

UTILIZACIÓN DEL ANÁLISIS POR ACTIVACIÓN NEUTRÓNICA EN EL ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO DE CERÁMICAS DE CATAMARCA

Plá, R.R.¹, Ratto, N.R.², Moreno, M.A.¹

1. Comisión Nacional de Energía Atómica, Centro Atómico Ezeiza, Unidad de Actividad Radioquímica, Grupo Técnicas Analíticas Nucleares
2. Escuela de Arqueología, Universidad Nacional de Catamarca

Este trabajo presenta el estado actual del Contrato de Investigación OIEA ARG 9393 “Estudios de procedencia de materia prima y artefactos cerámicos utilizando Análisis por Activación Neutrónica Instrumental: relaciones sociales prehispánicas entre Puna y valles mesotermiales (Chaschuil, Tinogasta, Catamarca, Argentina)”. Además forma parte del proyecto marco de la Escuela de Arqueología de la Universidad de Catamarca: “Proyecto Arqueológico Chaschuil”.

El objetivo general del proyecto es estudiar la procedencia de materias primas cerámicas utilizadas en la manufactura de artefactos, mediante la caracterización elemental por Análisis por Activación Neutrónica Instrumental (AANI). Se ha planteado que en el pasado, las quebradas internas servían de corredor principal para comunicación e intercambio de recursos, energía e información, pudiendo aquellos lugares con mayor densidad de artefactos, haber servido como nodos de una red regional. Los resultados permitirán la discusión y modelización de las relaciones sociales prehispánicas en la región sud occidental de Catamarca, especialmente entre Puna y valles mesotermiales, localizados a 350-4200 y 1500 msnm respectivamente.

Las áreas muestreadas incluyen la cuenca superior del Chaschuil y el Bolsón de Fiambalá, especialmente Guanchín, la Troya y Los Puestos. Las muestras de Chaschuil y La Troya fueron analizadas durante 1998, mientras que las de Guanchín y Los Puestos, lo están siendo actualmente. También se hicieron excavaciones sistemáticas en sitios arqueológicos de Puna, para recuperar tiestos estratificados.

Se realizaron estudios comparativos sobre muestras de tiestos y materias primas recolectadas en Puna y valles mesotermiales. Estos estudios incluyeron comparaciones de densidad de frecuencia y relaciones de dispersión de material cultural y estudios de disponibilidad, plasticidad, trabajabilidad y fracciones texturales. Finalmente, se realizaron análisis tecnológicos de material cerámico proveniente de la región de Chaschuil y el Bolsón de Fiambalá, utilizando lupa binocular y cortes delgados. Las muestras analizadas fueron: 474 tiestos de sitios superficiales de Chaschuil (Puna), 162 tiestos de sitios estratificados de la misma región y 1263 tiestos de sitios superficiales del Bolsón de Fiambalá (valle mesotermal).

En base a estos estudios se seleccionó un conjunto de muestras (N=338) para su caracterización elemental por AANI. Un subconjunto de 129 muestras será analizado durante 1999. Las arcillas fueron disgregadas en un mortero de ágata, mientras que para los tiestos cerámicos se probaron dos métodos de preparación alternativos. Ambos tuvieron un primer paso de limpieza de la superficie por raspado y descarte del polvo resultante. A continuación, la pieza fue molida en mortero de ágata o se obtuvo una muestra por perforación lateral, con un taladro con mecha de carburo de tungsteno. Las

muestras obtenidas, siguiendo cualquiera de estos procedimientos, fueron secadas en estufa a 105°C, durante 24 horas.

Para AANI, se utilizaron masas de aproximadamente 100 mg de muestra, las cuales fueron selladas en ampollas de cuarzo y colocadas en cápsulas de aluminio, junto con materiales de referencia, para su irradiación. Las irradiaciones fueron realizadas en el reactor RA-3 (flujo térmico $3.10^{13} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 4,5 Mw) del Centro Atómico Ezeiza, durante 5 horas. Luego de siete y treinta días de decaimiento, se realizaron dos mediciones para la determinación de 22 elementos: As, Ba, Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Gd, Hf, La, Lu, Nd, Rb, Sb, Sc, Sm, Ta, Tb, Th, U e Yb. Se utilizaron detectores de Ge HP (eficiencia 30 % y resolución 1,8 keV para el pico de 1332,5 keV del Co-60) acoplados a un multicanal Canberra serie 85; para el cálculo de concentraciones se utilizó un programa (SPEC 85) desarrollado en el laboratorio. También se empleó un módulo buffer analizador multicanal Ortec 919 y el programa Gamma Vision de adquisición de espectros. En este caso las concentraciones fueron calculadas con un nuevo programa, también desarrollado en el laboratorio, cuyos resultados fueron contrastados con aquellos del SPEC 85.

Los resultados analíticos pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Se analizaron distintas muestras para investigar la influencia de los métodos de preparación sobre los resultados de concentración. Se escogieron aquellos tiestos lo suficientemente grandes, como para poder aplicar ambos tipos de preparación. Para la perforación con taladro, se observaron diferencias en las concentraciones de varios elementos en casi todas las muestras, especialmente para el Co, cuyos valores se duplicaron con respecto a los obtenidos moliendo en mortero. Estas diferencias mostraron la necesidad de optar por un solo método para el procesamiento de todas las muestras del proyecto. Debido a que la mayoría de los tiestos a analizar eran de muy pequeño tamaño, con dificultades para la aplicación del taladro, se eligió la molienda en mortero.
- Se analizaron 22 muestras de arcilla (18 de valle y 4 de Puna), 195 tiestos del área de Puna de Chaschuil (71 de superficie y 124 estratificados) y 14 cerámicas del área de valle de Batungasta. Aproximadamente 10 % de las muestras fueron analizadas por duplicado, con buen acuerdo de los resultados. La reproducibilidad del método fue investigada utilizando materiales de referencia certificados (NIST 1547 Peach Leaves, 2709 San Joaquín Soil y 679 Brick Clay).
- Se organizó una intercomparación basada en el análisis de cinco tiestos, los cuales fueron divididos en cuatro porciones cada uno. Intervinieron los laboratorios de AAN del CAE, del IPEN (San Pablo, Brasil), de la CCHEN (Santiago, Chile) y de la Universidad de Pavía (Italia). Los resultados mostraron buen acuerdo.
- Se evaluó una sub-matriz de datos formada por los resultados analíticos correspondientes a 60 tiestos (46 de Puna y 14 de valle) y 22 arcillas (4 de Puna y 18 de valle). Se utilizaron “scatter plots”, gráficos bivariados, de perfil químico y de patrones de fraccionamiento relativo a condritas. Además se usó análisis de agrupamiento jerárquico, con ligamiento entre grupos y distancia euclidiana cuadrada. Para esto último, no se consideraron aquellos elementos con alto porcentaje de datos faltantes, trabajando con Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, La, Lu, Rb, Sb, Sc, Sm, Th, U e Yb. El dendrograma mostró cuatro agrupamientos o clusters:

- a) Cluster 01: tiestos de Puna (4:46)*, tiestos de valle (3:14), arcillas de Puna (3:4) y arcillas de valle (6:18)
 - b) Cluster 02: tiestos de Puna (40:46), tiestos de valle (10:14) y arcillas de valle (11:18)
 - c) Cluster 03: tiestos de Puna (1:46) y arcillas de valle (1:18)
 - d) Cluster 04: tiestos de Puna (1:46), tiestos de valle (1:14) y arcillas de Puna (1:4)
- Los tiestos en los clusters 03 y 04 también se diferenciaron del resto de las muestras en los análisis de agrupamiento y “scatter plots” realizados por separado, para las matrices de datos de Puna y valle.

Estos análisis complementaron los resultados arqueológicos procedentes de estudios de materia prima y tiestos y del análisis de agrupamiento jerárquico (ligamiento promedio entre grupos y distancia euclidiana) de resultados de composición de antiplásticos para 179 tiestos de Puna y valle.

La evaluación de los resultados analíticos y arqueológicos pone de manifiesto que muestras provenientes de sitios de Puna y valle, distantes 300 km entre sí, aparecen juntas en clusters obtenidos a partir de perfiles químicos y también tecnológicos. Los resultados preliminares muestran la predominancia de la manufactura cerámica en áreas de valle, con distribución de tiestos hacia Puna y valle. Estos resultados están de acuerdo con la hipótesis fundamental de este proyecto. Por último, debe tenerse en cuenta que la incorporación de nuevos datos analíticos podrá reforzar o modificar estos resultados preliminares.

* La notación (4:46) implica 4 muestras sobre un total de 46 tiestos de Puna pertenecen a ese cluster. Lo mismo cabe para el resto de las números citados entre paréntesis, referidos a tiestos y arcillas de Puna y valle, en los distintos clusters.