

**BUSCANDO A LOS ORFEBRES ANDINOS EN EL NOROESTE
ARGENTINO. UNA APROXIMACIÓN INICIAL DESDE EL
TRABAJO EXPERIMENTAL EN METALES Y EL ANÁLISIS
FUNCIONAL DE RASTROS¹⁷**

**IN SEARCH OF THE ANDEAN GOLDSMITHS IN THE
NORTHWEST OF ARGENTINA. AN INITIAL APPROACH TO
METAL EXPERIMENTAL WORK AND FUNCTIONAL ANALYSIS**

Erico Germán Gaál¹⁸, Hernán Horacio De Angelis¹⁹ y Andrés Chesini-Remic²⁰

<https://doi.org/10.15366/baexuam2022.15.005>

RESUMEN

En el valle de Yocavil (provincia de Catamarca, noroeste de la Argentina) se localiza el sitio arqueológico Rincón Chico 15, un taller metalúrgico que estuvo en actividad desde épocas preincaicas hasta el contacto hispano-indígena y que posee importantes características para los andes meridionales. Los trabajos realizados en el sitio han permitido estudiar numerosos aspectos de la producción metalúrgica en la región, como la oferta de recursos, la caracterización tecnológica y estilística de los objetos metálicos, la producción de la cerámica, así como la subsistencia. Sin embargo, se desconoce por completo el papel desempeñado por los artefactos líticos en las distintas etapas de la producción de bienes metálicos de bronce estannífero, que fue de gran importancia en el taller y en el mundo andino prehispánico. Aquí abordamos dicha cuestión por medio de una aproximación tecnofuncional y experimental. Un abordaje de este tipo nunca fue realizado en la arqueología local y posee importantes implicancias para los Andes Meridionales.

¹⁷ Recibido: 23/07/2020 Aceptado 17/05/2021

¹⁸ Instituto de las Culturas (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y Universidad de Buenos Aires). Moreno 350, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina. E-mail: erickgaal06@gmail.com
Centro Austral de Investigaciones Científicas. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Bernardo Houssay 200, Ushuaia, Tierra del Fuego. Argentina. E-mail: hernandeangelis@yahoo.com.ar

¹⁹ Centro Austral de Investigaciones Científicas. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Bernardo Houssay 200, Ushuaia, Tierra del Fuego. Argentina. E-mail: hernandeangelis@yahoo.com.ar

²⁰ Grupo de Arqueometalurgia, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. Argentina. E-mail: achesini.remic@gmail.com

Palabras clave: arqueometalurgia - arqueología experimental - análisis funcional - arqueología andina - artefactos líticos.

ABSTRACT

The Rincón Chico 15 archaeological site is located in the Yocavil valley (Catamarca province, northwestern Argentina), a metallurgical workshop that was active from pre-Inca times to Spanish-indigenous contact and has important characteristics for the Southern Andes. The work carried out at the site has made it possible to study many aspects of metallurgical production in the region, such as the supply of resources, the technological and stylistic characterization of objects, the production and use of ceramics, and subsistence. However, the role played by lithic artifacts in the various stages of production of copper and bronze metal goods, which were of great importance in the pre-Columbian world, is completely unknown in local archaeology. This work initially addresses this issue by articulating functional studies of traces and the experimental approach. An approach of this type has never been carried out in local archaeology and has an important informative potential of a new nature for the Southern Andes.

Keywords: archaeometallurgy - experimental archaeology - functional studies - Andean archaeology - lithics artifacts.

INTRODUCCIÓN

La investigación que se presenta aquí surge a partir de la identificación del papel fundamental que tuvieron los conjuntos de artefactos líticos en los contextos de producción de bienes de metal en el noroeste argentino, particularmente los bienes de bronce estannífero, aleación utilizada por excelencia en la región durante el período Tardío (*ca.* 1100-500 AP). Si bien se ha mencionado en la bibliografía local la recuperación de artefactos líticos en algunos contextos arqueometalúrgicos del noroeste argentino, las referencias en general son muy poco frecuentes y raramente van acompañadas de fotos de los ejemplares; mucho menos aún de estudios específicos de las

piezas. Creemos que esto se debe, por un lado, a la mayor atracción que ejercen los residuos de la producción metalúrgica y a sus evidencias más frecuentemente mencionadas en la bibliografía (fragmentos de minerales, escorias, sedimentos vitrificados y termoalterados, fragmentos de cerámica refractaria correspondientes a moldes, crisoles, intermediarios, etc.). Por otro lado, el grado de dificultad en el reconocimiento macroscópico de los artefactos y la necesidad de ser abordados simultáneamente desde diversas perspectivas analíticas y metodológicas -que involucran la arqueometría, los estudios de la tecnología lítica, la arqueología experimental y los estudios tecno-funcionales de base microscópica- desalientan aún más cualquier intento.

Por tales razones, y teniendo en cuenta la total ausencia de abordajes específicamente destinados a comprender este tipo de artefactos en la arqueología local, consideramos que resulta de gran interés y necesidad investigar la cuestión sobre su origen y uso en los contextos metalúrgicos de la arqueología argentina, tanto para el período Temprano (*ca.* 3000 AP - 1000 AP) como para el Tardío.

Para ello, consideramos que un interesante punto de partida es el trabajo experimental, el cual constituye según Baena “un modelo de contrastación de hipótesis a través de la experimentación que de forma rigurosa admita la validez, para fases de la Prehistoria, de un proceso técnico desarrollado en la actualidad” (1997:3). Consideramos que es una forma de generar información útil con respecto al registro arqueológico, a partir de una serie de experimentos que replican condiciones de producción, artefactos, alteraciones, materiales trabajados, etc. A través de ellos, es posible inferir comportamientos que no pueden ser observados directamente en los restos arqueológicos. Este tipo de acercamiento resulta de gran ayuda cuando nos enfrentamos a nuevos problemas, como el que presentamos en este trabajo y para el cual no hay antecedentes en la arqueología local, ya sea que se busque en los estudios tecnológicos líticos, en los abordajes tecnofuncionales o en el campo de la arqueometalurgia (Gaál y Chesini-Remic 2020).

El taller metalúrgico del que provienen las muestras aquí analizadas forma parte de un poblado arqueológico mucho más grande denominado Rincón Chico, localizado al sur del valle de Yocavil, provincia de Catamarca, región andina del noroeste argentino (figura 1). Tanto Rincón Chico 15, como los conjuntos constructivos denominados Rincón Chico 12, 13 y 14, todos localizados en el área de fondo de valle donde existieron bosques de algarrobales, habrían constituido instalaciones para la producción metalúrgica dentro del poblado mayor (figura 2) (González 2004). El sitio 15 funcionó de 900 y el

1600 d.C., y posee la característica de ser uno de los pocos sitios de producción de bronce excavados intensamente en Argentina y con evidencias arqueológicas de fundición de minerales metálicos y artefactos de bronce estannífero. El taller está constituido por un conjunto de dos estructuras anexas delimitadas por cuatro muros (E1 y E2) y una estructura abierta con muros de pirca simple, pirca doble con relleno y tapia (E3), además de dos montículos que funcionaron como basurales y áreas de producción metalúrgica y cerámica, las cuales estuvieron asociados al emplazamiento arquitectónico (figura 3). El mayor de ellos, el montículo oriental (MO), posee unos 400 m² de superficie total, mientras que el montículo meridional (MM) tiene una superficie aproximada de 70 m². Rincón Chico 15 tiene una superficie mínima de 1496 m² considerando los dos recintos que aún poseen sus muros, pero si se considera las áreas de trabajo extramuros y los lugares funerarios la superficie se extiende a unos 5500 m². Dieciséis fechados radiocarbónicos sobre muestras de carbón vegetal correspondientes a distintos contextos del taller señalan su ocupación desde el siglo X hasta el XVII (Tarragó 1998; González 2001, 2004; Gaál 2011, 2014; Gluzman 2011; Greco 2012).

La investigación llevada a cabo durante más de veinte años en Rincón Chico 15 por diversos investigadores produjo una cantidad significativa de información relacionada con la fundición de minerales metálicos, la fundición de artefactos de bronce estannífero, el uso de moldes cerámicos y crisoles, el registro de estructuras de combustión, escorias metalúrgicas, restos de minerales de cobre y una significativa cantidad y variedad de artefactos líticos presumiblemente utilizados para la manufactura de bienes metálicos. Sin embargo, el análisis general de estos últimos, su clasificación técnica, sus funciones potenciales y modos de uso nunca fueron abordados.



Figura 1. Imagen satelital del sur del valle de Yocavil, provincia de Catamarca, noroeste de Argentina. El punto rojo indica la ubicación del asentamiento arqueológico de Rincón Chico.

Los hallazgos de metales recuperados en el taller son escasos, se reducen a pequeños fragmentos de mineral de cobre, oro en ganga de cuarzo y óxidos de hierro (hematita y limonita), así como restos de fundición en piezas de cerámica metalúrgica, gotas y rebabas. Se recuperaron fragmentos de moldes utilizados para colar cinceles y hachas, siendo los de mayor tamaño los de discos y campanas santamarianas (González 2001, 2004).

Diversos análisis arqueométricos realizados en piezas de metal de los períodos tempranos y tardíos, provenientes de excavaciones en el noroeste argentino, indicaron la ejecución de trabajos de martillado en frío o con recocido en los filos de hachas, tumis y cinceles de bronce, así como también trabajos de martillado, cortado y repujado en láminas u hojas de oro, plata y cobre (González 1979; Angiorama 1995, 2004; González 2004; Scattolin *et al.* 2010; Tarragó *et al.* 2010). Al igual que en los casos anteriores, estas técnicas de trabajo debieron haberse realizado con artefactos líticos, sin embargo, es muy poco lo que sabemos al respecto.

La hipótesis fundamental que se propuso al inicio de nuestra investigación consistió en considerar que una parte importante de la gran cantidad de artefactos líticos recuperados en las excavaciones de Rincón Chico 15 debieron ser utilizados en las distintas etapas técnicas de manufactura de bienes de metal, fundamentalmente de bronce estannífero y cobre, pero sin excluir posibles trabajos en oro o plata. Era claro que la morfología general de las piezas individuales, así como la de los grupos de artefactos en su conjunto, nada tenían que ver con los registrados hasta ese momento en varios de los sitios arqueológicos que forman parte del mismo poblado de Rincón Chico, así como de otros asentamientos tardíos en el sur del valle o, incluso, de otros poblados tardíos del noroeste argentino. Las únicas referencias encontradas para tales artefactos provienen exclusivamente de sitios arqueometalúrgicos del área andina del noroeste argentino (Angiorama 1995, 2004; Otero 2013).

Por otra parte, los contextos de hallazgos de los artefactos no siempre estaban en directa y evidente asociación a residuos metálicos, fragmentos de mineral de cobre o sedimentos termoalterados. Por tales razones, y en el contexto de la presente investigación, se decidió ubicar 4 cuadrículas de excavación de 4 m² y una cuadrícula de 16 m² en el sector sur del MO, área no excavada hasta el momento. La finalidad de dicha estrategia fue la de explorar un espacio abierto y aún no excavado que posea el potencial para haber constituido un locus de trabajo metalúrgico. Si bien se logró recuperar decenas

de posibles artefactos líticos, no se registró ningún rasgo sedimentario o de otro tipo que los vinculara directamente con la producción metalúrgica.

Por tal razón, y teniendo en cuenta que el análisis macromorfológico y tipológico no nos era útil, resultó imperioso comenzar con un programa de experimentaciones que se encuentra en una etapa inicial de desarrollo y de la que daremos cuenta a continuación.

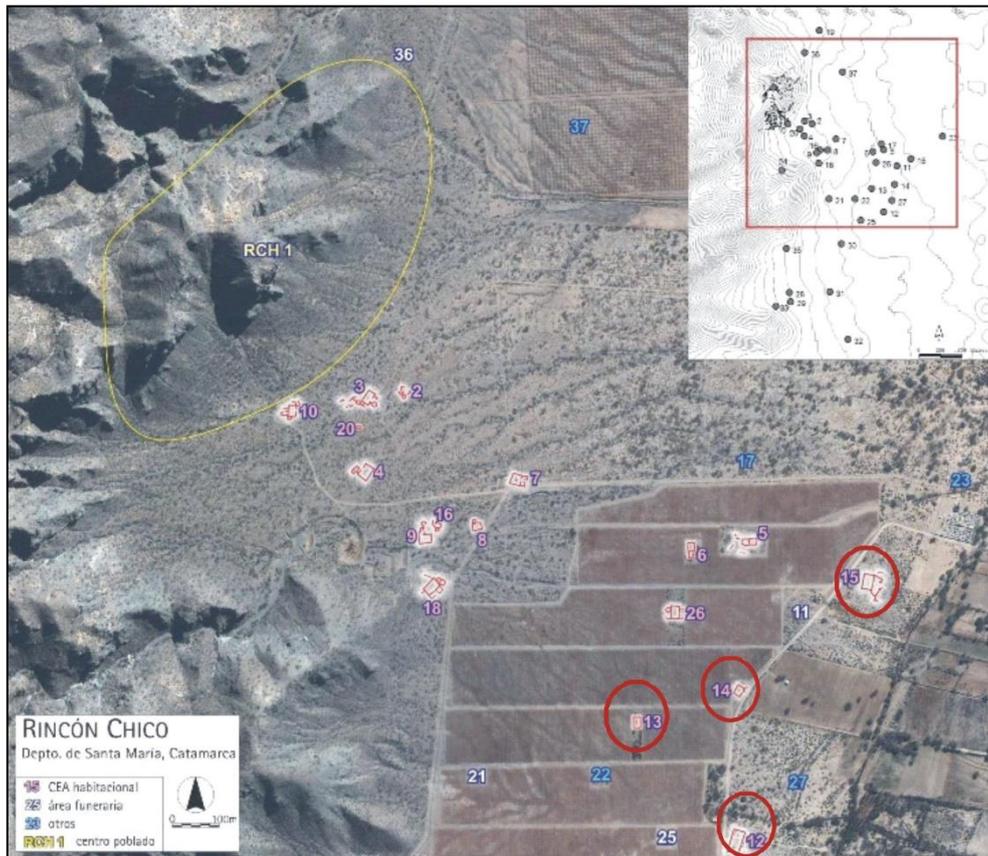


Figura 2. Poblado arqueológico de Rincón Chico. Los círculos rojos indican sitios con evidencia arqueometalúrgica, incluido el taller número 15.

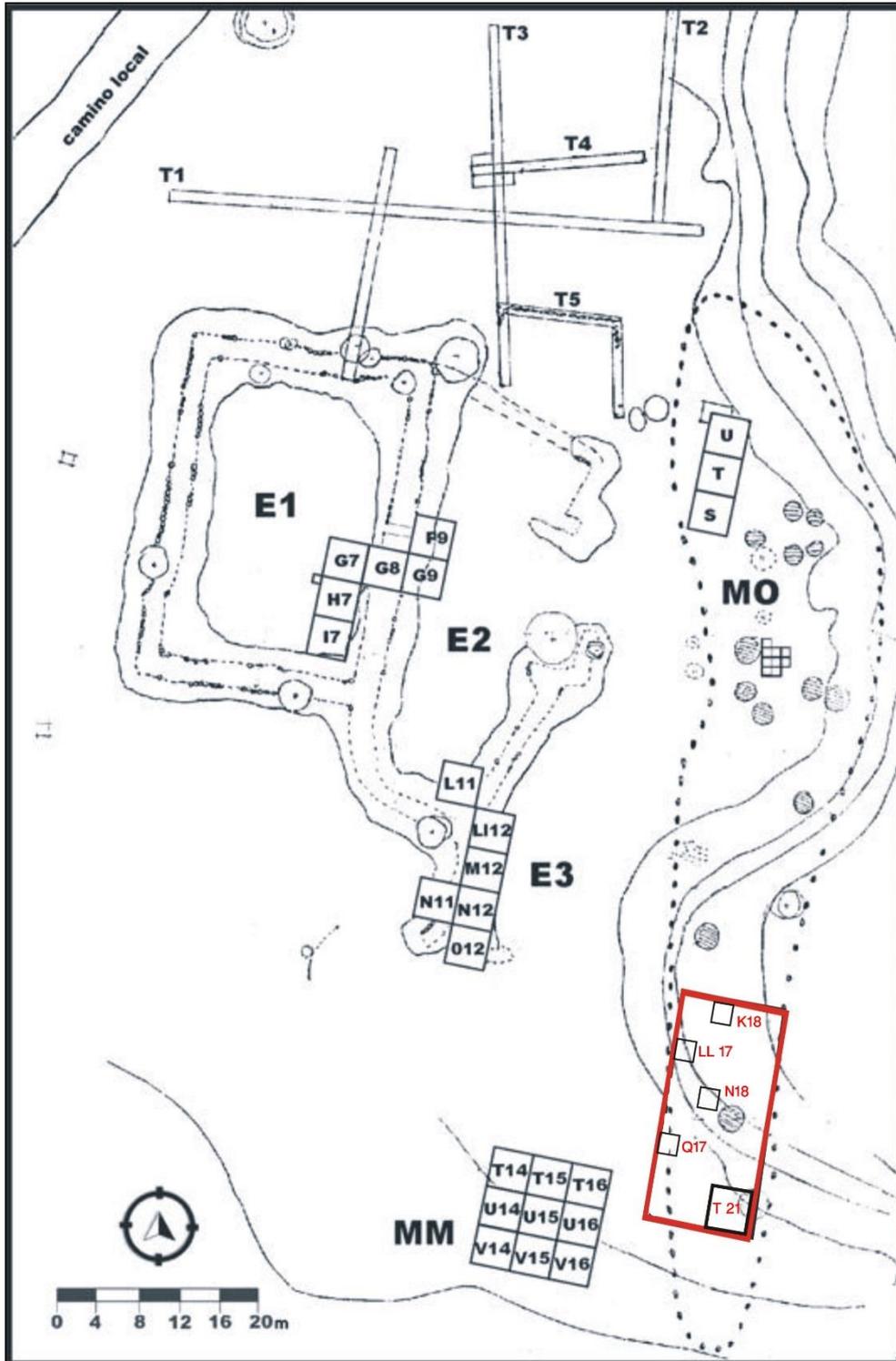


Figura 3. Plano de Rincón Chico 15. El rectángulo rojo señala el área intervenida a través de 5 cuadrículas de excavación de 4m² en 2016.

CARACTERIZACIÓN DE LOS ARTEFACTOS Y ANÁLISIS FUNCIONAL DE BASE MICROSCÓPICA

Las técnicas de martillado y laminado alcanzaron un nivel técnico muy alto en las culturas indígenas de los Andes Centrales. El laminado implicaba no solo un manejo extraordinario de martillos, yunques y otras herramientas, sino también un profundo conocimiento de las características técnicas de la aleación. El peso, la forma y el tamaño de los martillos están directamente relacionados con el volumen, el tipo de aleación, el peso y el tamaño de la masa a batir (Carcedo de Mufarech 1998).

Hasta el momento, hemos analizado alrededor de cien artefactos líticos de diferentes contextos de excavación del taller. La mayoría de ellos tienen una morfología redondeada o sub-cuadrangular con caras planas, así como formas alargadas de bordes redondeados, y sus tamaños pueden variar de 5 cm de largo a aproximadamente 20 cm. Los espesores también pueden ser muy variables. Se pueden reconocer yunques de diferentes tamaños, algunos muy pequeños y específicos para trabajos detallados en orfebrería. La mayoría de los artefactos tienen formas generales similares a las de los guijarros naturales y pocos poseen evidencia de lascados con fractura concoidal. La gran mayoría de ellos tienen una superficie suave al tacto, una característica que fue corroborada microscópicamente con la detección de micropulidos en diferentes grados de desarrollo. Todos los artefactos se obtuvieron casi por completo en rocas metamórficas como gneis y pizarra, así como también en cuarzo y andesita, materias primas inmediatamente disponibles en el área.

De los 100 artefactos analizados hasta ahora, alrededor de 40 tienen evidencia clara de haber intervenido en algún momento en el proceso de fabricación de productos metálicos o en la molienda de minerales, principalmente de óxido de hierro. Este mineral se usaba muy comúnmente para hacer pigmentos rojizos que luego se utilizaba para decorar artefactos de cerámica y metal en el noroeste argentino. Solo la evidencia de rastros microscópicos nos permitió separar los guijarros naturales de otras pequeñas piezas no diagnósticas, como algunos casos de pequeños martillos y yunques, así como instrumentos cuya función aún se desconoce.

El análisis macro y microscópico de los instrumentos fue llevado a cabo en el laboratorio Grupo de Investigaciones y Análisis Tecnofuncional de Materiales

Arqueológicos (GIATMA) del Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET), en Ushuaia, utilizando un equipo óptico compuesto por una lupa binocular y un microscopio de luz incidente de tipo metalográfico, con sistema directo para captura y digitalización de imágenes.

El registro de los rastros superficiales en los artefactos nunca fue evaluado en forma aislada o en sí mismo, sino que siempre se lo consideró en asociación a todos los patrones registrados en la pieza; es decir, en su relación con la morfología general del artefacto y la materia prima, su relación con la ergonometría general de la pieza y su asociación con otro tipo de rastros y residuos superpuestos o asociados. Algunos de los rastros fueron rápidamente reconocidos como micropulidos de superficies, estriado, hoyuelos generados por pequeños impactos, superficies abradidas, etc. (Mansur-Franchomme 1987), que no guardan relación con ningún agente natural potencialmente interviniente en los procesos naturales de formación de los depósitos sedimentarios. Un caso particular lo constituye un artefacto de formatización sumaria de cuarzo que posee residuos minerales rojizos muy intensos y en gran cantidad, así como otros de coloración verde que aún no se han podido identificar químicamente (figura 4).

La identificación de pequeños martillos de orfebre entre los artefactos recuperados en excavación, adecuados para el trabajo de laminación por sucesivos impactos de poca fuerza y mayor control, pudieron ser reconocidos solo gracias a los estudios de microrastros. Poseen unos 8 cm de largo y 3 ó 4 cm de ancho dependiendo del sector considerado. Si bien su morfología alargada de bordes redondeados no lo distinguía fácilmente de otros guijarros naturales que pueden provenir de los niveles de excavación, la observación más minuciosa permitió registrar la acumulación de numerosos impactos solo en las caras localizadas en los sectores extremos de la pieza, tal como uno esperaría en caso de haber sido utilizado como un pequeño martillo. A lo largo de toda su superficie longitudinal no se registró ningún rastro de posible uso, así como una perfecta integridad de los cristales de su matriz.

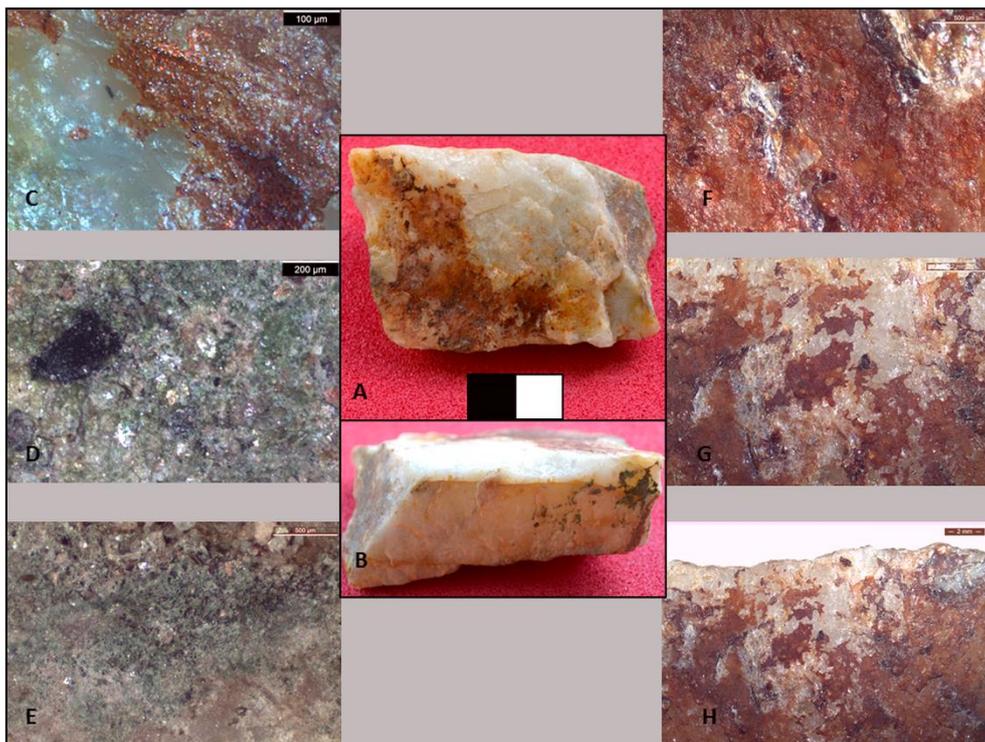


Figura 4. Artefacto de formatización sumario obtenido en cuarzo. Puede verse a simple vista el gran grado de desarrollo de impregnaciones rojizas de óxido y otras de coloración verdosa que aún no hemos podido identificar.

Finalmente, otras morfologías no registradas hasta el momento en la arqueología local consisten en artefactos subesferoidales de gneis o roca volcánica, de unos 4 cm de diámetro, cuya morfología fue obtenida por medio de pequeños impactos a lo largo y ancho de toda su superficie. Dichos impactos solo fueron posibles de identificar mediante la observación microscópica con 200x. Complementariamente, estriaciones paralelas pueden reconocerse con 40x. Los cristales de granate que forman parte de este tipo particular de gneis poseen mayor dureza que el resto de la matriz de la roca, sin embargo, también evidencian numerosas fracturas concoidales por acumulación de pequeños impactos (figura 5).

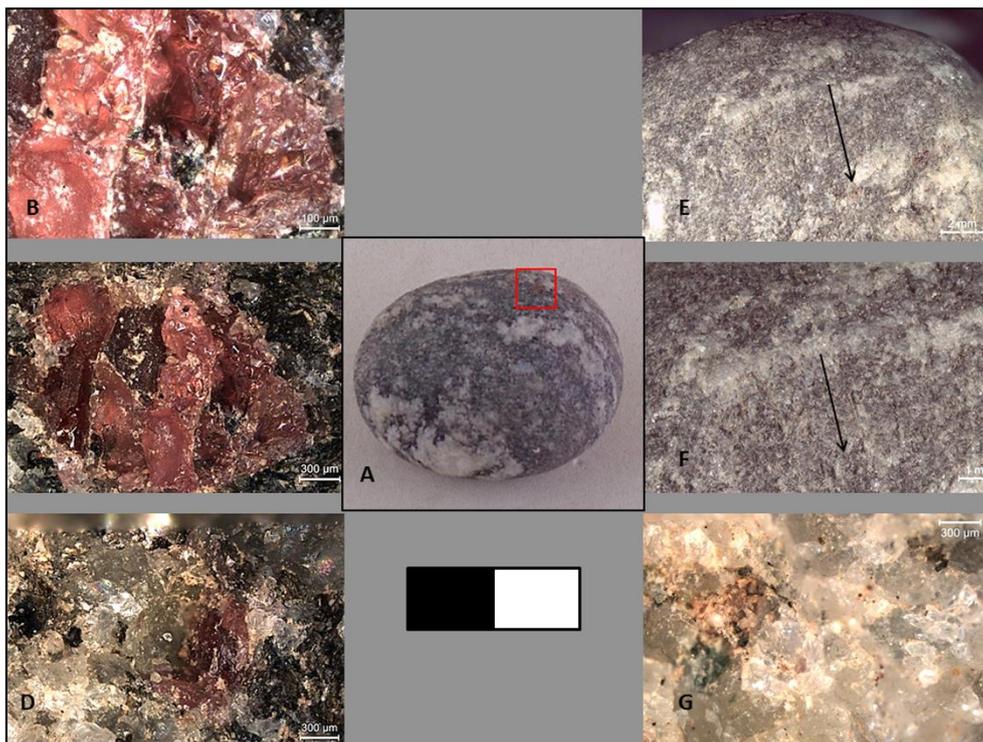


Figura 5. Pequeño artefacto subsferoidal obtenido por percusión. En las imágenes laterales pueden observarse tanto las estrías superficiales como también la gran cantidad de impactos acumulados.

PLAN DE EXPERIMENTACIÓN, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS EMPLEADOS

Parte de los trabajos experimentales fueron realizados en el laboratorio del Grupo de Arqueometalurgia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. El plan general de experimentación tuvo varios objetivos que se retroalimentaron mutuamente. Por un lado, el primer objetivo fue crear una muestra representativa de los rastros que se generan al realizar algunas de las operaciones técnicas en la manufactura de bienes de metal en el noroeste argentino, principalmente en piezas ornamentales de cobre y utilitarias de bronce estannífero. Dichas operaciones técnicas consistieron en la deformación inicial, laminado y pulido de una placa de cobre, así como fundición, pulido, forjado, afilado y uso final en el caso del cincel. Por otro lado, el contacto directo con las etapas de manufactura y las propiedades físico-químicas de los metales trabajados nos sirvió para poner a prueba la hipótesis de que era factible realizar dichas operaciones

técnicas con réplicas del instrumental arqueológico, a la vez que evaluar cuánto incidía el conocimiento técnico del que disponíamos en el desarrollo de las tareas de manufactura.

El trabajo de martillado inicial y laminado de la placa se realizó utilizando un martillo con dos caras activas opuestas y un yunque lítico, ambos de andesita local y proveniente de las inmediaciones del taller de Rincón Chico 15. El martillo posee un peso de 430 g y unas medidas de 105 mm de largo, 60 mm de ancho en su cara activa más amplia y 15 mm de ancho en la cara opuesta, y unos 50 mm de espesor. La cara activa de mayor tamaño posee una superficie más plana, que se ajusta mejor a la necesidad de generar una mayor fuerza de impacto sobre una superficie más extensa. La segunda cara activa del martillo es de menor tamaño y posee una superficie levemente más convexa, ajustándose mejor a los trabajos de laminación paulatina que requieren una mayor cantidad de impactos, pero de menor fuerza cada uno (Carcedo de Mufarech 1998). El yunque, utilizado como elemento de apoyo directo, posee 110 mm de largo, 70 de mm de ancho y un espesor de 65 mm.

El lingote de cobre trabajado fue obtenido por fundición y tuvo unas medidas iniciales de 35 mm de largo, 28 mm de ancho y 4,5 mm de espesor. El trabajo de deformación inicial y laminación posterior fue dividido, a lo largo de todo el proceso, en etapas de trabajo de 5 minutos, luego de las cuales se midió con calibre mecánico el grado de deformación en cinco sectores de la placa. Dichos sectores de medición permanecieron constantes a lo largo de toda la manufactura de la pieza y, en la etapa final, se comenzó a utilizar un micrómetro en reemplazo del calibre a fin de no perder exactitud en las pequeñas variaciones métricas que se generaron. Esos puntos nos fueron indicando los grados diferenciales de deformación y adelgazamiento de la pieza, cuestiones que obedecieron no solo a las técnicas de trabajo del operador sino también a las mismas propiedades físico-químicas del material, las cuales podían variar levemente dependiendo de la exposición a los impactos del martillo y al calor generado.

Para el trabajo de pulido se utilizaron dos pequeñas lajas de pizarra, también provenientes de las inmediaciones del taller y similares en forma y tamaño a las presentes en los artefactos arqueológicos. La primera, de mayores dimensiones y utilizada como superficie de apoyo, posee unas medidas de 110 mm de largo, 46 mm de ancho y 15 mm de espesor. La segunda, más pequeña y utilizada como pulidor de manera activa, posee un largo de 80 mm, 25 mm de ancho y 10 mm de espesor. En la etapa final de pulido se utilizó arena de granulometría mediano-gruesa y mediano-fina.

El cincel, por su parte, fue obtenido por fundición de un lingote en un horno a gas y todo el trabajo posterior de pulido fue realizado con una laja de pizarra procedente de las inmediaciones del sitio y similares a las recuperadas en el taller, así como también con arena de distinta granulometría para la etapa de acabado final y afilado. El forjado final fue realizado con un martillo lítico de andesita, de 10 cm de largo y unos 4 cm de ancho, tal como los recuperados en excavación. El control de la temperatura fue realizado mediante la utilización de cinco conos pirométricos y la utilización de un termómetro digital acoplado al horno.

Teniendo en cuenta que algunos estudios metalográficos para piezas de oro y cobre del periodo Temprano y Tardío en el noroeste argentino poseen evidencias de maclas de recocido, se aplicaron periódicos recocidos a la placa toda vez que fuera necesario para evitar la fractura de la pieza por acumulación de tensiones en su microestructura. Tales recocidos se realizaron sobre un mechero de gas a 650°C de temperatura, suficiente para generar una recristalización de su microestructura.

Todas las piezas utilizadas involucradas en la experimentación fueron luego analizadas mediante el equipo de lupa estereoscópica y el microscopio metalográfico referido previamente, a fin de comparar los patrones generados con los observados en las piezas arqueológicas.

Experimentación realizada y resultados obtenidos

Consideramos como hipótesis predictiva que los artefactos masivos y de roca volcánica presentes en Rincón Chico 15 podrían haberse ajustado a los trabajos de deformación y laminado, mientras que aquellos de rocas metamórficas, morfología laminar y matriz friable se ajustarían mejor a las tareas de pulido del metal.

En la etapa inicial del trabajo se utilizó la cara activa de mayor tamaño del martillo de andesita, la cual permitió generar una mayor fuerza de impacto y grado de deformación. Los impactos se ejecutaron de forma alternada sobre ambas caras planas del lingote opuestas entre sí, a excepción de las instancias de rectificación ejecutadas sobre los bordes perpendiculares y más gruesos.

Durante los primeros 20 minutos, el trabajo de martillado buscó una gradual deformación del lingote, lo que generó un cambio rápido en la reducción del espesor y el incremento del largo y ancho. Al finalizar los primeros 40 minutos, fue necesario realizar un proceso de rectificación del eje longitudinal del lingote, el cual se ejecutó mediante un trabajo de percusión sobre los sectores laterales, es decir, perpendicular al eje más largo de la pieza. El trabajo de rectificación se prolongó por un tiempo menor a 1 minuto y su necesidad obedeció a la curvatura que se fue generando en la pieza como producto de las tensiones absorbidas por los impactos. Luego de los primeros 50 minutos de martillado del lingote, se realizó el primer recocido por un tiempo menor a 1 minuto sobre un mechero a 650°C y se enfrió en agua. La elección del momento del recocido estuvo dada por la marcada reducción de plasticidad del lingote, producto de las tensiones absorbidas durante el martillado y su consecuente menor deformación. Esto se refleja en las mediciones, ya que los trabajos de martillado previos al recocido lograron reducir el espesor de la pieza en unas 0,2 mm por cada intervalo de trabajo, mientras que luego del recocido el cambio fue de unas 0,4 mm. Si bien este incremento volvió a estabilizarse en 0,2 mm luego de dos intervalos de trabajo, se mantuvo suficiente plasticidad en la placa como para no requerir un nuevo recocido hasta los 95 minutos.

Una vez transcurridos 80 minutos de martillado y, habiendo alcanzado unas medidas de 1 mm de espesor, un ancho de 19 mm y un largo de 42,5 mm, se comenzó a utilizar exclusivamente la cara activa más pequeña del martillo, a fin de realizar un trabajo de laminación. La segunda etapa de laminación requirió un incremento en la cantidad de ejecuciones, pero con una menor intensidad por intervalo de trabajo. El objetivo buscado fue obtener una reducción del espesor e incremento del largo y ancho, pero generando una superficie lo más regular posible y evitando generar condiciones de fisura o fractura. Durante la etapa de laminación se realizaron cinco recocidos adicionales de menos de 1 minuto cada uno y a la misma temperatura que los previos. Así, en esta segunda etapa se realizó un trabajo de laminado que se extendió 100 minutos utilizando el mismo intervalo de trabajo aplicado previamente, que sumado a los 80 minutos de la primera etapa significó un trabajo total de 180 minutos de deformación plástica. El producto obtenido fue una placa de cobre cuyo espesor varía entre 0,35 mm y 0,15 mm, es decir, espesores similares a los medidos en piezas de oro y cobre en bienes ornamentales prehispánicos (González 2001, 2004; Tarragó *et al.* 2010). El largo alcanzado fue de 65,5 mm y un

ancho de 35,5 mm, lo que implicó un incremento del largo en un 150%, se incrementó tres veces el ancho y una reducción del espesor en más de un 90%.

Una vez alcanzadas dichas dimensiones, se procedió a comenzar con el trabajo de pulido de la superficie en una de las caras de la placa. Para ello se utilizaron pequeñas lajas naturales de pizarras provenientes de las cercanías del sitio, procurando seleccionar las mismas formas y materias primas registradas entre los artefactos líticos de Rincón Chico 15 (figura 6 c). El intervalo utilizado para las etapas de pulido fue de 20 minutos, tiempo mínimo necesario para observar macroscópicamente algún cambio en la superficie. Las mediciones de largo y ancho de la placa se mantuvieron prácticamente sin modificaciones luego de la acumulación de todos los intervalos de pulido, mientras que los cambios de espesor se modificaron entre 0´01 mm y 0´04 mm por intervalo de trabajo. Para una primera instancia de pulido se utilizaron dos lajas de pizarra, una actuó como elemento pasivo de apoyo y la restante como instrumento abrasivo de acción directa sobre la cara de la placa. Una vez alcanzados los 40 minutos de pulido sobre una sola cara, se comenzó a utilizar arena de granulometría mediano-gruesa y mediano-fina para el último intervalo de trabajo. Fue en dicha instancia que se pudo obtener un brillo metálico y borrar las marcas e irregularidades producidas por las etapas previas de pulido. Una vez alcanzados los 100 minutos de pulido, es decir la sumatoria de cinco intervalos, se obtuvo un brillo metálico y una superficie uniforme como las observadas en piezas metalúrgicas de colecciones, luego de lo cual se repitió el trabajo en la cara opuesta (figura 6).

Una vez finalizada la experimentación, se procedió a realizar el análisis funcional de todos los artefactos líticos que intervinieron en la manufactura de la placa, es decir, tanto el martillo como el yunque de andesita y las lajas de pizarra. Podemos concluir al respecto que son claras las marcas acumuladas de impactos en ambas caras activas del martillo experimental, las cuales poseen similitud con las registradas en artefactos líticos utilizados como percutores u otros cuya función ha de ser la de generar fuerza de impacto. Las impregnaciones de cobre se desarrollaron rápidamente en el martillo y luego de los primeros diez minutos de trabajo de deformación ejecutada con mayor fuerza de impacto. El yunque, en cambio, al actuar de una manera pasiva en el proceso de deformación inicial del lingote registró impregnaciones y marcas de impacto en mucha menor cantidad.

Las lajas de pizarra, por su parte, generaron residuos de cobre sobre la superficie del artefacto luego de los primeros 10 minutos de trabajo, mientras que luego de una hora se reconocían micropulidos y estriaciones direccionadas (figura 7). Estas evidencias

guardan una similitud con las registradas en algunos artefactos de excavación, pero los efectos de los procesos postdepositacionales también deben ser considerados como potenciales atenuadores de algunas evidencias como, por ejemplo, los residuos minerales en la porosidad de la roca.



Figura 6. a) Martillo de andesita utilizado como percutor para laminar la placa, b) Proceso de laminación por percusión sobre yunque de andesita, c) Pulido con lascas de pizarra, d) Pieza de fundición antes de la experimentación y el producto final de la placa laminada y pulida. La longitud de la pieza final es de 65,5 mm.

Ahora bien, en lo relativo a la segunda experimentación, es importante mencionar antes que el grupo de los cinceles y punzones en metal son los que poseen mayor variación morfológica en los artefactos metalúrgicos prehispánicos, con ejemplares que poseen uno o dos extremos de trabajo, estrangulamiento para enmague y dimensiones que van entre 5 y 30 cm de largo. Los cinceles y punzones son muy frecuentes en los registros arqueometalúrgicos del noroeste argentino, particularmente con posterioridad al siglo X (González 2001; Gluzman 2011). Los estudios metalográficos de González mostraron

que estas herramientas fueron producidas por colado en molde abierto y luego sometidas a deformación en frío con recocidos intermedios (González 2001, 2004).

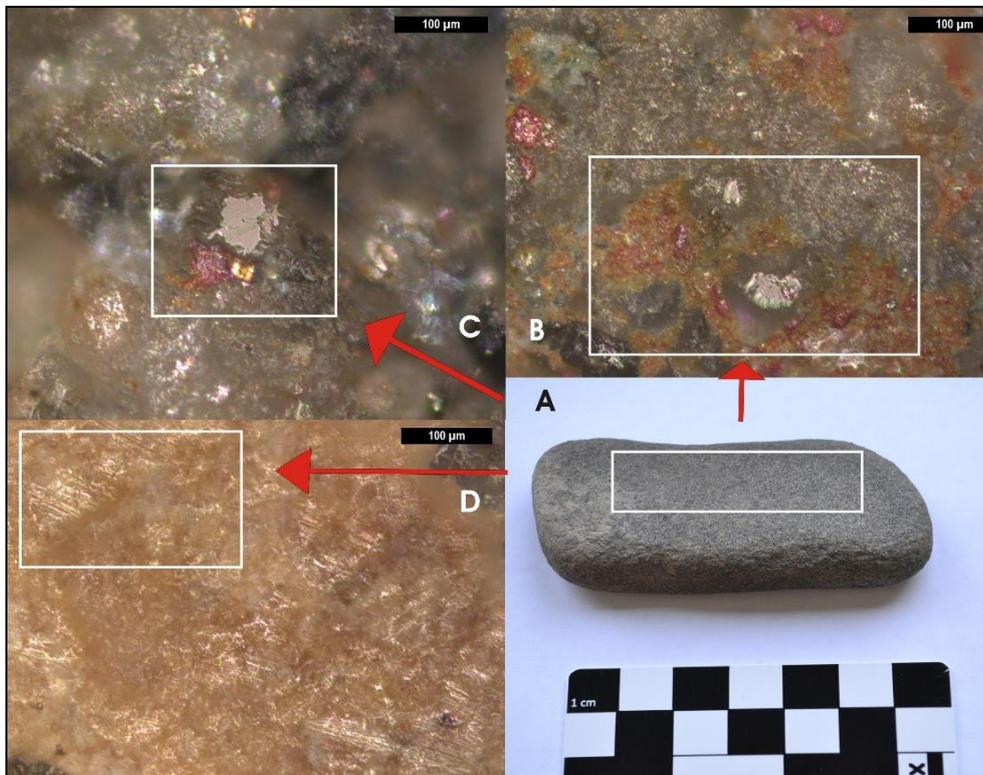


Figura 7. a) Laja experimental de pizarra utilizada para pulir la placa de cobre. b) Se puede observar el pulido de algunos sectores de la microtopografía, c) la formación de impregnaciones de cobre al poco tiempo de comenzada la experimentación, y d) la formación de estrías direccionadas.

La hipótesis que nos interesa poner a prueba consiste en afirmar, al igual que en el caso de la placa de cobre, que una parte de las variadas morfologías de artefactos que provienen del taller debieron utilizarse en las distintas etapas de manufactura de bienes metálicos. En la segunda experimentación, pusimos a prueba esa hipótesis mediante los trabajos de pulido, terminación y forjado de un cincel de bronce estannífero. Recordemos que dicho artefacto metalúrgico fue producido dentro del taller, tal como lo indica los fragmentos de molde allí recuperados. La composición de la pieza experimental es de 90% cobre y 10% estaño, es decir, coherente con los datos arqueológicos para la cronología y el área del noroeste argentino (González 2001, 2004).

En lo que refiere a la experimentación en sí, la primera actividad realizada fue la fundición de lingotes de bronce estannífero. La temperatura de fundición fue de 1080°C, medido tanto por un termómetro electrónico acoplado al horno de gas como también por el cambio en los estados de los conos pirométricos que se ubicaron dentro del horno. Una vez fundido el bronce, se vertió sobre un molde abierto de cincel. El instrumento poseía unas medidas de 95 mm de largo, 8,4 mm de alto -en el sector central del cuerpo de la pieza-, un ancho máximo de 26 mm -en el sector del cabezal activo- y un ancho mínimo de 6,4 mm en el sector proximal del mango.

La primera actividad realizada sobre la pieza, una vez extraída del molde, fue la extracción de las rebabas. Para el caso de aquellas rebabas localizadas más distantes al cuerpo de la pieza -y también más delgadas-, no fue necesario la utilización de lítico alguno, ya que se fracturaron muy sencillamente al aplicar una leve presión manual. En cambio, los resabios de rebaba más cercanos al cuerpo de la pieza poseían un mayor espesor que hacía imposible su extracción ejerciendo presión con las manos, de modo que se comenzó con el trabajo de pulido de las rebabas laterales utilizando una laja de pizarra friable proveniente del área externa al taller (figura 8 fase 1).

Todo el trabajo de pulido fue dividido en etapas de 20 minutos cada una, ya que ese tiempo fue la cantidad mínima necesaria para poder reconocer algún cambio en el estado superficial de la pieza. Se realizó un registro fotográfico del cincel y la pizarra antes de comenzar con el trabajo experimental como así también luego de cada etapa de trabajo. A fin de tener un registro de los posibles rastros generados en distintas etapas de pulido, una vez concluida la primera etapa se procedió a cambiar de laja de pizarra. Seguidamente, se acumularon tres etapas de pulido -1 hora en total- y se procedió a cambiar nuevamente la laja de pizarra (figura 8 fase 2). Una vez seleccionada una nueva y última laja de pizarra, se procedió a continuar con el trabajo de pulido y posterior medición durante 1 hora 40 minutos -cinco etapas de trabajo -(figura 8 fase 3), luego de lo cual se procedió a invertir la pizarra, siguiendo con su superficie opuesta hasta el final del trabajo experimental. Esta última superficie de la laja fue utilizada durante 6 horas 20 minutos (figura 8 fases 4 y 5).



Figura 8. Distintas etapas del proceso de pulido y terminación del cincel de bronce utilizando una pizarra y arena de distinta granulometría.

Así, se totalizaron unas 9 horas 20 minutos de pulido, que consistió en una primera etapa en seco durante las primeras 4 horas, siguiendo el tiempo restante con la aplicación de agua, a fin de mantener el efecto abrasivo sobre el cincel y contrarrestar la pérdida de efectividad respecto a lo realizado hasta ese momento. Finalmente, hubo una última etapa de 20 minutos consistente en afilar el sector de la cuña, para lo cual se utilizó arena de diversa granulometría y se ejecutó sobre un cuero vacuno. Este proceso también fue fotografiado y no alteró las medidas de la pieza.

Como es de esperar, las medidas del ancho se mantuvieron prácticamente estables a lo largo de toda la experimentación, mientras que los espesores variaron en mayor forma durante las primeras tres fases, es decir, durante las primeras tres horas de trabajo, cuando se redujeron de los 8,4 mm iniciales a 7,5 mm. Posteriormente, el espesor solo disminuyó 0,04 mm durante las siguientes 6 horas 20 minutos de pulido. Esta última etapa prolongada de trabajo estuvo dedicada a redondear los bordes de las aristas laterales del cincel, regularizar el aspecto general de la pieza, así como eliminar pequeñas irregularidades superficiales.

Una vez finalizado el pulido y afilado, se procedió a evaluar qué cantidad de trabajo sería necesaria para forjar la cuña del cincel, es decir, la parte activa que es la que potencialmente interviene durante su utilización para el trabajo en madera u otras materias

primas (González 2004). También deseábamos saber cómo respondería un martillo lítico de andesita a los impactos sobre la superficie del cincel y cómo respondería este último. Para ello, se evaluó la dureza de la cuña en momentos previos y posteriores al forjado; tales trabajos se realizaron mediante la utilización de un microdurómetro en las instalaciones del Grupo de Arqueometalurgia de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. El trabajo de forjado se prolongó por solo diez minutos e inmediatamente posterior a un recocido de la pieza con un mechero a 700°C. Las mediciones previas arrojaron una dureza de 94,6 vickerz, mientras que luego del forjado la dureza se incrementaría a 227 vickerz, es decir, más de doble. El trabajo de forjado resultó no solo muy rápido sino también sencillo, sin someter al cincel a peligros de agrietado ni tampoco alterar la superficie activa del pequeño martillo de andesita utilizado. Esta última breve evaluación de la dureza de una pieza de bronce a partir del forjado, y siguiendo las técnicas utilizadas durante la prehistoria, es la primera que se realiza en la arqueología local y puede tener interesantes implicancias para la interpretación funcional de parte de los artefactos líticos en los contextos metalúrgicos.

Finalmente, se realizó un estudio de rastros funcionales en las distintas superficies de las lascas utilizadas a lo largo de todas las etapas de trabajo de pulido, a fin de poder comparar la muestra generada con las piezas arqueológicas de formas y materias primas similares. La primera evidencia reconocida en las lascas de pizarra fue la rapidez con la que se genera los residuos de bronce sobre su superficie y en la porosidad de la roca; con solo veinte minutos de trabajo de pulido ya era posible reconocer macroscópicamente el cambio de coloración en la superficie (figura 9 d). Sin embargo, no es sino después de una hora y cuarenta minutos que comienza a reconocerse el desarrollo inicial de cierto pulido sobre las zonas más altas de la microtopografía de la roca. Luego de seis horas de pulido abrasivo ya son reconocibles claros indicios de pulido sobre superficies que aún poseen residuos de bronce en sus inmediaciones (figura 9 b y c).

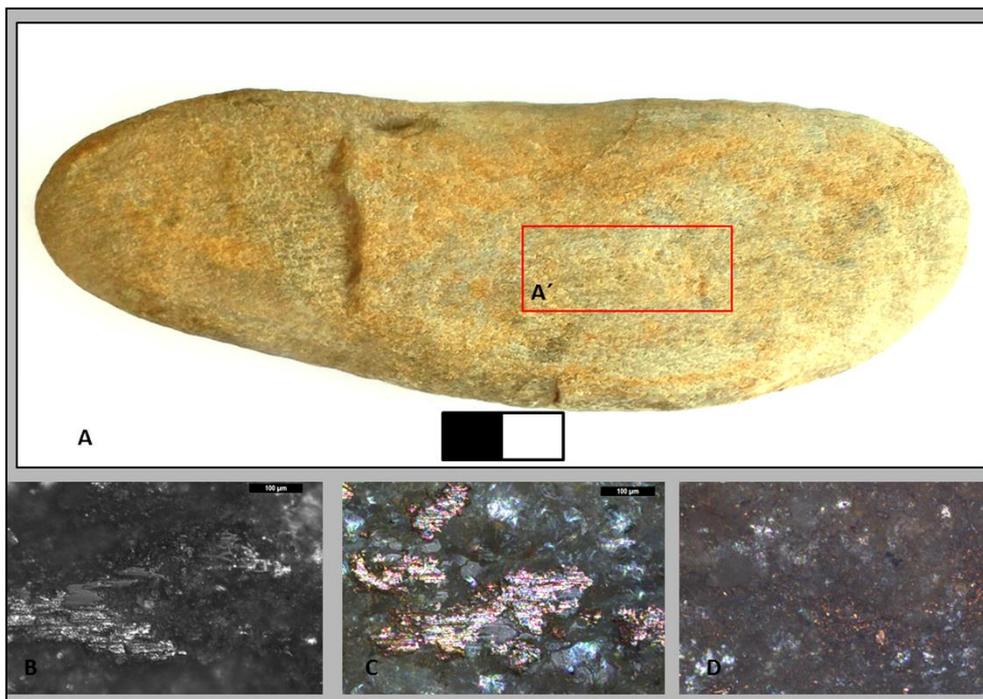


Figura 9. Laja de pizarra utilizada para pulir el cincel de bronce durante de 6 horas 20 minutos, dividido en etapas de 20 minutos cada una. Las fotos de la sección inferior muestran los pulidos generados y la regularización de sectores altos.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

A modo de conclusión necesariamente preliminar, podemos decir que la elaboración de objetos decorativos mediante el laminado de metales blandos y utilizando martillos líticos sin emangar ha resultado efectivo; cuestión que resulta coherente con las referencias bibliográficas para los Andes Centrales desde el siglo XVI, fundamentalmente para el caso del oro y el cobre. Esta modalidad fue, junto a la fundición de bronce estanníferos en moldes, la técnica básica de toda la labor orfebre andina a lo largo de miles de años. Comenzamos la investigación considerando la hipótesis de que tanto el trabajo de deformación, laminado y pulido en cobre, como el de pulido y forjado en piezas de bronce, debieron ejecutarse con parte del instrumental lítico recuperado en el taller metalúrgico de Rincón Chico 15.

El trabajo experimental permitió reconocer la necesidad de cierta experticia y conocimiento cercano de las características físico-químicas de los metales por parte del orfebre, no sólo para los complejos procesos de aleación y fundición en metales duros, sino también para el trabajo de deformación en metales blandos y terminación en todos

los tipos de objetos, ya sean utilitarios u ornamentales. El trabajo experimental permitió, además, reevaluar el potencial utilitario de la gran variedad morfológica y de tamaños de los artefactos líticos del taller.

El enfoque funcional de base microscópica, por su parte, resultó ser una excelente técnica de análisis con la que se pudo corroborar la presencia de toda una serie de trazas y residuos distribuidos en variadas morfologías de artefactos líticos arqueológicos, así como su comparación con algunos de los generados experimentalmente. Solo ahora podemos afirmar, basados en la evidencia, de que efectivamente los artefactos líticos del taller formaron parte del proceso de producción de piezas de metal, entendiendo que su morfología y tamaños generales pudieron muy bien adecuarse a las distintas etapas de trabajo que forman parte del proceso de producción de bienes metálicos. Sin embargo, aún no está del todo claro el cómo lo hicieron en *todos* los casos artefactuales observados, cómo se ajustan sus variadas morfologías a las funciones que pudieron haber desempeñado y cómo se articula ello con los patrones de rastros registrados en las piezas arqueológicas. Sin lugar a dudas, hemos comenzado a arrojar algo de luz en la comprensión al reconocer claras similitudes entre algunos patrones de rastros en piezas arqueológicas y en artefactos experimentales generados a partir de trabajos de pulido y laminado, actividades siempre presentes en la producción metalúrgica andina (Lechtman 1976, 1980; Tarragó *et al.* 2010; González 2004).

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer profundamente a la Universidad de Buenos Aires que apoyó esta investigación y permitió su financiamiento por medio de una beca UBACyT doctoral (2015-2020). También queremos agradecer especialmente a la Dra. M. Tarragó por el asesoramiento y por proponer este tema de investigación. Al ingeniero H. de Rosa por todo el apoyo y asesoramiento prestado en el transcurso de los trabajos experimentales, así como también a la ingeniera M. Pichipil, ambos directores del Grupo de Arqueometalurgia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. Al doctor M. Cardillo por la talla experimental de los martillos y su asesoramiento y entusiasmo. A la doctora F. Becerra por todo el asesoramiento en lo relativo a los estudios

arqueométricos vinculados a esta investigación. Al Centro Austral de Investigaciones Científicas por brindarnos las instalaciones y el equipamiento necesario para poder llevar adelante los estudios tecnofuncionales de los artefactos y la parte inicial de los trabajos experimentales. Finalmente, pero no menos importante, al Instituto de las Culturas y a M. Lamami por la ayuda brindada.

BIBLIOGRAFÍA

Angiorama, C.

1995. La metalurgia del Período Formativo: el proceso de producción de objetos de metal en Condorhuasi-Alamito. *Cuadernos del Instituto de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 16: 237-260.

2004. Estudio de objetos de oro prehispánicos procedentes de Los Amarillos (Jujuy, Argentina). *Anejos de Archivo Español de Arqueología*, XXXII: 149-156.

Baena, J.

1997. Arqueología experimental, algo más que un juego. *Boletín de Arqueología Experimental* (1): 2-5.

Carcedo de Mufarech, P.

1998. Instrumentos líticos y de metal utilizados en la manufactura de piezas metálicas conservadas en museos. *Boletín Museo del Oro* 44-45: 241-270.

Gaál, E.

2011. Un acercamiento preliminar al estudio de la base local de recursos líticos y al análisis artefactual en el poblado arqueológico de Rincón Chico (período Tardío), valle de Yocavil, Catamarca. *Comechingonia Virtual. Revista Electrónica de Arqueología* 5 (1):1-38.

2014. Decisiones tecnológicas y producción lítica en el sur del valle de Yocavil, (provincia de Catamarca). Un estudio comparativo de conjuntos artefactuales tempranos y tardíos. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Gaál, E. y A. Chesini-Remic

2020. Trabajo experimental en metales mediante el uso de artefactos líticos. Posibles implicancias para el taller metalúrgico de Rincón Chico 15 (sur del valle de Yocavil, prov. de Catamarca). *Revista del Museo de Antropología* 13 (1): 171-176.

Gluzman, G.

2011. Producción metalúrgica y dinámica social en noroeste argentino (siglos XIII a XVII DC). Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

González, A. R.

1979. Precolumbian metallurgy of Northwest Argentina. Historical development and cultural process. En E. Benson (ed.), *Precolumbian Metallurgy of South America*: 133-202. Washington D.C., Dumbarton Oaks,

González, L.

2001. Tecnología y dinámica social. La producción metalúrgica prehispánica en el noroeste argentino. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

2004. *Bronces sin nombre. La metalurgia prehispánica en el noroeste argentino*. Buenos Aires: Ediciones Fundación CEPPA.

Greco, C.

2012. Integración de datos arqueológicos, radiocarbónicos, y geofísicos para la construcción de una cronología de Yocavil y alrededores. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

Lechtman, H.

1976. A Metallurgical Site Survey in the Peruvian Andes. *Journal of Field Archaeology* 3 (1): 1-42.

1980. The Central Andes: Metallurgy without iron. En Wertime T. and Muhly J. (eds.), *The Coming of the Age of Iron: 267-334*. New Haven: Yale University Press.

Mansur-Franchomme, M. E.

1987. *El análisis funcional de artefactos líticos. Cuadernos. Serie Técnica 1*. Instituto Nacional de Antropología. Buenos Aires.

Otero, C.

2013. Producción, usos y circulación de bienes en el Pucará de Tilcara (Quebrada de Humahuaca, Jujuy). Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires.

Scattolin, M.C., M. Bugliani y L. Cortes

2010. Una máscara de cobre de tres mil años. Estudios arqueometalúrgicos y comparaciones regionales. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 15 (1): 25-46.

Tarragó, M.

1998. El patrimonio del valle de Santa María en peligro. En *50 años de aportes al desarrollo y consolidación de la antropología argentina. Homenaje a Alberto Rex González: 205-253*. Buenos Aires. Facultad de Filosofía y Letras. Fundación Argentina de Antropología.

Tarragó, M. N., L. González, G. Ávalos y M. Lamami

2010. Oro de los señores. La tumba 11 de la Isla de Tilcara (Jujuy, Noroeste argentino). Estudios arqueometalúrgicos y comparaciones regionales. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 15 (2): 47-63.