

V. Análisis por activación de neutrones  
de la cerámica de El Mirador

El análisis composicional de la cerámica es un poderoso instrumento para explorar la naturaleza de la comunicación y el intercambio entre sitios arqueológicos. Por medio de técnicas como el análisis por activación de neutrones, podemos identificar ahora hasta las diferencias más pequeñas en la composición química de las pastas.<sup>1</sup> Se extrae del núcleo de un tiesto una pequeña muestra de polvo de la pasta utilizando un taladro, luego se pulveriza la muestra y se irradia por el bombardeo de neutrones. Las partículas radioactivas específicas emitidas de la muestra son luego contadas, lo que permite identificar hasta los menores elementos de la pasta original. Por medio de la comparación en el rango total de pastas en el sitio y de otros lugares ya probados, usando un tratamiento estadístico riguroso (incluyendo correlaciones, análisis de grupo y análisis eliminatorio), es posible distinguir entre las pastas locales y las foráneas. En muchos casos de cerámicas importadas, también es posible identificar la fuente conocida del barro o, por lo menos, identificar la región geológica de su derivación. Como resultado, podemos trazar los patrones del intercambio antiguo de la cerámica, rutas comerciales que a menudo transmitieron otras influencias (políticas, económicas e ideológicas).

La colección de cerámica de El Mirador ofreció una oportunidad importante para tales estudios. Como centro avanzado del período preclásico, muestra evidencia abundante de los contactos extendidos en la iconografía, los materiales líticos importados --especialmente la obsidiana-- y los rasgos estilísticos en la arquitectura monumental y el arte de estuco compartido con centros distantes, tales como Cerros, Lamanai y Uaxactún.<sup>2</sup>

---

El autor obtuvo su doctorado en antropología de la Southern Illinois University; ahora es arqueólogo investigador en el Conservation Analytical Laboratory, Smithsonian Institution.

<sup>1</sup> E. V. Sayre, A. Murrenjoff y C. F. Weick, *The Non-destructive Analysis of Ancient Potsherds through Neutron Activation* (Upton: Brookhaven National Laboratory, 1958); Ronald Bishop, "Aspects of Ceramic Compositional Modeling", en *Models and Methods in Regional Exchange*, R. E. Fray, ed. (Washington, D.C.: Society for American Archaeology, 1980), pp. 47-66.

<sup>2</sup> David A. Freidel, "Culture Areas and Interaction Spheres", *American Antiquity* 44 (1979): 36-54.

La cerámica es intrigante a causa de la presencia del tipo Usulután, de imitaciones del tipo Usulután y el llamado tipo goteado, así como otras cerámicas que muestran rasgos compartidos con Yucatán, al norte, y las tierras altas al sur. Al aplicar pruebas técnicas de este tipo para determinar si su arcilla era local o foránea, pudimos definir adicionalmente el contexto interregional del centro preclásico.

En el período clásico tardío El Mirador también tiene una colección de cerámica que muestra ciertos elementos interregionales. El polícromo Zacatel y otros estilos polícromos son compartidos por El Mirador y sus vecinos más afluentes del sur y del este. El importante y controversial polícromo "estilo código" también se encuentra en El Mirador, habiéndose sugerido que tiene su origen en esta parte de El Petén. El análisis por activación de neutrones de los tiestos estilo código recobrados de desechos domésticos (excavaciones controladas y seguras) proporcionó al proyecto de Harvard una oportunidad de ayudar a resolver la cuestión del centro de manufactura de este tipo. Entre los tiestos esparcidos de la fase Tepeu 3 que se encuentran esporádicamente en la superficie del sitio también se incluyeron algunos tiestos de la importante cerámica anaranjada fina. Esta cerámica prometía ayudar a definir las influencias que actuaron en la terminación de la ocupación del período clásico de El Mirador.

Los estudios extensivos por activación de neutrones abarcaron pruebas en centenares de tiestos. El bombardeo y el conteo de la mayoría de las muestras se completó en el Brookhaven National Laboratory bajo el respaldo financiero y patrocinio del Department of Energy de los EE. UU. y el Maya Ceramics and Jade Project del Museum of Fine Arts, Boston. Sin embargo, apenas ha comenzado la evaluación estadística de estas muestras. Solamente se ha analizado estadísticamente una porción de las muestras y sólo en base a estas puede informarse aquí. Estos hallazgos nos proporcionan varios resultados preliminares intrigantes y algunas indicaciones de las posibilidades de los análisis finales.

### **Tratamiento**

En la irradiación de neutrones y el análisis subsecuente del espectro gamma se siguieron los procedimientos de rutina. Solamente presentamos un resumen de los pasos analíticos pues recientemente se ha publicado una

descripción detallada.<sup>3</sup> Se perforó la superficie en el borde limpio de un tiesto con un taladro de carburo-tungsteno, y se removieron alrededor de 200 miligramos de la pasta de la cerámica. Luego se tomaron cuarenta miligramos de polvo seco homogeneizado de cuarzo fundido de alta pureza para irradiación y se pesaron con precisión. Incluida en cada activación había seis ejemplares U.S.G.S. de rocas estándares contra las cuales se determinaron las concentraciones finales elementales. Los ejemplares y estándares se irradiaron por dieciseis horas en el Brookhaven High Flux Beam Reactor a flujos de  $1.8 \times 10^{13}$  neutrones por centímetro segundo. Después de un período de enfriamiento de nueve días, se contabilizaron los ejemplares usando un analizador Nuclear Data 2400 4095 (canales de altura de pulso), unido con un detector Princeton Gammatech Ga-Li, capaz de una resolución de 1.82 Kev en Cobalto-60. Los valores máximos confiables fueron obtenidos para los elementos Rb, Cs, Ba, Sc, La, Ca, Eu, Lu, Hf, Th, Cr, Fe, Co, Sm y Yb.

#### La muestra

La matriz inicial de datos, que comprende la cerámica con desgrasantes de carbonato y ceniza volcánica de El Mirador, se sometió a un análisis jerárquico de grupo. Resultaron varios grupos que tienden a reflejar los diferentes tipos (o cantidades) de desgrasantes. Un grupo grande incluyó los ejemplares de Carmelita inciso, Nanzal rojo y Chinja impreso --tipos que se supuso, por sus características y abundancia, de haber sido de fabricación local. Había también ejemplares en la muestra de Zacatel crema polícromo, incluyendo cerámica pintada al estilo códice.

El Zacatel polícromo crema, aunque se asemeja a la cerámica local, parece ser un poco divergente. Lo que quizás estamos viendo en esta etapa preliminar del análisis de datos es una arcilla "regional" en vez de una caracterización composicional del sitio específico. Este modelo composicional regional, entonces, incluirá el o los sitios específicos que hacían la cerámica códice. Tal perspectiva regional nos permite considerar la cerámica de El Mirador en una escala más extensa, como las diferencias entre las tierras altas y las tierras bajas.

---

3 Ronald Bishop, G. Harbottle y E. V. Sayre, "Chemical and Mathematical Procedures Employed in the Mayan Fine Paste Ceramic Project", en *Analyses of Fine Paste Ceramics, Excavations at Seibal*, J. Sabloff, ed. (Cambridge: Peabody Museum of Archaeology and Ethnography, 1982), pp. 272-82.

### Análisis estadísticos

El análisis jerárquico del grupo variante provee una descripción adecuada de las relaciones composicionales de la cerámica. Una razón de la distorsión potencial es la confianza en la magnitud absoluta de las medidas. Así, una sola concentración elemental anómala tendrá la tendencia a exagerar la disimilitud de los especímenes. Una segunda razón de la distorsión es más sutil y se refiere a la intercorrelación elemental. Se ha hecho notar por algún tiempo que pares de elementos pueden estar altamente correlacionados como resultado de propiedades químicas similares; aun las correlaciones mayores de 0.90 no son extraordinarias.<sup>4</sup> Los datos, por lo tanto, violan el requisito euclidiano del espacio de la independencia de las variables.<sup>5</sup> Para grupos más grandes, pueden emplearse procedimientos estadísticos más rigurosos, incluyendo dos que aprovechan la cantidad e información contenida en las correlaciones elementales. Usando el programa ADCORR de Brookhaven, se calculó una matriz de variación/covariación de un grupo individual al igual que el grupo multidimensional centroide.<sup>6</sup> Se calcularon las distancias Mahalanobis del centroide de todos los ejemplares, así como la probabilidad de que el ejemplar haya sido miembro de ese grupo, dada su distancia del centroide. Estas probabilidades se basan en Hottellings T, una extensión multivariante de Student's T, balanceando así por cualquier incertitud inherente de la muestra, como sucede cuando se trabaja con un pequeño número de ejemplares. Se toman precauciones, por lo tanto, contra la probabilidad de similaridad que no sea auténtica en el ejemplar.

El vector característico (propio) de la variación/covariación de la matriz del grupo también provee una descripción de la distribución del grupo del cual se ha removido toda la correlación. Estos vectores constituyen una nueva serie de ejes coordenados que de ninguna manera altera

---

4 G. Harbottle, "Neutron Activation Analysis of Potsherds from Knossos and Mycenne", *Archaeology* 12 (1970): 23-34; D. Brooks, A. M. Bieber, Jr., G. Harbottle y E. V. Sayre, "Biblical Studies through Activation Analysis of Ancient Pottery", en *Archaeological Chemistry*, C. W. Beck, ed. (Washington, D.C.: American Chemical Society, 1974), pp. 48-80.

5 R. E. Blacklith y R. A. Reyment, *Multivariate Morphometrics* (New York: Academic Press, 1971).

6 El programa se describe en E. V. Sayre, ADCORR (Upton: Brookhaven National Laboratory, 1973); y E. V. Sayre, *Brookhaven Procedures for Statistical Analysis of Multivariate Archaeometric Data* (Upton: Brookhaven National Laboratory, 1973).

las posiciones relativas de los puntos de los datos; solamente se ha trasladado el origen de los vectores al centroide del grupo y las direcciones de los vectores se orientaron hacia las variaciones máximas y mínimas dentro del grupo. Cada espécimen puede definirse ahora por coordenadas obtenidas por la proyección de los puntos de los datos en los vectores característicos. En adición, si cada una de las coordenadas características de vector para un ejemplar es dividida por la raíz cuadrada de la variación característica (o sea, el vector propio), resultarán una serie de coordenadas uniformadas que definirán un vector uniformado del

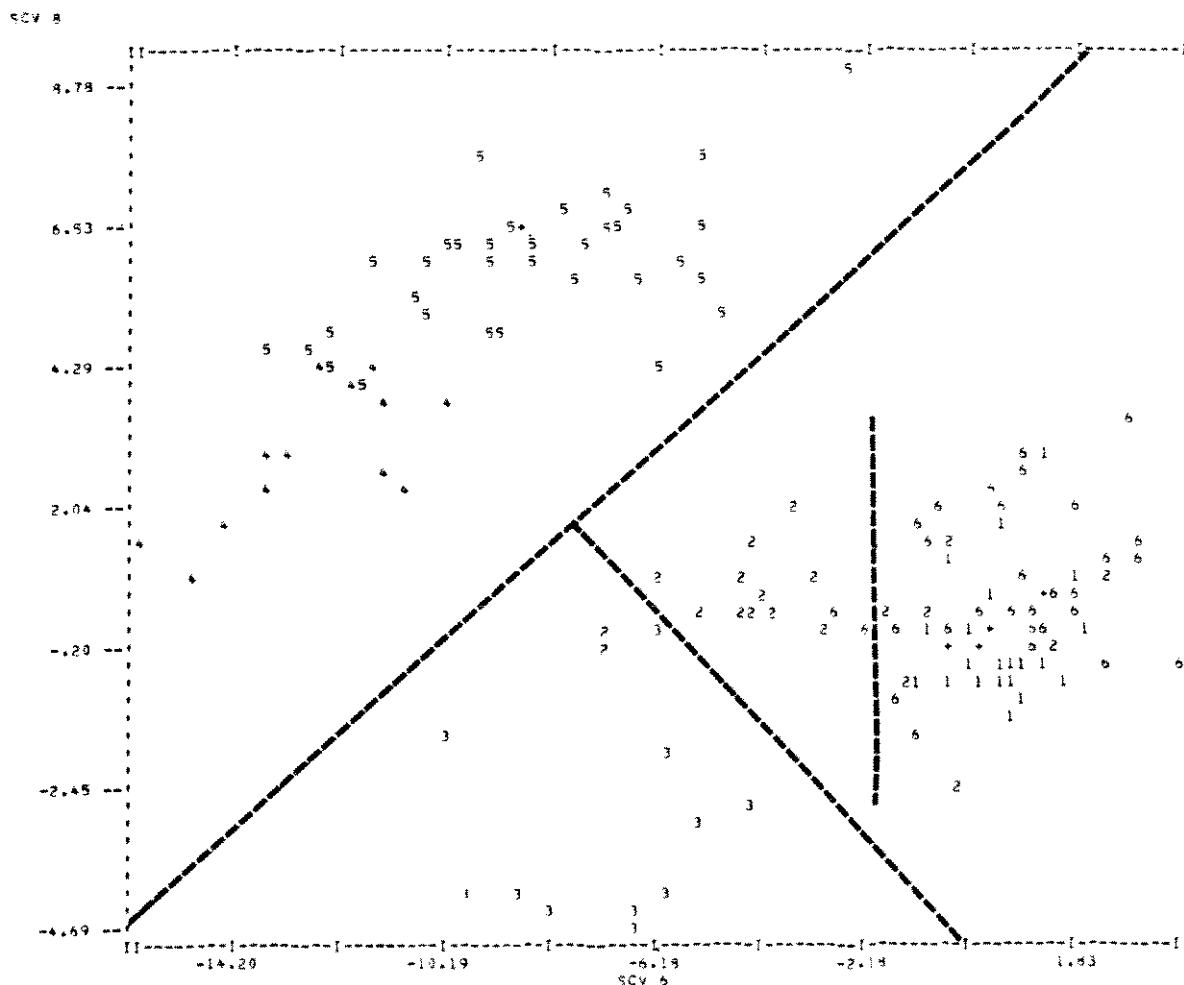


Figura 52. Análisis estadístico multivariante de unas muestras activadas por neutrones.

centroide al punto del dato; la longitud del vector es ahora la distancia euclidiana dividida por la desviación estándar del grupo en esa dirección. Estos ejes ahora pueden usarse para ilustrar las relaciones entre los ejemplares en El Mirador.

### Los resultados

Se añadieron líneas punteadas en la Figura 52 para llamar la atención hacia las unidades específicas. No olvidemos que este diagrama bivariante representa solamente dos de las quince dimensiones en los datos, así que el traslape de los dos grupos que se ve en esta figura no puede llevarse a cabo en las otras dimensiones. Es la relación multivariante de estadística el indicador principal de la calidad de miembro del grupo.

En la figura 52, el grupo de referencia que representa la cerámica fabricada localmente en la región, se denota con el símbolo 1. El polícromo Zacatel crema, incluyendo la cerámica del estilo códice, se representa igual que los ejemplares de la cerámica adicional del estilo códice, con el símbolo 6.

El grupo mostrado con el símbolo 2, más abajo en el vector 6, incluye la cerámica preclásica goteada y algunas de las imitaciones de Usulután de las tierras bajas. También contiene cuatro ejemplares del grupo sierra rojo de El Mirador. Así que este grupo puede representar una composición local con desgrasante de carbonato del período preclásico que, naturalmente, es diferente de la composición de la arcilla del clásico tardío.

El grupo representado con el símbolo 3 es toda la cerámica sierra rojo que tiene desgrasante de ceniza volcánica. En este momento, podemos solamente notar su composición divergente. Se requiere investigar más los enlaces con otros centros de la región maya.

Se puede decir más del grupo señalado con el símbolo 4 porque estos representan piezas potenciales de comercio de las tierras altas de Guatemala. Esta hipótesis fue confirmada por su estrecha semejanza con los ejemplares indicados por el símbolo 5, nuestro grupo de referencia de Kaminaljuyú. Parece muy probable que los ejemplares de Verbena marfil hayan sido fabricados de los mismos elementos que los de la unidad de Kaminaljuyú. Los otros tipos de Usulután muestran algunas divergencias. No obstante, esto indica la importación directa de Kaminaljuyú y de otras regiones cercanas de las tierras altas de Guatemala hacia El Mirador durante el preclásico.

Finalmente, se incluyeron en nuestro análisis siete ejemplares de cerámica anaranjada fina. Problemas instrumentales hacen necesario que algunos de estos ejemplares se reanalicen nuevamente. Sin embargo, para los

tres ejemplares de Pabellón excavado-modelado pareciera que se importaron a El Mirador de los terrenos aluviales del río La Pasión. Estos ejemplares tienen perfiles composicionales con una probabilidad estadísticamente alta de pertenecer a nuestra unidad de referencia composicional de anaranjada fina comprendida en otros tiestos Pabellón del área maya. Estas

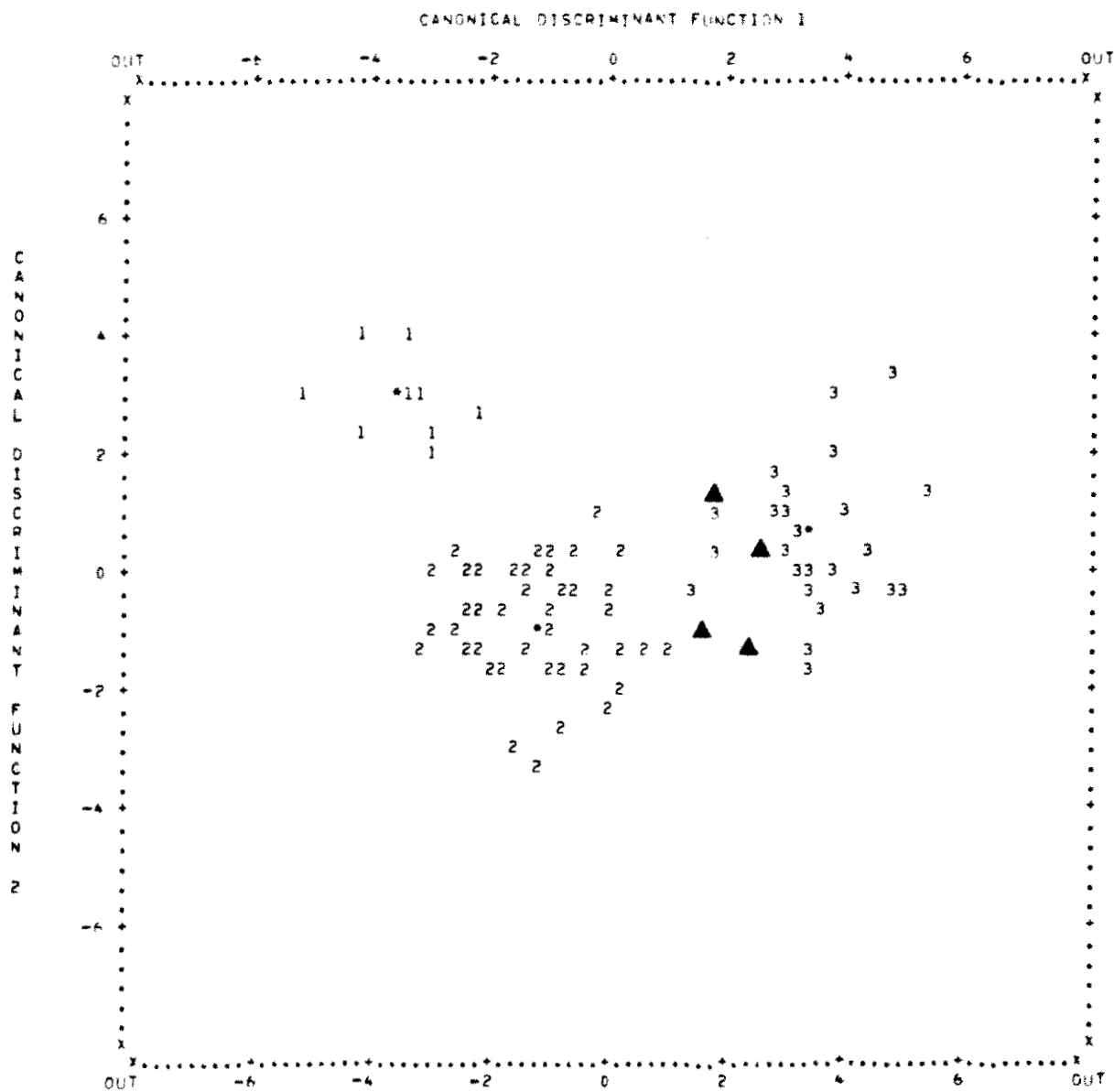


Figura 53. Análisis estadístico de muestras de cerámica anaranjada.

ubicaciones de los ejemplares pueden verse en la Figura 53, en relación a los dos ejes discriminantes (el Grupo 2 representa la cerámica Usumacinta anaranjada fina y la gris fina, mientras que la unidad 1 representa Silho anaranjada fina.<sup>7</sup>

### Conclusiones

Estos resultados confirman y extienden nuestras impresiones respecto a los amplios contactos interregionales de El Mirador durante el período preclásico tardío. Lo más sorprendente es la frecuencia del uso de desgrasante de ceniza volcánica importado de los altos en la cerámica sierra rojo (y, supuestamente, polvo negro y flor crema). Este intercambio de material desgrasante probablemente constituyó un aspecto mayor del intercambio cultural entre las tierras altas y las bajas. La cerámica Usulután de El Mirador consiste en gran medida de imitaciones locales de varias clases de este estilo de los altos, como se anticipó en las clasificaciones de cerámica (ver la Sección III). Sin embargo, algunos ejemplares fueron importados directamente del valle de Guatemala. De nuevo, esto confirma los fuertes enlaces en el comercio de obsidiana, la iconografía y otros rasgos que vinculan Kaminaljuyú y El Mirador, dos grandes centros del período preclásico.

Un milenio más tarde, en el período clásico tardío, la subregión norte de El Petén fue aparentemente centro de manufactura de algunos tipos polícromos ampliamente intercambiados, siendo el más importante el llamado estilo código de cerámica negra sobre color crema. La cerámica Zacatel crema y otros polícromos también parecen haberse producidos en esta región. En contraste, al término de la ocupación de El Mirador durante el Tepeu 3 (aproximadamente 800-900 d.C.), los ejemplares dispersos de anaranjada fina recobrados por nuestro proyecto resultaron todos ser importados de la región Usumacinta a gran distancia al oeste. Esta cerámica foránea confirma las indicaciones muy debatidas de que un grupo ajeno al Petén, maya mexicanizado, se introdujo durante el final de la civilización clásica maya desde las tierras bajas del sur.

Estos resultados representan solamente una visión preliminar de la versión final de nuestros análisis cuando se hayan completado el estudio y comparación estadística de todos los ejemplares. Sin embargo, indican ya la enorme posibilidad para los estudios por activación de neutrones en El

---

<sup>7</sup> Ronald Bishop y Robert Rands, "Maya Fine Paste Ceramics: A Compositional Perspective", en *Analyses of Fine Paste Ceramics*, pp. 283-314.



Mirador y en esta región en general. Las interpretaciones preliminares dadas arriba muestran que este sitio puede entenderse solamente en términos de los nexos mayores interregionales en que El Mirador fue un participante importante. Los estudios en el futuro de estos nexos de intercambio ayudarán a esclarecer la naturaleza compleja de la evolución cultural de los mayas de las tierras bajas.