

UNA APLICACIÓN EXPERIMENTAL DE LA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA EN LA INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA DEL VALLE CENTRAL, COSTA RICA

Licda. Maureen Sánchez P.

Licda. Ana Cecilia Arias Q.

Introducción

El interés de este trabajo es comentar una experiencia basada en la aplicación de la Microscopía Electrónica, como medio para el análisis de microhuellas de manufactura en artefactos cerámicos de sitios arqueológicos del Valle Central de Costa Rica. De paso evaluar la utilidad de la alta tecnología en las investigaciones arqueológicas costarricenses.

La microscopía electrónica, la fluorescencia de rayos X, la activación neutrónica, son ayudas técnicas e instrumentales muy convenientes para la derivación de información en arqueología, su utilización en Costa Rica es relativamente reciente y restringida, sin embargo las inversiones que han sido realizadas demuestran las posibilidades que estos campos técnicos generan a la ciencia y su desarrollo.

La disciplina arqueológica tradicionalmente ha visto en el trabajo cerámico, una vertiente de información importante y ha guiado su interés hacia ella, tratando de solucionar problemas de cronología, de patrones decorativos y de métodos de manufactura,

campo éste sobre el cual se dirige el presente estudio y cuyos resultados se presentan parcialmente. Cabe mencionar que la experiencia aquí expuesta es una derivación de un proyecto mayor, que no solo incluye la aplicación de técnicas sofisticadas sino que también centra su interés, fundamentalmente, en los procesos de trabajo relativos a la producción de la cerámica; los intereses de este proyecto eran ubicar y caracterizar fuentes de arcilla (nombre genérico) en el Valle Central, relacionando estas fuentes con la cerámica precolombina y derivar en forma precisa, los diferentes pasos seguidos en la confección de los artefactos, conformando inicialmente una colección de referencia en este sentido.

Se parte en este trabajo de que la Arqueología debe ser una ciencia social, cuyo conocimiento e interés debe girar entorno al ser humano, individuos y colectividades que tomaron decisiones, que comprendían el mundo de una manera determinada, que mantenían una relación específica con su medio y que concretizaron esa forma de vida en artefactos sitios rasgos que ahora, posibilitan al arqueólogo a realizar una construcción y comprensión más adecuada y precisa sobre esas sociedades del pasado.

I. Los procesos de manufactura en la cerámica antigua: sus posibilidades.

Como se indicó, la cerámica ha sido un elemento sensible en los estudios arqueológicos desarrollados en Costa Rica, constituyendo una línea de evidencia central en todo proyecto. No obstante lo anterior, salvo muy pocos casos, la cerámica ha sido útil para fechamiento relativo, análisis iconográficos y función, enfatizando aspectos a nivel macroscópico, nunca a nivel de la ultra estructura, esto es, utilizando diversas técnicas que nos permite la microscopia electrónica, por ejemplo.

En esta investigación, interesa la cerámica no solo en su dimensión espacio-temporal sino también en sus aspectos de manufactura, en la materia prima utilizada, en sus características morfológicas y estructurales, en fin interesa el proceso de trabajo que se generó a la hora de elaborar artefactos con funciones específicas y formas concretas, para ser empleados como un componente importante de la vida cotidiana de las sociedades antiguas.

Como es claro, el trabajo en barro presenta una de las artesanías más complejas y especializadas desarrolladas por el hombre, la base económica que la sustentaba debió haber sido la agricultura, pues permitía que ciertos sectores de la población se dedicarían a producir bienes primarios y otros a producir artesanías en piedra, en barro, en metales, en madera, en fin una amplia gama de materiales; así como instrumentos de trabajo que eran utilizados en las labores cotidianas de producción y consumo.

Conforme se ha avanzado en el conocimiento sobre las sociedades pretéritas se percibe la enorme riqueza informativa que es posible derivar de los análisis especializados, en este caso, sobre la cerámica, que ya para

los años 1000 a C., sabemos se estaba manufacturando en la región de nuestro estudio, el Valle Central.

Como objetivo central se estableció la documentación de los procesos de trabajo en la cerámica del Valle Central y una vez que avancemos en esto poner a disposición de los artesanos actuales esta información con fines de rescate y revitalización de esta experiencia acumulada por siglos; concretamente respecto a la microscopia electrónica nos interesa evaluar las diferentes técnicas que nos ofrece la microscopia electrónica en los análisis cerámicos. La utilización de la microscopia electrónica nos permite incursionar en dos aspectos fundamentales: estudiar la estructura de partículas de tamaño pequeño, como las arcillas y además avanzar en la identificación propia de las arcillas, detallando las formas y tamaños característicos de las partículas (Fassbender, 1986), además de precisar acciones que desarrollaron los artesanos precolombinos al elaborar los artefactos cerámicos.

Basándonos en lo anterior decidimos cubrir objetivos tales como: identificar el grupo mineralógico al cual pertenecen las arcillas analizadas, contrastar la información derivada del M.E.T. (microscopio electrónico de transmisión) y el M.E.R. (microscopio electrónico de rastreo) con los datos que en su momento suministre la Fluorescencia de Rayos-X; reconocer la evidencia dejada por los distintos pasos de manufactura, documentándola por medio de microfotografías, y evaluar las técnicas y los procedimientos utilizados para la preparación de la muestra ya sea para su análisis en el M.E.T. o en el M.E.R.

Aquí se discute la información relativa a las huellas documentadas por medio de la observación en microscopio electrónico, y algunas consideraciones generales sobre las arcillas que se estudiaron, otros datos serán analizados en trabajos posteriores.

II. Presentación y discusión general

Se escogieron treinta y cinco fragmentos de cerámica antigua, para analizarlos en el M.E.R., los cuales provenían de diversos sitios arqueológicos del Valle Central. Reunían una diversidad de técnicas decorativas como engobe, pintura, inciso fino y grueso, exciso, estampado, pulido, alisado, acanaladura, entre otros.

Los tipos o modos cerámicos de esta "muestra de prueba" corresponden al lapso comprendido entre 300 a.C. hasta los 1550 d.C. (Fases Pavas, Curridabat y Cartago).

En cuanto a la arcilla que iba a ser observada en el M.E.T., la selección de la muestra se determinó por criterios genéricos, se escogieron 7 muestras de arcilla, tamizadas en malla ("mesh") de 325, colectadas en las siguientes localidades: Palo Negro,

Pejibaye, El Cacao, Ochomogo y Llano Grande todas ellas en Cartago; Barranca de Puntarenas y finalmente San Miguel en Grecia.

A. Preparación de muestras de cerámica para microscopía de Rastreo (M.E.R.).

Al estar compuesta la cerámica por distintos tipos de arcilla y desgrasante, fue necesario realizar diferentes pruebas con el material seleccionado, a saber:

- a- colocar la muestra sin cubrir, en forma directa
- b- trabajar con voltajes de aceleración de 10 K.V.
- c- cubrirla con una capa fina de oro.

En los casos anteriores, sobre todo en el primero, teníamos el problema de que la muestra se cargaba inmediatamente, por la

ausencia de elementos conductores, además la resolución era muy pobre. Otras experiencias evidenciaron similares resultados con voltajes de 2 a 10 K.V., (Alfredo Azofeifa, comunicación personal). Luego de estas pruebas se escogió el siguiente procedimiento:

- Lavar manualmente los fragmentos de cerámica antigua.
- Secado en estufa a temperatura de 50 °C por tres horas (dependiendo del tipo de pasta).
- Seccionar y adelgazar el tiesto con una cegueta hasta alcanzar la dimensión de las bases para M.E.R.
- Pegar con goma corriente el fragmento a la base.
- Realizar varios "puentes" con pintura de plata.
- Secar en estufa durante 15 minutos.
- Colocar la muestra en el Evaporador de Alto Vacío (Hitachi HVS-5) y cubrirla con una capa de carbón.
- Pasar la muestra al Cobertor Iónico de platino (Hitachi IB-5), se escogió el de platino pues el grano es más fino que el oro.

B. Procedimiento para microscopía Electrónica de Transmisión. (M.E.T.)

- Las distintas muestras de "arcilla" utilizadas en este caso se tamizaron en malla de 325, asegurando de esta forma que el componente sea únicamente de arcilla.
- Se emplearon rejillas de diferentes "mesh", con una membrana como soporte.

- El polvo de arcilla se depositó en un recipiente con agua destilada, agitando su contenido.
- Segundos después con una pipeta se extrajo parte del líquido depositando una gota sobre las rejillas. posteriormente, se limpió el exceso con un papel filtro.
- Se llevaron las rejillas al evaporador al alto vacío para darles una capa fina de carbón.
- El material se analizó en los M.E.T. Hitachi H - U 12 A y H - 7.000.



Fig. 1. Parte superior presenta zona de engobe y la parte inferior la pasta.

III. ¿Qué se logró?

Considerado el proceso de manufactura en los cerámicos antiguos se han podido determinar en el Microscopio Electrónico de Rastreo las siguientes microhuellas de elaboración:

El engobe: Las etapas de su aplicación en piezas de cerámica se aprecian en las micrografías No. 1, 2 y 3, destacando en las diferentes tomas las capas de engobe y la pasta, así como el hecho de que el artefacto posiblemente fuese sumergido en el engobe y luego levantado, hace que el engobe escurra sobre las paredes como se nota claramente en la electrografía No. 3.



Fig. 2. Corte de la cerámica; área superior y lisa corresponde al engobe, área inferior, pasta granulosa.



Fig. 3. Detalle de la huella producida, posiblemente al escurrir el engobe.



Fig. 4. Patrón de incisos, presenta líneas en su superficie corresponden posiblemente a la huella del alisado.

El alisado: La gran mayoría de las muestras analizadas presentan microhuellas de esta etapa de manufactura. La secuencia de micrografías No. 4 y 5, tomadas a un mismo fragmento de cerámica evidenció un instrumento de borde irregular que no ocasionó en la superficie marcas muy definidas.

Otro ejemplo de este proceso se observa en la micrografía No. 6, caso especial, pues nos encontramos ante una pieza con parte modelada que debe integrarse al cuerpo del artefacto, para lo cual se utilizó una herramienta que dejó sus marcas definidas.

El inciso: La panorámica mostrada en la electrografía No. 4 muestra un patrón de formas geométricas (tipo cerámico conocido como "Bonilla Inciso") resaltadas por incisos. En la micrografía No. 7 las microhuellas indican posiblemente una herramienta de punta irregular.



Fig. 5. Aumento de la huella anteriormente descrita, se observa la marca dejada por un artefacto de borde irregular.

El estampado y la acanaladura: Estas técnicas decorativas se diferencian notablemente, como se observa en la electrografía No. 8, identificado como "estampado de carrizo",

la presión que se ejerció en el instrumento es perpendicular a la instrumento redondeado que deja paredes compactas.



Fig. 6. Líneas o surcos producidos por la acción de alisar la superficie del objeto.



Fig. 8. Estampado de carrizo.



Fig. 7. Líneas bien definidas localizadas en la base del inciso.



Fig. 9. Acanaladura realizada con un instrumento de paredes redondeadas el cual presiona y corta la arcilla.

Sobre las arcillas

Para el caso del reconocimiento de este tipo de partículas, se recurrió como antes se mencionó al M.E.T.

Las identificaciones fueron realizadas por el Geólogo Carlos Rodríguez del Institu-

to Costarricense de Electricidad, éstas se determinaron por paragénesis y gracias a una secuencia de electrografías que se tomaron variando el ángulo de inclinación de la rejilla $+5^\circ$, 0° , -5° en el M.E.T. H.7.000. Los resultados pueden apreciarse en las micrografías No. 10 y 11.



Fig. 10. Agregados ferruginosos perturbando a halositas, muestra procedente de Cartago.



Fig. 11. Se observa predominio de Aloffana con morfología muy típica (esférica). Se localizan además agregados finos de Montmorillonita (informes). Muestra proveniente de Llano Grande, Cartago.

Algunas de las características de los elementos reconocidos se describen a continuación:

Montmorillonita: Se encuentra ampliamente distribuida en los compuestos arcillosos. Se produce como producto de alteración de polvo o ceniza volcánicas y tobas. Es el mayor constituyente de la Bentonita y uno de los primeros minerales de alteración que se forman alrededor de aureolas de depósitos minerales.

Aloffana: Se forma masivamente durante las primeras etapas de alteración y luego de un periodo de resistencia variable determinada por las condiciones ambientales, evolucionan hacia minerales de arcilla cristalinos. Pueden permanecer en el suelo por periodos

que van entre los 3 a 25.000 o más años (Fassbender, 1986 y Carlos Rodríguez, comunicación personal).

Según el geólogo Rodríguez la alofana se define como una solución sólida de sílice, alúmina y agua, sin estructura cristalina ni composición química definida que contiene pequeñas cantidades de base y radicales ácidos:

Halotista: El mineral ocurre en áreas de alteración de lutitas, asociados con diaspora, alunita o gibsita, en capas de arcilla, asociada a la Kaolinita.

Este es un grupo difícil tanto por su nomenclatura, clasificación y particularidades estructurales, morfológicas y genéticas, continúan

siendo fuente de controversias. Su distribución es extensa, conformando un grupo de importancia edafológica.

Kaolinita: Producto de la descomposición de rocas ígneas y metamórficas, particularmente por descomposición de feldespatos. También se encuentra como producto de alteración hidrotermal asociado con depósitos minerales. Se puede formar in situ bajo condiciones tropicales.

Sobre la Fluorescencia de Rayos X

Considerando la importancia de los análisis cualitativos y cuantitativos en la composición de los suelos, en este caso arcillas, se recurrió a métodos muy precisos como la fluorescencia de rayos X (el análisis de las muestras en cuestión fue realizado por el Dr. Alfonso Salazar Mata de la Escuela de Física, de la Universidad de Costa Rica).

La fluorescencia de Rayos X; es un método basado en que, cada elemento químico, al activarse con rayos X, emite rayos secundarios, éstos se registran determinando su valor y las cantidades totales de los elementos que conforman la arcilla (en nuestro caso).

A manera de observaciones el Físico Alfonso Salazar ha considerado los siguientes puntos:

1. Los espectros obtenidos presentan diferencias marcadas en lo que se refiere a los distintos elementos que se hallan en cada muestra.
2. Se concluye así que el estudio de la composición química de las arcillas es un instrumento adecuado para identificarlas y caracterizarlas.
3. La diferencia de las intensidades de los fotopicos se debe a la diferencia en masa de cada una de las muestras

4. Este estudio permite establecer únicamente las diferencias basadas en los elementos presentes en cada muestra, sin considerar su concentración.

IV. Consideraciones Generales

En ningún momento establecemos que la arqueología consiste en la aplicación de estas técnicas sofisticadas, pero sí que la precisión que se logre sobre la información recolectada es fundamental para evitar de ésta manera un acercamiento inadecuado a ese pasado del hombre, objeto de estudio de la arqueología.

Al evaluar los resultados obtenidos podemos resaltar aspectos positivos así como limitaciones.

En primer término consideramos que la participación de diferentes disciplinas (Geología, Bellas Artes, Arqueología), y el equipo técnico-profesional de la Unidad de microscopía, U.C.R., contribuyeron al cumplimiento de los objetivos propuestos.

Para la labor del arqueólogo se requiere estimular y consolidar el trabajo interdisciplinario.

Un hecho que nos preocupó en el desarrollo de este trabajo, fue la preparación del material cerámico previo a la observación en el Microscopio Electrónico de Rastreo.

A pesar de las pruebas que se realizaron hasta ubicar la técnica que describimos con anterioridad, hubo muestras que no soportaban voltajes de aceleración de 10 K.V., el material se cargaba muy rápidamente limitando la observación de microhuellas de manufactura y restando calidad a las micrografías. Por el contrario otros se analizaron sin problema algunos con voltajes de 25 K.V.

Estas variantes pueden deberse a que tratamos con fragmentos de cerámica que provenían de distintas zonas del Valle Central y de diferentes períodos cronológicos por lo que su conformación (pasta y engobes) pueden ser disímiles.

El trabajo si bien ofrece, como puede verse en los resultados, datos muy sugerentes, posee un matiz exploratorio. Estas situaciones se evidencian en el estudio de microhuellas de manufactura, una línea de investigación futura que promete mucho y que deberá contemplar:

- a. Desarrollo de una colección comparativa a nivel macroscópico de huellas de elaboración que permitirá contar con un marco de referencia seguro.
- b. Una vez identificadas las diferentes microhuellas, modernas y antiguas y sus posibles instrumentos de ejecución, se podrá seleccionar una muestra representativa del material cerámico, con modos decorativos típicos en cada fase o período.
- c. Introducir el control cuantitativo tanto para la fluorescencia de Rayos X como para identificación de tipos de arcillas en M.E.T.

Referencias bibliográficas

Arias Quirós, Ana Cecilia, Eva Neff y Carlos Rodríguez. 1989. Informe final del

Proyecto "Arcillas y cerámica en el Valle Central-Vertiente Atlántica: hacia la determinación de procesos de trabajo en la cerámica precolombina". Sección de Arqueología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Arias Quirós, Ana Cecilia y Sergio Chaves Ch. 1991. El acervo precolombino: el trabajo en barro (cerámica). En: *Ciencia y técnica en la construcción del futuro*. Angel Ruiz Z. (editor). Ediciones Guayacán, San José, Costa Rica.

Fassbender, Hans W. 1986. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina: IICA, San José, Costa Rica.

Neff Latorre, Eva. 1990. Cerámica precolombina, proceso de manufactura de artefactos cerámicos monocromos del Valle Central Oriental. Zona de Pejibaye. Tesis de Licenciatura en Artes Plásticas con énfasis en cerámica. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Sánchez Pereira, Maureen. 1989. Estudio ultraestructural de material arqueológico: a-estudio de microhuellas de uso y procesos de manufactura en instrumentos cerámicos del Valle Central (300 a.C.-1500 d.C.). b-morfología del polen de *Zea mays subespecie mexicana*. Trabajo desarrollado en el VIII Curso Regional de microscopía Electrónica, Unidad de microscopía Electrónica, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.