (Graffam *et al.* 1994, 1996), pero que sin embargo se limitan a tan solo un fragmento de escoria en los contextos Formativo Tardíos. Por su parte, tanto Llagostera (1996) como Núñez (2006), coinciden en postular la existencia de producción metalúrgica Formativa en el área atacameña. No obstante, las evidencias no han sido publicadas en detalle.



Figura 1. Mapa del Norte Grande de Chile con la localización de San Pedro de Atacama.
Figure 1. Map of Northern Chile indicating the location of San Pedro de Atacama.

La mayoría de los investigadores coinciden en que es durante el Período Medio cuando aumenta en forma notable la presencia de objetos metálicos en el norte de Chile y, en particular, en San Pedro de Atacama (Núñez 1987, 1999, 2006; Barón y Serracino 1980; Tarragó 1989; Lechtman y McFarlane 2005, 2006; Graffam *et al.* 1994; Berenguer y Dauelsberg 1989; Llagostera 1996, 2006). A nivel del centro-sur andino se trata de un momento muy importante en la historia de la metalurgia indígena por cuanto en él se consolida el manejo de complejas tecnologías, tales como el vaciado en moldes con cera perdida (González 2004) y las aleaciones de cobre con estaño que dieron origen a los primeros bronce andinos (Lechtman 1996, 1997).

Considerando que: i) no existe certeza respecto de una producción local de metales en el área atacameña durante el Formativo, ii) durante el

Período Medio irrumpen una serie de objetos (;y tecnologías metalúrgicas?) sin antecedentes locales previos, y iii) la ausencia de moldes y escasa presencia de desechos de producción bien contextualizados en los sitios locales de este Período, es posible que parte o la totalidad de los objetos metálicos encontrados en San Pedro de Atacama durante el Período Medio fueran elaborados fuera de la localidad.

No obstante lo anterior, son numerosos los investigadores que concuerdan en que uno de los intereses de Tiwanaku en el control sobre San Pedro de Atacama habría sido la producción de minerales y metales (Berenguer y Dauelsberg 1989, Berenguer 2004), e incluso que este fenómeno pudo incentivar el desarrollo de una producción de carácter local, a lo menos a nivel de una metalurgia extractiva. Núñez (1987), por ejemplo, plantea que durante el Período Medio en San Pedro de Atacama se habrían concentrado minerales cupríferos, algunos de los cuales habrían sido reducidos localmente para su posterior transporte en calidad de lingote hacia Tiwanaku. Las observaciones inéditas de Graffam (cf. Lechtman 1997) son también coincidentes con la posibilidad de una metalurgia local, en el sentido de que se propone la presencia de a lo menos dos tipos de hachas “T” en San Pedro de Atacama que por sus características morfológicas parecerían ser de manufactura local. Todo lo anterior es a su vez coherente con la aparición de escasas pero inequívocas evidencias de actividades metalúrgicas, tales como escorias, gotas de metal y lingoterías, en algunas tumbas y sitios del período tales como Coyo Aldea, Solor 3 y Solor 4 (Núñez 1999, 2006).

Con todo, los propios análisis de Graffam (Lechtman 1997) en la década de los 90 respecto de la composición elemental de las hachas T de San Pedro de Atacama, ya anticipaban una situación interpretativa más compleja. Mirados a la luz de los posteriores estudios de Lechtman y McFarlane (2005, 2006), la presencia de una aleación ternaria de cobre-arsénico-níquel en las hachas de San Pedro estudiadas por Graffam sugerían cautela respecto de la posible producción local de estos bienes, habida cuenta de que el níquel no se encuentra entre los minerales disponibles en las tierras altas de la vertiente occidental de la Circumpuna (Lechtman 1997, Angiorama 2001). Los análisis posteriores de Lechtman confirmaron la tendencia vista por Graffam ya que sugieren que más del 60% de las Hachas T de San Pedro de Atacama están hechas de una aleación ternaria (cobre-arsénico-níquel), mientras que el restante 40% lo están en bronce estañífero. Como es bien sabido, el estaño tampoco se encuentra disponible localmente en la vertiente occidental de la circumpuna. Los anteriores datos parecían sugerir o bien que se trataba de ar-

tefactos elaborados fuera de la localidad, o bien que se fabricaron localmente pero usando menas traídas desde regiones distantes (p.e. altiplano boliviano).

Lechtman (2005) ha propuesto utilizar el concepto de «bronce» de manera genérica para designar a tres tipos de aleaciones a base de cobre considerando que “existe poca diferencia en cuanto a las propiedades mecánicas entre estas tres aleaciones” (Lechtman 2005: 7). Si bien estamos de acuerdo acerca de la similitud existente en las propiedades mecánicas de dichas aleaciones, consideramos preferible restringir el término “bronce” sólo a la presencia de estaño agregado. El empleo generalizado de la palabra “bronce” para señalar las otras aleaciones de cobre (por ejemplo cobre y arsénico o cobre, arsénico y níquel) puede producir confusiones puesto que hoy en día está demostrado que el bronce, es decir el producto de la aleación cobre-estaño, era producido a través de cadenas operativas diferentes a las cadenas operativas de las otras aleaciones de cobre, y que dicha aleación (cobre-estaño) era reconocida como tal por las poblaciones prehispánicas desde el comienzo de su utilización (Lechtman 1997, González 2004, Figueroa *et al.*, 2009a). En consecuencia, en este artículo reservaremos el empleo de la palabra “bronce” a la aleación cobre-estaño. Utilizaremos la palabra «cobre arsenical» para la aleación cobre y arsénico. Finalmente, designaremos bajo el concepto de aleación ternaria Cu-As-Ni, al cobre en el cual cantidades significativas de arsénico y níquel fueron reportadas. El modo de elaboración de dichas aleaciones no entra en el marco de este artículo.

Estudios recientes de Maldonado y colaboradores (2010) lograron demostrar que las composiciones químicas elementales observadas por Graffam (Cf. Lechtman 1997) y por Lechtman (1997, 2003) no son exclusivas de la categoría “Hacha T”, sino que se presentan también en otras categorías artefactuales (cincales, pinzas y discos). De las 16 piezas analizadas por estos autores (Maldonado *et al.* 2010), aparentemente en su mayoría del período Medio, 9 demostraron estar elaboradas a partir de una aleación ternaria (cobre-arsénico-níquel) (una de ellas en realidad es una aleación cuaternaria cobre-estaño-arsénico-níquel), mientras que cinco son de bronce estañífero, siendo los resultados plenamente coincidentes con los obtenidos por Lechtman (1997, 2003) en las Hachas “T”.

Los análisis de isótopos de plomo de Lechtman y McFarlane (2005, 2006) tienden a confirmar la tendencia observada a partir de los resultados de composición química elemental. De un total de 16 hachas analizadas por los autores, se concluye que 13 de ellas fueron fabricadas con menas del altiplano y que las restantes tres, lo fueron con menas del norte de Chile,

aunque no es posible determinar si se trata o no de menas provenientes del área de San Pedro de Atacama.

Estos antecedentes ofrecen más preguntas que certezas respecto de la presencia o ausencia de una metalurgia de carácter local en San Pedro de Atacama durante el Período Medio. Sin lugar a dudas, futuras investigaciones deberán contribuir a aclarar este panorama y determinar la existencia o no de producción metalúrgica y, en caso afirmativo, cómo coexistió con las metalurgias altiplánicas y del Noroeste Argentino.

Para avanzar en dicha dirección serán necesarios mayores análisis isotópicos de plomo no sólo en las colecciones metálicas de la región sino también en las menas, debiéndose incluso explorar otras firmas isotópicas que entreguen una mayor precisión en la identificación de las provincias, tales como los isótopos de cobre o, como plantean Lechtman y McFarlane (2005), los isótopos de osmio (para identificar las fuentes de las menas de níquel), entre otros. También serán fundamentales los estudios en los sitios habitacionales del período, identificando asociaciones estratigráficas confiables para los desechos de producción metalúrgica y realizando análisis técnicos tendientes a caracterizar esta tecnología.

En este trabajo nos proponemos realizar una contribución más modesta a esta discusión, por medio del análisis elemental de 11 artefactos provenientes de las colecciones de metales del Período Medio contenidas en el Museo R.P. Gustavo Le Paige de San Pedro de Atacama. Pensamos que los análisis químicos elementales constituyen una primera entrada al problema de las proveniencias y las tradiciones metalúrgicas. Lo anterior debido a que estos análisis pueden dar ciertos indicios sobre la procedencia de la materia prima basándose en la relación aparente entre un mineral y el objeto terminado, encontrando elementos traza en el metal que provienen de los minerales de origen. En consecuencia, por medio de estos análisis será posible comparar con otras tradiciones tecnológicas de los Andes del Sur durante el Período Medio, explorando las particularidades que pudiese presentar la metalurgia de San Pedro de Atacama.

ANTECEDENTES REGIONALES

Dentro del escenario sociopolítico de los Andes del Sur, parecen coexistir a lo menos dos tradiciones metalúrgicas durante el Período Medio. La primera propiamente altiplánica, centrada en torno al Estado de Tiwanaku (Lechtman 1997, 2003) y la segunda en el Noroeste Argentino, carac-

terizada por la metalurgia Aguada (González 2002, 2004). La pregunta que surge de la discusión presentada anteriormente es si San Pedro de Atacama habría constituido un tercer centro de producción.

En las dos primeras regiones se han reportado evidencias directas de actividad metalúrgica (Boman 1908, Mayer 1986, González 2004). No obstante, de mayor interés para el presente trabajo es el hecho que pareciera posible distinguir preliminarmente las principales tradiciones metalúrgicas del altiplano y del Noroeste Argentino durante el Período Medio a partir de análisis elementales. Si bien los datos publicados son aún escasos y las metodologías empleadas no comparables entre ambas regiones, los resultados disponibles muestran ciertas tendencias interesantes. Por una parte, en el altiplano boliviano durante el Período Medio se encuentran cuatro tipos de composiciones: cobre sin alear, cobre arsenical, bronce estañífero y aleación ternaria Cu-As-Ni (cobre con arsénico y níquel), agrupándose el 90% de las muestras analizadas en los dos últimos tipos, siendo la aleación ternaria dominante en las primeras fases del desarrollo Tiwanaku y el bronce estañífero dominante hacia las fases finales (Lechtman 1997, 2003; Lechtman y McFarlane 2006). Asimismo, en el altiplano circumtiticaca está bien demostrada la producción de plata en momentos Tiwanaku y pre-Tiwanaku (Schultze *et al.* 2009, Lechtman *et al.* 2010). Por su parte, categorías artefactuales semejantes a las altiplánicas (cincales, pinzas, anillos, alfileres, hachas y adornos) encontradas en el área de influencia Aguada, en el Noroeste Argentino, han mostrado la total ausencia de aleaciones ternarias Cu-As-Ni y el predominio absoluto de cobre arsenical y, en menor medida, cobres de alta pureza sin alear (Gordillo y Buono 2007). Por su parte, los seis análisis elementales disponibles para placas Aguada coinciden en indicar una aleación de cobre y estaño en su fabricación (González 2002, 2004).

La metalurgia de los Andes Centrales, en especial bajo la influencia Huari, muestra también un comportamiento particular desde el punto de vista composicional. En este caso, el predominio corresponde a las aleaciones arsenicales. Lechtman (2003) ha demostrado que en el valle de Moquegua, las cercanas instalaciones de Cerro Baúl y Omo, colonias Huari y Tiwanaku respectivamente, muestran comportamientos completamente distintos en términos de la composición elemental de sus metales. De los objetos analizados, los metales de Omo se afilian con Tiwanaku (predominio de aleación ternaria Cu-As-Ni), mientras que los de Cerro Baúl con Huari (predominio de cobre arsenical).

En función de estos antecedentes, pensamos que una primera vía de análisis respecto de la posible metalurgia local en San Pedro de Atacama durante el Período Medio son los análisis elementales. Esperaríamos, a nivel

de hipótesis, que una metalurgia local en la zona durante el Período Medio pudiese ser advertida en análisis elementales que revelaran una asociación estadísticamente significativa entre el cobre y otros elementos de aleación y/o trazas, la cual a su vez se segregase de las composiciones dominantes en el altiplano boliviano y el Noroeste Argentino. En efecto, si consideramos los resultados composicionales de los objetos metálicos (punzón, plaquitas) del sitio Cerro Turquesa, en el Alto Loa (norte de Chile), en donde dos fechados caen en los momentos finales del Período Medio de San Pedro de Atacama, vemos que todos ellos (n=6) fueron elaborados a partir de cobres de alta pureza sin alear (Figueroa *et al.* 2010a), lo que se escapa completamente de los patrones observados en Tiwanaku y el área de influencia Aguada.

Con estas consideraciones en mente, realizamos un estudio preliminar de objetos metálicos de los cementerios del Período Medio de San Pedro de Atacama.

MATERIAL Y MÉTODO

De acuerdo con Núñez (1999), el inventario de objetos metálicos del Museo Arqueológico P. G. Le Paige de San Pedro de Atacama alcanza más de 1300 piezas. Un registro recientemente realizado por Blanca Maldonado para parte importante de esta colección indica que para los cementerios de San Pedro de Atacama con tumbas asignables al Período Medio existe un total de 912 objetos registrados¹, tanto fragmentados como enteros. A la fecha hemos realizado análisis químicos elementales en un total de 11 piezas metálicas provenientes de esta colección (Figura 2), lo cual significa apenas poco más del 1% del total de objetos preliminarmente asignables al período. En la Tabla 1 se presenta una síntesis de la categoría de objeto analizado por nosotros, el sitio al que pertenece, el número de inventario del museo y la sigla del análisis de laboratorio².

El registro y análisis de las piezas seleccionadas se desarrolló sobre la base de un protocolo analítico establecido por Figueroa y Casanova (Casanova *et al.* 2008, Figueroa *et al.* 2009b, 2010b), adaptándolo a las particularidades del presente proyecto y la colección bajo estudio. Así, el análisis de los objetos metálicos comenzó por una fase de reconocimiento y elaboración de un inventario preliminar de las piezas metálicas encontradas en sitios asignados al Período Medio de la secuencia regional. El inventario general incluyó un catastro de piezas metálicas completas y fragmentadas así como también del material relativo a la producción metalúrgica (minerales, criso-

les, moldes y escorias). Posteriormente se determinó el estado de conservación de los objetos a partir de un examen visual de tipo no destructivo que consignó las características constitutivas de éstos, tipo de alteración presente (cambio de propiedades físicas como color, textura, resistencia mecánica, dureza), clasificación de los productos de corrosión (óxidos, carbonatos, cloruros), parte y magnitud de la pieza alterada (superficie, interna, total) (Casanova *et al.* 2008). Toda la información fue consignada en una ficha de registro y posteriormente volcada a una base de datos.

Sitio	Código de Laboratorio	Número Inventario	Tipo de Artefacto
Casa Parroquial	PMPC 5	18 118	Hacha "T"
Quitor 6	PMPC 6	16 487	Hacha
Quitor 6	PMPC 8	16 466	Hacha "T"
Quitor 6	PMPC 9	19 406	Hacha "T"
Séquitur Alambrado	PMPC 10	19 442	Lingote
Quitor 6	PMPC 11	16 482	Hacha
Quitor 6	PMPC 12	16 463	Hacha "T"
Quitor 6	PMPC 13	233	Disco
Solor 3	PMPC 32	18 266	Mazo
Quitor 6	PMPC 35	16 332	Punzón
Séquitur Alambrado	PMPC 42	16 531	Brazal

Tabla 1: Listado de piezas metálicas analizadas.

Table 1: List of the analyzed metal objects.

A partir de la etapa anterior se procedió a seleccionar las piezas que serían sometidas a análisis elementales y/o metalográficos. Para seleccionar las piezas se privilegiaron criterios tales como contexto, asociaciones cronológicas confiables, tipo de objeto y estado de conservación.

Las piezas seleccionadas fueron radiografiadas *in situ*. Se utilizó el equipo de rayos-X portátil PORT-X II (GERORAY®) con distancia focoplaca de 1.5 m. Considerando que se trata de placas radiográficas metálicas, las condiciones de exposición fueron de 60 Kv y 2 mA por 0.2 segundos. Se trata de un examen de tipo no destructivo que permite visualizar la estructura de las piezas metálicas que muchas veces a simple vista no es posible determinar debido a capas de corrosión superficial. Este análisis permite detectar aquellos casos en que los objetos parecen completos pero que en

ciertos puntos sólo están unidos por los productos de corrosión. También permite poner en evidencia los procesos de fabricación (forja, vaciado), dar cuenta de las reparaciones y determinar si los objetos están constituidos por una o más partes (Figueroa *et al.* 2010b).

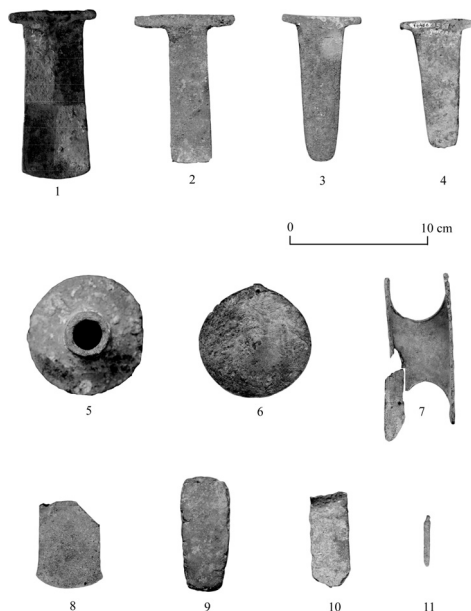


Figura 2. Objetos metálicos analizados por ICP-AES en el marco del presente proyecto. 1. hacha T (PMPC 5); 2. hacha T (PMPC 9); 3. hacha T (PMPC 12); 4. hacha T (PMPC 8); 5. mazo (PMPC 32); 6. disco (PMPC 13); 7. brazal (PMPC 42); 8. hacha (PMPC 11); 9. lingote (PMPC 10); 10. hacha (PMPC 6); 11. punzón (PMPC 35).

Figure 2. Metal objects analyzed by ICP-AES. 1. axe T (PMPC 5); 2. axe T (PMPC 9); 3. axe T (PMPC 12); 4. axe T (PMPC 8); 5. mallet (PMPC 32); 6. (PMPC 13); 7. wrist guard (PMPC 42); 8. axe (PMPC 11); 9. ingot (PMPC 10); 10. axe (PMPC 6); 11. awl (PMPC 35).

Posteriormente las piezas seleccionadas fueron muestreadas mediante la inserción de una broca de un milímetro de diámetro para obtener metal sano sin presencia de corrosión externa. Esta incisión del metal original se realizó mediante una Dremel manual modelo 300-N/10. Una vez extraída la muestra, la pieza fue sometida a operaciones de conservación que incluyó la restauración de la zona muestreada por medio de la consolidación del objeto mediante resina epóxica y pigmentos minerales (pigmentos Maimeri)³. El objeto fue registrado antes de la intervención, durante y tras la restaura-

ción, para documentar estrictamente el lugar de donde se sacó material y toda la secuencia de intervenciones sobre el objeto.

Las muestras extraídas fueron posteriormente analizadas en el Laboratorio Geoquímico del Departamento de Geología de la Universidad de Chile por Jaime Martínez. Por primera vez en Chile, los análisis fueron realizados mediante la técnica ICP-AES (Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission Spectrometry), la cual corresponde a un análisis químico elemental capaz de medir con una buena precisión los elementos mayores (elementos de aleación) y las impurezas de bajo contenido (o elementos traza), gracias a su bajo límite de detección. El equipo empleado corresponde a un Espectrofotómetro de Emisión por Plasma (ICP) Perkin Elmer, Modelo OPTIMA 7400V CYCLONIC, 2009, el cual fue calibrado previamente a partir de estándares internacionales. Los análisis fueron realizados según el protocolo analítico descrito en Bourgarit y Mille (2003).

RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran los resultados de nuestros análisis elementales. De los 11 objetos muestreados, 8 habían sido analizados por otros autores previamente (Lechtman y Macfarlane 2005, 2006; Maldonado *et al.* 2010; Téllez y Murphy 2007) (Tabla 3). Uno de nuestros intereses en muestrear estos objetos fue comparar los resultados analíticos anteriores con los obtenidos por nosotros a partir de una técnica de mayor resolución.

En este sentido, se observan resultados coincidentes respecto de los obtenidos por Lechtman y MacFarlane (2005, 2006) a partir de Análisis de Activación Neutrónica así como de los obtenidos por Maldonado y colaboradores (2010) a partir de Fluorescencia de Rayos X (en adelante FRX) (Tabla 3). Se observa en términos generales que los resultados publicados por los investigadores antes mencionados están dentro de las mismas proporciones, en particular los resultados de Maldonado y equipo (2010) a partir de FRX, los cuales se acercan más a los obtenidos por nosotros. Cabe señalar que el uso del ICP-AES ofrece perspectivas muy interesantes para el futuro ya que se trata de una técnica claramente más sensible y por ende, potencialmente más discriminante que las otras técnicas de análisis elemental.

Los resultados analíticos confirman lo observado en anteriores investigaciones en términos de las composiciones elementales de los artefactos metálicos del Período Medio en San Pedro de Atacama (Figura 3). En especial en relación a la predominancia de aleaciones ternarias cobre-arsénico-níquel

N° Analysis	Au%	Cu%	Sr%	Ag%	Al%	As%	Cd%	Co%	Cr%	Fe%	Mg%	Mn%	Ni%	Pb%	Sb%	Se%	Te%	Ti%	Zn%
PMPC 5	(91)	3,27	0,45	2,37	0,079	0,001	0,0003	0,0001	0,002	1,57	0,043	0,01	0,003	0,19	0,003	0,0001	0,0001	0,008	0,88
PMPC 6		95	0,056	0,12	0,047	1,62	0,0001	0,0001	0,0001	0,16	0,018	0,0016	1,18	0,09	0,05	0,0019	0,0033	0,0073	0,058
PMPC 8		92	0,053	0,038	0,044	3,26	0,0001	0,0001	0,0001	0,17	0,0048	0,0009	3,28	0,089	0,12	0,0001	0,0036	0,0075	0,067
PMPC 9		91	4,93	0,0075	0,04	1,14	0,0001	0,0001	0,0001	0,14	0,0042	0,0006	1,48	0,081	0,096	0,0001	0,0027	0,0068	0,052
PMPC 10		96	2,93	0,019	0,041	0,015	0,0001	0,0001	0,0001	0,15	0,0033	0,0008	0,0001	0,068	0,0001	0,0001	0,0022	0,0068	0,046
PMPC 11		93	3,48	0,012	0,048	0,3	0,0002	0,0001	0,0001	0,64	0,0074	0,0012	0,0043	0,13	0,2	0,0015	0,0029	0,007	0,21
PMPC 12		86	9,99	0,014	0,044	0,9	0,0001	0,0001	0,0001	1,02	0,0049	0,0007	0,77	0,0046	0,14	0,0016	0,0011	0,0063	0,046
PMPC 13		92	0,19	0,0083	0,072	2,7	0,0001	0,0019	0,0001	0,22	0,014	0,0028	2,41	0,041	0,13	0,0001	0,0029	0,0065	0,062
PMPC 32		99	0,05	0,045	0,05	0,08	0,0001	0,0001	0,0001	0,13	0,008	0,0021	0,0001	0,057	0,0001	0,0001	0,0042	0,0075	0,052
PMPC 35		98	0,001	0,021	0,077	0,03	0,0001	0,0001	0,0001	0,21	0,012	0,0025	0,1	0,029	0,0038	0,0001	0,0007	0,0069	0,0047
PMPC 42		93	6,06	0,011	0,025	0,09	0,0001	0,0001	0,0001	0,13	0,0025	0,0014	0,0065	0,1	0,0001	0,0006	0,0028	0,0063	0,046

*Tabla 2: Composición química elemental de los objetos metálicos analizados por ICP-AES. El oro fue medido por diferencia para el hacha T N°
Análisis PMPC 5.*

*Table 2: Chemical elemental composition of the metal objects analyzed by ICP-AES. Gold was measured by difference for the axe T Analysis number
PMPC 5.*

y bronce estañíferos en la muestra. En efecto, tres de los objetos analizados por nosotros fueron elaborados a partir de la aleación ternaria característica de la época (cobre-arsénico-níquel), dos de una aleación cuaternaria cobre-arsénico-níquel-estaño que también había sido detectada previamente y tres corresponden a bronce estañífero. La aleación ternaria cobre-arsénico-níquel aparece en dos de las tres hachas “T” muestreadas, mientras que la tercera está elaborada en aleación cuaternaria Cu-As-Ni-Sn. Un fragmento de hacha (PMPC 11) y un disco (PMPC 13), ambos provenientes del sitio Quitor 6 (tumbas 2477 y 17, respectivamente), también muestran la aleación ternaria Cu-As-Ni en su composición. Esto reafirma los resultados obtenidos por Maldonado y equipo (2010) para San Pedro de Atacama y de Lechtman (2003) para Omo, en Moquegua, en el sentido de que dicha aleación no es exclusiva de las hachas “T” sino que se dio en una variedad mayor de categorías artefactuales, incluyendo topus, cuchillos, discos y otros objetos.

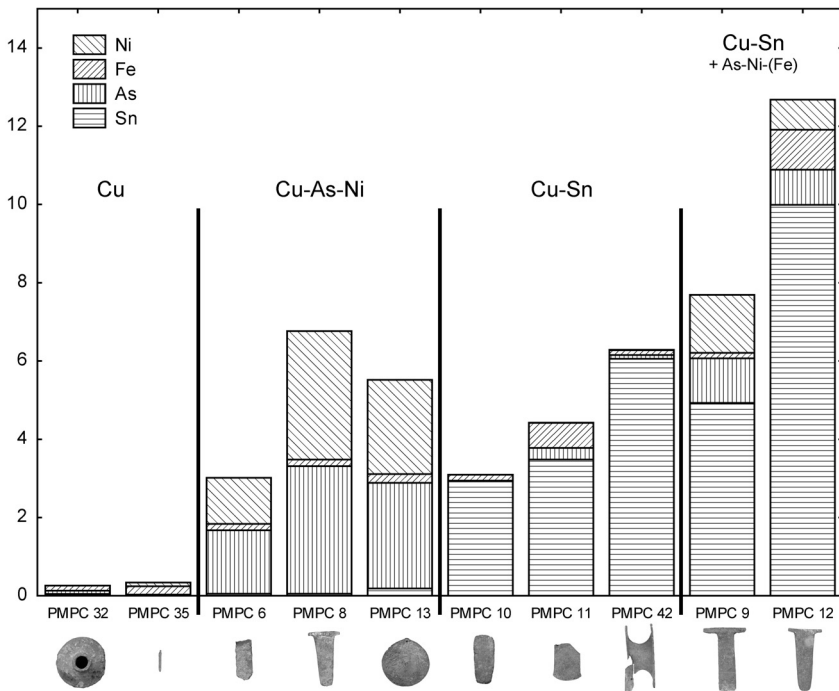


Figura 3. Resultados en % en peso de análisis ICP-AES efectuados sobre los objetos de San Pedro de Atacama. Diagrama acumulado de los contenidos, objetos ordenados por tipo de aleación. Sólo los elementos cuyos contenidos superan al menos una vez 0,5% fueron representados.

Figure 3. ICP-AES results in wt% of the analyses on the metal artefacts from San Pedro de Atacama. Cumulative diagram, artefacts ordered by alloy types. Elements at least one time above 0.5 wt% have been figured.

En cuanto al bronce estañífero, los tres objetos elaborados en esta aleación corresponden a un lingote (PMPC 10) y un brazal (PMPC 42) provenientes de Séquitor Alambrado y un fragmento de hacha de Quitor 6 (PMPC 11, tumba 2750). La presencia de un lingote de bronce no significa necesariamente que se trate de una elaboración local. Podría tratarse de aleaciones elaboradas en el altiplano o noroeste argentino, las cuales serían refundidas en los oasis de Atacama para la fabricación local de artefactos. Este posible movimiento de lingotes, sugerido desde hace tiempo por Núñez (1987, 1999, 2006) y otros investigadores, sin duda dificulta trazar límites en torno a la existencia o no de una metalurgia local. Con todo, nuestra impresión es que el conjunto de metales analizados debieron ser elaborados fuera de la localidad de San Pedro de Atacama.

Lo mismo puede decirse del hacha “T” hecha a partir de una aleación de oro como elemento mayor y cobre y plata como elementos menores (PMPC 5). Este objeto proviene de un entierro jerarquizado del sitio Casa Parroquial, el cual concentra una de las mayores cantidades de objetos de oro del sitio y del Período. Es relevante el hecho que una categoría tecnológica como las Hachas “T” de gran popularidad en el período tanto en San Pedro como a nivel de los Andes Meridionales, generalmente elaborada a partir de bronce estañífero y/o aleación ternaria Cu-As-Ni, aparezca en este sitio elaborada en tumbaga⁴. Más aún, a diferencia de sus símiles de cobre, el hacha de Casa Parroquial presenta una decoración por ambas caras de dos líneas rectas perpendiculares y colores alternados que definen un diseño cuatripartito. De acuerdo con Téllez y Murphy (2007: 72), los colores alternados del diseño se produjeron a partir de “lechadas compuestas por sulfatos de plata diluidas en mayor o menor cantidad. Estas preparaciones habrían sido dispuestas a modo de pintura muy espesa”. Cabe señalar que esta tumba fue fechada hacia fines del Período Medio.

No obstante el predominio en el conjunto analizado de objetos de posible proveniencia alóctona, es significativa la presencia de dos piezas con composiciones más bien atípicas en relación con lo conocido a la fecha. Las muestras PMPC 32 y PMPC 35 corresponden a cobres de alta pureza sin alear. Se trata de una cabeza de mazo de cobre circular (PMPC 32) proveniente de la superficie de Solor 3 y un punzón (PMPC 35) de la tumba 3546 de Quitor 6. En análisis anteriores, un Hacha “T” de Tchécar y otra de Quitor 5 analizados por Lechtman y Macfarlane (2005, 2006), además de una maza circular de Séquitor Alambrado Oriental y una posible cabeza de topu de Beter analizados por Maldonado y colaboradores (2010), habían arrojado cobres de alta pureza sin alear. Estos resultados podrían sugerir la

OBJETO	Cu%	Sr%	Ag%	Al%	As%	Au%	Cd%	Co%	Cr%	Fe%	Mg%	Mn%	Na%	Pb%	Sb%	Se%	Te%	Ti%	Zn%
PMPC 8 ICP	92	0,053	0,038	0,044	3,26		0,0001	0,0001	0,0001	0,17	0,0048	0,0009		0,089	0,12	0,0001	0,0036	0,0075	0,067
Lechtman INAA		nd	0,018		4	0,089		0,018	0,0060	0,118			0,02		0,147				0,002
PMPC 9 ICP	91	4,93	0,0075	0,040	1,14		0,0001	0,0001	0,0001	0,14	0,0042	0,0006		0,081	0,096	0,0001	0,0027	0,0068	0,052
Lechtman INAA		5,2	nd		1,45	0,001		0,002	nd	nd			0,04		0,146				nd
Maldonado FRX	92,30	4,646	0,008		1,32			0,005		0,05					0,114				
PMPC 12 ICP	86	9,99	0,014	0,044	0,90		0,0001	0,0001	0,0001	1,02	0,0049	0,0007		0,0046	0,14	0,0016	0,0011	0,0063	0,046
Lechtman INAA		9,5	0,014		1,18	0,017		0,008	0,025	1,2			0,06		0,226				0,017
PMPC 10 ICP	96	2,93	0,019	0,041	0,015		0,0001	0,0001	0,0001	0,15	0,0033	0,0008		0,068	0,0001	0,0001	0,0022	0,0068	0,046
Lechtman INAA		4,2	0,016		0,007	0,002		0,001	nd	0,3			0,11		0,002				nd
Maldonado FRX	96,5	3,391	0,013		0,01			0,005		0,05					0,005				
PMPC 6 ICP	95	0,056	0,12	0,047	1,62		0,0001	0,0001	0,0001	0,16	0,018	0,0016		0,09	0,05	0,0019	0,0033	0,0073	0,058
Lechtman INAA		0,2	0,145		2,51	0,02		0,004	nd	nd			nd		0,092				0,013
Maldonado FRX	95,8	0,085	0,181		2,1			0,007		0,02					0,06				
PMPC 13 ICP	92	0,19	0,0083	0,072	2,70		0,0001	0,0019	0,0001	0,22	0,014	0,0028		0,041	0,13	0,0001	0,0029	0,0065	0,062
Maldonado FRX	93,5	0,005	0,003		3,71			0,025		0,02					0,126				

Tabla 3: Composición química elemental de los objetos metálicos de San Pedro de Atacama analizados por ICP-AES, Activación Neutrónica (Lechtman y MacFarlane 2005) y Fluorescencia de Rayos X (Maldonado et al. 2010) (casillero vacío= no analizado; nd= no detectado).

Tabla 3: Chemical elemental composition of the metal objects from San Pedro de Atacama analyzed by ICP-AES, neutron activation (Lechtman y MacFarlane, 2005), and X-Ray Fluorescence (Maldonado et al. 2010) (empty case= not analyzed; nd= not detected).

existencia de una metalurgia de carácter local, ya que cobres sin alear son atípicos en los registros del Período Medio tanto de Tiwanaku como de Aguada, mientras que ya habían sido registrados en contextos productivos en la cercana localidad de El Abra, en fechas contemporáneas con finales de dicho período (Figueroa *et al.* 2010a).

DISCUSIÓN

La actividad minera cuprífera se encuentra bien representada en el registro arqueológico y bioantropológico del Período Medio atacameño. El llamado Hombre de Cobre constituye sin duda la más conocida de todas, con dos fechados que sitúan su muerte en torno a los 550 a 600 d.C. (Bird, 1979; fechas sin calibrar)⁵. Recientemente se han logrado datar tres de los martillos mineros encontrados por la Misión Francesa de Créqui de Montfort en Chuquicamata a comienzos del siglo XX, y uno de los resultados arrojó una edad totalmente contemporánea con el Hombre de Cobre: cal. 555-654 d.C. (Figueroa *et al.*, MS). A lo anterior debemos añadirle las evidencias del sitio CHU-2. Situado a tan solo 1500 metros al noroeste de la mina actual de Chuquicamata, el sitio ha sido interpretado como un campamento minero-extractivo, datado en torno a los cal. 780-1020 d.C., desde donde posiblemente mineros como el Hombre de Cobre accedían a sus áreas de trabajo (Núñez *et al.* 2003). Otra evidencia directa de actividades mineras cupríferas en Atacama durante el Período Medio proviene del distrito El Abra. Allí, la mina de cobre denominada Cerro Turquesa presenta dos fechados (cal. 880 – 1010 d.C. y cal. 790 – 1040 d.C.) que demuestran que hacia finales de dicho período el sitio se encontraba en plena explotación (Salazar *et al.* 2010). Siendo las fechas plenamente contemporáneas con CHU-2, se refuerza la propuesta de Núñez en el sentido de que “los habitantes del río Loa (...) organizaban grupos mineros en los distritos con mayores recursos desde antes de los incas” (Núñez *et al.* 2003: 8). Es posible que la situación también se haya reiterado en el Salar de Atacama, como proponen los mismos autores. Si bien sólo se cuenta con evidencias indirectas para este período, es significativo el hallazgo de Le Paige reportado por Núñez (1999: 179, véase también Le Paige 1972-73 y Llagostera 2004) de 40 martillos mineros encontrados en 33 tumbas asociadas a materiales del Período Medio dentro del sitio Coyo Oriente, una de las cuales contenía también una bolsa con mineral de cobre que fue datada en 577 d.C. (sin calibrar). También se han reportado ocho martillos mineros en las tumbas del sitio Coyo-3 (Costa y Llagostera 1994), mientras que la revisión de colecciones de Agüero (2005:

35) indica que ya desde el Formativo Tardío (ca. 100-500 d.C.), “los martillos en granitos, andesitas y basaltos se tornan importantes”.

No obstante todas estas evidencias, no tenemos certeza de que el cobre extraído de Chuquicamata, El Abra y otros distritos en explotación durante el Período Medio haya sido usado para actividades metalúrgicas locales. Con los datos actualmente disponibles no podemos descartar la posibilidad de que parte o toda esta producción haya sido destinada a la industria lapidaria, la cual constituye una actividad tradicional en Atacama por lo menos desde el Arcaico Tardío y de gran importancia en el Formativo (Agüero 2005, Núñez 2006, Núñez *et al.* 2006, Rees 1999, Soto 2010, Salazar *et al.* 2010). De hecho, en las tumbas del Período Medio se encuentran frecuentemente cuentas de minerales de cobre, siendo incluso “*el material más abundante en el sitio*” de Coyo-3 (Costa y Llagostera 1994: 92; véase también Carrión 2010). Las cuentas de collar de minerales de cobre son también frecuentes como incrustaciones en tabletas para alucinógenos y otros artefactos de madera (Núñez 2006, Llagostera 2006). Tampoco se puede descartar la posibilidad de que parte del mineral de cobre extraído en Atacama en el Período Medio haya abandonado la región con el objeto de ser reducido en otras zonas, tales como el Altiplano (Núñez 1987, 1999, 2006; Llagostera 2006).

Así las cosas, las incuestionables evidencias de minería cuprífera del Período Medio no constituyen a la fecha demostración de actividad metalúrgica local entre los atacameños. Sólo contamos con los desechos de producción del Salar de Atacama para intentar resolver esta problemática. No obstante, éstos no han sido estudiados hasta ahora y no conocemos con precisión la naturaleza y la importancia de las actividades metalúrgicas practicadas en el Salar (refundición de metales importados o al contrario, reducción de menas locales y elaboración de aleaciones). Los datos que hemos presentado relativos al análisis de objetos metálicos terminados no son suficientes ni categóricos, pero en conjunto con los resultados de investigaciones anteriores, permiten formular algunas hipótesis que deberán cotejarse en futuros estudios.

En primer lugar, nuestros resultados respaldan lo observado por Graffam (Cf. Lechtman 1997), Lechtman (1997, 2003; Lechtman y McFarlane 2005, 2006) y Maldonado y colaboradores (2010), en el sentido de que una parte mayoritaria de los objetos metálicos del Período Medio habrían estado elaborados a partir de una aleación ternaria Cu-As-Ni, cuaternaria Cu-As-Ni-Sn o bronce estañífero. Dados los resultados de los análisis isotópicos de Lechtman y McFarlane (2005, 2006), así como la ausencia de níquel y de

estaño en los alrededores de San Pedro de Atacama, parece más razonable por ahora asumir que se trata de objetos elaborados fuera de la región, los cuales habrían llegado a San Pedro por intercambio. Serían, pues, resultado del funcionamiento de la red de interacción reticular observada por diversos autores para el período en cuestión (Llagostera 1996, 2006; Tarragó 1989, entre otros). Si bien no se han reportado moldes en San Pedro de Atacama para este período, la presencia de un lingote de bronce estañífero en Séquitor Alambrado podría ser indicativo de la elaboración local de artefactos metálicos a partir de aleaciones producidas en otras regiones. Desgraciadamente el lingote mencionado no tiene contexto, por lo que es imposible precisar su asignación cronológica, sobre todo porque se trata de un cementerio ocupado a lo menos desde el Período Formativo (Le Paige 1972-73). Sólo con futuros análisis tanto de otros lingotes como de sus contextos de aparición podrá precisarse lo anterior.

Ahora bien, hemos dicho que hay un conjunto de objetos analizados por los investigadores anteriores y por nosotros que apuntan hacia una posible producción local de metales. Es interesante que a lo menos dos de estos objetos correspondan a cabezales de mazos circulares cuya composición química indica un cobre no aleado. Este tipo de artefacto aparece hacia finales del Formativo y se mantiene en uso por lo menos durante la fase Quitar (Mayer 1986, Llagostera 1996). Para este último autor, se trataría de piezas exógenas por ser escasas en los contextos y por aparecer en tumbas que se diferencian del común de los ajuares por la cantidad y/o calidad de sus ofrendas. No obstante, los análisis elementales no parecen avalar lo anterior ya que, como se ha señalado anteriormente, este tipo de composición es atípico a nivel del altiplano circunlacustre durante el Formativo Tardío 2 y Tiwanaku Temprano (Lechtman y Macfarlane 2006), así como en el noroeste argentino tanto en contextos Aguada como en Condorhuasi-Alamito, donde predominan los cobres con alto contenido de plomo y/o de arsénico (Pifferetti com. pers. 2010).

En las tumbas de la fase Séquitor los mazos de cobre se asocian a topus de metal, entre otros artefactos. Si bien no existe información actualmente consistente al respecto, el posible topu de Beter analizado por Maldonado *et al.* (2010) bien podría formar parte de este tipo de asociaciones. Lo anterior nos permite retomar la hipótesis de Núñez (2006) y Llagostera (1996) acerca de la existencia de una producción metalúrgica local en San Pedro de Atacama a lo menos desde el Formativo Tardío final, la cual estaría destinada a elaborar bienes de estatus para los dirigentes locales. Esta producción local pudo mantenerse durante la fase Quitar, pero posiblemente se vio reempla-

zada por la llegada de objetos metálicos importados preferentemente desde el altiplano, que pasaron a ser los vehículos más apropiados para materializar las diferencias sociales que se vivían entonces en torno al Salar de Atacama. En este sentido, la producción local de metales pudo mantenerse pero desplazada hacia un rol distinto, más vinculado con la producción de instrumentos funcionales que de bienes suntuarios, tales como el punzón encontrado en Quitar 6 y analizado en este trabajo, o los artefactos analizados por Figueroa *et al.* (2010a) en un contexto productivo minero contemporáneo en El Abra.

Los metales alóctonos por su parte, sin duda están participando en una economía de prestigio al interior de los ayllus de San Pedro. De acuerdo con las observaciones de diferentes autores, los metales en las tumbas del Período Medio suelen estar asociados con objetos Tiwanaku, tales como tabletas con iconografía estatal, cerámica altiplánica, textiles u otros implementos del complejo alucinógeno (Llagostera, Torres y Costa 1988, Llagostera 2006, Torres-Rouff 2008). Esto por un lado apoya la idea de que los metales vienen desde el altiplano como objetos de intercambio, pero al mismo tiempo refuerza la tesis de Llagostera (1996, 2004, 2006) y otros (Berenguer, Castro y Silva 1980, Berenguer y Dauelsberg 1989, Berenguer 2004) de que Tiwanaku está incidiendo en la consolidación de una jerarquía local atacameña que se venía vislumbrando desde fines del Formativo Tardío. En este sentido, las diferencias sociales al interior de la propia sociedad atacameña del período se estarían fundando y/o materializando en el acceso a bienes de estatus que circulan por la región y consecuentemente en el probable control de las redes de intercambio interregional (Llagostera 2004, 2006).

CONCLUSIONES

Lo anterior nos parece relevante a la hora de discutir acerca de la metalurgia local, pues sugiere que la jerarquía sociopolítica atacameña no está fundada en relaciones sociales de producción asimétricas al interior de la propia comunidad atacameña, sino que en el control de las redes de interacción regional. Por lo tanto, pareciese coherente que la metalurgia de estatus de los oasis de San Pedro muestre evidencias de ser importada, mientras que la presencia de diversas categorías de objetos de cobre sin alear, no permite descartar la presencia de una producción local de objetos metálicos. Es más, diversas evidencias apoyan la hipótesis de una metalurgia local asociada a la producción de objetos más funcionales, como aquellos encontrados en los contextos funerarios de los oasis de San Pedro (Quitar 5, Quitar 6, Coyo Oriental y Beter) y tales como los estudiados por Figueroa y colaboradores

(2010a) en El Abra en fechas contemporáneas. A pesar de que no se hayan documentado moldes metalúrgicos, la presencia de lingoterías en Solor 3, Solor 4 y Coyo Aldea (Núñez 1999, 2006) y de desechos de fundición en Beter (Agüero 2005) representan evidencias manifiestas de una actividad metalúrgica local de base cobre desde el Formativo Tardío. A su vez, resulta de principal interés preguntarse si existen objetos metálicos de prestigio que podrían estar siendo fabricados en los oasis de San Pedro de Atacama, tal como por ejemplo las mazas metálicas. Si bien esta categoría de objetos implica una cierta complejidad técnica de la cual no hay evidencias durante el periodo Formativo regional, cabe señalar por una parte que su composición elemental difiere notablemente de las composiciones Tiwanacotas y del noroeste argentino y por otra, que las mazas han sido especialmente descritas desde las primeras fases del Periodo Medio en San Pedro, lo que no ha sido el caso ni en Tiwanaku ni en Aguada (Mayer 1986).

Nuestros resultados relativos a la composición elemental obtenida mediante la técnica de ICP-AES, son consecuentes con aquellos observados en anteriores investigaciones, y confirman, en lo que respecta a los bienes metálicos de estatus, el predominio de las aleaciones clásicas del Periodo Medio. Se observa una alta frecuencia de aleaciones ternarias Cu-As-Ni, cuaternarias Cu-As-Ni-Sn y de bronce estañíferos en la muestra, lo que sugiere que los metales analizados debieron ser elaborados fuera de la localidad de San Pedro de Atacama. Su presencia sería el resultado del funcionamiento de redes de interacción ya descritas para otras categorías de bienes de prestigio del Periodo Medio (p.e. Llagostera 1996). Finalmente, y como mencionábamos anteriormente, podemos observar que existen otras acepciones de la metalurgia atacameña donde el metal es adoptado en otros contextos y dentro de otras lógicas, por ejemplo, para la fabricación de artefactos de orientación más funcional tales como cinceles, formones o punzones en cobre no aleado. Esto último permite visitar el panorama metalúrgico de San Pedro y extenderlo hacia una discusión que traslade el concepto de “la metalurgia” atacameña por el de “las metalurgias” atacameñas.

Agradecimientos: Queremos expresar nuestra gratitud al Museo Arqueológico P. G. Le Paige de San Pedro de Atacama por el apoyo y la colaboración que han sido el punto de partida de este trabajo. A su vez, a Jaime Martínez del Laboratorio de Geoquímica del Departamento de Geología de la Universidad de Chile por su interés en desarrollar la aplicación de los análisis ICP-AES en colecciones metálicas prehispánicas. Por último, a todo el equipo del Proyecto Anillos Act-96 *“Interacciones y movilidad humana en las poblaciones prehispánicas del norte de Chile: una aproximación desde las*

ciencias sociales usando marcadores biomédicos, genéticos, químicos y mineralógicos”, en el marco del cual se integra la presente investigación. Financiado por Proyecto Conicyt Anillos de Investigación Asociativa ACT96.

Notas

- ¹ Algunos de estos cementerios presentan también tumbas asignables a otros períodos, por lo que es posible que no todos estos 912 objetos pertenezcan al Período Medio.
- ² Los objetos estudiados por nuestro equipo presentan la abreviación PMPC y luego un número correlativo. La sigla PMPC significa Proyecto de Metalurgia Prehispánica Circumpuneña y corresponde a una iniciativa que comienza con el estudio de los metales prehispánicos de San Pedro de Atacama desarrollada en el marco del Proyecto Anillos Act 96.
- ³ Dicha actividad estuvo a cargo de la conservadora Paz Casanova, quien tiene experiencia en este método.
- ⁴ La tumbaga es una aleación precolombina de oro, plata y cobre.
- ⁵ El fechado de uno de los martillos asociados al Hombre de Cobre dio un resultado casi 500 años más tardío, lo que se explica por el hecho de que los instrumentos actualmente asociados al cuerpo no son los encontrados originalmente junto al minero (Figueroa *et al.* ms).

BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, C.** 2005. “Aproximación al asentamiento humano temprano en los oasis de San Pedro de Atacama”. *Estudios Atacameños* 30: 29-60.
- Aldenderfer, M., N. Craig, R. Speakman y R. Popelka-Filcoff.** 2008. “Four-thousand-year-old gold artifacts from the Lake Titicaca basin, southern Peru”. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America* 105 (13): 5002-5005.
- Angiorama, C.** 2001. “De metales, minerales y yacimientos. Contribución al estudio de la metalurgia prehispánica en el extremo noroccidental de Argentina”. *Estudios Atacameños* 21: 63-87.
- Ayala, P.** 2001. “Las sociedades formativas del Altiplano Circumtiticaca y Meridional y su relación con el Norte Grande de Chile”. *Estudios Atacameños* 21: 7-39.
- Barón A. M. y G. Serracino.** 1980. “Rol social de los metales en San Pedro de Atacama”. Trabajo presentado al VI Congreso Nacional de Arqueología Argentina. San Salvador de Jujuy, Argentina.
- Berenguer, J.** 2004. *Caravanas, interacción y cambio en el Desierto de Atacama*. Sirawi Ediciones, Santiago.
- Berenguer, J., V. Castro y O. Silva.** 1980. “Reflexiones acerca de la presencia Tiwanaku en el norte de Chile”. *Estudios Arqueológicos* 5: 81-93.

- Berenguer, J. y P. Dauelsberg.** 1989. “El Norte Grande en la órbita de Tiwanaku (400 a 1.200 d. C.)”. En *Prehistoria: desde sus orígenes hasta los albores de la conquista*; editado por J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate e I. Solimano, pp: 129-180. Editorial Andrés Bello, Santiago.
- Bird, J.** 1979. “The “Copper man”: a prehistoric miner and his tools from northern Chile”. En *Precolumbian metallurgy of South America*, editado por E. Benson, pp: 105-32. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington.
- Boman, E.** 1908. *Antiquités de la région Andine et du Désert d’Atacama*. 2 volumes, Imprimerie Nationale, París.
- Bourgarit, D. y B. Mille.** 2003. “The elemental analysis of ancient copper-based artefacts by Inductively-Coupled-Plasma Atomic-Emission-Spectrometry (ICP-AES): an optimized methodology reveals some secrets of the Vix Crater”. *Measurement Science and Technology* 14: 1538-1555.
- Carrión, H.** 2010. *Caracterización tecno-morfológica de cuentas de mineral de cobre durante el Periodo Medio en San Pedro de Atacama*. Informe Final de Práctica Profesional. Departamento de Antropología, Universidad de Chile, Santiago.
- Casanova, P., V. Figueroa y T. Cañipa.** 2008. *Puesta en valor de la colección de metales prehispánicos del Museo Universidad de Tarapacá-San Miguel de Azapa*. Informe Final Proyecto FONDART 2008-60390. Fondo de las Artes y la Cultura, Arica.
- Costa, M.A. y A. Llagostera.** 1994. “Coyo 3: Momentos finales del Período Medio en San Pedro de Atacama”. *Estudios Atacameños* 11: 73-107.
- Figueroa V., Coquinot Y., B. Mille y D. Salazar.** 2009a. “Metalurgia prehispánica litoral en Caleta Camarones (Arica-Parinacota, Chile): estudio arqueométrico de los crisoles-moldes”. *Actas del XII Congreso Geológico Chileno*, pp: 1-4, Santiago, Chile.
- Figueroa, V., D. Salazar, B. Mille, D. Morata, J. Michelow y G. Manríquez.** 2009b. *Estudio de objetos metálicos de la costa de Taltal*. Informe Proyecto Fondecyt 1080666, Año 2. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Santiago.

- Figuroa, V., I. Montero y S. Rovira.** 2010a. “Estudio Tecnológico de objetos procedentes de Cerro Turquesa (San José del Abra, II Región)”. *Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, tomo II: 1135-1147, Valdivia, Chile.
- Figuroa, V., D. Salazar, B. Mille, D. Morata, G. Manríquez, P. Casanova, J. Michelow y C. Gutiérrez.** 2010b. *Estudio de objetos metálicos de la costa norte de Taltal*. Informe Proyecto Fondecyt 1080666, Año 3. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Santiago.
- Figuroa, V., G. Manríquez, D. Salazar y H. Salinas.** Ms. “Mineros prehispánicos del Desierto de Atacama (Región de Antofagasta, Chile): evidencias arqueológicas”. Trabajo enviado a *Revista Chungara*. En evaluación.
- González, L.** 2002. “A sangre y fuego. Nuevos datos sobre la metalurgia Aguada”. *Estudios Atacameños* 24: 21- 37.
- González, L.** 2004. *Bronces sin nombre, la metalurgia prehispánica en el Noroeste Argentino*. Ediciones Fundación Ceppa, Buenos Aires.
- Gordillo, I. y H. Buono.** 2007. “Metalurgia prehistórica en el sitio La Rinconada (Depto. Ambato, Catamarca) – Argentina”. En *Metalurgia en la América antigua. Teoría, arqueología, simbología y tecnología de los metales prehispánicos*, editado por R. Lleras, pp: 421-438. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la República de Colombia, Instituto Francés de Estudios Andinos, Bogotá.
- Graffam, G., M. Rivera y A. Carevic.** 1994. “Copper smelting in the Atacama: Ancient metallurgy at the Ramaditas Site, Northern Chile”. En *In quest of mineral wealth: Aboriginal and Colonial mining and metallurgy in Spanish America*, editado por A. Craig y R. West, pp. 75-92. Geoscience and Man Series, volumen 33, Louisiana State University.
- Graffam, G., M. Rivera y A. Carevic.** 1996. “Ancient metallurgy in the Atacama: evidence for copper smelting during Chile’s Early Ceramic Period”. *Latin American Antiquity* 7(2): 101-113.
- Lechtman, H.** 1980. “The Central Andes: metallurgy without iron”. En *The coming of the age of iron*, editado por T. Wertime y J. Muhly, pp: 267-334, Yale University Press, New Haven.

- Lechtman, H.** 1996. “El bronce y el Horizonte Medio”. *Boletín del Museo del Oro* 41: 3-25.
- Lechtman, H.** 1997. “El bronce arsenical y el Horizonte Medio”. En *Arqueología, Antropología e Historia en los Andes. Homenaje a María Rostworowski*, editado por R. Varón y J. Flores, pp: 153-186. Instituto de Estudios Peruanos, Lima.
- Lechtman, H.** 2003. “Middle Horizon bronze: Centers and outliers”. En *Patterns and process*, editado por L. van Zelst, pp: 248-268. Smithsonian Center for Materials Research and Education, Washington D. C.
- Lechtman, H., P. Cruz, A. Macfarlane y S. Carter.** 2010. “Procesamiento de metales durante el Horizonte Medio en el Altiplano Surandino (Escaramayu, Pulacayo, Potosí, Bolivia)”. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 15 (2): 9-27.
- Lechtman, H. y A. Macfarlane.** 2005. “Metalurgia del bronce en los Andes Sur Centrales: Tiwanaku y San Pedro de Atacama”. *Estudios Atacameños* 30: 7-27.
- Lechtman, H. y A. Macfarlane.** 2006. “Bronce y redes de intercambio andino durante el Horizonte Medio: Tiwanaku y San Pedro de Atacama”. En *Esferas de interacción prehistóricas y fronteras nacionales modernas: los Andes sur centrales*, editado por H. Lechtman, pp: 503-550. Instituto de Estudios Peruanos, Lima.
- Le Paige, G.** 1972-1973. “Tres cementerios indígenas en San Pedro de Atacama y Toconao”. *Actas del VI Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, pp: 163-187. Santiago.
- Llagostera, A.** 1996. “San Pedro de Atacama: Nodo de complementariedad reticular”. En *La Integración Surandina Cinco Siglos Después*, editado por X. Albo, M. Aratia, J. Hidalgo, L. Núñez, A. Llagostera, M. Remy y B. Revesz, pp: 17-42. Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de Las Casas, Estudios y Debates Regionales Andinos 91, Cuzco.
- Llagostera, A.** 2004. *Los antiguos habitantes del Salar de Atacama, Prehistoria Atacameña*, Universidad Católica del Norte, Editorial Pehuén, Antofagasta.
- Llagostera, A.** 2006. “San Pedro de Atacama y el sistema reticular de interacción puneña”. En *Esferas de interacción prehistóricas y fronteras*

- nacionales modernas: los Andes sur centrales*. editado por H. Lechtman, pp: 303-323. Instituto de Estudios Peruanos, Lima.
- Llagostera, A., M.C. Torres y M.A. Costa.** 1988. “El Complejo psicotrópico en Solcor 3 (San Pedro de Atacama)”. *Estudios Atacameños* 9: 61-98.
- Maldonado, B., T. Rehren, E. Pernicka, L. Núñez y A. Liebbrandt.** 2010. “Early copper metallurgy in Northern Chile”. En *Metalla, Archäometry un Denkmalpflege 2010*, editado por O. Hahn, A. Hauptmann, D. Modarressi-Tehrani y M. Prange, pp. 96-98. Jahrestagung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum.
- Mayer, E.** 1986. “Armas y herramientas de metal prehispánicas en Argentina y Chile”. *Materialen zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*, Band 38. Munchen.
- Muñoz, I.** 1989. “El Período Formativo en el Norte Grande”. En *Prehistoria: Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista*, editado por J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate e I. Solimano, pp: 107-128. Editorial Andrés Bello, Santiago.
- Núñez, L.** 1987. “Tráfico de metales en el área centro-sur andina: factos y expectativas”. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología* 12: 73-107.
- Núñez, L.** 1999. “Valoración minero-metalúrgica circumpuneña: menas y mineros para el Inka rey”. *Estudios Atacameños* 18: 177-222.
- Núñez, L.** 2006. “La orientación minero-metalúrgica de la producción atacameña y sus relaciones fronterizas”. En *Esferas de interacción prehistóricas y fronteras nacionales modernas: los Andes sur centrales*, editado por H. Lechtman, pp: 205-260. Instituto de Estudios Peruanos, Lima.
- Núñez, L., C. Agüero, B. Cases y P. de Souza.** 2003. “El campamento minero Chuquicamata-2 y la explotación cuprífera prehispánica en el Desierto de Atacama”. *Estudios Atacameños* 25: 7-34.
- Núñez, L., I. Cartagena, C. Carrasco, P. de Souza y M. Grosjean.** 2006. “Emergencia de comunidades pastoralistas formativas en el sureste de la Puna de Atacama”. *Estudios Atacameños* 32: 93-117.
- Ponce, C.** 1971. *Las culturas Wankarani y Chiripa y su relación con Tiwanaku*. Academia de Ciencias de Bolivia, Publicación 25, La Paz.

- Rees, Ch.** 1999. “Elaboración, distribución y consumo de cuentas de malaquita y crisocola durante el período Formativo en la vega de Turi y sus inmediaciones, subregión del río Salado, norte de Chile”. En *Los Tres Reinos: Prácticas de Recolección en el Cono Sur de América*, editado por C. Aschero, A. Korstanje y P. Vuoto, pp: 85-98. Instituto de Arqueología y Museo, Universidad Nacional de Tucumán.
- Salazar D.,** 2003/2004. “Arqueología de la minería: propuesta de un marco teórico”. *Revista Chilena de Antropología* 17: 125-150.
- Salazar, D., H. Salinas, D. Órdenes y J. Parra.** 2010. “Cerro Turquesa: diez siglos de explotación minera en el norte de Chile”. *Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, tomo II: 1085-1097. Valdivia.
- Shultze, C., C. Stanish, D. Scott, T. Rehren, S. Kuehner y J. Feathers.** 2009. “Direct evidence of 1,900 years of indigenous silver production in the Lake Titicaca Basin of southern Peru”. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106 (41): 17280–3.
- Soto, C.** 2010. “Tipología de cuentas de collar en la Quebrada de Tulán (Salar de Atacama): Nueva línea de evidencia para la transición Arcaico-Formativo”. *Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, tomo II: 1123-1134. Valdivia.
- Tarragó, M.** 1989. *Contribución al Conocimiento Arqueológico de las Poblaciones de los Oasis de San Pedro de Atacama en relación con los otros Pueblos Puneños, en especial, al Sector Septentrional del Valle Calchaquí*. Tesis para optar al Título de Doctor en Historia, Especialidad Antropología, Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario, Rosario.
- Téllez, F. y M. Murphy,** 2007. “El cementerio *Casa Parroquial*; un rescate afortunado. San Pedro de Atacama, Chile”. En *Metalurgia en la América antigua. Teoría, arqueología, simbología y tecnología de los metales prehispánicos*, editado por R. Lleras, pp: 53-82. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la República de Colombia, Instituto Francés de Estudios Andinos, Bogotá.
- Torres-Rouff, C.** 2008. “The Influence of Tiwanaku on Life in the Chilean Atacama: Mortuary and Bodily Perspectives”. *American Anthropologist* 110 (3): 325–337.