

LA CONSERVACIÓN INTEGRADA
DE DOS ANILLOS METÁLICOS DE
ORIGEN PREHISPÁNICO: EL CASO
DEL PROYECTO EL SALITRE

• *I. Medina-González* •

RESUMEN

El presente artículo expone el proceso de investigación y conservación de dos anillos metálicos prehispánicos pertenecientes a un conjunto funerario descubierto en terrenos próximos al sitio arqueológico de Tula, Hidalgo. Dicho conjunto consta de una osamenta ósea de un individuo posiblemente femenino y una rica ofrenda con materiales cerámicos de lujo, conchas, teselas de turquesa, joyería en hueso y conglomerados de pigmento. El estudio y tratamiento de los anillos metálicos se ha convertido en la piedra angular del Proyecto de Conservación Arqueológica Integrada de El Salitre, una iniciativa de la CNCPC-INAH que se basa en los principios de planificación estratégica y busca beneficios múltiples en la práctica profesional, particularmente en los campos de formación profesional, avance teórico y técnico, investigación científica, difusión del conocimiento y colaboración interdisciplinaria. Estos componentes han confluído en la aproximación de los anillos, que ha incluido su valoración, análisis físico-químicos y la experimentación con nuevos materiales de intervención. Dichos procesos se discuten en relación a sus resultados y expectativas a futuro.

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

ANTECEDENTES

El presente artículo se centra en las actividades del Proyecto de Conservación Arqueológica Integrada de El Salitre (PRO-CONARQI-S), una iniciativa de la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural (CNCPC) del INAH.

Dicho proyecto busca innovar el campo profesional de la conservación arqueológica mediante una visión integrada que está basada en los principios de planificación estratégica, misma que busca generar beneficios múltiples en los campos de formación profesional, avance teórico y técnico, investigación científica, disseminación del conocimiento, así como de conexión interdisciplinaria e interinstitucional. Su objeto de estudio consta de un conjunto funerario descubierto durante un proyecto de rescate arqueológico que tuvo lugar en un predio de 70 m², ubicado en las proximidades de la zona arqueológica de Tula, Hidalgo (Figura 1).



FIGURA 1. Localización del Predio El Salitre, Tula de Allende, Hidalgo (Tomado de Equihua 2007: 5. Dibujó: Arq. Elizabeth Ojeda)

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

Dicho conjunto consta de una osamenta ósea de un individuo presuntamente de género femenino cubierto de pigmentación roja y azul, la cual fue acompañado por una rica ofrenda compuesta por artefactos de lujo, entre los que destacan turquesas, cerámica tipo Plumbate, material malacológico trabajado, así como joyería en hueso, concha y metal, mismos que denotan una alta jerarquía y, posiblemente vínculos culturales con otras culturas Mesoamericanas del Posclásico Temprano. (Figura 2).



FIGURA 2. Complejo Funerario. Descubierto en el Predio del Salitre (Fotografía: Juan Carlos Equihua, Tomado de Equihua 2007)

Más que describir los resultados del proyecto en general, este artículo se centra en los procesos de estudio y tratamiento de dos anillos metálicos que constituyen los elementos más significativos e importantes de la ofrenda. Dichos procesos se han vuelto la piedra angular del proyecto, que con fundamento en un modelo integrado plantea impactos progresivos y duraderos, beneficios diversificados y de largo alcance.

ORIGEN

El Proyecto de Investigación y Conservación Arqueológica Integrada El Salitre tiene su origen en un proyecto de rescate arqueológico del mismo nombre, el cual fue coordinado en el año del 2003 por el Arqueólogo. Juan Carlos Equihua. Ambas iniciativas reciben su denominación del apelativo del territorio donde tuvieron lugar las acciones de rescate: La Colonia El Salitre, ubicado en el municipio de Tula de Allende, Hidalgo. Los terrenos de esta colonia poseen una larga historia cultural. Se trata de una

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

región lacustre salina que para el Posclásico temprano se había transformado en una serie de conjuntos arquitectónicos habitacionales, de talleres y templos, que constituían uno de los principales barrios de la Gran Tollan (Equihua, 2007).

Las labores de rescate arqueológico fueron ejecutadas dentro de un clásico contexto de desarrollo constructivo urbano. Se siguieron las pautas de excavación estratigráfica lo cual permitió un cabal registro del contexto arqueológico por unidad, así como plantas, cortes y perfiles de los elementos arquitectónicos asociados. Se hizo también un levantamiento sistemático del complejo funerario, cuyos contenidos fueron etiquetados y embolsados para su posterior análisis (Equihua, 2007).

Las presiones a las que es sometida la práctica de la arqueología de salvamento ya han sido analizadas en la literatura, siendo los saldos generalmente poco afortunados, ya que existen particulares limitaciones de tiempo y recursos. En el caso del Proyecto del Salitre, esto significó que no fue posible realizar una excavación intensiva para comprender el contexto arqueológico en su totalidad. Tampoco fue posible

contar con conservadores especializados para la extracción de los materiales. No obstante, privaron criterios precautorios y cuidadosos durante el desarrollo de la excavación, y sobretodo, se contactaron a especialistas del campo de la conservación a la brevedad posible.

A pesar de tales condiciones iniciales, el PRO-CO-NARQI se ha convertido en una de las pocas instancias en las que un proyecto de rescate arqueológico ha sido transformado en un proceso formal de investigación, conservación y difusión, con objetivos informados y coherentes. Se partió de los principios de planificación estratégica, trabajo interdisciplinario y visión a largo plazo para establecer un modelo de práctica que busca contribuir al progreso teórico, metodológico, de investigación, intervención y formación profesional (Figura 3). Gracias a ello, se ha podido avanzar notablemente tanto en el conocimiento del complejo funerario, como en su conservación.



FIGURA 3. Aproximación

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS METÁLICOS -

SOBRE EL HALLAZGO Y LOS ANILLOS METÁLICOS

Una de las principales contribuciones del Proyecto de Salvamento Arqueológico del Salitre fue el hallazgo del entierro de un individuo en posición aparentemente de cucubito dorsal, el cual estaba cubierto en algunas secciones por pigmento azul y rojo. La presencia de ambas coloraciones en un contexto funerario ya son de por sí objeto de interés arqueológico, ya que no se cuenta con ejemplos analógicos en el área cultural tolteca, y posiblemente en el resto de Mesoamérica.

La osamenta estaba acompañada de una rica y compleja ofrenda funeraria, compuesta por materiales cerámicos, lítica, restos malacológicos, joyería en hueso y concha, así como dos artefactos de naturaleza metálica. Entre los primeros se encontraban, además de dos vasijas con pedestal sonaja con decoración en engobe rojo, una jarra efígie tipo plumbate, cuyo cuerpo posee motivos incisos y modelados en forma de un rostro antropomorfo con ornamentación facial en pastillaje. También se encontraron un pequeño malacate decorado, dos navajillas líticas y dos

conchas, cuyas valvas fueron utilizadas para contener cúmulos de pigmento rojo y azul. La joyería de hueso y concha correspondió a un collar mixto de sartales y cuentas redondeadas, los cuales se encontraron alrededor del torso del individuo. Finalmente, a la altura del antebrazo izquierdo de la osamenta, se localizaron dos anillos metálicos (Figura 4). Dichos anillos posiblemente se encontraban en posición de uso en las falanges de la mano derecha del individuo.

Fue precisamente el descubrimiento de los dos anteriores artefactos, la conciencia de su relevancia arqueológica, el reconocimiento de su avanzado estado de corrosión (Figura 5) y la preocupación sobre su futura inestabilidad material lo que llevó al Arqlogo. Equihua a contactar a la CNRPC-INAH. La solicitud fue contar con el apoyo de un conservador de material arqueológico para elaborar un diagnóstico sobre el estado físico de los anillos y con base en ello, plantear posibilidades acerca de su conservación.

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -



FIGURA 4. Planta de Entierro con Elementos de la Ofrenda (Tomado de Equihua 2007, Dibujó. Elizabeth Ojeda)



Figura 5. Anillo 1 con Alta Corrosión (Fotografía: IMG)

II. PROCEDIMIENTO

La solicitud sobre el diagnóstico de conservación fue girada a mi persona en el 2004. Un examen directo a las piezas constituyó la primera etapa en el procedimiento de aproximación al estudio y conservación de los anillos. Posteriormente, con base en los resultados de las observaciones, el análisis de tomas fotográficas, y la consulta de bibliografía especializada en los campos de metalurgia prehispánica, tradiciones funerarias mesoamericanas y arqueología de la región de Tula, se llevó a cabo una valoración de los bienes culturales en cuestión. Esta valoración

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

consistió en una evaluación de la relevancia de los anillos tanto por sí mismos como en relación al hallazgo en su conjunto. Adicionalmente, se evaluaron las alteraciones físico-químicas, formales y estéticas de los artefactos, se elaboró un diagnóstico sobre su estado físico y se planteó una primera propuesta de trabajo (Medina-González 2004).

Cabe mencionar que tanto el diagnóstico de estado físico como la propuesta de trabajo se contrastaron en relación a los resultados de la valoración de los anillos. Con ello se siguieron los preceptos de la Carta de Burra, un documento de avanzada filosofía en materia de conservación, que determina que son precisamente los valores adscritos al patrimonio los que deben determinar la evaluación de deterioro y por tanto, las estrategias para determinar su preservación material e inmaterial.

VALORACIÓN

La valoración se basó en una revisión documental de fuentes bibliográficas de corte antropológico y arqueológico, la observación de la fabricación del

objeto y el análisis de las condiciones de su contexto arqueológico. Como resultado de lo anterior, se desprendieron los siguientes enunciados.

Los anillos del entierro del Salitre constituyen objetos únicos en el acervo metalúrgico Mesoamericano. Efectivamente quien esto escribe desconoce la existencia de objetos análogos –anillos en cobre con decoración–, particularmente en relación al acervo de cultura material tolteca, en el cual las evidencias de naturaleza metálica son muy limitadas. Es importante considerar además otros elementos que confirman su relevancia arqueológica e histórica. La metalurgia surgió relativamente tarde en Mesoamérica. Aparece repentinamente en la región occidental (actuales estados de Jalisco, Nayarit y Michoacán) entre el 600 y 800 d.C., de donde se diseminó después de algunos años a otras geografías del actual México. Aunque con algunas diferencias, Torres y Franco (1997) así como Hosler (2005) han coincidido en asignar dos fases al desarrollo de la metalurgia Mesoamericana. La primera, denominada Temprana, que corresponde al periodo que va desde su introducción hasta 1200 d.C. Esta fase comprendió la

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

manufactura de objetos con decoraciones sencillas elaboradas básicamente con cobre. La segunda, de asignación Tardía, tuvo una duración del 1200 dC a la conquista española (1500s), corresponde a un dominio pleno de la técnica, el cual está ejemplificado por objetos elaborados con mayor composición y diseño, así como un manejo total del proceso de aleación. Torres y Franco (1997) han planteado que con estudios más profundos y objetos mejor fechados sería posible establecer una fase intermedia que iría del 1100 al 1300 de nuestra era. Un dato digno a considerar es que estos investigadores establecen que la metalurgia se desarrolló en el centro de México hasta el 1300 d.C. Por su parte, Hosler (2005) reconoce que hacia el 1200 d.C. se desarrollaron cambios fundamentales en la metalurgia. Sin embargo, esta investigadora ha puesto énfasis en una fecha más temprana, señalando que:

El acontecimiento más significativo que coincide con la introducción de los metales es la caída del imperio de Teotihuacan alrededor de los años 700. Su caída no sólo influye la política en la zona metalífera sino también en otras áreas mesoamericanas Creó

un vacío ideológico y económico. Sabemos que los Teotihuacanos importaron productos marítimos como el Spondylus en gran escala. El colapso del imperio interrumpió este comercio y cabe imaginar que los habitantes de la costa buscaron nuevos mercados, uno de los cuales podía ser el sudamericano. Cuando existen tales vacíos, económicos y políticos, especialmente en sociedades pequeñas con un nivel de cacicazgo –que no poseen la fuerza coercitiva– lo que hace falta son símbolos de poder que afirmen la afiliación con los poderes sobrenaturales. Qué mejor símbolo podría haber que un material completamente nuevo que no se había visto nunca antes. Era un material que poseía propiedades totalmente nuevas: producía tonos que nunca antes se habían escuchado y colores que no se habían visto antes. No nos debe sorprender que se definiera como poderoso y sagrado a un material apto para crear los primeros seres humanos.

Tomando en cuenta lo anterior, se puede concluir que al confirmarse la asociación de los anillos con la cultura Tolteca –cuyo desarrollo comprendió del 800-1200 d.C. (Noguez, 1995) –, significaría que estos

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

artefactos constituyen una de las evidencias de metalurgia más antiguas para el centro de México. Dado que comprenden una decoración compleja, asimismo representan un antecedente de la fase tardía de la metalurgia, y plausiblemente, las muestras más significativas de la fase intermedia. Esta fase intermedia cobra especial significación en relación al surgimiento y florecimiento de la cultura Tolteca, y replantea su papel en el desarrollo de la metalurgia mesoamericana, y de las dinámicas políticas y económicas de la región a partir del colapso Teotihuacano.

Un segundo enunciado de valoración se desprende de la observación de uno de los anillos desde la perspectiva tecnológica. La cara exterior del A2 muestra un efecto en el cual los diseños parecen haber sido conformados a partir de hilos. Sin embargo, la independencia de estos elementos está ausente en la cara interior del elemento. Lo cual deja claro que este artefacto fue elaborado bajo la técnica de fundición de falsa filigrana a la cera perdida (Figura 6). Esta técnica ha sido ampliamente descrita en incontables ocasiones (Duddle 1958; Grinberg 1990; Tapia 1999; Carmona 2002). Fray Bernardino de Sahagún

(1975), cronista del s.XVI, fue uno de los primeros en detallar sus procedimientos, con base en el trabajo realizado por los orfebres de Azcapotzalco. Fechas contemporáneas han sido testigos de varios estudios minuciosos sobre los efectos y causas logrados en cada paso, así como de su evidencia arqueológica. Hosler (2005) señala que es una de las técnicas metalúrgicas más antiguas, ya que se han encontrado diversas muestras de cascabeles elaborados con esta técnica en el occidente de México que pueden datarse entre el 600 y 1200 d.C. Por su parte, Caso documentó su uso en varios objetos de la Tumba 7 de Monte Albán. Otros ejemplos documentados son los cascabeles de cobre procedentes de las Ofrendas del Templo Mayor (Schulze 1997; López-Lujan 1998; Tapia 1999), sobre los cuales se han realizado estudios de arqueometalurgia experimental y análisis elemental (Schulze 2008). Los anillos del entierro del Salitre no sólo conforman elementos constitutivos de esta tradición tecnológica, sino que representan un paso clave en su desarrollo, debido a su datación y asignación cultural.

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -



FIGURA 6. Anillo 2. Elaborado en Falsa Filigrana



A)



B)



C)

FIGURA 7 (abc). Elementos con diseño en forma de S, encontrados en la Tumba 7 de Monte Albán (Tomado de Caso 1969: F9, F104, F114)

Adicionalmente al analizar sus aspectos estilísticos se plantearon cuestionamientos sobre las influencias que podrían haber privado en su manufactura, y particularmente sobre posibles conexiones entre las culturas tolteca y mixteca. El anillo A2 presentaba un diseño en forma de S, identificado como símbolo de dios del Verano Xochipilli, que es analógico al encontrado en objetos rescatados de la famosa Tumba 7 de Monte Albán (Figura 7).

Análisis a la gota realizados por el Quím. Javier Vázquez (ENCRM-INAH) revelaron importantes datos en relación a la composición de los anillos. Se detectó la presencia positiva de contenidos de cobre, aunque no conclusiva sobre la presencia de oro y plata, por lo que quedaba en duda qué tipo de aleación fue empleada para su elaboración. Con base en esta información preliminar se determinó que existían varias interrogantes de interés arqueológico, que no podrían ser disipadas sin un proyecto de investigación de profundidad, cuyos resultados también proveerían información esencial para determinar el tratamiento más adecuado para la conservación de los anillos.

Un tercer punto derivado de la valoración fue

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

que aunque los anillos representaban por sí mismos elementos de gran relevancia, era necesario considerarlos en relación a los demás elementos de la ofrenda. Es decir, que al pertenecer a una ofrenda funeraria, era conveniente que se realizara un proyecto de investigación y conservación para todo el conjunto. Esta visión integrada demandaba entonces que la planeación se extendiera a las necesidades de cada uno de los materiales involucrados tomando en cuenta sus relaciones entre sí y su conceptualización como unidad, es decir, como resultado de un evento arqueológico de gran relevancia en el estudio de la cultura Tolteca.

La valoración llevó a determinar ciertas necesidades a nivel de la planeación. Una de ellas fue que la aproximación al complejo funerario y particularmente a los anillos, demandaba la participación de especialistas de diversas disciplinas particularmente de arqueólogos, conservadores, antropólogos físicos, químicos y especialistas de disciplinas asociadas, cuyos conocimientos, experiencias y metodologías permitieran un acercamiento multifocal a los problemas y cuestionamientos planteados. Esta

intervención multidisciplinaria sólo sería posible, y sobretodo adecuada, si se contaba tanto con una agenda como con una ruta de trabajo consensuada. Fue la suma de los parámetros anteriores la que determinó que la segunda etapa del procedimiento de aproximación al estudio de los anillos metálicos sería enfocada a la investigación, particularmente de materiales constitutivos.

DIAGNÓSTICO DE ESTADO FÍSICO

El diagnóstico del estado físico de los anillos estuvo basado inicialmente en observación directa y microscópica, métodos que permiten identificar algunos efectos de alteración. Dichos efectos fueron posteriormente contrastados con varias hipótesis derivadas de la bibliografía y de la experiencia con el fin de determinar, por un método inductivo informado, cuáles son los procesos, agentes y causas de alteración. Sin embargo, es importante comprender que los fenómenos de alteración en un bien cultural no constituyen en sí mismos deterioros. Un dete-

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

rioro sólo puede identificarse como tal cuando una alteración afecta la expresión de un valor adscrito al artefacto. Por ello, el diagnóstico de estado físico no es sólo un proceso de índole técnico y científico. Es una reflexión de orden conceptual basado en evidencias de distinta naturaleza. Estas premisas son las que fundamentaron el diagnóstico de los anillos del complejo funerario del Salitre.

Un orden de evidencia fundamental en la elaboración de un diagnóstico es el conocimiento sobre los materiales constitutivos de factura. Estos datos permiten establecer algunas hipótesis en relación a los procesos de transformación que pudieron privar en el contexto arqueológico durante el largo periodo durante el cual los anillos permanecieron enterrados como parte de un contexto arqueológico.

El efecto de deterioro más obvio y generalizado en los anillos después de su extracción del contexto arqueológico fue la presencia de un cúmulo considerable de productos de corrosión cubiertos de restos de sedimentos edafológicos. La capa de productos de corrosión, una vez liberada de los sedimentos, presentaba una coloración verde y azul intensa. Ello

confirmaba que la manufactura de los anillos efectivamente había partido de alguna aleación de cobre, ya que este metal es un elemento inestable que suele transformarse en compuestos verde-azules, tales como la Malaquita ($\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$), Azurita ($2\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$), Novelita (CuS) y la Atakamita ($\text{CuCl}_2\cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$) (Plenderleith y Werner 1971; González *et al.* 2001). La formación de estos minerales está asociado a la acción de dos agentes corrosivos: humedad y sales. La presencia de estos agentes en el contexto arqueológico podía confirmarse a partir de fuentes de información independientes.

El propio nombre del sitio –El Salitre– indica la presencia de sales en el subsuelo, cuyo proceso de diseminación y cristalización depende de ciclos de ausencia y presencia de líquido. Informes de excavación denotaban la presencia de altos contenidos de humedad, incluso en el momento mismo de la excavación (Equihua 2007). Además de arcillas y restos de material pétreo, los sedimentos que cubrían los anillos presentaban núcleos blanquecinos, indicativos de la presencia de sales. Análisis a la gota –realizados por el Quim. Javier Vazquez de la ENCRM–

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

dieron resultados positivos en cuanto a la presencia de sales en la matriz del entierro, principalmente de cloruros, sulfatos y carbonatos. Estos aniones efectivamente conforman los minerales de malaquita, azurita y atacamita.

Los procesos de corrosión derivados de la interacción de los cloruros, sulfatos y carbonatos con el cobre son altamente destructivos, ya que su acción es continua, prolongada y progresiva.

Por lo anterior, en este momento fue necesario responder a tres preguntas básicas. La primera era si efectivamente el cobre se encontraba como el principal componente de la aleación. La segunda era averiguar qué otros metales estaban involucrados en la mezcla metálica y en qué proporción. La tercera correspondía a la interrogante de la gravedad del estado de corrosión, en el sentido de la extensión del núcleo sano presente. Dichas interrogantes impulsaron una fase de investigación aplicada.

INVESTIGACIÓN APLICADA

Esta fase contempló la realización de dos tipos de

estudios que prometían resultados óptimos con mínimos recursos y en tiempos reducidos. El primero de ellos correspondió a la técnica de Fluorescencia de Rayos X, un análisis instrumental por medio del cual se obtiene la composición elemental en una región pequeña del objeto analizado (Matteini y Moles 2001). Debido a sus características experimentales, este método no es invasivo, ni destructivo. Por ello, en los últimos años se ha convertido en una de las técnicas más utilizadas para el patrimonio cultural (Ruvalcaba 2004), incluyendo en los estudios de determinación cuantitativa y cualitativa de los componentes de aleación en elementos de orfebrería en la Tumba 7 de Monte Albán (Peñuelas, 2008), así como de cascabeles de cobre procedentes de ofrendas del Templo Mayor (Schulze 1997).

Los análisis de FRX en los anillos del entierro del Salitre fueron llevados a cabo por el Dr. José Luis Ruvalcaba en el Instituto de Física de la UNAM. Resultados iniciales descartaron la presencia de oro y plata, ya sea como parte de la aleación o restos de recubrimiento. Asimismo se confirmó que los anillos se manufacturaron con una aleación de cobre con

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

porcentajes bajos de arsénico. La presencia de esta aleación resultó de mayor interés, por tres razones (Ruvalcaba Com. Pers).

La primera razón es de carácter simbólico y corresponde al significado de la metalurgia y del cobre en la mentalidad prehispánica. Tal y como lo indica Hosler (2005) Xipe Totec, el dios mexica de los orfebres representa el crecimiento y la renovación agrícola y humana: "El metal, y posiblemente las aleaciones, se asociaban con la fertilidad". Por su parte, Falchielli (1999) ha establecido que el cobre, al ser un material fácilmente transformable, se le comparaba con la vida humana y con el renacimiento de los muertos. La aparición de orfebrería en cobre en el entierro del Salitre, por lo tanto, podría haber tenido un sentido de renovación vital a partir de la muerte. Es importante mencionar que los prehispánicos también asociaban al cobre con el ciclo lunar (*ibid*). Debido a ello, y a su tonalidad rojiza, este material se relacionaba con lo femenino (Caso 1969). Ello sería un dato indicativo más sobre el género del individuo enterrado. Además, es claro que por su disposición en el entierro, los anillos tenían la función de adornar

al personaje enterrado. Sin embargo, se ha sugerido que la joyería encontrada en entierros Precolombinos también servía como indicador social en la otra vida. En el caso que nos ocupa, los anillos estarían hablando de un personaje femenino de alto rango, status que se confirma por la riqueza de los otros artefactos ofrendados, particularmente la turquesa y la cerámica tipo plumbate.



FIGURA 8/A

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

La segunda razón del interés en relación a la aleación Cu-As como componentes principales de los anillos es de carácter tecnológico. Mucho se ha discutido sobre si esta aleación es un producto intencional o bien derivado de una contaminación originaria en la mena mineral del cobre (Marechal 1958; Tapia 1999; Ziobrowski, *et al.* 2005). En general, los depósitos de óxidos y carbonatos de cobre suelen estar geológicamente asociados con cantidades menores de minerales que contienen arsénico. Algunos sulfuros son por naturaleza bronce arsenicales como la enargita y la tennantita (Ziobrowski *et al.* 2005). Según Tapia (1999), durante la reducción del metal por el fundido, puede permanecer una pequeña cantidad de arsénico como impureza. Sin embargo, varios autores han tratado de definir la intencionalidad en la producción del bronce arsenical a partir de la proporción del aleante contenido (Coglan 1975; Tylecote 1987; Budd y Ottaway 1991; Rovira Llorens 1991). La mayoría establece que en las aleaciones accidentales no sobrepasan 2% de As. Sin embargo, Lechtman (en Hosler *et al.* 1990), contextualizando su producción en el desarrollo de

la metalurgia andina, ha sugerido que ciertas piezas de bronce arsenical pueden variar en contenidos de As del 0.5 a 7%, siendo su producción derivada de cargas controladas en el horno. Una vez que se cuenten con los espectros finales de las emisiones de la fluorescencia de rayos X será posible determinar si los anillos fueron resultado de un proceso de aleación intencional o no intencional, dato que será de gran importancia para la historia de la metalurgia mesoamericana, particularmente en relación a la incorporación de elementos tecnológicos de la tradición sudamericana (cfr. Hosler 2005).

Un tercer punto derivado del descubrimiento de la aleación Cu-As es el posible origen de los anillos. Como afirma Hosler (*Ibid*), el mineral de arsénico más común en Mesoamérica es la arsenopirita, mismo que se encuentra asociado con minerales de cobre en muchos yacimientos en el occidente de Mesoamérica. Cabe señalar que en la región mesoamericana son poco comunes aquellos minerales de cobre que llevan arsénico, como por ejemplo, la enargita y la tenantita. Por ello, esta investigadora ha planteado que se podía obtener la aleación de

-NOTAS CORROSIVAS-

cobre - arsénico mediante la fundición directa de aquellos minerales con la arsenopirita o sus productos oxidados. Ello indicaría que el origen de los anillos es híbrido, ya que si bien su composición indica influencia de metalurgia tarasca del occidente de México, su estilística corresponde a la tradición mixteca oaxaqueña. De confirmarse dicha hipótesis, se abrirían interesantes interrogantes sobre las relaciones este-oeste de Mesoamérica para el Posclásico temprano, y particularmente sobre el papel que Tula jugó en las mismas.

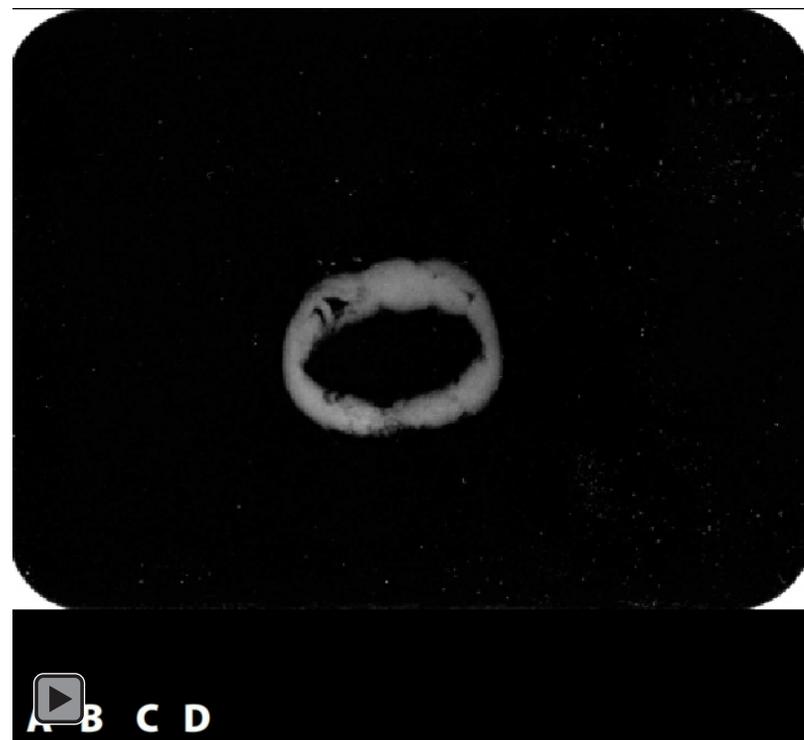
El segundo análisis realizado en la fase experimental fue la radiología, un examen que buscaba despejar dudas en cuanto a la presencia de núcleo metálico sano. Los exámenes radiológicos fueron realizados en la Dirección de Antropología Física del INAH, bajo la supervisión de la Dra. Josefina Bautista, quien ya se encontraba colaborando en la tareas de investigación en relación con la osamenta del individuo del entierro. Se realizaron tomas radiográficas en sentido vertical, horizontal y perpendicular al eje de los anillos, reportándose los siguientes resultados.

menú

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPANICOS -

En el caso del A2, se encontró un núcleo sano en extenso que repetía en su diseño el calado en forma de S en todo su diámetro (Figura 8).

La extensión del núcleo sano en el A1 fue semejante. Sin embargo, en este caso se descubrió que el elemento poseía un calado y protuberancia de diseño en uno de sus vértices (Figura 9).



- ISABEL MEDINA -

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

En conclusión, la fase de investigación permitió definir claramente las potencialidades de los anillos en relación a su significado y relevancia, así como comprender su estado físico en concordancia con los riesgos para su conservación.

Con base en ello se determinó que era necesario proceder a la eliminación de concreciones formadas por sedimentos y productos de corrosión, ya que ello permitiría revelar sus valores, fomentar la investigación y eliminar un proceso de deterioro activo. Asimismo, se decidió realizar un proceso de estabilización, ya que las aleaciones de cobre son inminentemente inestables. Lo anterior se haría por medio de la aplicación de una sustancia de pasivación y la elaboración de un embalaje que sirviera para fomentar su conservación preventiva y manejo.

INTERVENCIÓN DIRECTA

La cuarta fase del procedimiento de aproximación a los anillos del complejo funerario del Salitre estuvo dedicada a su intervención directa. Los tratamientos realizados hasta la fecha han sido los siguientes.

Limpieza superficial. Se realizó una limpieza de los sedimentos de forma mecánica mediante el empleo de pinceles y bisturí. El proceso se llevó a cabo bajo microscopio para un mejor control y con la finalidad de preservar los desechos como muestra para análisis.

Eliminación de productos de corrosión. Un estudio reciente sobre la eliminación de óxidos en los cascabeles en cobre procedentes del Templo Mayor ha concluido que procesos convencionales de eliminación de productos de corrosión, en los que se emplea hexametáfosfato de sodio y sesquiabornato de sodio, no son adecuados (Tapia 1999). Ello se debe a que afectan la apariencia de los objetos, son demasiado agresivos, o bien tóxicos. Alternativamente, se recomienda el uso de tartrato de sodio y potasio a 15% en agua destilada por medio de un proceso de inmersión (*ibid*). A pesar de estas recomendaciones se decidió desechar esta última alternativa de tratamiento para el caso que nos ocupa debido a que el proceso de inmersión no se consideró del todo controlable. Por las mismas razones de seguridad y precautoriedad fueron descartados métodos de limpie-

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

za electroquímicos. Con base en este razonamiento, se decidió emplear un procedimiento alternativo consistente en dos fases. La primera de ellas comprendió la remoción de las capas más superficiales y gruesas de capas de óxidos. Para ello se empleó un material recientemente incorporado en el campo de la restauración, el cual ya se ha empleado en la intervención de otros materiales arqueológicos elaborados en hierro y cobre (Mainou 2008: Comunicación personal). Se trata de un gel distribuido comercialmente con el nombre de Reconos 100, el cual está compuesto principalmente de quitina (*ibid*).

La quitina es un material producido por los invertebrados de acuáticos (Telsaire y Alderete 2008). Se trata de un polímero conformado por unidades de N-acetilglucosamida, exactamente N-Acetil-D-glucos-2-amina (*ibid*). Sus aplicaciones industriales y en el sector agrícola son amplias. Se sabe que la quitina adicionalmente actúa como quelante de metales y removedores de iones metálicos (*ibid*). Parte de sus beneficios es que es material poco contaminante y no tóxico. La quitina es altamente insoluble en agua y en solventes orgánicos debido a los enlaces hidró-



FIGURA. 10. Apariencia del A2 después de tratamientos de eliminación de productos de corrosión. (Fotografía Julio César Martínez Broniuman CNCPC-INAH)

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

geno que presenta la molécula; sin embargo, vuelve soluble en ácidos inorgánicos diluidos cuando pierde el grupo acetilo, convirtiéndose en quitosana. Para el caso que nos ocupa, el gel Reconos representó una alternativa para la eliminación de productos de corrosión debido a sus propiedades quelantes y a su presentación en gel; ya que ello permitía una eliminación controlada de los óxidos, por su poca penetración y porque una vez seco forma una capa que es posible desprender a manera de un proceso de *peeling*.

Los resultados de este proceso fueron satisfactorios, ya que fue posible retirar las capas de óxidos de manera controlada y progresiva. La limpieza se hizo hasta que apareciera el núcleo metálico (Figura 10). En el caso del A2, fue posible recuperar todo el diseño calado. En el A1, este proceso tuvo como resultado la recuperación de un diseño antropomorfo, aparentemente masculino con grandes vírgulas decorando sus extremos. Todavía no se ha concluido el análisis iconográfico (Figura 11).



FIGURA. 11. Apariencia del A1 después de tratamientos de eliminación de productos de corrosión. (Fotografía Julio César Martínez Broniuman CNCPC-INAH)

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

La segunda fase de eliminación de productos de corrosión está en proceso. Inicialmente se pensó llevarla a cabo mediante la aplicación puntual y superficial de tartrato de sodio a 5% en agua destilada, un método convencional para la eliminación de remanentes de óxidos, carbonatos y sulfatos de cobre. Sin embargo, se ha decidido continuar con inmersiones más prolongadas en el gel de Reconos 100, mismas que favorecen el reblandecimiento de los productos de corrosión, que se eliminaron después a partir de una limpieza mixta. Una vez concluida esta fase, se realizará un pulido mecánico con el fin de obtener brillo metálico. Subsecuentemente se llevará a cabo el pasivado de los anillos, con el fin de evitar la formación de nuevos productos de corrosión mediante la formación de una capa de metal poco susceptible a las condiciones ambientales que producen oxidación. Para ello, se ha decidido emplear el método convencional basado en el uso de benzotriazol a 1% en alcohol etílico, un tratamiento que requiere tomar precauciones dada su toxicidad, pero que ha sido reportado con resultados positivos tanto en la literatura como en las experiencias de trabajo en la CNCPC y

la ENCRM INAH (Tapia 1999). Se ha descartado inicialmente la aplicación de una capa de protección. Alternativamente se trabaja en el diseño de un sistema de embalaje que permita la conservación de los anillos y sus valores a partir de medidas de conservación preventiva. Dicho embalaje también facilitara el manejo, traslado, y eventual exhibición de los anillos y el resto del conjunto funerario de el Salitre.

III. RESULTADOS

Por el momento se está concluyendo con el estudio y la intervención de los anillos metálicos, ambos procesos han abierto nuevos interrogantes a resolver en el futuro. En términos de investigación es necesario realizar análisis, concretamente, para determinar el tipo de aleaciones presentes en términos de proporciones, ya que ello puede servir para plantear una hipótesis sobre su origen o influencias tecnológicas que privaron en su manufactura. Conjuntamente con los datos de orden estilístico, ello permitirá reafinar nuestro conocimiento sobre el mundo metalúrgico

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

precolombino y posibles contactos de la urbe Tolteca con otras regiones mesoamericanas. En relación a los tratamientos se plantea realizar una evaluación más profunda de los métodos de limpieza empleados, así como un monitoreo del estado físico de los anillos en su nuevo embalaje. El proyecto de conservación arqueológico integrado de El Salitre propone que estas tareas se conformen en proyectos de seguimiento interdisciplinario, y en su caso, de desarrollo de tesis, para así mantener coherencia con el planteamiento de beneficios múltiples que se ha establecido desde la planificación. El proyecto se encuentra actualmente completando la intervención en otros elementos del conjunto funerario, como parte de un proyecto de tesis de arqueología, con aplicación en el campo de la conservación. Asimismo, se encuentra estableciendo las pautas para encaminar el campo de difusión, ya sea de manera especializada como en el caso de este artículo y una publicación más extensa y comprehensiva. Próximamente se espera asimismo dar cauce a la difusión pública mediante una exhibición itinerante y un catálogo de la misma, tareas que requieren de financiamiento y colaboración interins-

titucional adicional, que hoy en día están en necesidad de gestionarse. Con ello se espera consolidar uno de los elementos más significativos del proyecto, la diseminación de los valores de uno de los complejos funerarios más interesantes de la arqueología mexicana de los últimos tiempos.

AGRADECIMIENTOS

Este Proyecto, así como el presente artículo, han sido posibles gracias a la colaboración de los siguientes profesionales: Arqlogo. Juan Carlos Equihua (Director del Proyecto Arqueológico el Salitre), Dra. Josefina Bautista (Investigadora de la Subdirección de Antropología Física INAH), Dr. José Luis Ruvalcaba, (Instituto de Física de la UNAM), Quim. Javier Vazquez (ENCRM-INAH), Pas. Arqueología. Hilda Patricia Salgado, Pas. Arqueología. Eduardo Tejera, Mtra. Valeria García Vierna (Resturadora Perito de la CNCPC-INAH), Mtra. Pilar Tapia (Profesora de la ENCRM-INAH), y especialmente a la Lic. Luisa Mainou, cuya generosidad en la guía del proceso de limpieza con Reconos 100, ha sido invaluable.

BIBLIOGRAFÍA

CASO, A.

1969 *El Tesoro de Monte Albán*, México, INAH.

BUDD, P. Y B. OTTAWAY

1991 "The properties of arsenical copper alloys: implications for the development of Eneolithic metallurgy", en *Archaeological Sciences*, Oxford, Oxbow Monograph 9 1989:132-142.

COGHLAN, H.

1975 "Notes on the prehistoric metallurgy of copper and bronze in the Old World", en *Occasional Papers on Technology*, Oxford, Pitt Rivers Museum, University of Oxford.

CARMONA, M.

2002 *El Trabajo de Oro de Oaxaca*. Tesis Doctoral. México, Instituto de Investigaciones Filológicas de la UNAM.

DUDDLE, R.

1958 *Manual del Metalista*, Barcelona, Gustavo Gili.

EQUIHUA, J.

2007 *Informe Final. Rescate Arqueológico el Salitre-Tula*. Texto Mecanoescrito Inédito, México, INAH.

FALCHETTI, A.

1999 "El Poder Simbólico de los Metales: La Tumbaga y Las Transformaciones Metalúrgicas", *Boletín de Arqueología* 14:2: 53-82.

FERRETTI, M.

1993 *Scientific Investigations of Works of Art*, Rome, ICCROM.

GONZÁLEZ, C., P. TAPIA Y J. GRANADOS

2001 "Conservación de Metales Arqueológicos", en R. Schneider (ed). *Conservación in situ de Materiales Arqueológicos*. Un Manual, México, INAH.

GRINBERG, C.

1990 *Los Señores de Metal. Minería y Metalurgia Prehispánica*, México: CNCA-Pangea.

HOSLER, D.

1988a "West Mexican Metallurgy: A Technological Chronology" en *Journal of Field Archaeology* 15: 191-217.

2005 "Los Orígenes Andinos de la Metalurgia de la Occidente de México", *Proceedings of the International Congress of Americanists*. Disponible en <http://www/lablaa.org/blaavirtual/publicacionesbanrep/bolmuseo/1997/enjn42/enjn0la.htm>

LÓPEZ-LUJÁN, L.

1993 *Las Ofrendas de Templo Mayor de Tenochtitlan*, México:INAH

- CONSERVACIÓN DE DOS ANILLOS PREHISPÁNICOS -

MATTEINI, M. Y A. MOLES

2001 *Ciencia y Restauración. Método de Investigación*, Sevilla, Nerea.

MEDINA-GONZALEZ, I.

2004 Diagnóstico y Propuesta de Conservación de Dos Anillos Metálicos procedentes del Rescate Arqueológico el Salitre, Estado de Hidalgo. Texto Mecanoescrito Inédito, México, CNCPC-INAH.

NOGUEZ, X.

1995 "La Zona del Altiplano Central en el Posclásico: La Etapa Tolteca", en L. Manzanilla y L. Lopez-Lujan (coord.) *Historia Antigua de México*, México, INAH, II, p.189-224.

PEÑUELAS-GUERRERO, G.

2008 *Caracterización por medio de análisis instrumentales de los materiales constitutivos de la orfebrería de la Tumba 7 de Monte Albán, Oaxaca*, Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía-INAH, México.

PLENDERLEITH, H. Y A. WERNER

1971 *The Conservation of Antiquities and Works of Art*, London, Oxford University Press.

ROVIRA LLORENS, S.

1991 "Metales y aleaciones del antiguo Perú", en *Los Incas y el antiguo Perú: 82-97*, Madrid, Sociedad Estatal Quinto Centenario.

RUVALCABA, J.

2004 "La Pintura de Caballera Vista a Través de las Fluorencia de Rayos X", en *La Materia del Arte*, México, CONACULTA, INAH, INBA, UNAM.

SAHAGÚN, B. DE

1975 *Historia General de las Cosas de la Nueva España*, México, Porrúa.

SCHULZE, N.

1997 *La Ofrenda 20 del Templo Mayor de Tenochtitlan, un análisis económico*. Resumen de la Tesis de Magister presentada a la Universidad de Hamburgo.

2007 *Los Cascabeles del Templo Mayor: decisiones tecnológicas e influencias culturales*. Tesis de Doctorado. Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM.

STANLEY PRICE, N. (ED)

La Conservación en Excavaciones Arqueológicas. GCHCCROM.

TAPIA, P.

1999 *Limpieza de Cobre y Bronce Arqueológicos. Cascabeles del Templo Mayor*, Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, INAH.

TELSAIRE, C. Y J. ALDERETE

- 2008 "Cuando la Solución Viene del Mar", en Énfasis en Alimentación On Line. Disponible en <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/7225-cuando-la-solucion-proviene-del-mar>.

TORRES MONTES, L. Y F. FRANCO

- 1997 "La Metalurgia Tarasca: Producción y Uso de los Metales en Mesoamérica", en E. Nalda (ed). *Temas Mesoamericanos*, 71-100.

TYLOCOTE, R.

- 1987 *The Early History of Metallurgy in Europe*, London, Longman.

ZIOBROWSKY, E., E. CABANILLAS, T. PALACIOS Y L. GONZÁLEZ

- 2005 "Estudio de aleaciones cobre-arsénico"
Consultado en <http://www.lablaa.org/blaavirtual/publicacionesbanrep/bolmuseo/1996/jldi41/jldi07a.htm>