



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS
POSGRADO EN ANTROPOLOGÍA

EL PROCESO DE PRODUCCIÓN METALÚRGICA EN SU CONTEXTO CULTURAL: LOS CASCABELES DE COBRE DEL TEMPLO MAYOR DE TENOCHTITLAN

T E S I S
QUE PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
DOCTOR EN ANTROPOLOGÍA
P R E S E N T A :
N I K L A S S C H U L Z E

TUTOR: DR. LUIS BARBA PINGARRÓN



CIUDAD DE MÉXICO

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicada a Alicia

ÍNDICE

Índice	i
Resumen (en inglés y español)	iii
Agradecimientos	v
<hr/>	
PARTE 1: INTRODUCCIÓN	
<hr/>	
1. Introducción	3
1.1. Antecedentes de este trabajo de investigación	3
1.2. Selección de las colecciones a investigar	6
1.3. Visión general del desarrollo de la investigación	10
2. Los mexicas, el Templo Mayor y las ofrendas	13
3. Planteamiento del problema	29
4. Metodología de investigación	35
<hr/>	
PARTE 2: MARCO TEÓRICO	
<hr/>	
5. Cultura material, ciencias materiales y marco teórico	41
5.1. Arqueología y las dos culturas	42
5.2. Arqueometría es antropología ... ¡o no es nada!	45
5.3. Entre el demonio de Laplace y un pasado fantástico	57
5.4. Decisiones tecnológicas	64
5.5. Resumen	72
<hr/>	
PARTE 3: SÍNTESIS DE INFORMACIÓN	
<hr/>	
6. Metales como materia de trabajo e investigación	77
6.1. Trabajo de los metales	77
6.1.1. Extracción y procesamiento del mineral	78
6.1.1.1. Minerales y sus yacimientos	78
6.1.1.2. Minas, extracción del mineral y talleres de producción	83
6.1.1.3. Desarrollo y uso de hornos	90
6.1.2. Metales, aleaciones y sus propiedades	97
6.1.3. Técnicas de trabajo con los metales	108
6.1.3.1. Técnicas para dar forma	108
6.1.3.2. Junturas	127
6.1.3.3. Tratamiento de superficies	131
6.2. Estado de conservación y análisis de metales	141
6.2.1. Corrosión	141
6.2.2. Análisis de objetos	146
7. Desarrollo de la metalurgia	155
7.1. Esbozo del desarrollo de la metalurgia	156
7.2. El desarrollo en América	159
7.2.1. Norteamérica	165
7.2.2. El Caribe	168
7.2.3. Zona Andina	170
7.2.4. Zona Intermedia	184
7.2.5. Mesoamérica y el suroeste de Estados Unidos	196

PARTE 4: LAS COLECCIONES

8. Descripción y análisis morfológico de las colecciones	235
8.1. La colección del Templo Mayor	240
8.2. La colección de la Bodega de Decomisos	254
9. Los análisis instrumentales	259
9.1. Los análisis de composición de los cascabeles del Templo Mayor	268
9.2. Los análisis de composición de los cascabeles de la Bodega de Decomisos	300
10. Comparación de los cascabeles de las dos colecciones	313
10.1. Análisis morfológico	314
10.2. Análisis instrumental	317

PARTE 5: LA INTERPRETACIÓN

11. Implicaciones ideológicas, económicas, sociales y tecnológicas	323
11.1. El valor ideológico de los metales y cascabeles	324
11.1.1. Los procesos metalúrgicos	328
11.1.2. El significado de los cascabeles	331
11.1.2.1. Significado del metal	332
11.1.2.2. Simbolismo de los cascabeles	342
11.1.2.3. Uso práctico y asociaciones de los cascabeles	370
11.1.2.4. El contexto de hallazgo de los cascabeles del TM	392
11.2. La distribución de los metales: materia prima y vías económicas	401
11.2.1. Las vías económicas	403
11.2.2. Los cascabeles mesoamericanos y los yacimientos de metal	420
11.3. El artesano y el valor social de la metalurgia	444
11.3.1. El metal como indicador de estatus	444
11.3.2. El estatus social del metalurgo	446
11.3.3. La organización del trabajo	449
11.4. El proceso tecnológico: necesidades y posibilidades	468
11.4.1. Las aleaciones	473
11.4.2. El proceso de producción	496
11.4.3. El proceso de postproducción	503

PARTE 6: RESULTADOS Y APORTACIONES

12. Resultados y aportaciones	509
13. Fin ... y un nuevo inicio	525

PARTE 7: REFERENCIAS Y ANEXOS

14. Lista de figuras y tablas	531
15. Bibliografía	539
Anexo I:	La descripción del proceso prehispánico de fundición a la cera perdida del <i>Códice Florentino</i>
Anexo II:	Fotos de las diferentes formas básicas y estados de conservación de los cascabeles del Templo Mayor
Anexo III:	Las bases de datos de los cascabeles (en CD)
Anexo IV:	Asociaciones de los cascabeles en cuatro ofrendas (tomado de Olmo 1999)

SUMMARY

The 3,389 copper (alloy) bells from offerings that were included in the successive building phases of the Late Postclassic Templo Mayor (A.D. 1325 – 1520) in Tenochtitlan (Mexico City) are the result of production processes influenced by ideological, economic, social and technological factors. These influences have left their traces on the material dimension of the objects. Studying the bells, therefore, allows us to improve our understanding of the society that produced them. In the framework of this investigation the bells were analysed at the Templo Mayor museum using the prototype of a portable XRF spectrometer. In order not to damage the bells, the corrosion layer was not removed before irradiation. Although it has to be assumed that the corrosion processes lead to the enrichment of some elements in the oxide layer and to the depletion of others, the detected trends in composition coincide with morphological and / or chronological groupings, each reconfirming the other.

The bells show a compositional signature that clearly differentiates them from those of most other regions in Mesoamerica. The use of special alloys – for example leaded – for the Templo Mayor bells seems to suggest local production. This makes it possible to see the bells as an expression of the conditions that ruled over Late Postclassic Mexica production and society. The differences in the forms and compositions of the bells throughout the consecutive building phases of the temple seem to indicate, however, that these conditions were not immutable. The compositional and morphological variability of the bells in the earlier construction phases of the Templo Mayor suggests the presence of several workshops in or around Tenochtitlan, while the reduction of this spectrum to one main bell type made of copper-tin bronze, points towards a standardization of the production process and a decrease in the number of workshops that supplied the Templo Mayor during later phases.

The compositional and morphological information, as well as the contextual analysis and comparison with other Mesoamerican bells, provide insights as to the bells' symbolism, the mechanisms used to supply the Templo Mayor with offerings, the organization of metalwork and the rationale behind some of the technological choices of the artisans. The changes detected in the bell offerings at the Templo Mayor seem to indicate important shifts in the ideological, economic, social and technological influences on the choices of the artisans in the latter half of the Aztec dominion.

RESUMEN

Los 3,389 cascabeles de cobre y sus aleaciones, procedentes de las ofrendas del postclásico tardío (1325 – 1520 d.C.) incluidas en las sucesivas capas constructivas del Templo Mayor de Tenochtitlan (México D.F.), son el resultado de un proceso productivo influenciado por factores ideológicos, económicos, sociales y tecnológicos. Estas influencias imprimen sus huellas en la dimensión material de los objetos. Estudiar los cascabeles, entonces, nos permite mejorar nuestro entendimiento de la sociedad que los produjo. Por esto se analizaron los cascabeles del museo del Templo Mayor utilizando una unidad de fluorescencia de rayos X (FRX) portátil. Para no dañar los cascabeles no se retiró la capa de corrosión antes de la irradiación de los objetos. Aunque es necesario asumir que los procesos de corrosión llevan a un enriquecimiento de algunos elementos y la pérdida de otros en la capa de óxidos, los resultados analíticos mostraron que las tendencias de composición coinciden con agrupaciones morfológicas y / o cronológicas, con lo cual se confirman mutuamente.

Los cascabeles analizados tienen composiciones que los distinguen claramente de los producidos en otras regiones en Mesoamérica. El uso de aleaciones especiales para los cascabeles del Templo Mayor –por ejemplo con el empleo de plomo– parece indicar una producción local. Eso hace posible ver los cascabeles como producto de las condiciones que reinaron durante el postclásico tardío, y que influenciaron los procesos de producción así como a la sociedad mexicana. Las diferencias en forma y composición de los cascabeles en las consecutivas etapas constructivas del templo parecen indicar, sin embargo, que estas condiciones de producción no fueron inmutables. La variabilidad de morfología y composición de los cascabeles en las etapas constructivas tempranas del Templo Mayor sugieren la presencia de varios talleres en o alrededor de Tenochtitlan, mientras que la reducción de este espectro a una forma principal de cascabel, elaborado en bronce con estaño, señala hacia una estandarización del proceso de producción y una disminución del número de talleres que abastecían el templo en las últimas etapas constructivas.

La información morfológica y composicional, tanto como el análisis contextual y la comparación con otros cascabeles mesoamericanos, permiten vislumbrar el simbolismo de los cascabeles, los mecanismos para abastecer el Templo Mayor con ofrendas, la organización del trabajo de metales y las razones detrás de algunas de las decisiones tecnológicas de los artesanos. Las tendencias detectadas en la morfología y composición de los cascabeles a lo largo del tiempo indican que hubo importantes cambios en las influencias ideológicas, económicas, sociales y tecnológicas sobre las decisiones de los artesanos en la última parte del dominio mexicana.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo aquí presentado no se hubiera podido realizar sin el apoyo de un sinnúmero de personas e instituciones. El contacto con la gran cantidad de personas que acompañaron la investigación de inicio a fin o puntualmente convirtió la investigación en una experiencia agradable y enriquecedora. No todas las personas que me influenciaron o aportaron elementos que resultaron ser de importancia para la tesis pueden ser nombradas aquí por falta de espacio, dado que la idea del proyecto nació en la bodega del museo del Templo Mayor hace más de una década. Esta idea me llevó a Bradford, donde Gerry McDonnell hizo lo que estaba en su poder para enseñarme las bases de la arqueometalurgia.

De regreso en México Luis Barba aceptó la dirección de la tesis aun si el tema, por su contenido 'arqueométrico', en la opinión de algunos no necesariamente tenía cabida en un Instituto de Antropología. Le agradezco mucho su apoyo, paciencia y el respaldo que sentí en cada momento. Los tutores José Luis Ruvalcaba y Miguel Ángel Nicolás Caretta aportaron –cada quién en su campo de especialización– importantes impulsos y acompañaron el proceso de elaboración de la tesis muy de cerca. Las reuniones con los tres siempre resultaron de igual medida informativas y agradables. Ellos llenaron el término 'dirección de tesis' con sentido, rebasando mis expectativas y esperanzas por mucho, y se lo agradezco infinitamente.

Una mención especial merece José Luis Ruvalcaba, que me permitió usar el XRF portátil desarrollado en el IF-UNAM y me enseñó su uso. Invirtió muchas horas para acompañar mis inicialmente muy inseguros pasos en el terreno de los análisis de composición. Miguel Ángel Nicolás Caretta hizo el particular esfuerzo de desplazarse desde San Luis Potosí para poder asistir a las reuniones semestrales. En muchas pláticas antes, durante y después de estas reuniones hizo aportaciones invaluable, especialmente con respecto a las fuentes etnohistóricas y la teoría.

El proyecto entero no hubiera sido posible sin los permisos de revisar las colecciones de la Bodega de Decomisos de la Viga y del Museo del Templo Mayor. Agradezco la confianza del INAH y del Consejo de Investigadores del Templo Mayor. Particularmente quisiera dar las gracias a Juan Alberto Román Berelleza, en aquel momento director del Museo del Templo Mayor, por su apoyo.

También doy las gracias a Ximena Chávez y Fernando Carrizosa del Templo Mayor, quienes son buenos amigos y sin cuyo conocimiento de la bodega y de las vitrinas de exposición del Templo no hubiera localizado ni la mitad de las piezas. Rosi y Silvia no

descansaron hasta no encontrar el último de estos cascabeles en la Bodega del Templo Mayor. María de Lourdes Gallardo Parrodi, y Ricardo Rivera García me dieron acceso a unas piezas en restauración e información de archivo. Leonardo López Luján, Adrián Velázquez Castro, Diego Jiménez Badillo y Álvaro Barrera Rivera siempre tenían sus puertas abiertas y compartieron información e ideas en varias pláticas a lo largo de los años. A todos ellos les agradezco su amistad y paciencia con mis constantes interrogaciones.

Los largos meses de investigación en el Templo Mayor fueron convertidos en un placer por la presencia de un sinnúmero de otros investigadores, trabajadores y guardianes. No haré ni el intento de nombrar todos ellos porque rebasaría el alcance de este documento. Espero que sepan que apreciaba mucho su presencia y que valoro su amistad.

En la Bodega de Decomisos Yanire Martínez me facilitó el acceso a las piezas y me acompañó en el desarrollo de mi metodología de trabajo.

En la UNAM agradezco el apoyo continuo por parte de la administración, específicamente de Luz, Fernanda, Verónica y Tere. También al equipo de la biblioteca del IIA quisiera dar las gracias por su paciencia y constante ayuda. En las instalaciones del Peletrón del IF-UNAM el trabajo no hubiera funcionado igual sin el apoyo de los técnicos Karim López y Francisco J. Jaimes.

A lo largo del proceso varias personas no directamente vinculadas al proyecto facilitaron información u ofrecieron su apoyo con respecto a un paso específico del camino. Muchas gracias a Alfredo López Austin, Gerardo Jiménez Delgado, Scott Simmons, Blanca Maldonado, Ernesto de Jesús Vargas Rodríguez, Gustavo A. Ramírez Castilla, Marcelo Francisco Lugo Licon, Adje Both, Marc Levine y Adam Sellen.

Mi vida con los cascabeles seguramente hubiera sido menos fácil y menos agradable sin el apoyo de las generosas becas que me liberaron de la necesidad de ir a vender cacahuates japoneses en el zócalo de esta ciudad para sobrevivir: UNAM-DGEP y CONACyT (U49839-R).

En las últimas etapas de la tesis Alicia Rosas, Peter Conrad Kröfges, Ariadna Cervera Xicotencatl y Gustavo Delgado leyeron partes o la totalidad del borrador e hicieron comentarios y correcciones. Si la tesis resultó ser legible y coherente es en buena parte mérito de ellos. Sin embargo, los errores que todavía pueden encontrarse en el documento son de mi propia responsabilidad.

A los sinodales Eduardo Matos Moctezuma, Gabriel Espinosa Pineda, Paul Schmidt Schoenberg y Ernesto Vargas Pacheco les agradezco haber aceptado participar en el proceso de evaluación de mi tesis. También les agradezco sus atentos y acertados comentarios.

De manera más personal quisiera agradecer las largas horas de pláticas sobre temas relacionados con la investigación a Alicia, Peco, Ari, Tenoch y (desde lejos) Thomas. Todos ellos, en conjunto con Jimena, Konnie, Gerd y más recientemente Femke, también lograron hacerme olvidar los cascabeles de vez en cuando, aun si solamente fue por unos momentos. Mucho agradecimiento por el ánimo que siempre me dieron también tengo para Ana Lucía Castillo, Ana e Irlanda. Su presencia en mi vida y su apoyo son muy importantes para mí.

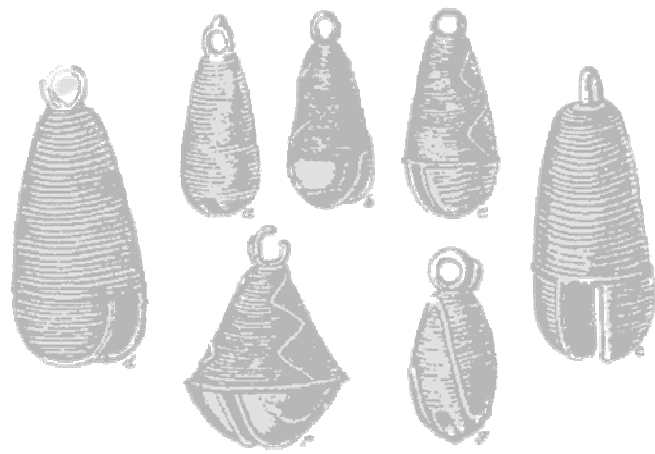
Los dos Jacks y la familia Soprano también hicieron lo suyo para distraerme de vez en cuando. Los PUXies Lucero, Yoya, Ciro y Álvaro me hicieron ver el mundo desde otra perspectiva y lo disfruté mucho, aun si no había cascabeles en este universo paralelo.

Un agradecimiento especial se merecen Rafael y su equipo del Café Prego, que me mantuvieron siempre suficientemente cafeinado y alimentado para resistir en las noches más largas y sobrevivir los momentos más estresantes.

También tengo que mencionar a mi familia, Sabine, Jürgen y Tim Schulze que me proporcionaron los instrumentos más importantes para poder enfrentar un reto como es la tesis de doctorado, y que además me dieron –sin dudarlo– la libertad de escoger mi camino. Las palabras no son suficientes para agradecer esto.

Las gracias que quiero dar a Alicia van mucho más allá de la tesis. Le agradezco aguantarme, amarme y dejarse amar al sonido de los cascabeles durante tantos años. Sin ella nada hubiera sido igual.

PARTE 1: INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

“Lo peor, a mi criterio, es presentar a la ciencia como definitiva.”

A. P. De Candolle
(Botánico, 1778 –1841)

El metal es un material que ofrece muchas posibilidades creativas a los artesanos: a diferencia de la piedra, la madera y un sinnúmero de otros materiales se puede dar forma a un objeto sin reducir el volumen inicial del material. No necesariamente se utilizan técnicas abrasivas, ni se quita material por percusión. El proceso de creación es más comparable al de la alfarería, que también permite dar forma sin reducir el volumen original. A diferencia de la cerámica, el metal no es quebradizo sino flexible y duro al mismo tiempo, y tiene colores y brillo que no se encuentran en otros materiales en la naturaleza.

En la metalurgia las técnicas más importantes para dar forma a un objeto son el martillado y la fundición. Las nuevas posibilidades creativas que el metal ofreció para producir objetos, darles forma e influenciar directamente algunas de las propiedades físicas, tecnológicas y mecánicas del material (por ejemplo color, brillo, colabilidad y dureza), tuvieron importantes repercusiones en las sociedades de todo el mundo, las cuales, con la apropiación del uso del metal, ‘salieron’ efectivamente de la edad de piedra.¹ En términos básicos, este impacto se deja explicar por dos factores: los metales solamente se encuentran en lugares selectos y se necesita un conocimiento especializado, tanto para procurar la materia prima (encontrar y extraer el mineral de la veta y fundir el metal) como para producir objetos. Por el acceso restringido, así como por las propiedades que no son comparables con las de otros materiales antes utilizados, los metales empezaron ser indicadores de alto estatus social en muchas sociedades del mundo.

1.1. ANTECEDENTES DE ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La idea de este proyecto de análisis concentrado en un grupo de objetos de metal nació en 1995, durante las investigaciones para la elaboración de la tesis de *Magister Artium* en *Prehistoria* para la Universidad de Hamburgo, Alemania (Schulze 1997). La tesis se

¹ Hay que subrayar que las ‘edades’ no son épocas con fines o inicios claramente definidos. El inicio de las edades de metal era muy paulatino, y la piedra siguió siendo un material de trabajo de gran importancia durante cientos o incluso miles de años. Además hay que tomar en cuenta que los momentos cronológicos y la manera de introducción de los metales son muy diferentes en las diferentes regiones del mundo (ver también Shepherd 1980).

enfocaba en las *vías económicas* aprovechadas para reunir los materiales de la ofrenda 20 del Templo Mayor. Durante el estudio de los materiales en la bodega del Museo del Templo Mayor se hizo el registro y la categorización de un grupo de más de 200 cascabeles de cobre. La revisión de la literatura mostró claramente que el estado de la investigación de objetos de aleaciones de cobre –especialmente cascabeles– no permitía llegar a conclusiones más detalladas sobre aspectos como el proceso de producción, la procedencia y el significado, sin análisis de composición de una base más amplia de objetos y una comparación con resultados de otras regiones mesoamericanas. Especialmente el trabajo de Dorothy Hosler (1986, 1994a) fue inspirador y mostraba la conexión de análisis instrumentales con investigaciones antropológicas. En aquel momento, sin embargo, el enfoque de la tesis y mi falta de experiencia en el análisis de metales hicieron imposible una investigación más a fondo.

El estudio de una maestría en *Análisis Instrumentales en Arqueología*, en la Universidad de Bradford, Inglaterra, ofreció la posibilidad de llenar algunos vacíos de conocimiento con respecto a los análisis de materiales, y más específicamente a la arqueometalurgia. En el marco de la tesis (Schulze 1999) hice el intento de recrear experimentalmente el proceso de producción de los cascabeles prehispánicos, trabajando con cera y copal, arcilla y diferentes aleaciones de cobre, estaño y plomo. Aunque no se logró instaurar un proceso estable de producción, los experimentos me ayudaron a entender mejor algunas de las propiedades de los materiales y a generar preguntas más específicas sobre el proceso de producción. Estas preguntas solamente podían encontrar respuestas en una investigación de objetos originales mesoamericanos.

Los cascabeles se ofrecieron como objetos de estudio debido al gran número de ejemplares, su amplia distribución geográfica, el gran espectro de contextos arqueológicos de que proceden, el complejo proceso de producción y la gran gama de formas en que se les encuentra.

El presente texto retoma información y algunas preguntas de los primeros dos trabajos y amplía el campo de investigación. El enfoque de la investigación son los vínculos e influencias entre la sociedad, el artesano y el objeto. Estas interacciones influyen en el proceso de producción y dejan sus huellas en el objeto. Lejos de ser inequívocas, estas huellas son ambivalentes y hasta difusas. La falta de claridad de los indicios da mucho espacio para la interpretación, y en algunos trabajos la información –supuestamente *dura*– generada por los análisis científicos es instrumentalizada para dar credibilidad a teorías culturales que no tienen otro soporte. Más común, sin embargo, es la existencia por separado de la información *dura* de las ciencias por un lado, y de la información

blanda de las humanidades, por otra. Discrepancias entre los diferentes tipos de datos no son investigadas y muchas veces ni detectadas. La idea básica de este trabajo es ver qué tanto se puede aprender de la cultura mexicana en sus aspectos ideológicos, económicos, sociales y tecnológicos a partir de los cascabeles, aprovechando el más amplio espectro de fuentes de información posible.

1.2. SELECCIÓN DE LAS COLECCIONES A INVESTIGAR

La selección de los cascabeles a investigar seguía dos vertientes principales: Primero, las colecciones de cascabeles tenían que proporcionar los datos necesarios para dar respuestas a las preguntas principales de esta investigación, vinculadas a las influencias culturales sobre el proceso de producción de los cascabeles. Para eso se necesitaba una colección suficientemente grande (incluso si el estado de conservación no admitía el análisis instrumental de todos los cascabeles) que permitiera la detección de patrones claros. Para poder asumir que se trataba de un patrón resultado de decisiones tecnológicas influenciadas por el contexto ideológico, económico, social y / o tecnológico del sitio de procedencia de los cascabeles y no de los criterios estéticos de un coleccionista o ‘cazador de tesoros’, era necesario escoger cascabeles con procedencia de excavación. Para poder evitar la pérdida de claridad de las tendencias y patrones debida a la inclusión de cascabeles de diferentes temporalidades era importante poder adscribir los cascabeles claramente a los distintos momentos del desarrollo cronológico del sitio. Con respecto a los criterios de decisión que rigieron tanto el proceso de producción de los cascabeles, como el proceso de selección (consciente o inconsciente) para la inclusión en el contexto arqueológico, además hacía falta poder diferenciar entre tendencias generales y las características particulares del sitio bajo investigación. Para poder crear este contraste se necesitaba una colección o colecciones que dieran una idea de la variabilidad general de los cascabeles en Mesoamérica. Eso se podía lograr con una colección con cascabeles de diferentes procedencias (incluso si éstas no se conocían en detalle) o una selección de varias colecciones, que cubriera la totalidad del territorio de Mesoamérica.

El segundo criterio de selección era de índole práctico y vinculado a la limitada disponibilidad de fondos y tiempo en el marco de la presente investigación. Debido a estas consideraciones era necesario escoger el menor número de colecciones en el menor número de lugares diferentes.

Una consulta de la base de datos de inventarios de la *Coordinación Nacional de Museos y Exposiciones, Subdirección de Inventarios del Patrimonio Cultural – INAH* identificó 49 colecciones entre Yucatán y Sonora que contenían entre uno y 1306 cascabeles inventariados. El número total asciende a 5297 cascabeles. Una revisión de la información disponible de las colecciones mostró que este número no necesariamente

era exacto, dado que puede incluir piezas modernas por un lado, y por otro, solamente parece incluir los cascabeles en mejor estado de conservación.²

La revisión de la lista de colecciones (ver **Tabla 1.1.**) indicó la existencia de dos colecciones que cubrían las necesidades de esta investigación:

La colección del Museo de Sitio del Templo Mayor (México D.F.), que no solamente tiene el mayor número de cascabeles registrados, sino además la totalidad de estos cascabeles proviene de excavación, y la colección de la Bodega de Piezas Decomisadas de La Viga³ (México D.F.), que contiene diferentes colecciones de cascabeles, decomisadas en diferentes regiones de la república mexicana. No se pueden adscribir los cascabeles a un sitio específico, pero los cascabeles representan una muestra de la variabilidad de las formas y composiciones metálicas de los cascabeles en Mesoamérica. La muestra de cascabeles investigados directamente en el marco de esta investigación será además completada con la información sobre los cascabeles analizados y descritos en la literatura.

Tabla 1.1. Lista de todas las colecciones de México con cascabeles inventariados, su cantidad total (ordenados por cantidad) y el número de piezas con procedencia de excavación

NOMBRE DEL MUSEO	NÚMERO DE PIEZAS	NÚMERO DE PIEZAS CON PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN
Museo de Sitio del Templo Mayor	1306	1306
Museo Regional de Yucatán, Palacio Cantón	736	4 de Excavación; 575 del Proyecto INAH CEDAM
Museo Regional de Guadalajara	577	
Museo Regional de Guerrero	524	8
Bodega de Piezas Decomisadas de La Viga	346	
Museo Guillermo Spratling, Taxco	268	
Museo Regional de Puebla	236	
Museo Local de Antropología e Historia de Compostela	224	
Centro INAH, Yucatán	162	162 del Proyecto INAH. Arq'lgo. Carlos Pereza L.
Centro INAH, México	133	102 del Proyecto Arqueológico "La Peña" Valle de Bravo
Museo Regional Michoacano	133	
Centro INAH, Quintana Roo	94	57
Museo Arqueológico de Cancún, Centro Cultural	70	70
Museo Regional de Chiapas	47	
Centro INAH, Puebla	44	

² En el caso del Templo Mayor, la diferencia entre el número de cascabeles inventariados e identificados en la bodega del Museo resultó ser de más de 2.000 cascabeles.

³ En el resto de este trabajo se hace referencia a esta colección como de la 'Bodega de Decomisos'.

NOMBRE DEL MUSEO	NÚMERO DE PIEZAS	NÚMERO DE PIEZAS CON PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN
Museo Nacional de Antropología	40	
Museo Regional de La Laguna	37	
Museo Regional de Cuauhnáhuac, Morelos	37	
Museo Regional de Querétaro	32	
Museo Fuerte de San Juan de Ulúa	31	
Centro INAH, Hidalgo	23	
Museo de la Cultura Huasteca	21	21
Museo Regional de Antropología e Historia de Nayarit	19	
Museo Regional Potosino	18	
Museo Regional de Guanajuato, Alhóndiga de Granaditas	16	
Dirección de Salvamento Arqueológico	15	14; Excavación: Barranca de Marmolejo, Michoacán, CUNI Pozo 3-III 9-V-97
Museo de Sitio de Tula	15	
Museo Arqueológico de Ciudad Guzmán	14	
Museo de Sitio de la Zona Arqueológica de Tzintzuntzan	14	
Centro INAH, Colima	12	
Museo del Valle de Tehuacan	11	11
Museo de sitio de Chichén Itzá	8	8
Museo Histórico del Oriente de Morelos, Casa de Morelos	4	
Museo Arqueológico del Soconusco	3	
Bodega de Taninul	3	
Museo del Pueblo Maya, Dzibilchaltún	3	
Centro INAH, Zacatecas	3	3
Museo Regional de Guadalupe, Zacatecas	3	
Museo Regional de Historia de Colima	2	
Museo Local del Valle de Santiago	2	
Centro INAH, Morelos	2	
Museo de las Culturas de Oaxaca	2	
Centro INAH, Chiapas	1	1
Museo Arqueológico de Comitán	1	
Museo Local de Tonalá	1	
Museo Histórico de San Miguel de Allende	1	
Museo Regional de Sonora	1	
Museo Colonial del Conde de Sierra Gorda (no es del INAH)	1	
Centro INAH, Cala	1	1

(Números reproducidos con el permiso del INAH, 2003)

El presente trabajo parte, entonces, del análisis de los cascabeles del Templo Mayor pero reúne una amplia gama de otros tipos de datos (arqueológico, etnohistórico, experimental, etnológico, metalúrgico) con la finalidad de tejer una red de información

que no dependa solamente de una línea de argumentación, sino que esté apoyada en varios puntos. Los cascabeles, aunque han sido mis constantes acompañantes durante los últimos doce años y son las ‘estrellas’ de este trabajo, solamente sirven como *un* punto de apoyo de la red. La idea es llegar más allá del cascabel; andar el camino de producción al revés –partiendo del objeto– para llegar al artesano que produjo el cascabel y, a través de él,⁴ a la sociedad de la cual él formaba parte. El cascabel es el punto de entrada, medio que nos da acceso a este otro mundo, que es el pasado.

⁴ Hay indicios de que en su mayoría probablemente eran hombres los que hicieron el trabajo metalúrgico (ver **Subcapítulo 11.3.**).

1.3. VISIÓN GENERAL DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Aunque, como se menciona arriba, los objetos de metal albergan mucha información sobre su proceso de producción, los cascabeles son solamente un ejemplo de objetos que nos permiten vislumbrar el pasado. La visión aquí expuesta no pretende ser la *única* posible y mucho menos la visión *correcta*. Los cascabeles no son 'lámparas maravillosas' que solamente hay que frotar para hacer reaparecer el pasado. Los resultados de las deliberaciones de las próximas páginas, por lo tanto, son propuestas para discusión, más que un intento de 'explicarlo todo'.

La investigación se puede subdividir en seis partes. La **parte introductoria (Capítulos 1. – 4.)**, de la cual este capítulo forma parte, contiene información sobre el Templo Mayor y sus ofrendas. Para contextualizar los cascabeles y el presente trabajo de investigación, el capítulo contiene un breve resumen del significado del lugar (Templo Mayor) y de los trabajos de investigación ya realizados. Otros elementos de esta parte introductoria que encaminan la investigación aquí presentada son los objetivos y la metodología del trabajo.

La base teórica conforma la **segunda parte** por sí sola (**Capítulo 5.**), porque considero que para esta investigación se necesita más de una sola suscripción a una corriente teórica existente. Se hace el intento de explicar que las ciencias y las humanidades no son dos universos incompatibles (ni tan distintos), y que de hecho es posible utilizar metodologías de ambas en un trabajo de investigación, sin crear un monstruo *Frankenstein*.

La **tercera parte** se compone de los **Capítulos 6. y 7.**, y ofrece un resumen de las técnicas de trabajo metalúrgicas y del desarrollo de la metalurgia en las diferentes zonas de América. Esta síntesis no pretende ser completa o exhaustiva, sino más bien resaltar algunos puntos que son de importancia o interés en la discusión de los cascabeles. En los capítulos siguiendo la tercera parte se hace referencia a la información presentada en este apartado. Además, la síntesis de las técnicas de trabajo metalúrgicas brinda un panorama general del amplio espectro de las posibilidades tecnológicas que ofrece el material. Aun si no todas estas técnicas fueron utilizadas en la producción de los cascabeles, es indispensable conocer el repertorio de posibilidades para entender las decisiones tomadas por los artesanos. Asimismo, el recorrido por las zonas metalúrgicas de América enfatiza que no existe solamente una manera de resolver problemas, sino todo una gama de alternativas viables. También se encuentran diferentes calidades y cantidades de información en las zonas metalúrgicas americanas.

Eso permite en algunos casos llenar los vacíos que dejan los registros arqueológicos y etnohistóricos en Mesoamérica –por lo menos tentativamente y hasta futura corroboración con datos mesoamericanos– con información de las otras zonas. La revisión del estado de investigación arqueometalúrgica en las diferentes regiones mesoamericanas además resalta las diferencias de acercamiento entre distintos investigadores que lleva a una ‘balcanización’ de la información. Juntar la información tecnológica por un lado y los datos arqueológicos / etnohistóricos de las diferentes zonas y regiones por otro, sirve además para proporcionar la información básica a arqueólogos por un lado y físicos por otro, y así facilitar la lectura del resto del trabajo aquí presentado. La síntesis además contiene referencias a trabajos clásicos y una bibliografía actualizada y por ende puede servir como punto de partida para futuras investigaciones.

La **cuarta parte** de este trabajo (**Capítulos 8. – 10.**) presenta las dos colecciones que se estudiaron. La Bodega de Decomisos (INAH) contiene cascabeles procedentes de decomisos en toda la república mexicana. Aunque no sean de procedencias conocidas se asumió que salieron de sitios diferentes y con eso representan la gama de distintas formas, tamaños y composiciones de cascabeles que se pueden encontrar en México. La variabilidad encontrada en estos cascabeles ayudó a contrastar y resaltar varios aspectos que caracterizan la colección de cascabeles del Museo del Templo Mayor. Lo que hace destacar la colección del Templo Mayor es la existencia de claras asociaciones cronológicas que permiten la identificación de un desarrollo de las formas, asociaciones y composiciones elementales. La comparación entre diferentes colecciones y dentro de la colección del Templo Mayor (por ejemplo formas o etapas constructivas) mostró ser una herramienta muy útil para identificar patrones que después permitieron interpretaciones con respecto a los ámbitos ideológico, económico, social y / o tecnológico. Un elemento importante de esta cuarta parte es la descripción de la metodología y de los resultados de análisis (morfológico, XRF y PIXE) de los cascabeles de las dos colecciones.

En la **quinta parte** del texto (**Capítulo 11.**) se retoman los patrones identificados en los análisis de los cascabeles y se proponen interpretaciones de estos datos ante el fondo de los ámbitos ideológico, económico, social y tecnológico de la cultura mexicana del postclásico tardío. Los ámbitos son separados para estructurar el discurso, pero la separación no representa una separación real o percibida por el autor. De hecho, en varios casos hay traslapes de información o elementos que se podrían tratar tanto en un apartado como en otro. En la siguiente parte se reúne toda la información de nuevo y se forma una imagen más clara de la relación de la sociedad mexicana con los cascabeles.

La **sexta parte (Capítulos 12. y 13.)** resalta los resultados y aportes más importantes de este trabajo, específicamente con respecto al marco teórico de esta investigación arqueológica y arqueometalúrgica, a la síntesis de información arqueometalúrgica americana, al desarrollo de una metodología de análisis, a la generación de nuevos datos analíticos y a la incorporación de estos datos en el contexto cultural mesoamericano, y específicamente, en el contexto del centro de México. Sin embargo, estas aportaciones no concluyen el trabajo, sino marcan solamente un paso en el camino hacia un mayor entendimiento de la producción de cascabeles de cobre y del funcionamiento (en el más amplio sentido de la palabra) del imperio azteca. La investigación generó muchas preguntas que pueden servir como punto de partida para futuras investigaciones o, por lo menos, serán testigos de la necesidad de ver a los problemas desde diferentes perspectivas, con diferentes ojos y, bajo ninguna circunstancia, como dice De Candolle en la cita al inicio de este capítulo, ver la ciencia – sea *blanda o dura*– como definitiva.

En la **séptima parte (Capítulos 14., 15. y Apéndices)** se encuentran la bibliografía, la lista de figuras y tablas así como los anexos que incluyen la descripción del proceso de fundición a la cera perdida, que se encuentra en el *Códice Florentino (Anexo I)*, fotos de las diferentes formas básicas y estados de conservación de los cascabeles del Templo Mayor (**Anexo II**), las bases de datos de los cascabeles (**Anexo III**), y la descripción detallada de las asociaciones de los cascabeles en las ofrendas 22, 58, 98 y CA (tomado de Olmo 1999) (**Anexo IV**).

2. LOS MEXICAS, EL TEMPLO MAYOR Y LAS OFRENDAS¹

Los mexicas, su peregrinación y el ascenso al poder

“... aquello que recibiréis en vuestro interior será la calidad de las águilas, la calidad de los ocelotes, el agua divina y la hoguera, la flecha y la rodela. De eso iréis viviendo, [de eso obtendréis] lo necesario, pues iréis provocando mucho espanto [y] el pago de vuestros pechos y vuestros corazones será que iréis conquistando, iréis atacando y arrasando a todos los macehuales, los pobladores que ya están allá, en todos los lugares por los que pasaréis” (Del Castillo 1991:125).

Fortalecidos con las calidades de las águilas y jaguares, los mexicas conquistarán todos los lugares por los que iban a pasar, viviendo del botín y del tributo: así se los profetizaba su deidad cuando salieron de Aztlán Chicomóztoc² para evadir el señorío de los aztecas (Del Castillo 1991:125).³ En su peregrinación, los mexicas llegaron al cerro de Coatepec, donde nació su dios Huitzilopochtli.⁴ Su madre, Coatlicue, lo había concebido al encontrar y levantar una bola de plumas. Este embarazo provocó la ira de los demás hijos de Coatlicue, Coyolxauhqui y los Centzonhuitznahua, que decidieron matar a su madre. Sin embargo, Quauitlicac, uno de los Centzonhuitznahua, avisó a Huitzilopochtli –aún no nato– del plan de sus hermanos. En el momento de la llegada de sus enemigos nació Huitzilopochtli, con traje completo de guerrero y mató a Coyolxauhqui y sus hermanos (ver Sahagún 1989:202-4; cita completa en **Capítulo 11.1.**). Las fuentes indican que los mexicas continuaron en su peregrinación hasta llegar a la cuenca de México a la mitad del siglo XIII.

¹ El contenido de este capítulo retoma información que fue, en parte, reunida para una tesis de maestría (Schulze 1997).

² El nombre del lugar de origen de los mexicas no es coincidente en las fuentes. Se encuentran, entre otros, Aztlán, Chicomóztoc, Culhuacan, Teoculhuacan, Hueiculhuacan, Quinehuazán. También se encuentran combinaciones como en Díaz del Castillo (López Austin 1993:34-5). Para más información sobre el concepto de ‘Chicomóztoc’ ver López Austin (1993) y Reyes García y Odena Güemes (1995:257-9).

³ Aquí con aztecas se hace referencia a los señores de Aztlan. En el resto de este texto se hace referencia a los pobladores del islote en el lago de Texcoco como mexicas. Las áreas sometidas por la Triple Alianza se llamará imperio azteca. Barlow (1945) argumenta con mucha fuerza en contra de esta usanza y propone ‘imperio de los Culhua Mexica’. Hodge (1998:198; ver también Smith 2003a:4), por otro lado, propone el término azteca no solamente para el imperio, sino para todos los hablantes de *náhuatl* del centro de México, que formaban parte de la Triple Alianza.

⁴ En algunas fuentes, Huitzilopochtli también es llamado Uizilopochtli, Huichilobos o de otra manera parecida. Como en el caso de Huitzilopochtli, en este texto se mantiene en todas las citas la ortografía del autor, mientras que fuera de citas se utiliza la ortografía considerada la más común.

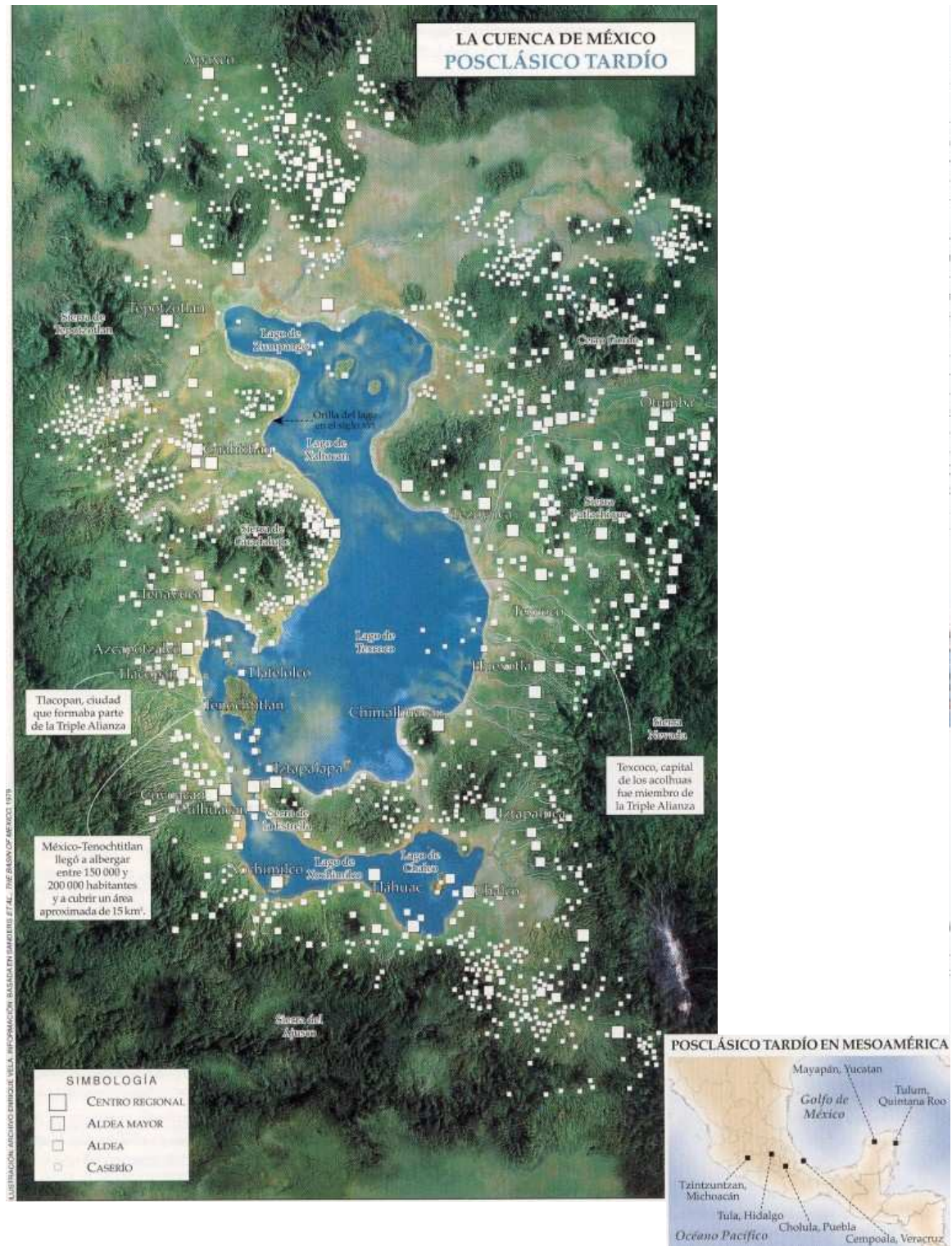


Figura 2.1. La cuenca de México en el postclásico tardío (tomado de Matos Moctezuma 2007:59).

La cuenca, en el postclásico tardío, estaba densamente poblada (ver **Figura 2.1.**). Sin embargo, según la mitología mexicana, allí, en un islote del lago de Texcoco, los mexicas encontraron el lugar con los signos que su dios les había anunciado: el águila encima del nopal (por ejemplo, Durán 1984 vol.II:45). Llegado el final de su peregrinación, los mexicas fundaron su recinto sagrado y la ciudad de Tenochtitlan en 1325 d.C. (ver **Figura 2.2.**). En la isla vivían como tributarios de los tepanecas de Azcapotzalco y trabajaban como mercenarios, apoyando la política de expansión de sus gobernantes. Sin embargo, no contentos con su papel de tributarios, se aliaron con los acolhua de Texcoco, unos tepanecas disidentes de Tlacopan, y con los de Huexotzinco y se rebelaron contra los tepanecas. Salieron victoriosos de la confrontación y, a partir de 1428 d.C., la Triple Alianza de Tenochtitlan, Texcoco y Tlacopan mandaba en un imperio hegemónico que, a la llegada de los españoles, se había extendido hasta llegar a ambas costas del continente (ver **Figura 2.3.**). Las fuentes indican que *de facto* los mexicas representaban el poder más importante en esta alianza (Prem 1996:18; Smith 2003a:46-7).

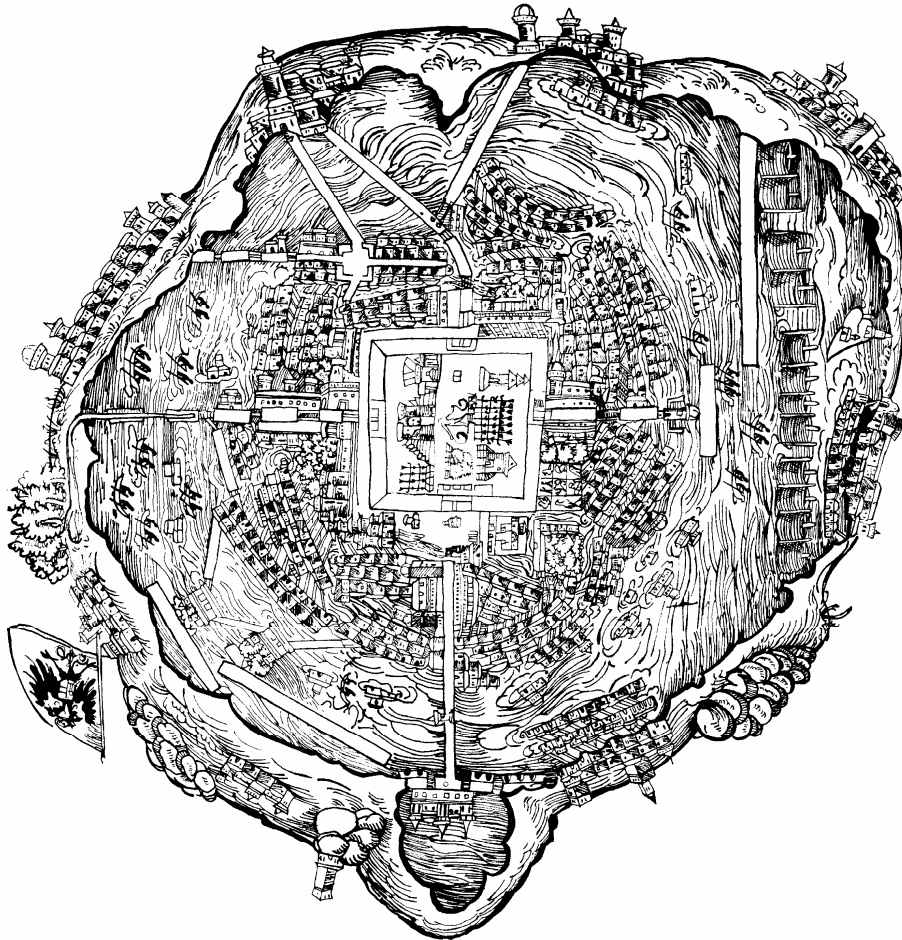


Figura 2.2. Mapa de Tenochtitlan, atribuida a Cortés (tomado de Matos Moctezuma 1988:146).

El desarrollo del imperio –y el ascenso de los mexicas de tributarios a representar el poder hegemónico más importante en Mesoamérica– se ve reflejado en el crecimiento de su templo principal (ver **Figura 2.4.**). Las excavaciones de la pirámide principal, del *huey teocalli*, revelaron la presencia de siete etapas constructivas completas (I-VII) y cinco ampliaciones parciales de la fachada principal (IIa, IIb, IIc, IVa, IVb). La mayoría de las etapas constructivas completas o parciales están asociadas con un *tlatoani*, aunque la información disponible a este respecto no está exenta de ambivalencias⁵ (ver Matos Moctezuma 1981a, 1988:176, 2006:63-78; Graulich 1987; Umberger 1987; ver López Luján 2006:47ff sobre una discusión de las diferentes posiciones y el problema de un fechamiento absoluto). Las ofrendas se encontraron en las etapas constructivas consecutivas de la pirámide y en unos edificios aledaños. Las estratigrafías constructivas permitieron ver un desarrollo cronológico y una vinculación con las diferentes fases de crecimiento del imperio azteca (**Tabla 2.1.**).

Tabla 2.1. Fechas de las etapas constructivas y de los reinados de los *tlatoque* mexicas

Etapas Constructivas	Fechas (d.C.)	Tlatoani	Fechas (d.C.)	Acontecimientos principales y conquistas
I	1325 – 1390			Fundación de Tenochtitlan
IIa - c	1390 – 1431	Acamapichtli	1375 – 1395	
		Huitzilíhuitl	1396 – 1417	
		Chimalpopoca	1417 – 1426	
III	1431 – 1454	Itzcóatl	1427 – 1440	Liberación de los mexicas y formación de la Triple Alianza
IV y IVa	1454 – 1469	Motecuhzoma I	1440 – 1469	Rápida expansión del imperio. Conquistas en la costa del Golfo y en la Mixteca alta.
IVb	1469 – 1482	Axayácatl	1469 – 1481	Consolidación del imperio y conquista de Tlatelolco y Toluca.
V	1482 – 1486	Tizoc	1481 – 1486	Pocas conquistas en Guerrero, el Estado de México y la Huasteca.
VI	1486 – 1502	Ahuítzotl	1486 – 1502	Rápida expansión del imperio. Conquistas en Oaxaca y en la costa del Pacífico, hasta Tehuantepec y Soconusco.
VII	1502 – 1520	Motecuhzoma II	1502 – 1520	Consolidación del imperio y llegada de los españoles.
		Cuitlahuac	1520	Conquista española
		Cuauhtemoc	1520 - 1525	

(Ver Matos Moctezuma 1988:176, 2006:63-78; Townsend 1992:12; Smith 2003a:55; Solís 2003)

⁵ En la presente investigación se utiliza la cronología propuesta por Matos Moctezuma (1981a, y ver **Tabla 2.1.**).

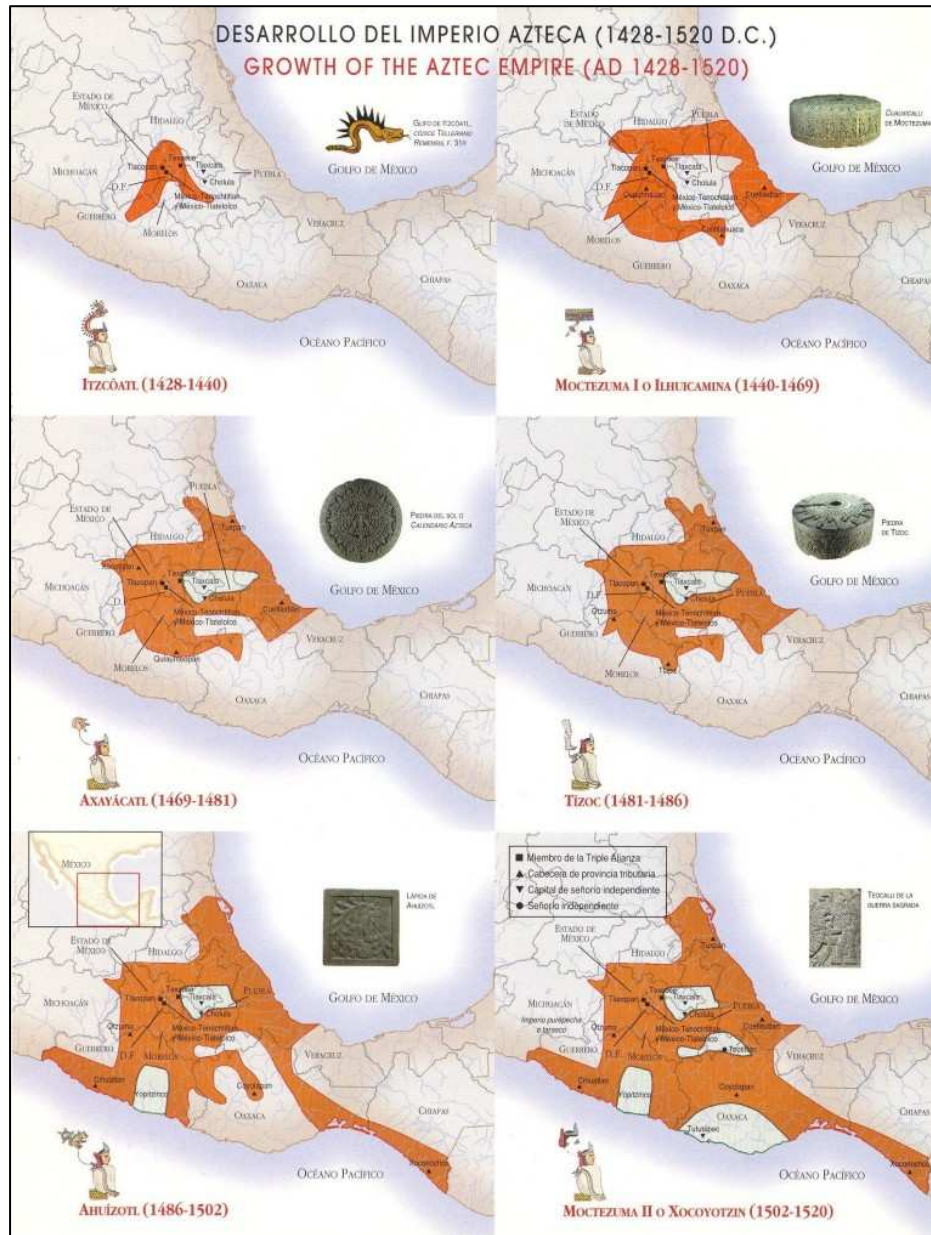


Figura 2.3. La expansión del imperio azteca (tomado de Solís 2003:13)

El imperio se definió por relaciones de dominación más que por una extensión territorial bien delimitada. La mayoría de los *altepeme*,⁶ las ciudades-estados, que fueron conquistadas por los aztecas mantuvieron su identidad y una gran parte de sus funciones. En general, la Triple Alianza no intervino mucho en la vida de las áreas conquistadas, mientras éstas pagaran puntualmente sus tributos. Solamente en las fronteras con algunos territorios controlados por los enemigos del imperio existían instalaciones fronterizas más formales (Berdan y Smith 2003:67-8; Smith 2003b:59).

⁶ Para una discusión del concepto *altepetl*, ver García Chávez (2007).

El Templo Mayor

El templo es una pirámide de cuatro cuerpos, que descansa sobre una plataforma y que tiene una escalinata doble del lado oeste. Esta escalinata llega a dos templetos que completan la cima de la pirámide. Con la construcción de su templo, los mexicas irrumpieron el 'caos' y crearon de una manera simbólica su 'cosmos'. El Templo Mayor representa el centro de este cosmos, el *axis mundi*.⁷ A partir de este centro se subdivide la ciudad de Tenochtitlan y el mundo en cuatro rumbos. Además, en su eje vertical el Templo Mayor es un punto nodal, una apertura que permite el contacto entre los tres niveles cósmicos: los 13 cielos, la tierra y los 9 inframundos (Matos Moctezuma 2005:15).

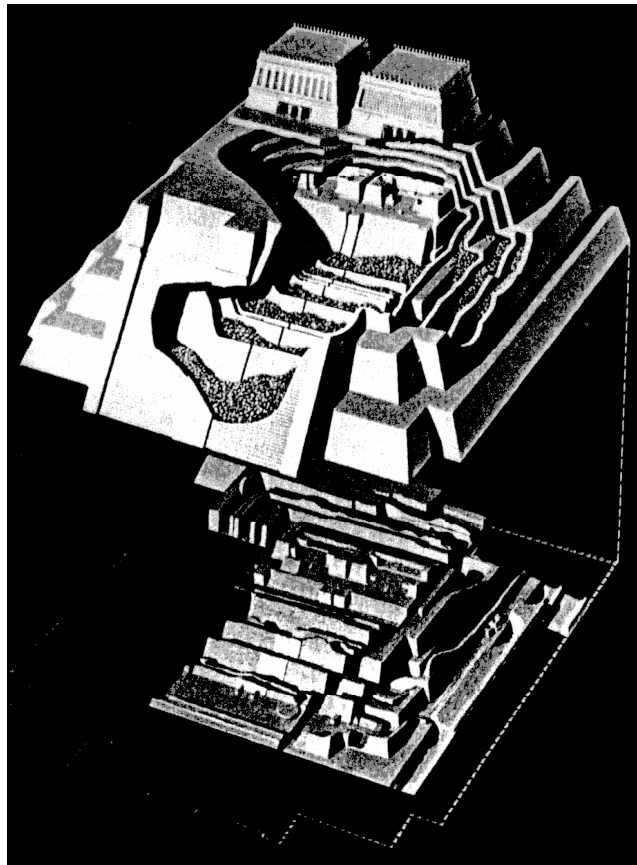


Figura 2.4. Las ruinas de las diferentes etapas constructivas del Templo Mayor y su reconstrucción (tomado de Matos Moctezuma 1988:58)

⁷ Otra indicación de este estatus de *axis mundi* del Templo Mayor es la información en el sentido que éste fue erigido encima de dos fuentes de aguas de diferentes colores (Durán 1984 vol.II:44; Tezozomoc 1992), donde residía, según los informantes de Sahagún (Anderson y Dibble 1950-82 vol.VI:18-19, 88-89), Xiuhtecuhtli-Huehuetēotl, que ocupaba el centro del mundo (López Luján 1994: 82).

Sin embargo, este templo-pirámide doble no solamente representaba el centro del cosmos. El lado sur –dedicado a Huitzilopochtli, el dios tutelar de los mexicas, que se asocia con la guerra y el tributo– era representación del mito y escenario para la repetición ritual de la batalla en Coatepec, el lugar donde el recién nacido Huitzilopochtli derrotó a su hermana Coyolxauhqui y a sus cuatrocientos hermanos, los Centzonhuitznahua.

El lado norte del templo –dedicado a Tláloc, una vieja deidad mesoamericana de la lluvia y de la fertilidad– se interpreta como la montaña del sustento, el Tonacatepetl. Además, es posible que estas dos ‘montañas’ en conjunto representaran las montañas que chocan en la entrada a Mictlan, el lugar de los muertos (Matos Moctezuma 1982b, 1987a, 1987b, 1988, 1992; ver también Eliade 1994a, 1994b).⁸

Alrededor de la pirámide principal hay otros edificios que se conocen en parte por excavaciones y en parte por las descripciones de los cronistas. La más detallada de 78 edificios la dan los informantes de Sahagún en el *Códice Florentino* (Anderson y Dibble 1950-1982 vol.II:165-180; ver también Matos Moctezuma 1999a, 2002).

Las investigaciones arqueológicas

Los conquistadores españoles destruyeron la capital azteca, y encima de las ruinas construyeron la ciudad colonial de México. Sólo en 1790 empezaron a levantarse “Los dioses que se negaron a morir...” (Matos Moctezuma 1986). Durante trabajos en el Zócalo de la ciudad de México, el 13 de agosto **1790** se encontró la estatua de piedra que representa a *Coatlícue*, y el 17 de diciembre del mismo año la *Piedra del Sol* (ver **Figura 2.5**). Estos dos monolitos, la piedra de Tizoc, que se encontró en **1791**, y una ofrenda encontrada en ese mismo año fueron descritos en el trabajo de Antonio León y Gama (1990 [1792]). En 1803, Alexander von Humboldt llegó a la ciudad y visitó los monolitos (Humboldt 1878). Del siglo XIX, con su volátil situación política, casi no se conocen hallazgos de vestigios arqueológicos. Sólo en **1900**, el *Inspector de Monumentos*, Leopoldo Batres (1986 [1902]), logró rescatar los materiales de 15 ofrendas que se encontraron al construir un drenaje en la calle Escalerillas, entre Relox y Santo Domingo (ver López Luján 1994:10). Este canal, como se sabe hoy, cortó el lado sur del Templo Mayor, pero en 1900 no se llegó a identificar el principal templo mexica.

⁸ Para el tema de la cosmovisión y arquitectura azteca, también ver Zantwijk (1981:71-86).

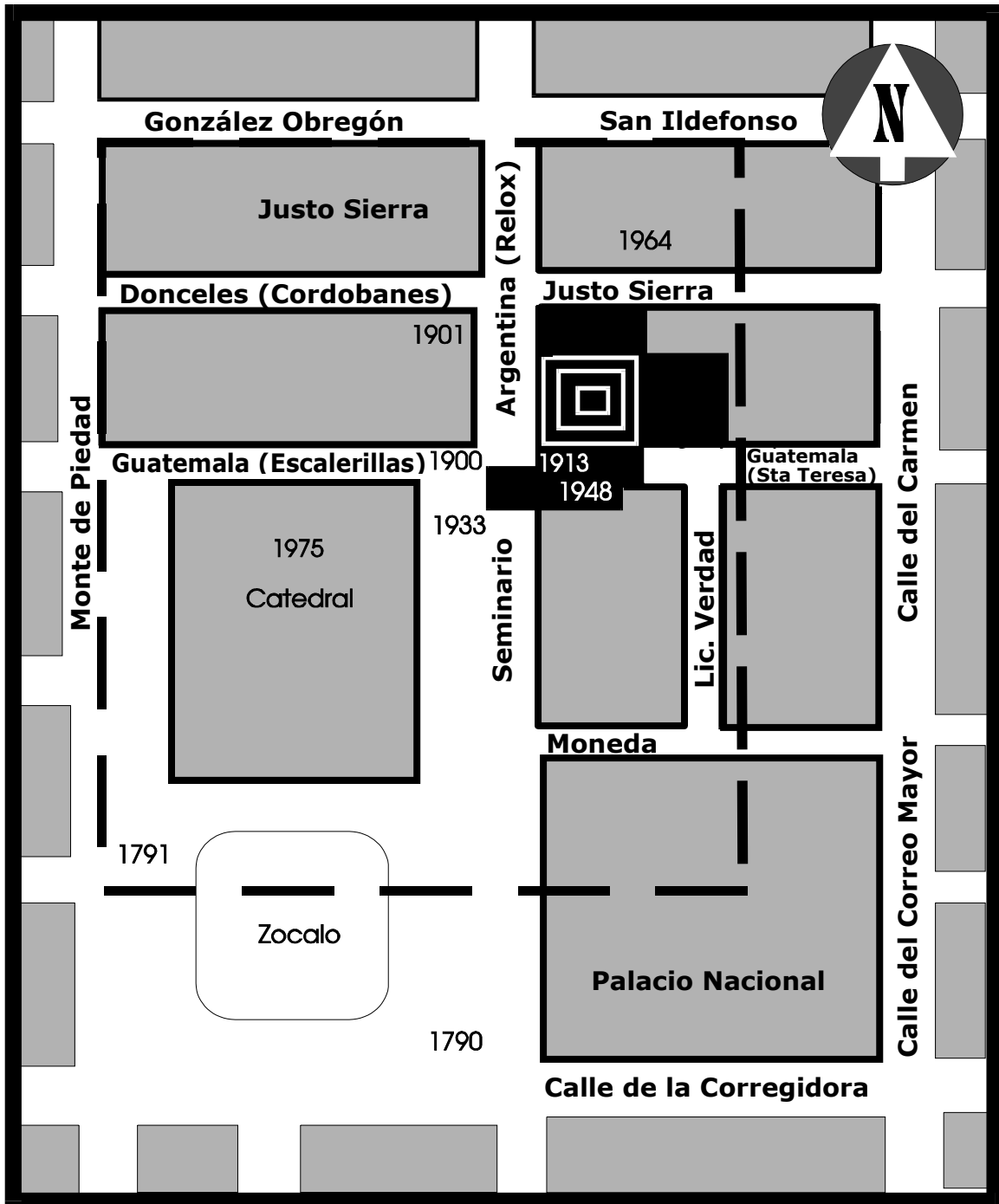


Figura 2.5. El área del Templo Mayor con fechas y lugares de los hallazgos arqueológicos tempranos. La delimitación del recinto sagrado está marcada con línea interrumpida (ver Matos Moctezuma 2002:61). Informaciones sobre los hallazgos arqueológicos en Matos Moctezuma (1988), Boone (1987) y López Luján (1994)

En **1913** se encontró la esquina suroeste del Templo Mayor y los hallazgos fueron evaluados y descritos por un grupo interdisciplinario (Gamio 1914, Herrera 1914,

Noguera 1918, Beyer 1955). Veinte años más tarde, en **1933**, la *Dirección de Arqueología* aprovechó la oportunidad que ofreció la demolición de unos edificios en la esquina de las calles Guatemala y Seminario para realizar unos pozos de sondeo. El trabajo fue supervisado por el arquitecto Emilio Cuevas (1934). Se encontraron partes de una plataforma, que probablemente era la base de una de las últimas etapas constructivas del Templo Mayor (Matos Moctezuma 1990b) y otros objetos, cuyo contexto hoy no se puede reconstruir (López Luján 1994:12). En **1948**, Estrada Balmori (1990) encontró una ofrenda en el lado sur del Templo Mayor, y en **1964** Matos Moctezuma investigó la esquina de un pequeño templo en el cruce de las calles Argentina y Justo Sierra. Dos años más tarde, Angulo y Contreras encontraron una ofrenda con 116 objetos en el área del templo principal. Así, cada nuevo hallazgo aportó información para reconstruir una imagen más clara del Templo Mayor y de los edificios aledaños (ver, por ejemplo, Marquina 1960).

También la construcción del Metro, entre 1967 y 1970, y los trabajos de refuerzo del fundamento de la Catedral de la ciudad de México de 1975 a 1976 (López Luján 1994:15-6) aportaron información. Sin embargo, ésta no aumentó significativamente nuestro entendimiento del pasado mexicana, principalmente porque todas estas excavaciones fueron obras de salvamento sin preguntas claramente formuladas, y en la mayoría de los casos también a la falta de la publicación de la documentación de los resultados.⁹

Para dar nuevos impulsos a la investigación de la vieja capital mexicana, en 1977 se empezó con la planificación del *Proyecto Museo de Tenochtitlan*, cuyos objetivos eran realizar excavaciones en el área del Templo Mayor, y construir un museo para exhibir los hallazgos (Matos Moctezuma 1990a:27). Sin embargo, los acontecimientos del 23 de febrero 1978 hicieron necesario actuar más rápido. Trabajadores de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro encontraron durante una excavación, cerca de la esquina de las calles de Guatemala y Argentina un gran monolito circular (García Cook 1986 [1978]:216) con el relieve de Coyolxauhqui desmembrada. Después de los trabajos de salvamento, realizadas por Raúl Arana, Ángel García Cook y el *Departamento de Salvamento Arqueológico*, Eduardo Matos Moctezuma asumió la dirección de la excavación y así dio inicio el *Proyecto Templo Mayor-INAH*. El proyecto fue planeado en tres fases (Matos Moctezuma 1982a:11):

⁹ Información más detallada sobre la historia de los hallazgos arqueológicos, ver, por ejemplo, Nagao (1985), Boone (1987) y Matos Moctezuma (1988), López Luján (1994).

“Primera fase.

Recopilación y revisión de los trabajos arqueológicos realizados en el área y en lugares aledaños a la misma. (...); además, en base a esta información y con los datos que nos ofrecen las fuentes históricas, se presentaron las problemáticas a resolver fundamentadas en una teoría específica.

Segunda fase.

La obtención de datos. Esta fase comprende varios aspectos: desde la subdivisión del área de trabajo en zonas internas, hasta la aplicación de las técnicas de excavación adecuadas para un mejor control arqueológico. Se establecieron las secciones de apoyo necesarias como son la de fotografía, dibujo, restauración, etc., además de la colaboración del laboratorio del Departamento de Prehistoria para los análisis correspondientes.

Tercera fase.

Comprende la interpretación de los datos, es decir, correlacionar los datos obtenidos con los planteamientos iniciales y confrontar así teoría y práctica dentro de la investigación.”

Al inicio de la segunda fase se subdividió el área de excavación en tres secciones. El objetivo de las labores en la primera sección era encontrar las fachadas sur y oeste de las diferentes etapas constructivas del Templo Mayor. En la segunda sección se pretendía localizar el lado posterior del templo y algunos elementos que ya se habían encontrado en 1973 en unas excavaciones de salvamento. En la tercera sección se quería investigar el lado norte del templo y posibles edificios asociados (Matos Moctezuma 1990a:34). Las excavaciones realizaron de 1978 a 1982 y en periodos más cortos y de menor intensidad en los años 1987, 1989, 1991-92, y de 1994 hasta 1997.¹⁰ Más recientemente, se llevaron a cabo excavaciones en la zona arqueológica del Templo Mayor¹¹ y en el marco del *Proyecto Arqueológico Urbano* (PAU)¹² del INAH. De estas excavaciones destacan los hallazgos de unas ofrendas debajo de la Catedral metropolitana (por ejemplo, López Arenas 2001), la ofrenda 102 y la lápida monumental con relieve de Tlaltecuhltli (Barrera Rivera *et al.* 2007), estos últimos en el predio de la Casa de las Ajaracas, frente a la actual zona arqueológica del Templo Mayor. Según Matos Moctezuma y López Luján (2007), la lápida puede ser la tapa de la tumba del *tlatoani* mexica Ahuítzotl, que reinó de 1486 a 1502 d.C. Otros hallazgos efectuados dentro de la zona arqueológica del Templo Mayor incluyen la ofrenda 111 (ver **Figura 2.6.**) que contiene los huesos de un infante sacrificado a Huitzililopochtli, que presenta

¹⁰ Ver también descripciones en Matos Moctezuma (1978, 1981b, 1982a, 1998) y López Luján (1994, 2006).

¹¹ La sexta temporada se desarrolló en dos fases: de octubre 2004 a septiembre 2005 y de agosto 2006 a diciembre 2006 (López Luján 2007). Actualmente se están llevando a cabo las excavaciones de unas ofrendas alrededor de la lápida con el relieve de Tlaltecuhltli.

¹² El proyecto fue implementado desde 1991, coordinado por Eduardo Matos Moctezuma y supervisado por Francisco Hinojosa Hinojosa y Alvaro Barrera Rivera (López Arenas 2001:3).

ajorcas con grupos de cascabeles y conchas (*Polinices lactens*) en las tibias (López Luján 2007:112, 118).¹³

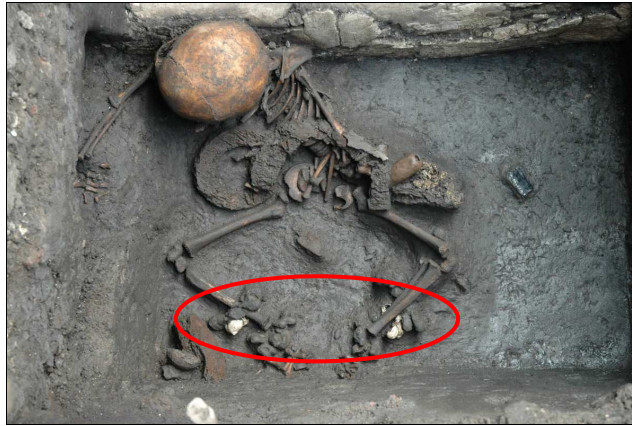


Figura 2.6. Infante sacrificado (ofrenda 111) con ajorcas de cascabeles en las piernas (foto cortesía del Proyecto Templo Mayor)

En total se localizaron 161 ofrendas en el recinto sagrado, sin contar los más recientes hallazgos: 107 en la pirámide principal y 24 en los edificios aledaños (denominados A-W) dentro de la zona arqueológica. 29 ofrendas se encontraron debajo de la Catedral y el Sagrario metropolitanos (Velázquez 2004:43, con referencia a los trabajos de López Arenas 2001:46 e Hinojosa 1999:17).

Las ofrendas se encontraron depositadas directamente en el relleno entre dos etapas constructivas, en cajas de sillares o en urnas de piedra. Había ofrendas en los edificios aledaños, tanto como en la plataforma, el piso y el cuerpo de la pirámide principal y en los templos que la coronaron (López Luján 1994:111-28). Al interior de las ofrendas variaban la cantidad y la amplitud del espectro de diferentes objetos depositados. Se detectaron entre 1 y 7 distintos niveles de objetos en las ofrendas (López Luján 1994:128-45).

La interpretación de las ofrendas del Templo Mayor

Las fuentes etnohistóricas señalan la existencia de ofrendas en el mundo mexica en diversos contextos. Existían ofrendas regulares (rituales diarios, fiestas mensuales, etcétera) y ceremonias que incluían ofrendas que no se repetían regularmente (entierros, victorias de guerra, consagraciones de etapas constructivas del Templo Mayor, etcétera). Los materiales y objetos ofrendados regularmente constaban de

¹³ Estos hallazgos más recientes no se incluyeron en la presente investigación.

alimentos, flores, plumas, copal, hule, papel, piedras preciosas, animales, sangre o corazones humanos. Las ofrendas eran depositadas en platos o directamente en o frente al altar dedicado a la deidad receptora de la oblación. En algunos casos se quemaban las ofrendas (Olmedo y González 1986:43; López Luján 1994:99). Después de terminar el ritual, los alimentos ofrendados muchas veces eran comidos por los sacerdotes o distribuidos (Torquemada 1975 vol.IV:82; Durán 1984 vol.I:28). En otros casos, los materiales ofrendados fueron abandonados hasta descomponerse y desechados solamente después (ver Durán 1984 vol.I:85). En pocas ocasiones las fuentes mencionan que las ofrendas se enterraban, o que se depositaban de una manera que hacer suponer una visibilidad arqueológica. El siguiente es un listado de indicaciones de algunas ofrendas enterradas o hundidas:

- Antes de su salida, los *pochtecas* enterraban papel mojado con sangre y hule en el patio de su casa (Sahagún 1989:545-6).
- En el remolino de Pantitlan se ofrecían piedras preciosas, corazones y papel a Tláloc (Sahagún 1989:130).
- En Tlaxcala, Huexotzinco y Cholula los nuevos gobernantes tenían que mojar papel con sangre y enterrarlo junto con copal (Torquemada 1975 vol.IV:82).
- Los *tlatoque* de la Triple Alianza ofrecían cada año oro, joyas, piedras, mantas, plumas y alimentos en el monte Tláloc. Después de la descomposición de los artículos perecederos se enterraba el resto (Durán 1984 vol.I:85).
- Motolinía (1994:18) relata que los corazones de los sacrificados eran enterrados, sin mencionar otros materiales.

Algunas de las menciones más importantes de ofrendas enterradas son las descripciones de las ofrendas de consagración de la extensión del Templo Mayor por Motecuhzoma II (Durán 1984 vol.II:228) y las ofrendas durante las ceremonias del entierro de Axayácatl (Durán 1984 vol.II:300).¹⁴

Los reportes de tiempos coloniales y modernos de hallazgos de ofrendas prehispánicas hacen probable que enterrar las ofrendas era una práctica más común de lo que indican las fuentes. Sin embargo, al empezar las excavaciones en el Templo Mayor, los

¹⁴ Andrés de Tapia (1498?–1561, en López Luján 1994:5) y Díaz del Castillo (1979 vol.I:191) mencionan los hallazgos de ofrendas en tiempos coloniales. Cortés (1989:171) describe el hallazgo de una sepultura y Motolinía (1994:32) narra el descubrimiento de diversas ofrendas en la pirámide de Cholula. Además, relata que algunos indígenas empezaron a excavar ofrendas para entregar sus hallazgos a los españoles que los exigían (Motolinía 1994:74).

investigadores quedaron sorprendidos por la gran gama de diferentes materiales ofrendados y por los evidentes patrones de distribución de estos materiales:¹⁵

“During the excavations, we perceived that the objects in the offerings were not placed randomly; all had been deposited in an ordered manner. It seemed evident to us that the patterned distribution of the gifts followed a code of expression that could be deciphered by examining the contents” (López Luján 1994:xxiv).

Matos Moctezuma (1994:xxi) supone que la carencia de información sobre el tipo de ofrendas identificadas en el Templo Mayor se debe a la importancia excepcional de ellas y la reticencia de los sacerdotes de divulgar esta información.¹⁶ A final de cuentas se trata de nada menos que una comunicación con los dioses:

“These gifts were the means of communication between humans and the gods [...]. The ideas expressed in them allow us to participate in the dialogue with the gods, a privilege not given to everyone” (Matos Moctezuma 1994:xxii).

Matos Moctezuma (1988:120-1) cree que los materiales de las ofrendas fueron dedicados en su mayoría a los dioses Tláloc y Huitzilopochtli, y parte de un lenguaje metafórico que expresó las necesidades básicas de los mexicas: agricultura y guerra. La inclusión de materiales y artefactos procedentes de contextos distantes temporal o geográficamente sirvió para enfatizar simbólicamente el poder militar y político sobre la extensión del imperio, y subrayó el concepto de centralidad del templo. Además, Matos Moctezuma (1988:91) postula una conexión directa entre la expansión del imperio azteca y el aumento de la diversidad de materiales en las ofrendas. También León-Portilla (1987:88) vincula el crecimiento del imperio con las ampliaciones del templo y las ofrendas. Carrasco (1987:148-9) indica que la presencia de objetos de “importación”¹⁷ son la representación simbólica de la periferia del imperio en su centro, y al mismo tiempo una legitimación religiosa de las conquistas:

“Their presence in the heart of the city displays the attempt to integrate valued and symbolic objects from the periphery of the Aztec state into the foundations of the central shrine as a means of sanctifying the conquests and the expansion of Aztec sacred social order” (Carrasco 1987:148-9).

¹⁵ Costin (1999:85) hace una observación muy parecida con respecto a las ofrendas funerarias.

¹⁶ Ver también Olmedo y González (1986:43).

¹⁷ Aquí cita el 80 % de bienes no mexicas que se encuentran en las ofrendas, mencionados por Matos Moctezuma (por ejemplo 1982b:118; posteriormente repite el número con referencia a una mayor cantidad de ofrendas halladas en excavación, 1988:91).

Nagao (1985:45) identificó las ofrendas como parte de un culto a la fertilidad.¹⁸ La autora supone que las ofrendas se pueden interpretar como alimento que, al enterrarlo, fue introducido a la boca del monstruo de la tierra. Por otro lado, las ofrendas también se pueden entender como semillas que se plantaron para alimentar a los humanos. Además de Huitzilopochtli y Tláloc, según ella, también se adoró a Ometeotl, la deidad que reside en el nivel trece del cielo, el Omeyocan, el ‘ombligo del mundo’. Con eso se destacó la centralidad del edificio (Nagao 1985). Asimismo indica Nagao (1985:47) que el Templo Mayor fue utilizado por los mexicas como banco (*bank vault*). Con la decisión de ‘enterrar’ o ‘no enterrar’ manejaban la cantidad de ciertos materiales en circulación. El templo, según ella, era en lugar predestinado para eso, porque tenía el mejor nivel de seguridad de todo el imperio.

Sin embargo, ninguna de estas propuestas de explicación de las ofrendas hace referencia explícita a la falta de información en las fuentes. Muchos de los rituales realizados en el Templo Mayor servían para la legitimación del poder, y el público era un factor muy importante en eso. Las explicaciones de las ofrendas con conceptos como representación de centralidad, justificación de la expansión y representación del poder (económico y otro) caben bien dentro del marco de la legitimación del poder. Solamente que no se encuentra descripción de estos rituales como ceremonias públicas en las fuentes.¹⁹

Por estas razones, la propuesta de Broda (1987:62, 84) es interesante. Ella cree que la religión mexica se dividía en dos partes: una orientada hacia la legitimación pública del poder y la otra como más exclusiva –basada en antiguas tradiciones cosmovisionales mesoamericanas–, que incluye la deposición de las ofrendas. Broda (1987:87) no distingue claramente entre las ofrendas para Tláloc y las dedicadas a Huitzilopochtli, y llega a la conclusión de que ambas forman parte de un culto a la tierra y a la fertilidad, centrado en Tláloc-Tlaltecuhltli y Cihuacoatl-Coatlique-Coyolxauhqui (Broda 1987: 105-7). López Luján (1994), por otro lado, no ve las ofrendas como masa homogénea con un solo objetivo, sino supone que éstas formaban parte de un ritual con efectos extraempíricos (López Luján 1994:42) y que servían para reforzar y apoyar oraciones²⁰ (López Luján 1994:45). La entrega de oblaciones, además, está vinculada con la esperanza de una retribución (con valor mayor) por parte de los dioses (López Luján

¹⁸ Menciona ofrendas de consagración de edificios, pero al final se refiere al significado de las ofrendas en general para el culto de fertilidad.

¹⁹ En su mención de las ofrendas, Durán (1984) no las incluye en un contexto ritual.

²⁰ Buzo Flores (2001:36-7) habla de ofrendas como una experiencia multisensorial, destacando el olor del copal quemado como elemento importante.

1994:46; ver también Mauss 1994:36). Osborne (2004:2) subraya la incertidumbre de esta relación entre hombres y dioses:

“Why does votive deposition matter? It matters because the exchange of material objects for supernatural returns has, in many societies, been both socially and economically significant. [...] to give a gift to the gods is to enter into a relationship from which the return is uncertain. Both when and how a supernatural power will react to a gift are not only unknown at the time that the object is dedicated, but remain unknown. What might count as a blessing is defined, and may be debated, by those who experience or observe the blessing; that blessings relate to past, or future, gifts is an ‘item of faith’. To enter into an exchange with supernatural powers is to enter into a relationship in which the links between what is given and what is received will always, and necessarily, be unclear” (Osborne 2004:2).

Apoyado en la taxonomía numérica, López Luján separa las ofrendas²¹ en diferentes ‘complejos’. Éstos se formaron con base en la presencia / ausencia de 109 tipos de objetos definidos por el autor. El resultado son 20 complejos (A – T), que además de las similitudes de los tipos de objetos que conforman las ofrendas comparten ubicaciones similares o simétricas. Además se identificaron 16 ofrendas individuales (López Luján 1994:153-70). La base del análisis de estos grupos lo constituyen las diferencias en los patrones de ubicación y contenido, que fueron interpretados como indicios de diferencias de significado o de ocasión de la oblación, como por ejemplo consagración (Complejo A), fertilidad (Complejo N) o contextos funerarios (Complejo E).

Un gran número de investigadores ha trabajado sobre diferentes aspectos de las ofrendas y del material ofrendado. Las unidades de análisis eran normalmente una ofrenda (todos los materiales) o un material (todas las ofrendas). El siguiente listado de estos trabajos no es exhaustivo y crece continuamente: material olmeca (Matos Moctezuma 1979); invertebrados de la ofrenda 7 del Templo Mayor (Polaco 1982); análisis petrográfico de piedra (Sánchez 1985; Sánchez *et al.* 1987); estilo mezcala en el Templo Mayor (Olmedo y González 1986; González 1987; González y Olmedo 1990); cerámica (Heyden 1987); instrumentos líticos tallados (Rees Holland 1989); material óseo humano (Román Berrelleza 1986; Chávez Balderas 2002); material mixteco (Urueta Flores 1990); vertebrados terrestres (Alvarez y Ocaña 1991); ictofauna (Díaz-Pardo y Teniente-Nivón 1991); la fauna de la ofrenda H (López Luján y Polaco 1991); esculturas de Guerrero (Olmedo 1993); las ofrendas del Templo Mayor (López Luján 1994); los objetos de la ofrenda 20 (Schulze 1997); los objetos de la ofrenda 98 (Olmo

²¹ Se investigaron 118 ofrendas, de las cuales 86 se ubicaron directamente en la pirámide principal. Las demás ofrendas se encontraron en los edificios aledaños.

1999); conservación y análisis de metales (Tapia 1999, 2003; Méndez 2003); obsidiana (Athié Islas 2001); copal (Lona 2004a, 2004b); material malacológico (Jiménez Badillo 1991; Velázquez 2000, 2004); Instrumentos músicos (Both 2005); la casa de las águilas (López Luján 2006).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Mesoamérica la metalurgia mantenía, hasta la llegada de los españoles, un carácter en gran parte ornamental y un volumen de producción mucho menor en comparación con las culturas europeas de la edad de bronce. Quizás es en este hecho donde hay que buscar la explicación de la relativa falta de interés, que siempre caracterizaba el trato de los metales prehispánicos por parte de la comunidad arqueológica. La mayor atención se concedió a los objetos de metales preciosos que impresionaron por sus cualidades estéticas, tanto a los conquistadores como a los investigadores modernos. Con eso, sin embargo, no fue aprovechado el potencial de información que ofrece un objeto de metal. Aun con los pocos antecedentes que existen con respecto a la metalurgia mesoamericana –y más específicamente la del centro de México– se puede suponer que las amplias posibilidades creativas que ofrece el material, en conexión con la necesidad de una compleja infraestructura y un conocimiento muy especializado de los procesos de producción, tienen implicaciones que, al ser estudiadas, nos proporcionarían un mejor entendimiento de la sociedad productora.

El punto de partida de este trabajo es la suposición de que las necesidades y posibilidades ideológicas, económicas, sociales y tecnológicas influían en el proceso de producción de un objeto de metal; los patrones y particularidades que muestran los objetos son vestigios de estas influencias. Entender el proceso de producción –con las oportunidades y limitaciones que ofrece el material– brinda la posibilidad de identificar y separar los posibles factores que motivaron al artesano a tomar decisiones tecnológicas a lo largo del proceso productivo. Los problemas tecnológicos, sin embargo, muchas veces tenían más de una posible solución. Cuál de estas alternativas se realizó, en muchas ocasiones probablemente fue determinado por factores culturales, fuera de la ‘lógica material’. Entender los objetos y los procesos productivos, nos ofrece información sobre las contingencias, anhelos, necesidades y capacidades de la cultura que los creó. La meta de esta investigación, por ende, es entender mejor las interacciones entre la sociedad y su cultura material que se reflejan en los procesos de producción.

Como se mencionó en la Introducción (**Capítulo 1.**) se escogió el área central del imperio azteca, el centro de México, y especialmente el Templo Mayor, como enfoque de estudio por las siguientes razones:

- la gran cantidad de cascabeles localizados en las ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlan,

- la clara cronología relativa de las ofrendas, que permite apreciar un desarrollo tecnológico y morfológico de los cascabeles,
- la falta de trabajos detallados sobre los materiales de metal ofrendados en el Templo Mayor,
- la indicación del uso de una aleación particular (cobre-plomo) en esta región.

Sin embargo, el estudio aquí realizado se podría (y de hecho se *debería*) realizar también en otros lugares y con respecto a otros objetos. El lugar (Templo Mayor) y el objeto (cascabel) son solamente ejemplos que abren una ventana hacia el pasado. Lo que se puede ver por esta ventana es meramente un detalle del paisaje que forma la vida prehispánica. Por las particularidades de las dos variables la información no se dejará extrapolar fácilmente a otros lugares o materiales. Aunque es probable que algunas de las conclusiones –a las que se puede llegar con un estudio como éste– caractericen bien las tendencias generales, será necesario en el futuro abrir más ventanas y así juntar una imagen (más) completa.

Reconociendo estas limitantes, el objetivo general de este proyecto es acrecentar la información disponible y realizar una síntesis sobre la metalurgia del centro de México, con sus implicaciones ideológicas, económicas, sociales y tecnológicas, tomando a los cascabeles como caso de estudio y elemento diagnóstico.

Para poder realizar el objetivo general será necesario cumplir con varios objetivos individuales que se dejan agrupar en el desarrollo de una base teórica, la síntesis de información, la elaboración de una metodología de análisis, la generación de nuevos datos y la integración de los nuevos datos en los contextos culturales.

Base teórica

- Elaborar una base teórica que fundamente el estudio de objetos de museo, uniendo elementos de análisis de ciencias materiales, estudios de cultura material y una visión antropológica del material arqueológico.

Síntesis de información

- Revisar los fundamentos teóricos del trabajo arqueometalúrgico.
- Sintetizar información publicada sobre la metalurgia prehispánica y sus implicaciones ideológicas, económicas, sociales y tecnológicas.
- Sintetizar información de fuentes primarias sobre cascabeles, su uso, producción,

intercambio y significado en el mundo prehispánico.

- Llevar a cabo una revisión general de la información existente con relación a la composición metálica de los cascabeles.
- Reunir información sobre sitios de producción de objetos de metal (talleres) en Mesoamérica.

Metodología de análisis

- Desarrollar una metodología de trabajo que permita el análisis no-invasivo (*non invasive*) de piezas metálicas de museo en varios estados de conservación.

Generación de nuevos datos analíticos

- Establecer una metodología de trabajo para la revisión y los análisis de cascabeles en la Bodega de Decomisos (INAH), el Museo del Templo Mayor y en las instalaciones del Instituto de Física de la UNAM.
- Generar, recopilar e interpretar nuevos datos de composición de cascabeles mesoamericanos analizando cascabeles de la Bodega de Decomisos (INAH) y de la colección del Museo del Templo Mayor.
- Crear una clasificación morfológica de los cascabeles y relacionar los resultados con los grupos creados por la composición metálica y los elementos traza.

Incorporación de los resultados analíticos en el contexto cultural del centro de México y de Mesoamérica

- **Contexto ideológico:** Con base en la información analítica, clasificatoria, contextual, iconográfica y documental, identificar uno o varios usos y significados del metal y de los cascabeles, en general y en las ofrendas del Templo Mayor.
- **Contexto económico:** Identificar las vías económicas por las que se movieron los metales o cascabeles, discutir las posibles regiones de procedencia de los minerales metalíferos y explicar el abastecimiento del Templo Mayor con cascabeles para las ofrendas.
- **Contexto social:** Con base en la información analítica, clasificatoria y documental, averiguar el valor del metal y el estatus social de los metalúrgicos y proponer un modelo de la organización del trabajo (grado de especialización, escala de producción, etcétera).
- **Contexto tecnológico:** Identificar las huellas que deja el proceso de producción en los cascabeles para entender y reconstruir este proceso.

- **Temas transversales** en todos los contextos arriba mencionados son las posibles alternativas de las decisiones tecnológicas, y las influencias culturales que en conjunto dieron forma a los cascabeles. Vinculado con el tema de la toma de decisiones está el modelo explicativo de Dorothy Hosler (1986, 1994a) que propone razones para el uso de determinadas aleaciones en el Occidente. Por su alto nivel de detalle y coherencia, elementos de este modelo han sido incorporados en las explicaciones del uso de metales en otras regiones. Por eso se intentará verificar a lo largo de las discusiones si el modelo explicativo aplicado al Occidente es válido también en el centro del área de la influencia mexicana.

En la siguiente tabla (**Tabla 3.1.**) se reunieron los objetivos de la presente investigación con respecto a la información sobre los ámbitos ideológico, económico, social y

Tabla 3.1. Esquema de objetivos, métodos y fuentes con respecto a las cuatro vertientes de la investigación: ideológica, económica, social y tecnológica

	Social	Tecnológico	Económico	Ideológico
Objetivo	Identificar: <ul style="list-style-type: none"> • la organización del trabajo • el papel del artesano • la ubicación de los talleres 	Entender: <ul style="list-style-type: none"> • el proceso de producción y los vestigios que los pasos de producción dejan en los cascabeles • los motivos para el uso de aleaciones 	Identificar: <ul style="list-style-type: none"> • posibles regiones de procedencia de los metales y cascabeles • las posibles <i>Vías económicas</i> por las que se movieron cascabeles y materias primas 	Identificar: <ul style="list-style-type: none"> • el significado de los metales y cascabeles • el uso de los cascabeles • el significado de los cascabeles en las ofrendas del Templo Mayor
Método	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la morfología y de la composición metálica de los cascabeles (XRF) • Revisión de fuentes primarias • Comparación etnográfica • Revisión de vestigios arqueológicos de otras regiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la morfología y de la composición metálica de los cascabeles (XRF) • Revisión de fuentes primarias y secundarias • Comparación etnográfica • Información experimental 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la morfología y de la composición metálica de los cascabeles (XRF) • Revisión de fuentes primarias y secundarias • Revisión de informes arqueológicos • Revisión de información geológica • Comparación de cascabeles de diferentes regiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la morfología y de la composición metálica de los cascabeles (XRF) • Revisión de fuentes primarias y secundarias • Búsqueda de representación de cascabeles en esculturas etc. • Revisión de contextos de hallazgos de cascabeles • Asociaciones • Comparación etnográfica
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados de los análisis de los cascabeles (morfología y composición) • Hallazgos arqueológicos • Códices y documentos etnohistóricos • Descripciones etnográficas • Literatura moderna • Información experimental 			

tecnológico. La tabla comprende información sobre los objetivos, los métodos que se emplearon para juntar la información necesaria para alcanzar los objetivos, y las fuentes de esta información.

4. METODOLOGÍA

La metodología es el conjunto de principios y procesos usados para alcanzar los objetivos de la investigación. Mientras que se describirán los pormenores de las técnicas analíticas en el **Capítulo 9**. (los procesos), aquí se intentará dar una visión más general del desarrollo, o de la 'mecánica', de la investigación en su totalidad (los principios).

El objetivo de 'reconstruir' la cultura mexicana en sus aspectos ideológicos, económicos, sociales y tecnológicos a partir de los cascabeles, hace necesario aprovechar un amplio espectro de diferentes fuentes de información aparte de los datos analíticos: arqueología, metalurgia, etnohistoria, iconografía, experimentos, etcétera. La información de estas fuentes es en gran medida complementaria y ayuda a crear una visión holística de los objetos de estudio (cascabeles) y de la cultura humana en cuyo contexto fueron creados y usados (la cultura mexicana).

Los tipos de información que ofrecen estas fuentes, por un lado, y los métodos necesarios para su aprovechamiento, por otro, son a veces muy diversos. Eso hace necesario un trabajo multidisciplinario y causa el problema de reintegrar las teselas de información para formar un mosaico que muestre la 'imagen completa'. El hecho de que la investigación aquí presentada fue realizada por una sola persona probablemente hace la integración de la información de las diferentes fuentes más sencilla, pero lleva consigo la desventaja de no poder acercarse a todas las fuentes de información con el mismo nivel de pericia y experiencia. Por estas limitaciones metodológicas, el trabajo principalmente pretende ser un 'estudio piloto' que muestre el potencial de algunas vías investigativas y genere nuevas preguntas. Los resultados aquí presentados, a largo plazo, deberían ser revisados, complementados o corregidos por los especialistas de las diferentes ramas de investigación.

Por el hecho de ser una investigación que no tiene muchos antecedentes, no era fácil predecir los resultados de los análisis. Había que intentar entender la estructura de los datos que ofrece la colección de cascabeles del Templo Mayor en toda su amplitud y además establecer un marco de referencia y comparación. Por eso se decidió analizar las dos colecciones cuya selección ya fue descrita en la Introducción (ver **Capítulo 1**).

En ambos grupos el primer paso de análisis era una revisión macroscópica de los cascabeles y la elaboración de un catálogo con la información sobre todos los cascabeles (incluyendo descripciones, medidas, etcétera), del cual se generó un listado

con la información cuantificable que se iba a utilizar a lo largo de la investigación (**Anexo III: Las bases de datos de los cascabeles**).

Para su análisis instrumental (PIXE), los cascabeles de la Bodega de Decomisos se trasladaron a las instalaciones del Instituto de Física de la UNAM. Se hizo una selección de muestras con la intención de representar bien todos los grupos morfológicos que presenta la colección. Las muestras fueron preparadas retirando la capa de corrosión hasta dejar una superficie de aproximadamente 3 x 3 mm de metal sano expuesto (ver **Subcapítulo 9.2.** por la descripción de los métodos de análisis).

En el caso de los cascabeles del Templo Mayor las diferencias formales y cronológicas ayudaron a formar más grupos. Binford (1964:429) describe como muestra óptima una selección que es “eficaz, fiable y flexible”. Sin embargo, en este caso no había manera de saber de antemano si se podían esperar grandes diferencias de composición entre los grupos y gran homogeneidad de composición dentro de los grupos o, más bien, amplios intervalos de composición en los grupos y un traslape de composición elemental importante entre los grupos. Por eso era imposible decidir cuántas muestras eran necesarias para representar el intervalo de composiciones de los cascabeles de cada grupo. El problema fue agravado por el hecho que razones curatoriales y de seguridad hicieron imposible preparar una gran cantidad de cascabeles para análisis, retirando la capa de corrosión, y llevarlos al laboratorio para ser investigados, como se hizo en el caso de los cascabeles de la Bodega de Decomisos (ver **Subcapítulo 9.2.**). Ante la disyuntiva de llevar un número reducido de cascabeles al laboratorio o analizar una muestra grande –sin preparación y con su capa de óxidos– utilizando el prototipo de un equipo de XRF portátil (Picazo *et al.* 2003; Picazo 2005) en la bodega del Museo del Templo Mayor, se decidió por la última alternativa. Solamente de esta manera era posible hacer visible la variabilidad de composición y los patrones existentes. Para contrarrestar el elemento de incertidumbre introducido por un análisis a través de la pátina o capa de corrosión que presentan los cascabeles, se tomaron las siguientes medidas:

- (a) analizar todos los cascabeles cuyo estado de conservación hizo parecer probable que había metal sano debajo de la capa de óxidos,
- (b) incluir el mayor número posible de cascabeles de todos los grupos (morfológicos y cronológicos) en la selección de cascabeles analizados,
- (c) efectuar en la mayoría de los cascabeles más de un análisis, trabajando con la concentración promedio e,

(d) incluir en la muestra final únicamente los análisis que tenían resultados con determinado número mínimo de cuentas detectadas (ver **Subcapítulo 9.1.**).

Los resultados de los análisis de las medidas de tamaño y de la composición de las dos colecciones se representaron en tablas, diagramas de puntos en dos dimensiones o triangulares (*scatter plots* y *ternary graphs*) e histogramas. Además se hizo un mapeo de la distribución de los cascabeles en el Templo Mayor, tanto por forma como por etapa constructiva.

Se realizó un análisis de las tendencias claramente visibles en estas gráficas y mapas, sin recurrir a métodos estadísticos más sofisticados. Esta decisión se debe a que muchas de las tendencias son (a) claramente visibles en gráficas simples y (b) los métodos estadísticos están lejos de ser incontroversiales (Miller 2007:27-8; ver también ejemplos en Baxter 1999; Orton 1997) y pueden ser fuente de errores y falsas seguridades. Skibo (1992:27, citado en Arnold 1999:108) indica que no todas las diferencias, aún si son significativos en términos estadísticos, tienen importancia con respecto al comportamiento humano. Thomas (1978:236, traducción del autor) indicó claramente que la pregunta que debe regir la selección de los métodos de tratamiento de los datos cuantitativos tiene que ser: “¿Qué podemos aprender de esta investigación que no sabíamos antes?” Futuros trabajos, con preguntas más específicas –cuyas respuestas harán necesario un nivel de detalle más alto– pueden incluir un tratamiento estadístico más sofisticado de los datos.

Los resultados de los análisis de los materiales de las dos colecciones son comparados entre sí y con información procedente de otras fuentes (ver arriba), y contextualizado en los ámbitos ideológico, económico, social y tecnológico de la cultura mexicana y de Mesoamérica.

Es importante ver estos pasos metodológicos no como finitos –que llevan a un resultado *final*– sino como un primer acercamiento a los datos. Las preguntas generadas en el transcurso de esta investigación ayudarán definir las necesidades de análisis a futuro.

En resumen se puede describir la metodología de la presente investigación de la siguiente manera (**Figura 4.1.**):

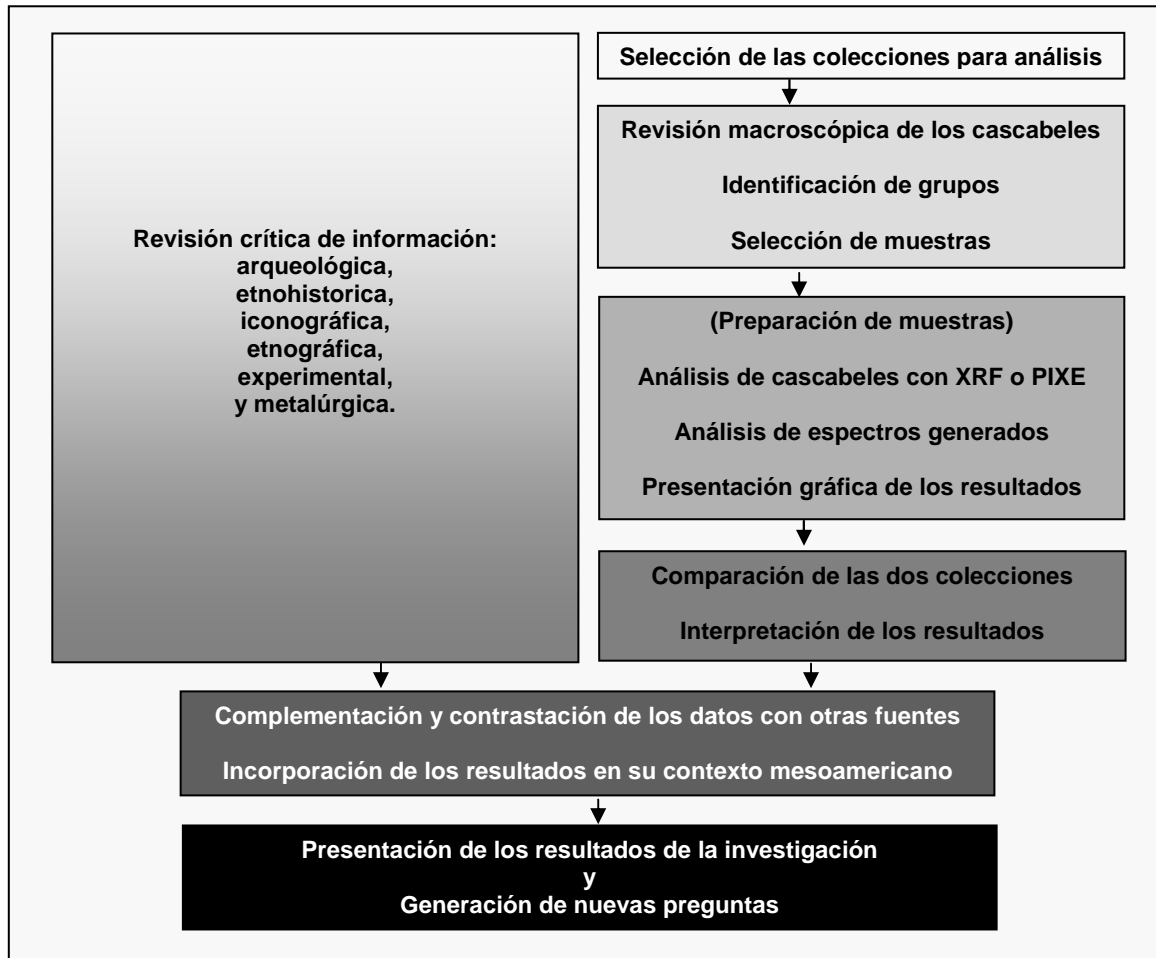
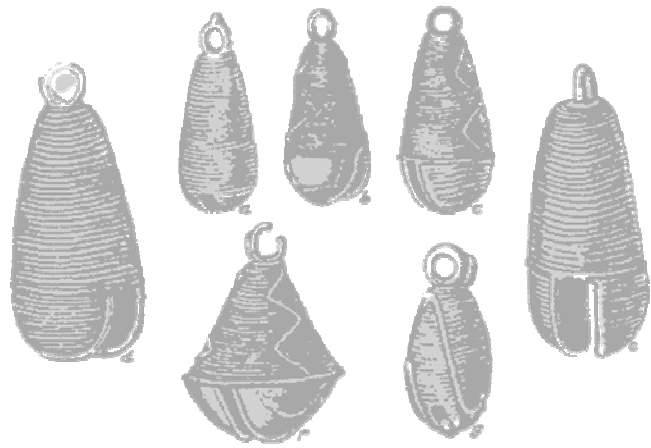


Figura 4.1. Diagrama de pasos metodológicos de la presente investigación.

PARTE 2: MARCO TEÓRICO



5. CULTURA MATERIAL, CIENCIAS MATERIALES Y MARCO TEÓRICO

La teoría no siempre guía una investigación explícitamente. Hay muchas investigaciones para las cuales nunca se definió un marco teórico, hecho que no significa automáticamente que la investigación esté mal planteada o que los resultados sean inválidos. Sin embargo, la teoría es el transformador, el filtro que nos ayuda a entender el mundo que nos rodea y también a dar sentido al pasado, sea explícita o implícitamente. Johnson (1999:7, traducción del autor) declara: “Los hechos son importantes, pero sin teoría se quedan en total silencio.” Odell (1996:4) define teoría como “un conjunto de proposiciones verificables, relacionadas sistemáticamente, que se refieren a los principios subyacentes que gobiernan las relaciones de un conjunto de fenómenos” –lo que Gándara (1993:7) divide en teoría sustantiva y posición teórica. La teoría hecha explícita ayuda al investigador a hacerse consciente de bajo qué “conjunto de supuestos valorativos, ontológicos y epistemológico-metodológicos” (Gándara 1993:8) desarrolla su investigación y facilita al lector seguir sus pasos para así entender o ‘verificar’ sus resultados. La visión postprocesualista¹ complica el escenario, dado que en ella no existen datos como hechos reales (completamente objetivos) que se presten fácilmente para verificar proposiciones, sino que las observaciones mismas ya forman parte de la teoría (Johnson 1999:176).

Para asegurar el mayor grado de transparencia en la investigación aquí presentada se pretende aclarar algunos conceptos teóricos que sirven de base para el desarrollo de lo que sigue. En este capítulo se tratará de:

- mostrar que no existe una dicotomía irreconciliable entre el uso de técnicas de las ciencias naturales para resolver problemas arqueológicos y la teoría arqueológica / antropológica en general,
- describir el papel que puede jugar la cultura material en reunir los diferentes acercamientos,
- definir las decisiones tecnológicas que toman los artesanos en el proceso de elaborar un artefacto como vínculo entre el objeto y su contexto ideológico, económico, social y tecnológico,
- realzar la influencia del contexto sobre la interpretación del significado de un objeto,

¹ Renfrew (1994:3) refuta el termino por su prefijo ‘post’, dado que implica una sustitución completa del procesualismo y habla del ‘anti-procesualismo’.

- incluir el agente en las consideraciones acerca de la producción y el uso de artefactos,
- ofrecer un guión de los presupuestos teóricos generales bajo los cuales el presente proyecto fue concebido y que sirve como marco de referencia en el análisis de los datos generados durante la investigación.

5.1. ARQUEOLOGÍA Y LAS DOS CULTURAS

“We all know the anecdote about George Bernard Shaw and the beauty queen. What if, instead of having her looks and his brain, the child would have his beauty and her intelligence? We would like the future archaeometrist to have the wide-world view and the field-flair of the anthropological perspective and its fine sense for cultural diversity and unity while at the same time possessing the lab savvy and the methodological serenity of the hard scientist. What if it turns out to be the other way? The field sense and humanistic culture of a hard scientist and the methodological firmness of the anthropologist? Horrors! We should beware”
(Litvak 1982:125).

El problema inicial de este estudio arqueológico y arqueometalúrgico de los cascabeles del Templo Mayor de Tenochtitlan se concentra en mitigar el a veces violento antagonismo entre “dos culturas” (Snow 1959) o entre lo que Jones (2002:1) define como arqueología científica y arqueología teórica. Las raíces de este antagonismo se encuentran en el desarrollo de la ciencia moderna con los ideales y conceptos de tiempos de la Ilustración (Dobres 2000:210).

Descartes escribió su *Discurso del Método* en las sombras de las guerras religiosas del siglo XVII, las cuales llevaron a la crisis el pluralismo del humanismo, ejemplificado por el trabajo de Michael de Montaigne. En un mundo lleno de incertidumbres empezó la búsqueda de certezas (Driebe 2000:12, con referencia a Toulmin 1990). Este programa realista, detallado por Descartes en su *Discurso*, encontró una expresión clara en “la entidad que llegó a ser conocida como el demonio de Laplace” (Driebe 2000:13). En su *Essay philosophique sur les probabilités* de 1814, Pierre Simon Marquis de Laplace, eminente matemático y físico francés, evoca este demonio (Laplace, citado en Driebe 2000:13):

“El estado actual de la naturaleza evidentemente es la consecuencia de lo que existía el momento anterior, y si concebimos una inteligencia que en un instante dado entiende todas las relaciones de las entidades de este universo, podría

anunciar las posiciones respectivas, movimientos, y efectos generales de todas estas entidades en cualquier tiempo del pasado o del futuro.”

Para los científicos, que evidentemente no pueden ‘entender todas las relaciones de las entidades de este universo’, eso significa por lo menos que existe un mundo real que se deja percibir objetivamente. Esta perspectiva *objetivista*, además, parte de la suposición de que es posible describir, desde una posición distanciada –casi ‘externa’– este mundo en términos objetivos. Reglas y leyes inmutables ordenan la interacción de los elementos de este mundo y así permiten al científico acumular conocimiento, sin tener que reconfirmar cada vez los paradigmas anteriores (Jones 2002:4-10, 2004).

En la mirada más *subjetivista* (o, menos *objetivista*) de las ciencias sociales se percibe el mundo de otra manera, partiendo del presupuesto que la realidad es creada en el momento de su descripción y, con eso, depende del contexto cultural en el cual se describe. La lengua utilizada para hacer estas descripciones tampoco representa directamente la información sensual del mundo, sino transporta valores y metáforas dependientes del mencionado contexto cultural (Jones 2002:4-10, 2004).

Pero ¿que tan diferentes o, como algunos dirían, incompatibles son estas ‘dos culturas’? Johnson (1999:165) habla de la “condición posmoderna”,² que implica la pérdida de fe en una *Verdad* intrínseca e indica que los debates científicos son decididos por procesos estrechamente vinculados con relaciones sociales (Johnson 1999:36). Lemonnier (1993:6) demuestra qué tanto la construcción de un avión (como última expresión de la ‘alta tecnología’) está influenciada por tradiciones de ingeniería y problemas burocráticos. Las ideas acerca del conocimiento científico como construcción social –lejos de ser ‘objetivo’ o reflexión de una ‘realidad aparte’– se juntan bajo el título de ‘constructivismo’ o ‘constructivismo social’ (Johnson 1999:45; ver por ejemplo Bijker 1987; Brey 1997; Killick 2004). Bajo esta perspectiva la pregunta si la arqueología es una ciencia o no, se vuelve irrelevante (Johnson 1999:46) y el conflicto de las ‘dos culturas’ queda resuelto: la ciencia misma no sería tan ‘científica’.³ Por otro lado si ‘ciencia’ se deja definir como “acumulación racional de conocimiento, revisado críticamente de una manera rigurosa y sistemática” un gran espectro de disciplinas

² “The ‘postmodern condition’ has been defined by the French philosopher François Lyotard as incredulity towards metanarratives. Lyotard suggests that the postmodern condition is the condition of knowledge in Western capitalist societies. A metanarrative is a big story, or a grand claim of absolute truth” (Johnson 1999:162).

³ VanPool y VanPool (1999:42) opinan que no hay una clara distinción entre ciencia y no-ciencia. Por otro lado argumentan que muchas corrientes de la arqueología postprocesual pueden ser consideradas científicas. Los autores son fuertemente criticados por estas opiniones por Arnold y Wilkens (2001) y Hutson (2001).

(tanto científicas como humanísticas) se dejaría definir con el término alemán *Wissenschaft*, que define ciencia en el sentido más amplio (Johnson 1999:37).⁴

⁴ Por otro lado D. Clarke (1978:465, citado en Johnson 1999:36, traducción del autor) escribió que el uso de técnicas científicas “no convierte la arqueología en una ciencia, más que el uso de una pierna de madera convierte a un hombre en un árbol”.

5.2. ARQUEOMETRÍA ES ANTROPOLOGÍA⁵ ... ¡O NO ES NADA!⁶

“La antropología es el estudio de los grupos humanos en su aspecto biológico, en su interacción con el medio ambiente y con otros grupos humanos, en su devenir histórico y su ubicación sincrónica. Por definición, la Antropología es un puente⁷ transdisciplinario entre ciencias naturales y ciencias sociales”
(Manzanilla, Barba y McClung 2000:1).

“... arqueología es una de las pocas disciplinas que pueden superar el abismo entre las humanidades y las ciencias”
(Pollard y Heron 1996:1).⁸

De gran importancia para este trabajo es la posición de la arqueometría⁹ –y específicamente de la arqueometalurgia– en este contexto teórico. Taylor (1982a:25, traducción del autor) define arqueometría como “la aplicación e interpretación de datos de las ciencias naturales en el estudio de la arqueología”. Taylor (1982a:25, 1982b:46), quien intenciona la definición del término lo más inclusivo posible, y Aspinall (1986: 130-1) nombran los siguientes campos del trabajo arqueométrico como sus más importantes elementos:¹⁰

- 1) Prospección geofísica
- 2) Métodos de fechamiento
- 3) Análisis de materiales¹¹
- 4) Tratamiento matemático
- 5) Estudios del paleoambiente.

Barba (1991:101) traza los inicios de la aplicación de los métodos de la ciencia de materiales a piezas arqueológicas en los años treinta y con mayor intensidad en los cincuenta, con los trabajos de Matson (1951) y Shepard (1956).¹²

⁵ Para fines de esta investigación se define antropología como ciencia social que se dedica al estudio de los orígenes y relaciones sociales del humano. Los campos de investigación de la etnología, la arqueología, la antropología física, entre otros, forman parte de la antropología (ver <http://www.websters-online-dictionary.org>, sitio web visitado 20.08.2007).

⁶ Retomando la famosa frase de Phillips (1955).

⁷ Ucko (2004 [1970]:217) utiliza la misma expresión con respecto a los estudios de artefactos humanos o cultura material.

⁸ Ver también Ehrenreich (1999:218).

⁹ Término creado en 1958 por Professor C. Hawkes como título de la revista del *Oxford Research Laboratory for Archaeology and the History of Art* (Aitken 1982:142; Hesse 1990:318; ver Craddock 1991:14).

¹⁰ Para una clasificación ligeramente diferente ver por ejemplo Ehrenreich (1995:2) y Pollard y Heron (1996).

¹¹ Hoy en día es importante incluir el análisis de materiales biológicos.

Arqueometría y arqueología (antropológica) representan, de cierta manera, las ‘dos culturas’ arriba mencionadas. El estado de la relación entre estas dos culturas fue bien caracterizado por Dunnell (1993:161, traducción del autor): “Para algunos arqueólogos la arqueometría es un esfuerzo que resulta a veces interesante, que es definitivamente opcional, y en su mayor parte irrelevante”. Incluso, Bayley y Heron (1998:139, traducción del autor) se preguntan si el trabajo arqueométrico sigue siendo visto como “el resultado de técnicas en búsqueda de problemas”. Otra declaración, que hace más que evidente la ruptura que parte la arqueología, es la calificación de arqueometría como “solución mecánica a problemas triviales” (Sherratt 1993:125):

“Science, too (in the sense of the application of natural-scientific techniques to archaeological problems), has tended to subvert the nature of archaeological research by its access to funds and consequent tendency to define the problems for research as those to which archaeological science can be applied. In Britain it has even begun to swallow up funds otherwise available to archaeology itself; and while it is a good servant, it is a poor master. It is especially dangerous when combined with the view that archaeology itself is simply a science, and that possession of a correct methodology is necessary to make any valid assertion; or that to get a research grant at all, it has to be formatted to suit the NSF. At a time when politicians demand measures of productivity, the mindless solution of trivial problems is a tempting *modus vivendi*”.

La relación de los dos campos de trabajo ha sido muy cambiante, moviéndose entre los extremos de rechazo completo, muchas veces por falta de información sobre las posibilidades, y una infundada esperanza de tratar con ‘verdades absolutas’, mientras que el dato haya sido generado por un ‘científico de bata blanca’, y mejor aún, si en el proceso se utilizaron instrumentos, cuyo funcionamiento el arqueólogo no entiende.¹³ Eso también tiene que ver con el estatus del cual la ciencia (con ciencia me estoy refiriendo aquí a las así llamadas ‘ciencias duras’) goza en la sociedad en general. Mientras que la mayor parte del conocimiento es considerada paradigmática, el conocimiento científico tiene el aura de ser irrefutable, o sea, conocimiento verdadero (ver Jones 2002:26; ver también el tratamiento de O’Connor 1991 a la definición de *scientism* propuesta por Barrett 1990).¹⁴

¹² Para casos que van aún más atrás en tiempo ver Craddock (1991) y Pollard y Heron (1996).

¹³ Mientras que haya, como lo expresa Johnson (1999:36, traducción del autor), “muchas máquinas que hacen *ping!* en nuestros laboratorios”. Carmona (2004a:323) también da un buen ejemplo de esta manera de pensar al subrayar la importancia de los estudios de Forgas y Melamed (1989, énfasis añadida) sobre la percepción, diciendo “... en su estudio y basados en múltiples experimentos y *utilizando aparatos*, Forgas y Melamed ...”. No da más detalles sobre los experimentos, ni sobre los ‘aparatos’.

¹⁴ “Scientism is the belief that scientific thought is inherently superior to other modes of thinking” (Johnson 1999: 40).

Luis Torres (1981:51), ingeniero químico y uno de los primeros científicos en México que se dedicó a la restauración de bienes culturales y a la arqueometría, ve la capacidad de las ciencias de una manera crítica y realista y advierte que:

“... la ciencia no es un mágico adivino respondedor de todas las preguntas”

Tanto en el caso del rechazo como de la aceptación completa se puede hablar del fenómeno de la ‘caja negra’¹⁵ que –casi milagrosamente– convierte a los materiales arqueológicos en datos científicos. Dentro de esta ‘caja negra’ está ubicado el punto de contacto entre las ciencias (‘duras’) y la arqueología (como no-ciencia, o ciencia ‘blanda’). Por falta de comprensión de los procesos de conversión que se llevan a cabo en este punto, los arqueólogos muchas veces no pueden utilizar la información proporcionada por el analista. A veces estos datos son reproducidos en anexos sin aportar al modelo interpretativo. Los científicos, por otro lado, muchas veces carecen de conocimiento arqueológico que les permitiría explicarse mejor en términos entendibles para el arqueólogo o adecuar sus métodos al contexto y los materiales arqueológicos¹⁶ (ver Litvak 1982:40; Aspinall 1986). Jones (2002:44) habla de una ‘explosión’ de la información durante el proceso de la investigación, que resulta en descontextualización y fragmentación.¹⁷ Con respecto a esta falta de comunicación O’Connor (1991:6) menciona la necesidad de especializarse en un campo tan amplio como la arqueología, pero subraya que de eso resulta el requerimiento de entenderse mutuamente para no desvincular la arqueología de tal manera que termine siendo una aglomeración de especializaciones sin conexión (ver también Craddock 1991:14).¹⁸ Por eso A. M. Pollard (1995:244)¹⁹ admite que el término *arqueometría* no le gusta y que a final de cuentas prefiere hablar simplemente de *arqueología*.

Reconociendo que la fragmentación de la vida humana en subdisciplinas arqueológicas es de dudoso mérito, la llamada de Vidale (ver 1998:179) por una ‘paleotecnología’,

¹⁵ Ver Jones (2002) en un uso de la expresión ‘black box’ ligeramente diferente.

¹⁶ Los investigadores de las ciencias naturales, por otro lado, muchas veces son rechazados en su propio campo de trabajo por dedicar tiempo a la investigación arqueológica, dado que este trabajo suele ser repetitivo y no aporta mucho en términos de técnicas y métodos (Hesse 1982:86; Wolfman 1982:43).

¹⁷ Castro *et al.* (1998:173) advierte contra esta desarticulación en las vertientes teóricas de la investigación de la organización social. Habla de líneas de investigación independientes o incluso mutuamente ignorantes.

¹⁸ Ehrenreich (1999:221), por otro lado, indica que la general falta de fondos crea una tendencia que favorece a generalistas que tienen que ‘sustituir’ todo un rango de especialistas.

¹⁹ “The term ‘archaeometry’ is one which I do not personally like – it can have the connotation of simply being ‘scientific measurements applied to archaeology’, which, to use a mathematical phrase, is ‘necessary but not sufficient’ (although unfortunately it does often adequately describe the character of the work)” (A.M. Pollard 1995:244).

basada en los campos de estratigrafía arqueológica, arqueometría y etnoarqueología, o de Renfrew (1996:vi) por ‘arqueo-tecnología’, parece poco útil. Al mismo tiempo es importante reconocer que no se trata de ‘callar’ la multivocalidad de la arqueología (ver Hodder 1999; Tilley 1991). Por eso parece válida la sugerencia de Sherratt (1993:126) de ver arqueología como un conjunto de redes abiertas en vez de una serie compartimentalizada de estudios especializados. Esta visión, de un conjunto de diferentes enfoques y metodologías unidos en el intento de estudiar el pasado de la humanidad, fue expresada por Luis Torres en México hace más de 25 años:

“[La Arqueometría es] una compleja metodología que establece el vínculo entre características de la materia y actividades del hombre. [...] Si se piensa utópicamente la arqueología tradicional, la nueva arqueología y la arqueometría, son parte de un solo tronco común, acaso junto con la historia; pensamos que en el futuro deben unificarse en una simbiosis múltiple para construir una ciencia única y verdadera para el estudio del pasado del hombre” (Torres 1981:19).

Ciencia de materiales y cultura material

La arqueometría, como conjunto de técnicas científicas utilizadas en la arqueología, se traslapa en parte con los campos de estudio de la cultura material y con la ciencia de materiales. Barba (1991:96) define el campo de la *ciencia e ingeniería de los materiales* con las siguientes preguntas:

- a) “¿Cuáles son los métodos específicos de obtención del material?”
- b) ¿Cómo obtiene un material su microestructura final?
- c) ¿Cómo obtiene ese comportamiento específico durante su procesamiento?
- d) ¿Cómo obtiene sus propiedades finales?
- e) ¿Cómo se logran sus aplicaciones más adecuadas?”

Además pregunta:

- a) “¿En qué forma dependen las propiedades del procesamiento y viceversa?”
- b) ¿Dependen las aplicaciones de su procesamiento y viceversa?
- c) ¿Dependen las aplicaciones de las propiedades del material y viceversa?”

El enfoque principal de la ciencia de materiales es elucidar las propiedades de los materiales para sus aplicaciones industriales, utilizando una amplia gama de métodos analíticos. Las preguntas que definen este campo de trabajo con sus respuestas – aunque no antropológicas en sí– tienen gran importancia para la arqueología, porque

permiten seguir, y a cierto grado entender, las interacciones de los humanos con lo material. Los análisis microscópicos de la ciencia de materiales y los estudios antropológicos de la cultura material al nivel macroscópico pueden formar parte del mismo proyecto de investigación (ver Jones 2004:329).

El estudio de la cultura material²⁰ se enfoca en lo que Thompson y Parezo (1989:33, traducción del autor) definen como “objetos físicos que nos permiten hacernos una idea de cómo funciona la cultura y nos ayudan a interpretar el comportamiento humano”. Baldus (1947:171) utilizó una definición más explícita de cultura material cuando dice que es “el conjunto de sus [de una cultura] productos tangibles que pueden ser puestos o expuestos en el museo, ya sean atavíos y trajes, víveres y utensilios para obtenerlos, prepararlos y consumirlos, casa y muebles, armas, medios de transporte, instrumentos de música, máscaras, entretenimientos etc., etc..” Esta enumeración indica el gran espectro que abarca el concepto de cultura material. Sin embargo, como muestran Thompson y Parezo (1989:33), el alcance de la definición del concepto se ha contraído y expandido en relación con las metas de los investigadores. Ambas definiciones aquí utilizadas no incluyen las ideas y construcciones mentales (*mental constructs*) acerca de los objetos, como lo hacen otras definiciones (ver Thompson y Parezo 1989:34, con referencia a Osgood 1940:25-6 y Deetz 1977a:24-5). Por otro lado, las definiciones aquí citadas no reducen el significado a útiles que sirven para sobrevivir en un ambiente específico (Thompson y Parezo 1989:33, con referencia a Herskovits 1948).

Thompson y Parezo (1989:34, traducción del autor; ver también Buchli 1995:189) enfatizan que cultura material “es la única parte de la cultura que tiene una existencia física propia, separada de la gente que la usa. [...] Esa durabilidad y disponibilidad de objetos significa que son los únicos datos de la cultura primaria que pueden ser reanalizados por cada generación de antropólogos, siempre que haya documentación adecuada.” Por otro lado la durabilidad permite que los objetos sean fácilmente transportados de un contexto a otro y con eso sometidos a un constante cambio de significado (Hodder 1989b:73). Buchli (1995:191) reitera este mismo punto con un ejemplo:

“Its constituted physicality, ironically, is precisely what enables it to pass so freely from one context to another. You can pick it up and move it from a grave-site to a museum vitrine or buy it and use it as a flower-vase rather than a funeral urn.”

²⁰ Digard (1979:74) opina que esta formulación es errónea, dado que implica una falsa distinción entre lo material y lo social, intelectual o espiritual.

Thompson y Parezo (1989: 34-42) retrazan el desarrollo de los estudios de cultura material desde los primeros contactos con culturas radicalmente diferentes (por ejemplo, Cortés en México) y el establecimiento de *Wunderkammern*, o gabinetes de curiosidades, hasta la fundación de los primeros museos en el siglo XVII. En este entonces muchas veces no había interés en la cultura creadora de los objetos y el significado de los artefactos se perdió. El siglo XIX vio el inicio de la colección sistemática de cultura material y se establecieron las bases de las grandes colecciones modernas. En la primera mitad del siglo XX hubo “un cambio en las actividades de colección de objetos no occidentales. Los antropólogos, con un acercamiento de historia natural, fueron sustituidos por curadores de arte” (Thompson y Parezo 1989:41, traducción del autor). En consecuencia, los objetos nuevamente fueron vistos y coleccionados absolutamente fuera de sus contextos originales y empezó a crecer el mercado internacional de trato ilegal con antigüedades.

Thompson y Parezo (1989:42) mencionan el auge de trabajos antropológicos sobre otros aspectos de la cultura a partir de la primera Guerra Mundial, lo cual pareció disminuir la importancia de los estudios de la cultura material, pero los autores enfatizan que estos estudios no desaparecieron. Se hicieron muchos trabajos sobre técnicas de producción y de manera más general “sobre la relación entre forma, estilo, decoración, simbolismo, y función” (Thompson y Parezo 1989:43, traducción del autor; ver también Gosden y Marshall 1999:169). Fenton (1974:15) y Sigaut (1994:420) mantienen que los estudios antropológicos de las técnicas disminuyeron marcadamente después del primer cuarto del siglo XX. Digard (1979) y Lemonnier (1986) también lamentan que el estudio de tecnología dentro de la antropología no ocupe el lugar que merece.

Sólo recientemente la cultura material ha devenido en el enfoque de análisis de índole más social, partiendo del reconocimiento de que los objetos no solamente son el escenario para la acción humana, sino parte integral de ésta (Gosden y Marshall 1999:169).

Richardson (1974:4-5) describe la cultura material como un espejo que refleja a la humanidad. Al mismo tiempo deja entrever las posibilidades que ofrece el estudio de los objetos creados por los humanos en términos antropológicos:

“Material culture is at the final point in the process of extrinsic symbolization; it represents the fullest expression of man’s efforts to objectify his concepts. Once this objectification takes place, material culture becomes a mirror that man may view to find out about himself – not only about his technical ingenuity, but also

about how he, the symbol user, came to be, about the awful mystery of being human” (Richardson 1974:4-5).

Chilton (1999:3) señala que la variabilidad de la cultura material se debe a las variadas influencias por factores como conocimiento, tradición, habilidad, escala de producción, contexto, uso previsto e ideología. Pero más que mero resultado y reflexión de las influencias de su contexto, Chilton (1999:2, traducción del autor) describe la cultura material como “producto y precedente de la acción humana”. Shanks y Tilley (1987a:85) también resaltan el aspecto activo de la cultura material.

Reconociendo esta relación de influencias mutuas entre los artefactos y los humanos, Deetz hace casi tres décadas (1977b:11-2) incluso sugirió que el estudio de la cultura material es el verdadero estudio del hombre, y la arqueología es solamente una subdisciplina.

Arqueología y cultura material

“Human societies are the means by
which artifacts reproduce themselves”
(Chippindale 1993:31).

La arqueología siempre ha sido dependiente de los materiales para la investigación de la cultura humana (Gosden y Marshall 1999:169). A tal grado, que Rathje (1979:2, traducción del autor) define la arqueología como un “enfoque en la interacción entre la cultura material, el comportamiento humano y las ideas, sin importar tiempo o espacio”. En los días tempranos de la arqueología, la cultura material (por ejemplo, cerámica, herramientas de piedra, adornos y armas de metal) fue utilizada para establecer la existencia y extensión de culturas, cronologías, contactos, migraciones, intercambio, etcétera. La nueva arqueología, o arqueología procesual, se enfocó en mayor grado en, por ejemplo, las organizaciones sociales y subsistencia (ver Conkey 1989:17 para un resumen del cambio de los enfoques). Los estudios de grupos de materiales (con títulos como “Las espadas en Italia”, etcétera) que se enfocaron solamente en cambios tipológicos y de distribución de estilos, cayeron justificadamente en desgracia, por no aportar conocimiento antropológico (ver Ziegert 1980). Esta tendencia llegó al punto en que la cultura material fue reducida a un epifenómeno o incluso un subproducto de la sociedad (Conkey 1989:17). Los estudios que trataron la cultura material –muchas veces con un enfoque en artefactos de culturas no occidentales– lo hicieron en muchos casos de una manera descriptiva y ateórica, respondiendo al interés público en *objets d’art* etnográficos (Conkey 1989:15).

Últimamente, sin embargo, salieron varios trabajos enfocados en objetos o colecciones (por ejemplo Hosler 1994a; Dobres 1995; Velázquez 2004) que van más allá de una categorización. Eso tiene que ver, por un lado, con un desarrollo tecnológico que permite análisis no (o poco) destructivos, rápidos y comparativamente baratos. Por otro lado, Stark (1999:25) menciona los avances en los estudios etnoarqueológicos y experimentales, enfocados en procesos de producción, como responsables del desarrollo de nuevos acercamientos a la cultura material. Los resultados, además de añadir otro nivel de conocimiento clasificatorio –por ejemplo, la composición–, dan información sobre la estructura interna, las propiedades físicas (no siempre visibles en objetos provenientes de contextos arqueológicos, por ejemplo debido a capas de corrosión) y también sobre las diferentes opciones que tenía el productor / artesano en el proceso de producción. Probablemente en parte detonado por un desarrollo tecnológico-analítico y en parte como respuesta a procesos de cambios teóricos más generales, existen desarrollos teóricos que permiten ver a los *objetos* bajo una nueva luz. Lechtman, sin embargo, había reconocido la relación entre la microestructura de un objeto y la macroestructura de una sociedad hace casi tres décadas:

“The culturally accepted rules of the performance are embodied in the events that led to the production of the artefact. We should be able to ‘read’ those events, if not all of them at least those of a technical nature, by laboratory study of the materials that make up the artefacts in question. The history of the manipulation of those materials is locked into their physical and chemical structure; the methods of materials science can interpret that technical history. [...] The interpretation of symbolic content in archaeological data is extremely difficult. We can rely upon the fact that the formal relationships that exist in any iconographic scheme or that constitute a technological style are rarely if ever dictated solely by the environment. They largely reflect cultural choices” (Lechtman 1977:14).

Conkey (1989:13) sugiere que el estudio de cultura material puede ocupar un lugar integrativo en la antropología,²¹ y que se está constituyendo una base teórica para el estudio de la cultura material²² que permitirá ver a “los humanos no como *simbolistas*

²¹ La idea no es nueva: “So let us get it all together – the ethnographic field study, the museum study collection, and the archaeological excavation. In the field of material culture studies there is much work to be done” (Fenton 1974:31). Ucko (1970, en las palabras de Dobres 2000:95) “championed a ‘united approach’ to the study of material culture, explicitly conjoining the social, symbolic, and technological into a single whole to grasp their interconnections” (ver también Bray 1972:25 y Pfaffenberger 1992). Stark (1999:43) señala que es tiempo de desarrollar una teoría de materia cultural desde la perspectiva arqueológica.

²² Hodder (1985:15), opina que esta teoría tiene que ser buscada en la etnoarqueología. Schiffer (1981:3, traducción del autor) habla de la posibilidad de sintetizar una “nueva ciencia de sociedad, enfocada, a través de principios arqueológicos, en comportamiento humano y cultura material ...”

[‘symbolists’] o materialistas, sino como ambos, y ambos *simultáneamente*. El proceso de significación –la producción de significado– es *práctica* [‘practice’]. La cultura material no es derivativa ni mera reflexión de ideología; sino que es ideología” (Conkey 1989:22, traducción del autor, énfasis en texto original).

Esta teoría emergente se ve claramente reflejada en los trabajos de W. D. Kingery. Él

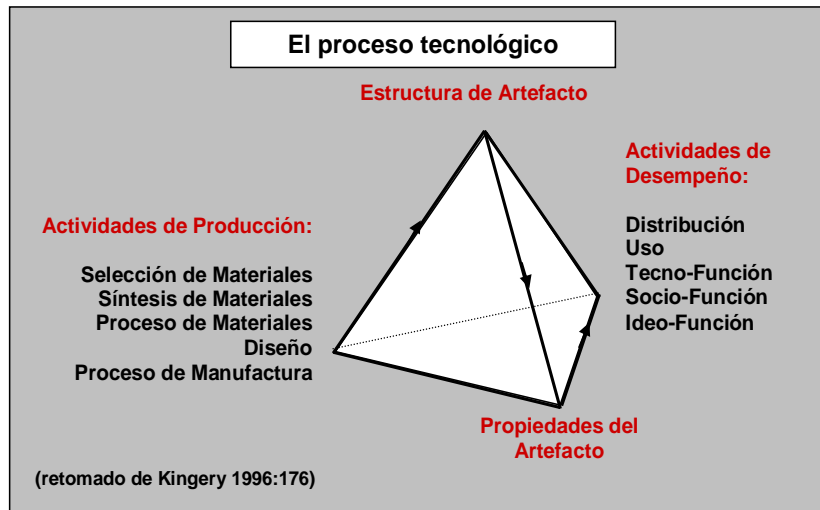


Figura 5.1. El proceso tecnológico

indica (1996:176) que el paradigma central de las ciencias de los materiales es la dependencia entre los procesos de producción y la resultante estructura material con las correspondientes propiedades físicas, que por su lado determinan el desempeño²³ del artefacto (ver Figura 5.1.).

Con eso Kingery logra sacar el artefacto de su aislamiento y lo coloca como parte de un *proceso* tecnológico:

“While there are difficulties, we see substantial opportunities for materials science making contributions to elucidating human behaviors, social organization and cultural phenomena related to the essence of objects, the purpose and operational principles of their utilitarian, signification, and aesthetic natures. Studying the *chaîne opératoire* of operation, use, purposes and performance seems to hold promise” (Kingery 1995:28).

Sigaut (1994:437) expresa una idea similar al hablar de los tres niveles de análisis de un artefacto: su estructura, su desempeño (“*the way it works*”) y su función. La diferencia entre el desempeño y la función se puede explicar como la diferencia entre una operación y la operación dentro de su contexto de una *chaîne opératoire*.

²³ Socio-, tecno- e ideofunción usada por Binford (1962).

Con eso no solamente se perfila un contexto teórico para el análisis de artefactos, sino se logra superar las diferencias entre las ‘dos culturas’ e integrar las ciencias *duras* con la antropología.

Arqueometalúrgia

La arqueometalúrgia está idealmente ubicada entre los campos de la arqueometría, las ciencias de los materiales y el estudio arqueológico / antropológico de la cultura material, y se presta a la aplicación de las consideraciones teóricas arriba expuestas (ver **Figura 5.2.**). Sin embargo, los problemas de la arqueometalúrgia son muy parecidos a los de la arqueometría en general. Muchos de los investigadores de metales prehistóricos son metalúrgicos, ingenieros o historiadores de la tecnología (Ehrenreich 1991a:5; 1999:222), quienes, por su interés en la historia o prehistoria, empezaron a analizar y describir piezas arqueológicas. Por el interés en el desarrollo de su disciplina el mayor enfoque son las técnicas tempranas de la fundición de los minerales y las etapas de desarrollo de la metalurgia (Ehrenreich 1991a:5, 1991b:55; 1999:222). Los análisis realizados en artefactos arqueológicos de metal frecuentemente se concen-

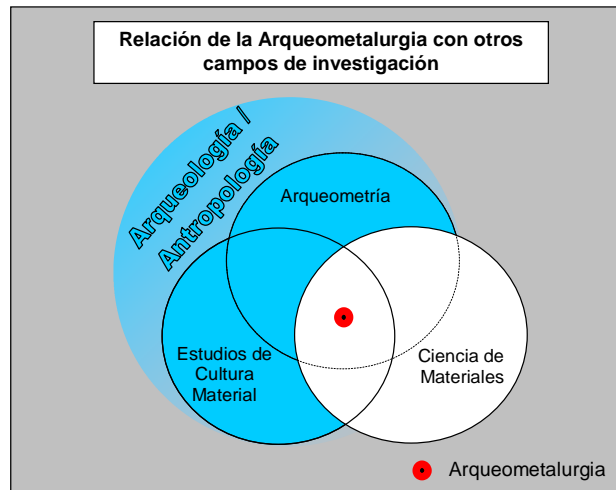


Figura 5.2. Arqueometalúrgia y otros campos de investigación

tratan en datos sobre la dureza, flexibilidad, etcétera de los metales, las cuales son parámetros de calidad en metales modernos (por ejemplo, Tylecote 1962, 1986; cf. Lechtman 1996b). Por otro lado, muchas veces los estudios realizados son únicamente aptos para comprobar la efectividad de un tipo de análisis, pero sin peso arqueológico por falta de inserción en un proyecto de investigación antropológico (Ehrenreich 1991a:5). Trabajos arqueometalúrgicos más recientes (por ejemplo Lechtman 1984a, 1996b; Hosler 1994; Perea 1999; Shimada *et al.* 1999) trataron de dejar atrás este ‘*mechanical properties approach*’ al estudiar metales, e incluyeron consideraciones más allá de la materialidad de los objetos en la interpretación de los artefactos. Heather Lechtman (1996b:502, traducción del autor) declara que la “comparación arqueológica [de materiales] tiene que considerar tanto las propiedades de ingeniería de materiales como los requerimientos sociales para el desempeño de estos materiales”. Pero ya en

1976 Lechtman propagó la visión de un sistema (social) con el cual la metalurgia interactúa y del cual forma parte:

“... Andean metallurgical technology in its broadest sense [is] a system that unites people, resources, and energy in an organized way consistent with the cultural and ecological imperatives of the Andean scene” (Lechtman 1976:1-2).

Otro exponente de esta visión holística de la tecnología era el metalúrgico Cyril Stanley Smith. Él incorporó en el estudio de la tecnología la imagen del humano que es guiado por sus emociones y su intelecto, que aprende de la experiencia, pero muchas veces no puede prever claramente los resultados de las manipulaciones de su medio ambiente:

“All aspects of human capability are involved in complicated interaction within our changing society. One cannot cleanly separate art from technology or either from science. Though specialization is both essential and rewarding to individuals and to society alike, it is viable so only in a larger pattern of holistic interaction. The human being is a biological organism within a larger social organization. He has both emotions and intellect. He learns through history, and he plans future changes in his environment, though poorly anticipating the results. If we are to understand ourselves better we must move from overly simplistic intellectual models of society and incorporate a mixture of sense and thought, of change, experience and experiment, of purposefulness and play” (Smith 1977:39).

Smith resume sus convicciones con respecto a esta compenetración de la tecnología y la sociedad en una frase que muestra claramente que el estudio de los metales no es marginal al estudio de las sociedades pasadas:

“Metallurgy is a fully human experience” (Smith 1977:40).

Parecida al problema de las ‘dos culturas’ (ver **Subcapítulo 5.1.**), la dicotomía entre la arqueología científica y la arqueología teórica (Jones 2002:1) se puede resolver. La arqueometría es un aglomerado de técnicas (entre ellas las técnicas arqueometalúrgicas) que aportan datos al estudio del pasado (ver Hesse 1990:320; Ehrenreich 1995:1), al igual que una excavación. En ambos casos la información extraída tiene que ser interrogada críticamente e interpretada por el investigador: ni el sitio excavado ni la microestructura de un objeto de metal hablan por sí mismos (ver O’Connor 1991:4; Johnson 1999:7).

Con base en estos antecedentes se puede lograr diseñar un proyecto de investigación arqueometalúrgico que al mismo tiempo esté firmemente enraizado en la arqueología

antropológica. Esta unidad teórica facilita el acercamiento al estudio de los materiales, y la incorporación de los resultados en un contexto cultural más amplio.

5.3. ENTRE EL DEMONIO DE LAPLACE Y UN PASADO FANTÁSTICO

El reto de la arqueología consiste en llenar los restos arqueológicos con vida. La opinión sobre qué nos puede decir (o no) este registro arqueológico –el cómo franquear el (aparente) abismo entre pasado y presente, cómo traducir la evidencia estática del registro arqueológico percibido en el presente a los procesos dinámicos del pasado– marca la diferencia entre varias corrientes teóricas. El espectro teórico llega desde una posición muy positivista y empiricista, que supone que el registro arqueológico, como ‘síntoma’, permite ‘diagnosticar’ el pasado con seguridad (ver, por ejemplo, Binford 1981:23-4 y Binford 1983:12), hasta un relativismo que postula que la imagen del pasado está subjetivamente creada en el presente. Shanks y Tilley (1987a:211), por ejemplo, dicen que el significado depende de la posición del interpretador tanto prehistórico como contemporáneo, y que no hay un significado original a descubrir. Por otro lado indican (Shanks y Tilley 1987a:27, traducción del autor) que aunque “el pasado sea crónicamente sujeto a interpretación y reinterpretación eso no significa que todos los pasados sean igualmente válidos”. Sin embargo, los casos extremos (relativismo y positivismo cientista) casi exclusivamente existen en la imaginación del ‘otro’ grupo que necesita una postura que atacar (ver Tschauner 1996, y Mithen 1991 en su crítica de la postura de Tilley 1991).

Búsqueda de conocimiento

Según Patrik (1985:29-31; ver también Jones 2002:11) estas dos maneras de enfrentar el mundo son ejemplificadas en la manera de describir el registro arqueológico con el modelo físico o el modelo textual. Los arqueólogos adherentes al primer modelo, por ejemplo representantes de la arqueología histórica-cultural y la nueva o arqueología procesual, ven en el registro arqueológico “el sustrato natural en el cual el conocimiento objetivo del mundo está basado” (Jones 2002:11, traducción del autor).²⁴ Los arqueólogos post-procesuales,²⁵ por otro lado, interpretan los vestigios arqueológicos como huellas materiales de símbolos o signos que formaban parte de sistemas de comunicación en el pasado. El trabajo del arqueólogo, entonces, consiste en traducir e interpretar este registro arqueológico (Hodder 1986; Tilley 1991; ver Jones 2002:17).

²⁴ Ver también Whitley (1998) por una breve descripción de las posiciones de los procesualistas y corrientes asociadas.

²⁵ Los post-procesualistas no forman un grupo homogéneo. Kohl (1993:13) señala que es más bien una crítica radical de la Nueva Arqueología o arqueología procesual, que un programa de investigación unificado o un nuevo paradigma de la disciplina. Patterson (1990:192) da una descripción –en términos generales– de tres corrientes del post-procesualismo.

Wylie (1992:21, citado en Hodder 1999:23, traducción del autor, énfasis en original) insiste en que los arqueólogos tienen que:

“... reconocer, sin contradicción, *por un lado* que el conocimiento está construido y lleva la marca de su creador, y *por otro lado* que es limitado, en mayor o menor grado, por las condiciones que confrontamos como ‘realidades’ externas fuera de nuestro alcance”.

En general se concede que los datos arqueológicos, aunque vistos a través de una “nube de teoría” (ver Johnson 1999:102, traducción del autor), y transformados por influencias naturales y culturales (ver Schiffer 1975:838-9) “proporcionan resistencia a la apropiación teórica” (Tilley 1991:17; ver también Tilley 1989:193²⁶ y Preucel 1995:161).

Tschauner (1996), que compara el uso de la teoría a medio rango (*middle range theory*, MRT) entre procesualistas y postprocesualistas, incluso llega a la conclusión de que las diferencias no son tan grandes, dado que los postprocesualistas rutinariamente utilizan metodología procesualista (MRT) y los procesualistas se convirtieron efectivamente en postprocesualistas en el momento en que aceptaron “la carga teórica de los datos” (*the theory-ladenness of data*) (Binford y Sabloff 1982:138; ver Hodder 1992:160 y Tschauner 1996:22, 26). Hodder (1992:172, ver también Sherratt 1993:123) además subraya la complementariedad²⁷ de procesualismo y postprocesualismo en que el acercamiento procesualista, que reconstruye comportamiento y eventos, presta la base para una interpretación postprocesualista a un nivel más alto, que incluye ideas, creencias y significado. Para Hodder (1985:12-3) esta combinación no resulta en una fractura epistemológica, dado que en la visión postprocesualista, observación y teoría no se dejan separar y por ende no hay objetividad. Posteriormente, sin embargo, Hodder (1992:172, traducción del autor) reafina su posición y habla de una “relativa autonomía de teoría y observación” y un “espacio [*gap*] entre diferentes niveles de teoría que permiten un movimiento dialéctico ...”. Además acepta una (Hodder 1991:12; 1992:188) “objetividad modificada” (*guarded objectivity*) e indica que se pueden

²⁶ “This requires consideration of what kind of past we want in the present and why we produce the past in one manner rather than another. The general position being taken in this chapter suggests that material culture can be regarded as providing a multidimensional ‘text’ from which the archaeologist can construct his or her texts: not, therefore, an entirely free process” (Tilley 1989:193).

²⁷ La idea de la complementariedad de diferentes corrientes teóricas hace que varios investigadores anuncien un eclecticismo teórico que reúne diferentes maneras de ver los datos (Melas 1989:154; Johnson 1999:186; Robert Preucel, comunicación personal en Johnson 1999:104). Gumerman y Phillips (1978:189), Patterson (1990:197) y Gándara (1993:11) advierten contra un ‘eclecticismo acríptico’.

cuestionar las interpretaciones dominantes con referencia a los datos. Hodder (1992:166) sintetiza la relación del pasado con el presente de la siguiente manera:

“... past and present are constructed in relation to each other. They contribute to each other in objective ways, by which I mean that the present would be different if derived from a different past while the past would be different if constructed in a different present. Past and present contexts move dialectically in relation to each other”.

Entonces, lejos de ver el proceso de la investigación arqueológica como subjetiva, Hodder (1985:4; 1989a:263, 266) trata de resaltar la necesidad de acabar con las dicotomías de subjetivo / objetivo e idealista / materialista (el uso de esta dicotomía se puede ver en Tilley 1991) “porque la noción de acción social incluye la unidad de significado y experiencia, sujeto y objeto, interpretación y observación” (Hodder 1989a:266, traducción del autor).

Moviéndose en círculos hermenéuticos²⁸ y viendo los datos desde diferentes perspectivas, se trata de darles sentido que sea coherente y se ajuste (*fit*) al contexto, proporcionando así sentido a la totalidad en términos de las partes y a las partes en términos de la totalidad (Hodder 1999:64). El resultado, sin embargo, no será *certeza* sino *conocimiento válido* del pasado (Hodder 1986:95, 1992:214, 227, 233, 1999:14; ver Tschauner 1996:17-8).

Esta posición detallada arriba implica la retención de un *uniformitarianismo cauteloso*, sin el cual ningún entendimiento antropológico sería posible (Melas 1989:148).

La polisemia del artefacto

Con lo arriba dicho, los artefactos –objetos inanimados que interactúan con los humanos– se prestan para superar la dicotomía de significado y experiencia, sujeto y objeto (ver Miller 1994:396; Schiffer y Miller 1999). La cultura no solamente es una manera extrasomática de adaptarse al medio ambiente (Binford 1964) sino que también incluye “los procesos a través de los cuales los grupos humanos construyen a sí mismo y son socializados” (Miller 1994:399, traducción del autor). El estudio de la cultura material entonces es “considerar las implicaciones de la materialidad de la forma para el proceso cultural” (Miller 1994:399, traducción del autor).

²⁸ Para una discusión del uso de la hermenéutica en la arqueología, ver Johnsen y Olsen (1992).

Como se mencionó antes (Shanks y Tilley 1987a:85; Chilton 1999:2), los artefactos²⁹ son creados por humanos y por su lado ‘determinan’ la actuación de los humanos.

“Material culture patterning evokes and forms values and expectations. It is through the arrangement of the material world – the associations of forms and uses – that the social world is produced and reproduced” (Hodder 1985:5).

Sin embargo, el grado de esta ‘determinación’ es muy variable y Hodder (1985:6) subraya que los individuos no se dejan seducir por el mundo material, sino que interpretan este mundo dependiendo de sus propios intereses. Eso significa que el mismo objeto puede tener muchos significados en diferentes contextos, o si interpretado por diferentes individuos, en un mismo contexto. Estas interpretaciones se pueden influenciar mutuamente (Hodder 1985:6, 14; ver Hodder 1982 y Miller 1994:400), y no siempre tienen que ser concientes³⁰ (Miller 1994:403). Eso resulta en que, como Miller (1994:406, traducción del autor) lo expresa, “... la relación entre forma y significado puede ser compleja y ambigua”. Schiffer y Miller (1999:65), que proponen una teoría de comunicación basada en la recepción, explica las diferencias de ‘lectura’ por las diferencias en *correlions* o ‘conocimiento relacional’ de cada persona (recipiente). Por estas consideraciones siempre es importante preguntar no solamente ¿qué significado tenía?, sino ¿qué significado tenía para quién? (ver Barrett 1987:471).

El hecho de que el significado de un objeto pueda cambiar conforme a la perspectiva que se toma (la polisemia del objeto), hace necesario no buscar este significado a nivel de ‘cultura’ sino más cerca al individuo³¹ (ver por ejemplo, Hodder 1985:2; Preucel

²⁹ “The concept of the artefact is best defined in the broadest sense. [...] Plants and animals are natural species, but is not a lap-dog produced by selective breeding over generations and an animated artefact – still more a bonsai tree? [...] Snow for the Inuit out hunting is only in the most trivial sense the same thing as snow experienced by a London youth at Christmas” (Miller 1994:398, cf. Schiffer y Miller 1999:12). En relación con la definición de artefacto, Hodder (1999:16) indica que el concepto de *objeto arqueológico*, el que merece atención del investigador, depende en gran medida de la escala y del método de la investigación: “Los objetos solamente existen dentro de la tradición de investigación” (Hodder 1999:15, traducción del autor).

³⁰ Ver Hodder (1989a:252) y su uso de los términos tomados de Giddens (1979) ‘conciencia práctica’ en contraste a ‘conciencia discursiva’.

³¹ Miller (1994:398) mantiene que el individuo solamente puede escoger entre alternativas que son derivadas de fuerzas históricas más grandes. Con eso refleja la opinión de White (1959, en las palabras de Plog 1977:14), que la historia de Egipto no hubiera sido diferente si Akhenaton hubiera sido un costal de arena. Hodder (1985:4) por otro lado realza la posición del individuo: “Man makes himself. The acts of individuals are not determined by the cultural code because the culture is itself constructed in those acts.[...] The notion of social action involves a unity of meaning and experience, subject and object, interpretation and observation.” Plog en 1977 (1977:14-5) da a considerar que toda la cultura material que se esta estudiando fue creada y usada por individuos y lamenta la ausencia de una teoría que

1995:154). Además significa que no se va a encontrar la *verdadera* interpretación,³² porque esta verdad probablemente nunca existió. Eso parece más fácil de aceptar al reconocer que “las sociedades son unidades inherentemente contradictorias” (Shanks y Tilley 1987a:86, traducción del autor). Eso ciertamente hoy en día es el caso. Existen diferencias de género, estatus, poder económico, cosmovisión, etcétera. Las visiones de miembros de estos diferentes grupos con respecto a un artefacto pueden reflejar la inherente contradictoriedad. Si se toma, como ejemplo, el Metro en la Ciudad de México y compara la opinión de un usuario regular y la de una persona que va a todas partes en su coche del año, probablemente resultarían dos visiones muy divergentes: una más positiva, enfocada en la necesidad de desplazarse de la manera más económica, y la otra, más bien negativa, subrayando el peligro, la suciedad y la gran afluencia de pasajeros. No hay una verdadera y una falsa interpretación de esta realidad material que representa el Metro, sino diferentes perspectivas que tienen su origen en un contexto ideológico, económico, social y tecnológico más amplio.

En resumen se puede decir que si ya existen estos problemas en la vida cultural de la sociedad contemporánea, es evidente que en la interpretación de objetos y contextos arqueológicos no puede haber certidumbre. El registro arqueológico no resulta ser una imagen directa de culturas o actividades en el pasado, y los artefactos son polisémicos. Aun así, la evidencia material está en el centro del proceso de interpretación arqueológica y no permite al arqueólogo formular sus interpretaciones completamente libre de restricciones (O'Connor 1991:1-2; ver también Tilley 1991:17 citado arriba). La consecuencia, por eso, no es un relativismo rampante, sino una visión más diferenciada del pasado: a mayor o menor grado los artefactos comunican, y nosotros los podemos entender. Pero no solamente se tiene que distinguir entre la visión externa –y presente– del investigador (etic), y la visión de la cultura –antigua– que produjo y utilizó los objetos investigados (emic), como si fueran dos posiciones claramente definidas (ver Sillar 2003:173), sino hay que reconocer que las dos posiciones se influyen mutuamente y que además no existen sin sus ambigüedades.

Por lo arriba dicho Miller (1994:406-7) argumenta en contra de la analogía del registro arqueológico con lenguaje o texto,³³ que implica un mensaje directo, y resalta que los

sistemáticamente vincule el comportamiento variable de los individuos a los patrones de comportamiento de agregaciones sociales.

³² “The past, then, is gone; it can't be recaptured in itself, relived as object. It only exists now in its connection with the present, in the present's practice of interpretation” (Shanks y Tilley 1987a:26).

³³ “To make the analogy with language work, however, artefacts have tended to be detached from their physical nature and functional context and to be treated as relatively arbitrary signs

artefactos probablemente son más efectivos en determinar nuestra percepción cuando se mantienen al margen de nuestro enfoque de atención, tal como un marco influye en el valor que atribuimos a una pintura (Miller 1994:8). Hodder (1989a:259) marca la diferencia entre signos simbólicos (arbitrario), icónicos (semejanza directa) e índices (una parte representa una totalidad) y nota que la mayoría de los símbolos de cultura material no están contruidos para representar algo directamente (Hodder 1989a:258; ver también Shanks y Tilley 1987a:103). Más bien, el significado se establece en parte a través de la experiencia y no solamente como sistema arbitrario de categorías. Por ejemplo: “Cada objeto usado en asociación con un juego de actividades pragmáticas puede resultar en ‘significar’ estas actividades y los contextos en los que se llevan a cabo” (Hodder 1989a:259, traducción del autor). De este contexto funcional se puede construir un significado primario, mientras que otro significado secundario y connotativo es más libre pero, según Hodder (1989a:263), no sin relación con el primero.

Los artefactos pueden cobrar significado por un amplio rango de factores y Miller (1994:409) nombra los siguientes:

- Contraste con otros artefactos (ej. hecho a mano o producido industrialmente)
- Emulación de técnicas originalmente usadas en otros materiales
- Función resaltada (o ‘tapada’, por ejemplo con ornamentación)
- Uso exclusivo por personas de importancia (por ejemplo, insignias)
- Representación de un grupo social
- Importación
- Escasez
- Elaboración en un nuevo estilo
- Tamaño (por ejemplo, los extremos de tamaño, muy pequeño o muy grande)

Se puede añadir que el material del cual el artefacto esta hecho y las connotaciones que éste tiene, implica otro nivel de significado (por ejemplo, un reloj de plástico no representa lo mismo que un reloj de oro). Otros factores son la calidad de producción, el uso previo (la pluma con que se firmo un contrato importante), el dueño original / anterior (por ejemplo, lentes de sol de Elton John) o la compañía o el artesano que

formed through the application of contrast, making them potential meaningful units which could then be combined to produce something resembling a text. [...] Compared with words, artefacts much less often have clear propositional content, and the patterns and distinctions found may not necessarily correspond to units of meaning” (Miller 1994:406-7). Tilley (1989:192) por otro lado declara: “So, although it might appear a laudable aim to escape a linguistic frame, this is an impossibility. There can be no meaningfully constituted non-linguistic semiological system.”

produjo el artefacto (por ejemplo, pinturas que pierden de valor el momento que se revela que la atribución a un artista de renombre era equivocada). Los cuatro últimos factores pueden determinar el valor y significado de un objeto sin tener nada que ver con la calidad, función o material de elaboración del artefacto. La pérdida del contexto cultural haría una interpretación difícil, si no imposible.

A pesar de estas dificultades de elucidar el significado de un artefacto, los objetos pueden reflejar –en cierta medida y de una manera indirecta– a los contextos de su producción. Un ejemplo muy claro son los automóviles que en su desarrollo tecnológico y de diseño resultan de influencias del contexto ideológico, económico, social y tecnológico.³⁴ Los avances tecnológicos y el desarrollo de nuevos materiales, los aumentos de los precios de petróleo, cambios en la estética de diseño en general y el desarrollo de una posición más diferenciada acerca del significado del coche en el imaginario colectivo, influenciaron el aspecto visual y de desempeño de los automóviles de tal manera que hoy en día se pueden catalogar los diferentes modelos de coches en ‘su’ década de producción sin mayor dificultad. No obstante, el grado en que estas influencias pueden estar reflejadas en el artefacto depende del grado de su complejidad (los cambios en el diseño y la tecnología en los automóviles son más evidentes que en, por ejemplo, los picaportes) y probablemente no existe ningún determinismo acerca de cómo se presentan.

³⁴ Esta gama de ámbitos que influencia la producción de artefactos ha sido mencionada (con variaciones) por Lechtman (1977:15); Lubar (1996:32-33); Arnold (1999:116); Sillar y Tite (2000:2, 4); Langebaek (2003:267); Ucko (2004 [1970]:216); entre otros.

5.4. DECISIONES TECNOLÓGICAS

Tecnología³⁵ representa acción física sobre materia (ver Lemonnier 1990:28) y su uso para procesar materiales y producir artefactos es uno de los rasgos que define al humano. Sin embargo, la tecnología no solamente produce objetos, sino también significado (ver Lemonnier 1990:29). Eso indica que los procesos tecnológicos no existen separados del resto de la cultura humana, sino que constituyen parte integral de ella: formando la cultura y siendo formado por ella en una relación reflexiva.

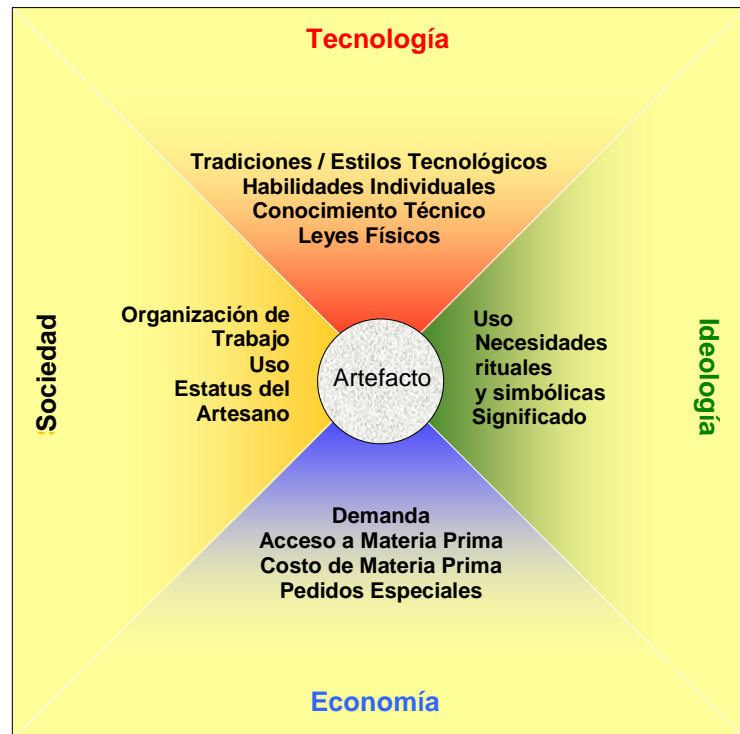


Figura 5.3. El artefacto en su contexto

Pfaffenberger (1988:249, ver también 1992) enfatiza que la tecnología conecta lo material, lo social y lo simbólico en una red de asociaciones:

“Technology, defined anthropologically, is not material culture but rather a *total* social phenomenon in the sense used by Mauss, a phenomenon that marries the material, the social and the symbolic in a complex web of associations”.

La arqueología muchas veces utilizó productos de procesos tecnológicos para nombrar y representar una cultura, sin elucidar las razones que podrían explicar el uso de determinada tecnología (y no otra) en un instante espacio-temporal. Tampoco se explicaba cuáles eran las vinculaciones –la relación reflexiva mencionada arriba– de la tecnología con la sociedad en cuestión. El objeto llegó a ser visto como auto-explicatorio

³⁵ Lechtman (1996a:4) escribe acerca de ‘tecnología’ y ‘sistema tecnológico’: “... todos los artículos de la cultura material, ya sean edificios, vestimentas o vasijas cerámicas, son producto de actividades tecnológicas. Ellos son el resultado de la explotación de recursos materiales presentes en el medio ambiente y de la conversión de dichos materiales en objetos. Un sistema tecnológico está constituido por la selección de materiales primas, su procesamiento y transformación en objetos culturales a través de la manipulación de las propiedades que les son inherentes (por ejemplo la plasticidad, dureza, resistencia, etcétera.)”

(Mumford 1961:231) o como entidad indivisible, el átomo de la cultura, y no como producto final de un proceso formado por influencias culturales (ver **Figura 5.3.**).

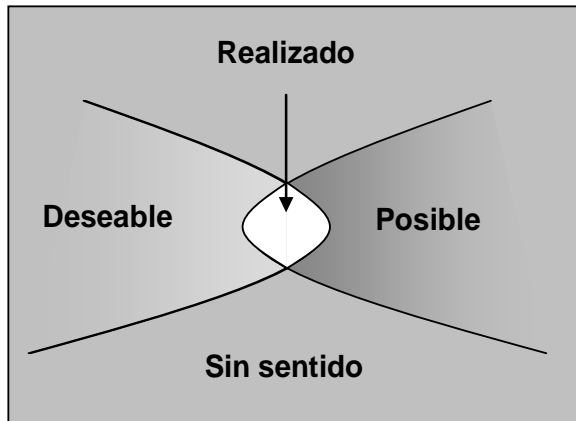


Figura 5.4. La negociación entre lo deseable y lo posible

Un objeto siempre es el producto final de un proceso realizado bajo la influencia de factores³⁶ ideológicos, económicos, sociales y tecnológicos (ver Lubar 1996:32-3; Sillar y Tite 2000:2, 4). Van der Leeuw (1994:136) indica que dicha separación está probablemente muy ligada a nuestra visión moderna. Por eso es importante ver la división solamente como una *herramienta* utilizada en esta investigación, y no como reflejo de una situación real. Estas influencias pueden

tomar la forma de restricciones o motivaciones. Cómo se produce y cuál es la apariencia final de un objeto por eso resulta ser una negociación entre lo *deseable* y lo *posible*³⁷ (ver **Figura 5.4.**). Otras opciones, que son indeseables (o no suficientemente deseables para ser realizadas), imposibles o sin sentido (por no ser ni deseables ni posibles), son eliminadas.

Los procesos de elaboración u objetos que se apartan marcadamente de una 'lógica material' resaltan las influencias culturales ('no-tecnológicas') sobre las decisiones tomadas en el proceso de producción (ver Lemonnier 1986:155, 1993:4). Desde el punto de vista actual y occidental estas decisiones materiales tomadas en otro contexto (pasado o lejano) pueden parecer ilógicas,³⁸ aún si en su contexto ideológico,

³⁶ Rouse (1939:19, citado en Thompson 1991:237) subdivide los factores en culturales y no-culturales y especifica para el último punto casualidad, caprichos del artesano, capacidad física del artesano y potencialidades del medio ambiente. No especifica en detalle los factores culturales. Thompson (1991:240) completa el cuadro de Rouse con los siguientes puntos: opciones tecnológicas, opciones de diseño, preferencias de estilo, influencias históricas, influencias externas, restricciones socio-políticas, factores económicos y sanciones religiosos. Aunque el acercamiento está interesante e implícitamente incluye el concepto de las decisiones tecnológicas del artesano, las categorías de los factores de influencia parecen algo arbitrarias.

³⁷ Lemonnier (1993:10, traducción del autor) habla de las "ineludibles leyes físicas" y la "ilimitada fuerza inventiva de las culturas". Pelegrin (1991, citado en Karlin y Julian 1994:154) dice que el artesano escoge entre un rango de posibilidades a su alcance "the one which is preferable according to his motivation but also possible within the boundaries of constraint".

³⁸ Lemonnier (1993:17, traducción del autor) indica que la arbitrariedad –desde el punto de vista tecnológico- "que parece encontrar su propia lógica en lo que se llama (por falta de un mejor término) 'significado'".

económico, social y tecnológico pueden haber sido las mejores quizás aun las únicas posibles (ver Lemonnier 1993:4). Las investigaciones de Akrich (1993) y Latour (1993) sobre las técnicas industriales modernas revelan que muchas veces las consideraciones políticas, más que técnicas, dirigen el camino del desarrollo tecnológico. En algún futuro estas decisiones también van a parecer incomprensibles si se pierde la información sobre su contexto. Pool (2000:75), con un ejemplo de la alfarería, resalta la necesidad de investigar los contextos de los artefactos. Solamente así se puede acercarse a un entendimiento de las decisiones tomadas a lo largo del proceso productivo:

“Whether a particular technological choice is superior to another is contingent on many factors that relate directly and indirectly to the production of an artefact. In the case of pottery, these include the physical properties of available materials, the abilities, resources and social organization of potters, and the uses for which consumers employ their vessels. Cross-cultural associations and absolute performance characteristics of different technologies can provide clues as to why potters might adopt one technology over another, but by themselves they are insufficient to explain any specific historical instance of technological choice” (Pool 2000:75).

El término *decisión* implica la existencia de una gama de posibilidades de las cuales el artesano tenía que escoger. Como investigadores tenemos que tratar de conocer y entender las posibilidades aunque el artesano probablemente tomó muchas de las

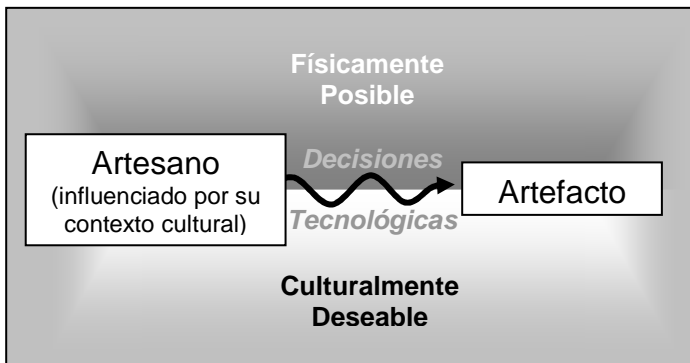


Figura 5.5. Las decisiones del artesano imprimen las influencias culturales en el artefacto

decisiones inconscientemente (Lemonnier 1993:7), porque él formaba parte del contexto que condicionó estas decisiones (ver **Figura 5.5.**). Killick (2004:573) indica que muchos artesanos aprendieron su oficio por imitación y la única explicación que tienen por su manera de actuar sobre la materia es que ‘ésta es

la manera en la que lo hacemos’. Sillar y Tite (2000:10) marcan la diferencia entre la *decisión individual*, que puede llevar a innovaciones, y las más conservadoras *decisiones culturales* que se apegan a la *tradición tecnológica*, la cual forma el núcleo del conocimiento de los individuos. En vez de ‘tradición’ también se usa el término ‘estilo’ tecnológico (ver Lechtman 1977). Diferentes tradiciones o estilos tecnológicos son bien reconocibles si, frente a un reto tecnológico (por ejemplo cómo dar forma a un metal), existen varias respuestas, donde cada una caracteriza a un grupo de artesanos

(ver Lechtman 1988). Entonces, los patrones de comportamiento –qué técnicas se usan y cómo para lograr un fin– definen un *estilo tecnológico*.³⁹ Lo importante aquí no son los individuales pasos del trabajo,⁴⁰ sino cómo estas actividades se articulan en un ‘paquete’ de una manera no arbitraria (Lechtman 1977:6). Lechtman (1977:10) identifica las actitudes del artesano (y de la sociedad que él representa) ante los materiales, los procesos técnicos y los objetos resultantes como el fundamento de los estilos tecnológicos:

“... what lay behind the technological style were attitudes of artisans towards the materials they used, attitudes of cultural communities towards the nature of the technological events themselves, and the objects resulting from them.”

Miller (2007:193-4; ver también Stark 1999:27) resume toda la discusión de estilo y estilo tecnológico e indica que el estilo tecnológico se expresa principalmente a través de las decisiones de los artesanos a lo largo del proceso de producción, en situaciones donde existen alternativas. Las decisiones que toma el artesano, por eso, son la entrada al estudio de los estilos tecnológicos. Miller (2007:194) describe la conexión entre las decisiones y el estilo:

“The choices can be the types of materials used, the techniques or tools employed, the organization of production stages, the nature and organization of production personnel, and so forth. Characteristic technological styles can relate to functional or economic reasons, as well as social and religious reasons.”

Las decisiones pueden ser conscientes, por ejemplo con el fin de señalar identidad de grupo a través del uso de un método de producción, o la información social puede ser incluida de manera inconsciente (Stark 1999:27-8). En los materiales se queda la ‘memoria física’ del proceso. Por eso las *decisiones tecnológicas*⁴¹ sirven como herramienta para investigar el contexto del cual nació un artefacto; son ellas la expresión de la confluencia de todos los factores que intervienen en un proceso de producción.

³⁹ El concepto de *isochrestic variation* (Sackett 1990) está relacionado al *estilo tecnológico*.

⁴⁰ Aunque existen técnicas que eran exclusivas de una región o un momento en el desarrollo tecnológico, resulta sorprendente la gran similitud de los procesos, a veces muy complejos (por ejemplo, fundición a la cera perdida), que se establecieron en todo el mundo.

⁴¹ Schiffer (2003:170) argumenta que se debería utilizar ‘decisión técnica’ en vez de ‘decisión tecnológica’ para asegurar que el concepto haga referencia a las decisiones del artesano en el proceso de producción, y no a una decisión del consumidor al utilizar el producto final. Tite *et al.* (2003:182) señalan en su respuesta a Schiffer que el término ‘tecnológico’ es preferible, dado que hace mancuerna con expresiones como ‘cambio tecnológico’ y, se podría añadir, ‘estilo tecnológico’. En este trabajo se utilizará ‘tecnológico’, principalmente por que parece ser el término más ampliamente aceptado en este contexto.

La esencia de investigar estas decisiones tecnológicas entonces no solamente es “cuestionar qué quería lograr el actor, las técnicas que escogió y las consecuencias de esta selección” (Sillar y Tite 2000:3, traducción del autor), sino situar estas decisiones en su contexto cultural y natural (Sillar y Tite 2000:9).

Además, las operaciones⁴² emprendidas como consecuencia de una decisión tecnológica, pueden ser contextualizadas dentro de una secuencia o *chaîne opératoire*. Este concepto, definido por Cresswell (1976:6, citado en Lemonnier 1986:149, traducción del autor) como “una serie de operaciones que llevan a la materia prima de su estado natural a un estado fabricado”, fue creado por Leroi-Gourhan (1964:164),⁴³ quién lo explica de la siguiente manera:

“La technique est à la fois geste et outil, organisés en chaîne par une véritable syntaxe qui donne aux séries opératoire à la fois leur fixité et leur souplesse. La syntaxe opératoire est proposée par la mémoire et naît entre le cerveau et le milieu naturel.”

Schlager (1994:143) indica que este concepto resalta los *procesos* y no meramente los *estados* de la cultura material. Los procesos –que no necesariamente tienen que ser lineales– se componen de dos tipos de eventos: los que son flexibles, donde el artesano puede escoger entre diferentes opciones (o incluso omitirlos), y los fijos o ‘estratégicos’, de los cuales depende el éxito del proceso (Schlager 1994:145). Sin embargo, Dobres (2000:155) indica que para ser de utilidad antropológica para el estudio de tecnologías antiguas, hay que reintroducir al concepto de cadena de operaciones las nociones de artífice, significado y sociedad (*sociality*). Además existe el peligro de ver estas cadenas como reflejos de un proceso real, y no solamente como un modelo ideal y altamente abstracto (Vidale 1998:179). Sin estas observaciones el concepto puede “contribuir a la eliminación del agente y de comunidades concientes (*communities of practice*) a través de los cuales estas rutinas son ejecutadas” (Dobres 2000:174-5, traducción del autor).

A final de cuentas es el artesano quién toma las decisiones tecnológicas en cada operación con base en “su previa experiencia y su percepción de lo técnicamente posible y socialmente deseable [...] dentro de las limitaciones del medio ambiente local y el contexto cultural” (Sillar y Tite 2000:9, traducción del autor).

⁴² “The operation is ‘someone doing something’ when that something is the smallest material change that can be usefully observed” (Sigaut 1994:425). Esta operación tiene que ser identificado en términos fisio-químicos y con respecto a su posición en la cadena de operaciones (Sigaut 1994:430).

⁴³ Según Audouze (2002:287) la idea ya estaba implícita en el trabajo de Mauss (1936).

Sigaut (1994:426) indica que estas secuencias de operaciones, él las llama ‘caminos’ (*filière*), se intercalan, creando una red, que termina por ser el sistema económico de la sociedad. Sigaut enfatiza que la noción de esta red solamente es un instrumento para posicionar los conceptos de ‘operación’, ‘camino’ y ‘red’ dentro de un contexto social.

Schiffer y Skibo (1997) colocan este proceso dentro del ciclo de vida del artefacto –que incluye (entre otros elementos) la extracción de materias primas, manufactura, transporte, distribución, uso y desecho– y en cuyo transcurso el artefacto pasa del contexto natural al contexto sistémico y al contexto arqueológico, y sufre cambios naturales y culturales (Schiffer 1976). Estos procesos están enmarcados en el concepto de la *historias de vida (life histories)* de los artefactos (Schiffer 1972, 2004:580). La historia de vida es una herramienta heurística que describe la secuencia de actividades desde la obtención de la materia prima hasta la deposición y recubrimiento arqueológico del objeto.⁴⁴

En resumen se puede decir que los tres niveles de análisis, la *decisión tecnológica*, la *cadena de operación* y el *ciclo de vida* son interdependientes y tienen todos, en diferentes grados, una estrecha conexión con todas las áreas de vida de la sociedad en la que se llevan a cabo.

El estudio de las decisiones tecnológicas abre espacios para investigar las razones de las diferencias entre grupos de artefactos (tanto diacrónicamente como sincrónicamente), las intenciones de los artesanos y el clima social y político en el cual trabajaron (ver Sillar y Tite 2000:11), pero solamente el concepto de *agencia* –efectuado a través de las decisiones tomadas por el agente en la secuencia de la cadena operacional– puede conectar el artefacto producido con la sociedad. La percepción y cognición del agente es la interfase entre el mundo de las ideas y el de la energía y materia (Van der Leeuw 1994:135). El agente es el vínculo humano (*human link*) que permite relacionar las dimensiones sociales y simbólicas y materiales de la tecnología (Dobres 2000:128).

Muchos investigadores no hablan de una *teoría de agencia* –dado que hay muchas diferencias en como se utiliza el concepto (ver Dornan 2002:309)– sino de un *acercamiento (agency approach)*. La base común de estos acercamientos son los trabajos de Bourdieu (1977) sobre la teoría de la práctica y Giddens (1979, 1984) con la teoría de la estructuración. Ambos están basados en una relación dialéctica entre el

⁴⁴ Hay que señalar que este proceso no siempre tenía que ser lineal o unidireccional.

agente y la estructura (ver Saitta 1994:202-3; Johnson 1999:104-5; Dornan 2002:305). La estructura consiste de las condiciones materiales y sociales más duraderas, las cuales son el resultado de la relación permanente entre individuos. Esta estructura restringe o facilita los actos humanos (ver Dornan 2002:305 y Jones 2002:177). Con diferencia a Bourdieu, Giddens no cree que el comportamiento humano está determinado por reglas (*unconsciously internalized structures*), sino que la práctica (*practice*)⁴⁵ y el *habitus* dejan espacio para creatividad humana (Dornan 2002:307). Al interpretar y manipular las reglas los agentes reafirman y alteran la estructura misma (Johnson 1999:104). Eso hace que aunque estructura y agencia sean “analíticamente distintos” no podría existir el uno sin el otro (Johnson 1989:208).

Es importante resaltar que el agente no (necesariamente) es igual a un individuo⁴⁶ biológico (Johnson 1989:190; Dobres 2000:133; Dornan 2002:305) y que puede definirse como colectividades, grupos, movimientos sociales o incluso el estado (Dobres 2000:146, 133).⁴⁷ El agente toma decisiones y con eso escoge entre las posibilidades que el marco social y material ofrece (ver David 2001:270). Teóricamente el agente tiene la opción de decidir libremente entre todas las opciones –pero por formar parte de la estructura– solamente un rango reducido de opciones le son imaginables o aceptables. Smith (1992:29, citado en David 2004:67, traducción del autor) resumió este fenómeno, con el ejemplo de un artista, de la siguiente manera: “... en teoría los artistas pueden crear lo que quieren, pero no lo hacen.” Lemonnier (1990:28) ilustra el punto del marco cultural que limita la libertad de acción con el ejemplo del crucifijo: la gran mayoría de la gente no utilizaría uno para clavar un clavo en ausencia de un martillo, sino que se recurriría sin vacilar a otros objetos, físicamente menos adecuados –como un zapato– pero culturalmente aceptables. Esta limitación se debe a la influencia de lo que Gadamer llamó ‘preentendimiento’ (*preunderstanding*), Bourdieu *habitus* y Leroi-Gourhan (1943, 1945) *tendance* (ver Lemonnier 1990:32 y David 2004:68). ¿Es

⁴⁵ “...theory of practice – a theory of how individual social actors actually practised living in, reproducing and transforming the culture around them” (Johnson 1999:105).

⁴⁶ “Methodological individualism privileges the biological individual as the subject of inquiry, at the expense of the wider social structures and institutions that create individual subjectivities and shape a wide variety of self- and social consciousnesses” (Saitta 1994:203-4).

⁴⁷ “For example, agency is alternately viewed as the result of agents acting upon ‘situationally rational’ perceptions (Cowgill 2000), as a force defined entirely in terms of its consequences (Barrett 2000), as a historically contingent, intersubjective phenomenon concerned with possibilities and limits on choice (Clark 2000), and as a way to understand conscious, creative activities of individuals within limits established by social structuration (Saitta 1994). [...] The five most common approaches include a focus on collective agency (Shanks and Tilley 1987b), individual intentionality (Hodder 2000), a rational actor approach (Bell 1992), unintended consequences of social struggle (Pauketat 2001), and practical rationality as manifest within social struggle (Joyce 2000)” (Dornan 2002:309).

libre el agente? Sí lo es, pero no siempre utiliza o sabe utilizar esta libertad. Por eso solamente en instantes, cuando las decisiones van más allá de la normatividad, cuando salen del rango del preentendimiento, se puede hablar de una decisión intencional, que incluso puede ser visible en el registro arqueológico (David 2004:69). Por otro lado, Hodder (1999:71) indica que las actividades de un agente no pueden ser la expresión *pura* de la estructura, dado que el individuo, o incluso los grupos que actúan en conjunto, solamente tienen visiones parciales –y particulares– del mundo que les rodea.

Además la estructura no puede ser estática. Tanto como el agente puede influenciar la estructura, los artefactos mismos, con su presencia física, influyen y cambian su contexto. Por eso Jones (2002:179) sugiere un acercamiento al estudio de los objetos que toma en cuenta su agencia:

“... first examine how the physical nature of the object is structured in terms of its physical or material composition, and then consider how, at a different scale, this structure impacts upon the way in which the object intervened in the lives of people in the past – how the physical properties of that object enabled or constrained past social actions in terms of its physicality.”

5.5. RESUMEN

En el curso de la investigación de los procesos de producción y de los objetos resultantes es de gran importancia no discriminar entre diferentes tipos de información (el conflicto de las ‘dos culturas’), sino mas bien tejer una red de las diferentes clases de conocimiento, que puede apoyar el argumento que se desarrolla. También resulta muy importante trabajar de manera multi-escalar, con un enfoque en las interacciones entre eventos individuales y procesos más generales (ver por ejemplo, Hodder 1999:70-1; Dornan 2002:326; Jones 2002:71). La medida de éxito de la investigación no es si se alcanza una *verdad absoluta*, sino la calidad de esta red de información y el argumento al que da soporte. La polisemia de los objetos en sus contextos pasados y presentes hace que no haya una sola interpretación correcta, sino un espectro de diferentes perspectivas.

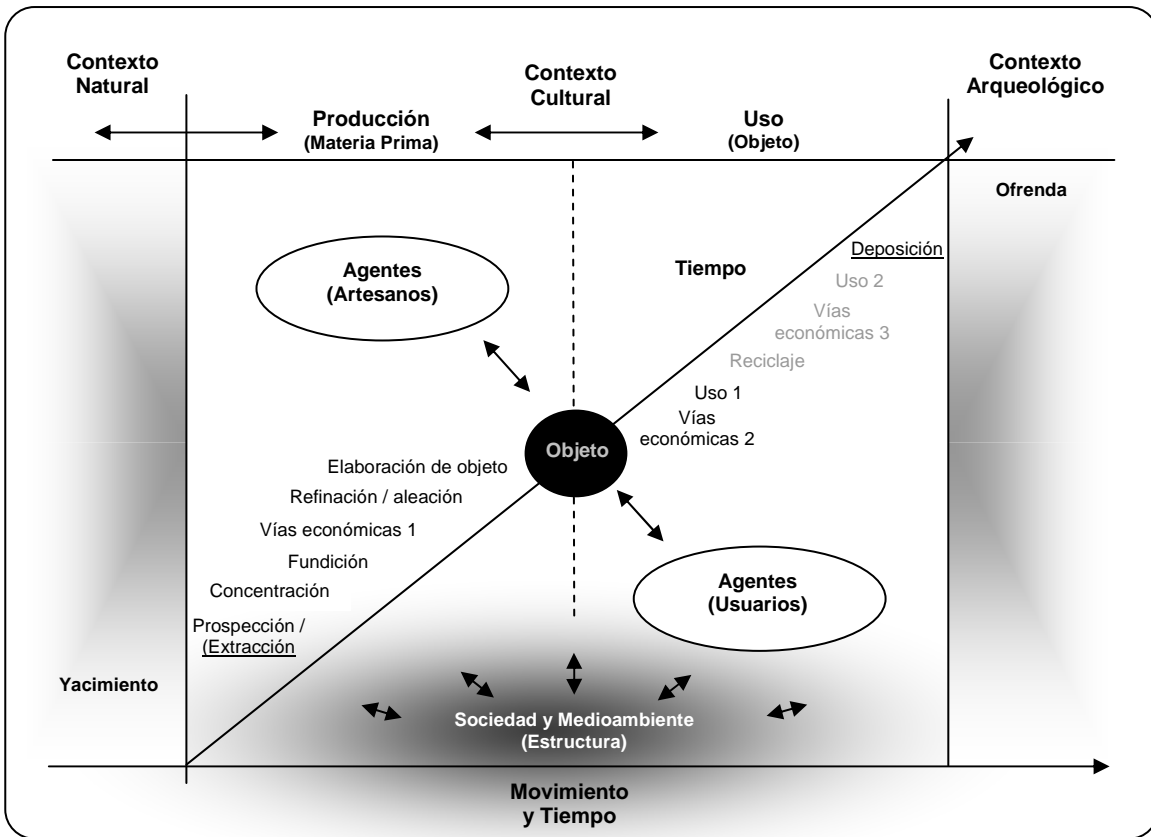


Figura 5.6. El círculo de interacciones entre la estructura, el agente y los artefactos, articulado a través de la historia de vida, las cadenas operacionales y las decisiones tecnológicas

Las operaciones que el artesano ejecutó para producir un artefacto fueron los resultados de decisiones tecnológicas (concientes o inconcientes) y formaban cadenas

operacionales (*Producción*) dentro del contexto más amplio de la historia de vida (que incluye la *Producción* y el *Uso*) del objeto (ver **Figura 5.6.**). Con eso se dejan definir tres niveles de investigación: la decisión, el proceso y la historia de vida. Estos tres ejes tienen implicaciones con respecto a la escala geográfica de la investigación, que tiene que abarcar aspectos vinculados al taller, al núcleo del área de la sociedad productora y usuaria (Tenochtitlan y el valle de México) y a toda el área que cubre, por ejemplo, el sistema económico de la cultura productora (el territorio del imperio azteca y las regiones aledañas).

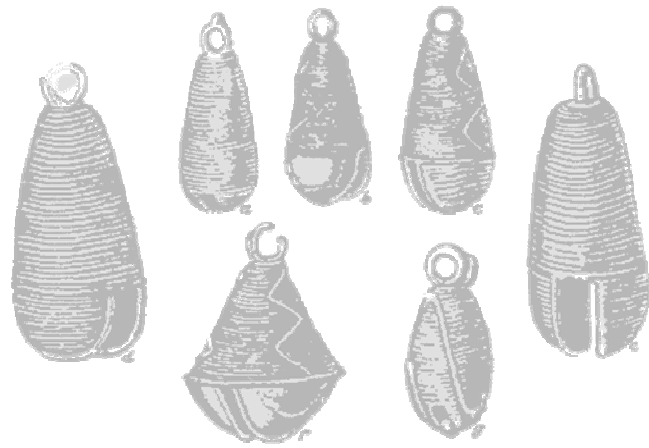
Los contextos ideológico, económico, social y tecnológico ofrecen un espectro de factores que pueden ser restrictivos o favorables para las intenciones del artesano. El artesano, a través de sus decisiones, canalizó las influencias de su contexto (siguiendo o rompiendo las 'reglas') que después se manifiestan en el objeto que él creó. El artefacto mismo, por su forma, función y / o significado ejerció su influencia sobre la sociedad al restringir o favorecer ciertas actividades.

Con referencia a las herramientas teóricas que se presentaron en este capítulo la meta de esta investigación es, entonces, elucidar la *historia de vida* de los cascabeles desde la extracción de las materias primas hasta la deposición en las ofrendas.⁴⁸ Sin embargo, más que una mera descripción de los pasos que forman esta historia de vida, se tratará de una exploración de las diferentes opciones que tienen los agentes –tanto artesanos como usuarios– en el transcurso de la producción (*chaîne opératoire*) y del uso de los cascabeles. Las decisiones tecnológicas que toma el *Artesano* en el proceso de elaborar el objeto están influenciadas directamente por los *Artesanos* mismos (con su preentendimiento, su conocimiento y sus habilidades) y más indirectamente por los *Usuarios* (que definen la demanda de los productos del artesano) y la *Estructura* en general (que incluye, por ejemplo, las condiciones del medio ambiente, las creencias, las tradiciones y el sistema económico de la cultura en cuyo contexto se lleva a cabo el proceso de producción). Igualmente, la manera de usar los objetos está influenciado por las características del objeto (creadas por el artesano), el *Usuario* y la *Estructura*. Las decisiones que toman los *Agentes* repercuten en la microestructura, composición y forma de los artefactos, tanto como en su ubicación y distribución final en el *Contexto Arqueológico*. El estudio de estos aspectos materiales nos llevará, a través de los

⁴⁸ López Aguilar (1990:127) menciona que el objeto puede pasar por el contexto arqueológico varias veces y reentrar a diferentes contextos culturales o, por otro lado, existir en un contexto arqueológico y un contexto cultural al mismo tiempo. En el caso aquí discutido el enfoque es en la 'primera vuelta' de los cascabeles, hasta ser depositados en la ofrenda.

Agentes (Artesanos y Usuarios), a la *Estructura* (Sociedad) y, finalmente, a un mejor entendimiento de la cultura que produjo los objetos.

PARTE 3: SÍNTESIS DE INFORMACIÓN



6. METALES COMO MATERIA DE TRABAJO E INVESTIGACIÓN

Las sociedades humanas comenzaron a utilizar los metales porque poseen un rango de propiedades físicas, químicas, mecánicas y tecnológicas que los distinguen de otros materiales –tanto durante la elaboración de objetos de metal como en su apariencia y comportamiento– y que eran consideradas prácticas y / o deseables.

6.1. TRABAJO DE LOS METALES

A diferencia de otros materiales que se encuentran en la naturaleza en un estado directamente aprovechable (piedra, madera, hueso, entre otros), solamente cantidades reducidas de los metales se presentan en su estado nativo,¹ listos para ser trabajados. Los metales que se encuentran en su estado nativo son oro (Au) y cobre (Cu), en menor grado plata (Ag) y en cantidades pequeñas plomo (Pb), arsénico (As), antimonio (Sb), platino (Pt), hierro (Fe) y mercurio (Hg) (ver por ejemplo Alatríste de Lope 1897:519; Franco *et al.* 1992:53; Ottaway 1994:23). El deseo o la necesidad de aprovechar los metales a una escala más grande hizo preciso identificar, extraer de su matriz de roca y reducir minerales² para obtener el metal. Las propiedades de los metales fueron valoradas a tal grado que este trabajo preliminar a la elaboración del artefacto fue aceptado. Las fases de experimentación o descubrimientos fortuitos llevaron al uso de una amplia gama de aleaciones y al desarrollo de un gran espectro de técnicas de trabajo que aprovecharon las propiedades únicas de los metales para producir ornamentos o herramientas.

En este capítulo no se pretende cubrir todas las técnicas o materiales, sino dar puntos de referencia que ayudarán a entender y contextualizar las conclusiones a las que llega la presente investigación. Algunos temas, además, solamente son mencionados aquí y recibirán un tratamiento más a fondo en el capítulo sobre el desarrollo de la metalurgia y los vestigios arqueológicos en América.

¹ Torres y Franco (1996:106) utilizan una definición del término ‘nativo’ que parece indicar que significa lo mismo que ‘puro’. Sin embargo, en este trabajo con ‘metal nativo’ se hace referencia a metal que se encuentra en su estado metálico, sin que haya necesidad de extraerlo de sus minerales.

² En inglés existen los términos *mineral* y *ore*. El último tiene como equivalente en español *mena*. Sin embargo, Torres y Franco (1996:73, nota 6) observan que hablando de metalurgia en español normalmente se utiliza *mineral* no en el sentido que tiene en la mineralogía, sino en el sentido de “mezcla de minerales que sirve para extraer un metal con provecho económico”, que es parecido a la definición de *mena* (u *ore* en inglés).

El desarrollo del capítulo está enfocado en el material (metal) y se concentra en los temas de su extracción, propiedades, trabajo, deterioro y posibilidades de análisis. A grandes rasgos, además, sigue la cadena operativa del trabajo de los metales: obtención de la materia prima, beneficio de materiales, producción primaria (**Subcapítulo 6.1.1.**); preparación de materiales, elaboración de objetos (**Subcapítulos 6.1.2., 6.1.3.1. y 6.1.3.2.**) y postproducción (**Subcapítulo 6.1.3.3.**).

6.1.1. Extracción y procesamiento del mineral

Encontrar minerales en aglomeraciones aprovechables y al alcance de las actividades mineras desde hace miles de años es el resultado de, a veces, violentas interacciones entre dos geosferas: una exterior, que incluye la atmósfera, biosfera, hidrosfera, litosfera y astenosfera, y otra interior que se compone del manto (inferior) y del núcleo de la tierra. Las interacciones de estas geosferas causaron la redistribución y a veces el enriquecimiento en yacimientos de los elementos metálicos y no metálicos (Brimhall 1991:84). Este enriquecimiento es necesario, dado que solamente un metal (hierro) utilizado en la antigüedad en el Viejo Mundo es geoquímicamente abundante ($> 0.1\%$) mientras que todos los demás (incluyendo cobre, oro, plomo, plata, estaño, etcétera) son geoquímicamente raros ($< 0.1\%$) (The New Enc. Brit. 1995 vol. 21:386). Los yacimientos de los minerales se encuentran normalmente cerca de la superficie de la tierra porque es allí, al encontrarse las dos geosferas, donde hay grandes gradientes en las condiciones del ambiente físico y químico que hace que los minerales se precipiten. La falta de altas presiones y la solidez de la matriz rocosa de la superficie terrestre implica que los minerales, transportados por flujos de agua o magma, se pueden depositar y enriquecer (Brimhall 1991:86; ver Polya 1992:484; The New Enc. Brit. 1995 vol. 21:387-92). Una vez depositados, los minerales son afectados y nuevamente desplazados por movimientos tectónicos, erosión y oxidación. Este enriquecimiento secundario acumula, por ejemplo, pepitas de oro en placeres en ríos (Brimhall 1991:91). Por los diferentes y muy variados procesos de aglomeración los depósitos de minerales pueden tomar una gran gama de formas diferentes, que hacen necesarias diferentes técnicas para la recuperación (ver Polya 1992:481).

6.1.1.1. Minerales y sus yacimientos

El interés en materiales con atractivo visual (ver **Figura 6.1.**) puede haber sido el impulso para la recolección tanto de metales nativos –que probablemente fueron

tratados como 'piedras especiales' al inicio³– como de minerales tales como la malaquita (verde) y la azurita (azul) (ver Thompson 1958:2; Wheeler y Maddin 1977:4; Ottaway 1994:15; Minerales y Rocas 1999:101-2). El paso del mineral al metal probablemente no fue tan difícil, dado que por ejemplo el cobre nativo muchas veces estaba asociado a sus minerales. Además, tanto el metal como los minerales le dan un color verde a la flama del fuego (Charles 1994:66). Otros minerales se distinguen por su gran densidad y peso (por ejemplo, casiterita) o un olor intenso a ajo cuando se les somete al fuego (los minerales de arsénico) (Charles 1994:67).⁴

Los metales en estado nativo más importantes en la antigüedad fueron probablemente el cobre, oro y a menor grado la plata. Este último metal se encuentra solamente en un 20 % de abundancia respecto del oro y en 0.2 % respecto del cobre (Wertime 1973:883).

El oro se puede encontrar en sedimentos aluviales concentrado en placeres o en venas en combinación con cuarzo. El oro nativo puede contener un porcentaje muy elevado de plata,⁵ pero tiene pocos otros elementos traza. Aunque en su estado puro el oro se deja deformar sin necesidad de un recocido⁶ –que causa una recristalización y alivia el estrés en los cristales deformados que puede llevar a la fractura del material–, esto no es posible con un contenido de plata tan alto (ver Ottaway 1994:25; Henderson 2000:212).

Algunos de los yacimientos más extensos de cobre se encuentran en el continente americano: en las Rocky Mountains y el Great Basin de E.E.U.U.; en Canadá central y el norte de Michigan (E.E.U.U.); en yacimientos en territorio mexicano y en el lado oeste de los Andes de Chile y Perú. Estos yacimientos en conjunto produjeron 57.7 % del cobre a escala mundial. Chile, con 34.9 %, fue el mayor productor de cobre (datos promedios para los años 2001–2003, ver <http://www.economywatch.com/mineral/copper-production.html>, sitio web visitado 14.08.2007). Sin embargo, en tiempos prehistóricos muchas veces se aprovecharon depósitos de minerales menos importantes que incluso hoy en día ni siquiera aparecen en mapas de minerales. Además, existen diferentes tipos de mineral cuyo porcentaje de metal varía (Ottaway 1994:16) y cuya reducción presenta diferentes grados de dificultad. Eso significa que en

³ Rickard (1934:284) menciona que entre los indios de Norteamérica cobre o metal fueron llamados 'piedra', por ejemplo: Algonquin (*copper = musquabik – red stone*); Chippewas (*native copper = ozahwahbik – yellow stone*); Zuni (*copper = hi-we – soft stone*).

⁴ Ver otras maneras de reconocer minerales en Molver (1966).

⁵ Por ejemplo, hasta 30 % en yacimientos en Rumania (Ottaway 1994:24). Scott (1990:55) incluso menciona entre 5 y 45 % de plata en oro nativo.

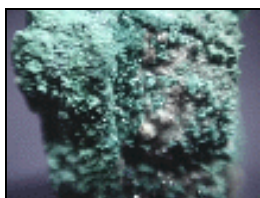
⁶ Plazas y Falchetti (1978:24) hacen referencia al mismo proceso con el término 'templado'.

la medida en que los depósitos de un mineral eran aprovechables en la antigüedad dependía no solamente de la ubicación del yacimiento (por ejemplo, la profundidad y el acceso), sino también del tipo de mineral y del proceso de reducción usado por los metalúrgicos antiguos.

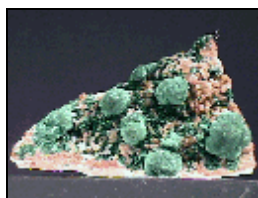
Tabla 6.1. Minerales y su composición

Nombre	Fórmula química de minerales	Porcentaje metal
Cobre nativo		
Cobre nativo	Cu	99.9 % Cu
Oxidos de cobre		
Cuprita	Cu ₂ O	88.8 % Cu
Tenorita	CuO	88.8 % Cu
Carbonatos de cobre		
Malaquita	CuCO ₃ •Cu(OH) ₂	57.5 % Cu
Azurita	2CuCO ₃ •Cu(OH) ₂	55.3 % Cu
Silicatos de cobre		
Crisocola	CuSiO ₃ •2H ₂ O	36.2 % Cu
Sulfatos de cobre		
Brochantita	CuSO ₄ •3Cu(OH) ₂	56.2 % Cu
Chalcanthita	CuSO ₄ •5H ₂ O	25.5 % Cu
Sulfuros de cobre		
Calcosina	Cu ₂ S	79.9 % Cu
Domeykita	Cu ₃ As	71.8 % Cu / 28.2 % As
Covellita	CuS	66.5 % Cu
Bornita	Cu ₅ FeS ₄	63.3 % Cu
Tennantita	Cu ₁₂ As ₄ S ₁₃	51.6 % Cu / 20.3 % As
Enargita	Cu ₃ AsS ₄	48.4 % Cu / 19.0 % As
Tetraedrita	Cu ₃ SbS ₂	46.7 % Cu / 29.2 % Sb
Calcopirita	CuFeS ₂	34.6 % Cu
Stannita	Cu ₂ FeSnS ₄	29.6 % Cu / 27.6 % Sn
Fosfatos de cobre		
Chenevixita	Cu ₂ Fe ₂ (AsO ₄) ₂ (OH) ₄ •H ₂ O	21.1 % Cu / 24.9 % As
Haluros de cobre		
Atacamita	Cu ₂ Cl(OH) ₃	14.9 % Cu
Cumengita	Pb ₂₁ Cu ₂₀ Cl ₄₂ (OH) ₄₀	16.3 % Cu / 55.9 % Pb
Boleita	Pb ₂₆ Cu ₂₄ Ag ₁₀ Cl ₆₂ (OH) ₄₈ •3H ₂ O	13.9 % Cu / 49.3 % Pb / 8.9 % Ag
Otros minerales		
Realgar	AsS	70.0 % As
Arsenopirita	FeAsS	46.0 % As
Casiterita	SnO ₂	78.8 % Sn
Galena	PbS	86.6 % Pb
Cerusita	PbCO ₃	77.0 % Pb
Anglesita	PbSO ₄	68.0 % Pb

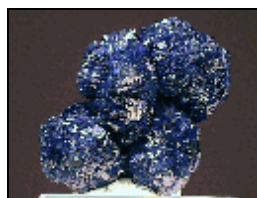
(Ver por ejemplo Melver 1966; Lechtman 1976; The New Enc. Brit. 1995 vol. 21:451)



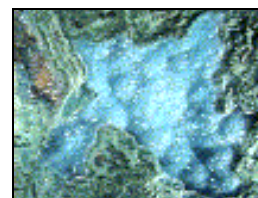
Brochantita



Malaquita



Azurita



Crisocola

Figura 6.1. Minerales de cobre

(Imágenes tomadas de <http://mineral.galleries.com>, página web consultada el 20 de junio 2005)

Los yacimientos de los minerales tienen diversas zonas con material de diferente composición. En el caso del cobre, por ejemplo, se pueden encontrar en un *gossan* (también llamado *iron hat*) primero los minerales oxidados, como son la malaquita y la azurita junto con el cobre nativo, la cuprita y la crisocola (minerales secundarios) y, más abajo y todavía no oxidados, los minerales sulfuros primarios (Ottaway 1994:17, fig.4; ver también Caley y Easby 1959:59; Tylecote 1986:13; Henderson 2000:210, fig. 5.3). Existe una larga lista de minerales que se prestan en mayor o menor grado a ser aprovechados para la extracción de toda la gama de metales empleados con mayor frecuencia en la antigüedad: cobre, estaño, arsénico y plomo (ver **Tabla 6.1.** y **Figura 6.1.**).

Para aprovechar los minerales sulfúricos hay que separar el azufre con un proceso de tostación del mineral antes de su reducción. El proceso implica triturar el mineral y tostarlo a aproximadamente 350°C en un ambiente oxidante, eliminando el azufre como gas de SO₂. El calor generado por la oxidación del azufre perpetúa el proceso (Thompson 1958:4; Grinberg 1996:436-7). Si son minerales de arsénico o antimonio que se tuestan, se forma y volatiliza gas de As₂O₃ o Sb₂O₃ y se pierden arsénico o antimonio⁷ (ver Lechtman 1979:10-1). Otra parte del arsénico y antimonio presente en el mineral se convierte en As₂O₅ o Sb₂O₅ que es menos volátil y se combina con otros óxidos metálicos para finalmente pasar al metal durante la subsecuente reducción del mineral. Temperaturas demasiado altas durante la tostación causan el inicio de la fundición del mineral (*fritting*) y evitan la separación del azufre (ver Caley y Easby 1959:59, 61). En algunos casos se produce un producto intermedio, *matte*,⁸ que tiene que ser tostado y fundido de nuevo, pasando a veces por varios ciclos (Craddock 1995:149-53; Miller 2007:150-1).

Sí, y con que frecuencia se utilizaron estos procesos para hacer aprovechables los minerales sulfúricos es un punto de discusión en muchas regiones del mundo. El problema es agravado por la dificultad de detectar vestigios que comprueban su uso. No obstante, para Mesoamérica empiezan a surgir indicaciones del empleo de este tipo de

⁷ Al martillar y recocer el metal bajo condiciones oxidantes, se pierde más arsénico o antimonio y así se deja manejar el contenido de este metal de aleación (Lechtman 1979:11). Una vez aleado, sin embargo, es casi imposible eliminar el arsénico por completo (Lechtman 1996b:481).

⁸ "Copper matte is obtained by fusion of roasted copper sulphide concentrates or ores to separate the copper sulphide from the gangue and other metals which form a slag that floats on the surface of the melt. The matte consists essentially of copper and iron sulphides and is generally in the form of black or brown granules (obtained by pouring the molten matte into water) or crude mass, with a dull, metallic appearance" (http://www.icsg.org/Factbook/products_trade/definitions.htm, sitio web visitado 16.07.2007).

minerales. Hosler (2003:161) opina que la presencia de estaño en artefactos de cobre entre 0.1 y 0.4 % puede indicar el uso de la calcopirita como mineral de origen del metal, dado que este es el único mineral de cobre que contiene estaño en estas cantidades. La autora indica que por eso estas concentraciones de traza de estaño podrían ser indicio del uso de un proceso de desulfurización. Grinberg (2004a:67) hace notar que con el análisis de escorias prehispánicas tarascas se probó que se conocía y utilizaba la reducción de minerales sulfurados mixtos. También Maldonado *et al.* (2005) identificaron en Itziparátzico, Michoacán, el uso de minerales sulfúricos, pero todavía no está asegurado el origen prehispánico de las escorias. Reichlen (1941b:179) afirma que el plomo solamente se encuentra en minerales sulfúricos.⁹ El uso de este metal (y no solamente como impureza en otros minerales) puede ser otro indicador del uso del proceso de tostación. Caley y Easby (1964:499) opinan que el proceso de extracción de este metal (plomo) estaba dentro de las posibilidades de los metalúrgicos prehispánicos en México. Incluso plantean que el proceso se llevó a cabo en un solo paso, utilizando un horno sencillo:

“The primitive method of smelting lead, although involving somewhat complicated chemical reactions, consists of two well-known processes that were within the competence of the early Mexican workers, desulfurization by roasting and charcoal reduction of the resulting lead oxide or litharge in the presence of natural or artificial blast air (possibly using a wind furnace, a trench or pit dug on the side of a hill where there was a strong natural updraft, or blowpipes). These processes ... could have been carried out in a single continuous operation in the same crude furnace, assuming that the temperature was not raised in the reduction process until the right stage of desulfurization had been reached in the toasting”.

Bourgarit *et al.* (2005) también proponen que incluso el proceso de la fundición de minerales de cobre sulfúricos, como calcopirita, fue practicado en el poblado calcolítico de Al Claus, en el sur de Francia (2400–2200 a.C.), en un solo paso y utilizando una olla de cerámica en vez de un horno (ver también Bourgarit y Mille 1997, 2001). Eso sugiere que no siempre se tienen que encontrar restos de *matte* en lugares donde se fundieron minerales sulfúricos.

Aunque hay diferentes opiniones sobre la antigüedad y el uso del aprovechamiento de minerales sulfúricos (ver Caley y Easby 1959; Patterson 1971; Rodríguez 1976:20; Lechtman 1991; Merkel *et al.* 1994; Grinberg 1996:437; Hosler 2003:161; Bourgarit *et al.*

⁹ No toma en cuenta la Cerusita (PbCO₃), que contiene 77 % de plomo. Scott (2004:65), además, menciona hallazgos de plomo nativo en Vermland (Suecia); Xalapa, Veracruz (México); Franklin, New Jersey y Blaine County, Idaho (E.E.U.U.).

2005), parece probable que los más ricos óxidos, que además se encuentran en asociación con los metales nativos y tienen colores llamativos (ver imágenes **Figura 6.1.**), fueron aprovechados primero (Ottaway 1994:16). Charles (1994:66) menciona que antes de la intensa explotación de los minerales los depósitos superficiales con sus colores fuertes eran mucho más frecuentes que hoy en día. Por otro lado, el trabajo con minerales sulfúricos no parece haber estado fuera del alcance tecnológico de los metalúrgicos prehispánicos, y –como sugieren algunos ejemplos– no siempre tiene que haber vestigios que permitan identificar el proceso fácilmente.

6.1.1.2 Minas, extracción del metal y talleres de producción

La minería no empezó con el uso de metales sino que tiene antecedentes mucho más antiguos; en México, por ejemplo, con las minas de obsidiana (por ejemplo, Charlton 1969, García-Bárcena 1975; Clark 1979; Pastrana 1986), turquesa (Weigand 1982, 1995), cinabrio (Langenscheidt 1970, 1985:39; León-Portilla 1980:348; ver también Grinberg 1996:434), ámbar (Navarrete y Lee 1969:14; Vivanco Bonilla 1992:131), chalchihuites (Schiavetti 1994), óxidos de hierro, mica, azabache, sal, entre otros (ver Langenscheidt 1985:39-41).

El metal, que se encontraba en forma nativa o como mineral, fue extraído de la tierra con uno de tres métodos (ver Peterson 1970; Bray 1978:24; Langenscheidt 1985:41, 1997:8; Craddock 1995:31-7):¹⁰

- a) Recolección de metal de placeres aluviales o afloramientos,
- b) Excavaciones de tajo abierto,
- c) Excavaciones en minado subterráneo.¹¹

Como se mencionó arriba, el inicio del aprovechamiento de los metales y minerales probablemente se concentraba en el uso de metales nativos y el uso de minerales procedentes de afloramientos superficiales (Langenscheidt 1985:41, 1997:9; ver también León-Portilla 1980:347). Bray (1974b:41-2, 1978:24, ver también Plazas y Falchetti 1978:14) señala que la mayor parte del oro que utilizaban los indios de Colombia fue extraído de placeres, lavando tierra seca o material del fondo de un arroyo

¹⁰ Una descripción europea del siglo XVI de procesos de extracción de minerales se puede encontrar en Agricola (1950 [1556]).

¹¹ Descripciones más detalladas de los dos últimos puntos se encuentran en Langenscheidt (1970 y 1985). Schiavetti (1994:50) subdivide las minas en socavones (principalmente horizontales) y de tiro (verticales).

y así separando el oro por gravitación. Para eso se podían utilizar, por ejemplo, bateas redondas de barro con concavidad ligera y de diferentes tamaños (Langenscheidt 1970:46). Esta actividad, sin embargo, no necesariamente deja vestigios sistemáticos arqueológicamente reconocibles.

Aunque su visibilidad arqueológica debería ser más alta, Lechtman (1976:8) habla de la casi imposibilidad de identificar minas prehispánicas, debido a que la mayoría probablemente fueron pozos poco profundos que, además, en algunos casos fueron obliterados por minas posteriores, coloniales o modernas. Con estos pozos los antiguos mineros prehispánicos seguían los afloramientos de minerales hasta que algún problema –por ejemplo de estabilidad de las paredes del pozo o entrada de agua– hacía el trabajo demasiado peligroso o difícil. En el caso de galerías más profundas, surgía además el problema de ventilación (Craddock 1995:31; ver también Bray 1974b:42). Aunque en general los túneles eran pequeños, no muy profundos y seguían la forma de la veta o del yacimiento (Langenscheidt 1985:42) para mover el mínimo de terreros, o sea tierra o roca estéril que no contenía mineral, en Perú se encontraron excavaciones de 75 m de profundidad (Peterson 1970; Bray 1978:25 para ejemplos colombianos). Craddock (1995:32; ver también Langenscheidt 1970:46) señala que aún con herramientas muy primitivas los antiguos mineros lograron ‘limpiar’ los yacimientos minerales por completo, a veces sin dejar evidencia de cuál era el mineral que se extraía. Este hecho agrava uno de los problemas básicos del estudio de la metalurgia antigua, que es el desconocimiento de los minerales usados en los procesos (Lechtman 1976:8).

La información sobre el proceso de producción y las decisiones tecnológicas de los artesanos, sin embargo, es de gran importancia para entender el producto final en su contexto tecnológico, social, económico e ideológico. Por eso se tratará en los siguientes párrafos de dar un resumen general (y sin pretensión de ser exhaustivo o completo; ver también la información expuesta en la descripción del desarrollo regional de la metalurgia en **Capítulo 7.**) de los posibles vestigios arqueológicos y la información que se puede obtener sobre los procesos en el mundo, para después tratar de entender mejor el caso de Mesoamérica.

Minas

Como vestigios del trabajo en las minas se encuentran implementos para romper piedra o aflojar tierra (percutores de piedra, morteros, huesos largos, astas de venado, cuñas y palancas de madera y algunos implementos de cobre), juntar y mover escombros y

mineral (recipientes de cerámica, cestería, textiles y escobetas) o alumbrar los túneles (teas de *ocote* y hachones), tanto como desechos de comida, etcétera (Langenscheidt 1970, 1985, 1997:8; Rodríguez 1976:21; León-Portilla 1980:351; ver también Craddock 1995). El cuerpo del ‘hombre de cobre’ (*Copper Man*) encontrado en una mina en Chuquicamata, Chile, y supuestamente de una fecha prehispánica, llevaba herramientas que coinciden con los arriba descritos: un martillo de piedra, bolsas de piel, canastas y una ‘pala’ de piedra (Bird 1979b:107). Aparte de martillos, picos, palancas y cuñas, los antiguos mineros podían utilizar fuego para calentar y fracturar la piedra, proceso que llaman ‘torrefacción’ (ver Thompson 1958:2; Horcasitas 1981:39; Dubois 1996;¹² Craddock 1995:33-7), a veces enfriándola rápidamente con agua. Los martillos que se encontraron en minas en Guerrero, México, están hechos principalmente de andesita o, aunque con menos frecuencia, sienita y grandiorita. En raras ocasiones hay esquistos o roca de caliza (Hendrichs 1940:151, ver también fotos de martillos en la publicación). Según Hendrichs (1940:156), los martillos se dejan clasificar en dos categorías: entre medio y dos kilos de peso, y entre dos y seis kilos.

El beneficio del mineral se llevó a cabo a través de la trituración y la concentración manual o pepena. En Mesoamérica no parece haberse utilizado el proceso de flotación (Grinberg 1996:442). En las minas o cerca de sus entradas, en los patios de minas (ver Langenscheidt 1970:45), muchas veces se encontraban morteros, fijos o móviles, que eran utilizados para triturar y moler el material extraído, concentrándolo en batea (Thompson 1958:2; Langenscheidt 1970:45; León-Portilla 1980:351; Torres y Franco 1996:93), para así reducir el peso y volumen del material que había que transportar al sitio de la primera fundición (Knapp 1999:103). Por eso la ubicación de los sitios de producción primaria tienen que ser una solución negociada entre la localización de las fuentes de la materia prima¹³ (los minerales o metales) y los combustibles (ver Maldonado 2005; Maldonado *et al.* 2005).

El conquistador y secretario de Pizarro, Pedro Sancho de la Hoz (1514 – 1547), da una de las mejores descripciones de la minería con el ejemplo de la extracción de oro de las minas en la provincia de Collao, Perú, por los incas. Describe algunas de las herramientas utilizadas y dos tipos diferentes de minas:

¹² Dubois (1996) también discute el impacto de la técnica sobre el paisaje que rodea las minas.

¹³ Torres (1981:27) indica que la ‘materia prima’ no es igual a la ‘materia natural’. Para tener ‘materia prima’ se tiene que convertir la ‘materia natural’ con la finalidad de tener las calidades y propiedades para su posterior transformación en satisfactores o bienes materiales: por ejemplo, extracción, separación o beneficio.

“Las ricas minas de aquella provincial del Collao están más allá de este lago que se llama Chibiabo. Están las minas en la caja del río, a la mitad de altura, hechas a modo de cuevas, a cuya boca entran a escarbar la tierra y la escarban con cuernos de ciervo y la sacan fuera con ciertos cueros cosidos en forma de sacos ó de odres de pieles de ovejas. El modo con que la lavan es que sacan del mismo río una (derivación) de agua, y en la orilla tienen puestas ciertas losas muy lisas, sobre las cuales echan la tierra y echada sacan por una canaletta el agua de la derivación que viene a caer encima y el agua se lleva poco a poco la tierra y se queda el oro en las mismas losas y de esta suerte lo recogen. Las minas entran mucho dentro de la tierra, unas diez brazas (~17.35 m) y otras veinte (~35 m); y la mina mayor que le llama Guarnaco entre cuarenta brazas (~70 m). No tiene luz alguna, ni más anchura que para entrar una persona agachada y hasta que ésta no sale no puede entrar ningún otro. Las gentes que aquí sacan oro podrán ser hasta cincuenta hombres y mujeres y éstos son de toda la tierra de un cacique veinte y de otra cincuenta y de otra treinta y de más o menos, según lo tienen y lo que sacan para el señor principal y en ella tienen puesto tanto resguardo que de ningún modo pueden robarse cosa alguna de lo que sacan, porque alrededor de las minas tienen puestas guardas para que ninguno de los que sacan oro, pueda salir sin que lo vean y por la noche cuando vuelven a sus casas al pueblo entran por una puerta donde los mayordomos que tienen a su cargo el oro y de cada persona reciben el oro que ha sacado. [...] Hay otras minas delante de éstas y otras hay esparcidas por toda la tierra a manera de pozos profundos como de la altura de un hombre, en cuanto puede el de abajo dar la tierra al de arriba; y cuando los cavan tanto que ya el de arriba no puede alcanzarla, lo dejan así y se van hacer otros pozos. Pero las más ricas y de donde se sacan más oro son las primeras que no tienen gravamen de lavar la tierra; y por causa del frío no lo sacan de aquellas minas sino cuatro meses al año la hora del mediodía hasta cerca de ponerse el sol” (Pedro Sancho de la Hoz, citado en Palacios 1996:477).

Extracción del metal de sus minerales: producción primaria

Para aprovechar el metal contenido en minerales es necesario separarlo de su matriz no-metálica. Eso se logra con un proceso pirotécnico a temperaturas alrededor de 1200°C en un ambiente reductor, que produce metal y escoria. La escoria representa la parte mineral no-metálica –o ganga– del mineral fundido. Los componentes pueden ser, por ejemplo, silicatos, óxidos de hierro, cuarzo, barita y fluorita, que forman escorias cristalinas (ricas en hierro, con el componente principal fayalita) o vidriosas (ricos en sílica). Además, ambos tipos pueden incluir material y elementos traza que provienen de los óxidos que forma el metal, de la pared del horno, de la ceniza del combustible y del fundente que reaccionó con la ganga fundida. La escoria cristalina es la que con mayor frecuencia se encuentra en sitios arqueológicos entre los restos de procesos metalúrgicos (Haustein *et al.* 2003:519; ver también Craddock 1980:168-9; Bennett 1989; Grinberg 2001; Maldonado *et al.* 2005). La escoria puede resultar de diferentes

etapas del trabajo con los metales, desde la primera fundición del mineral hasta la fundición de un metal en un crisol para su refinamiento o el vaciado de un objeto. La morfología y composición de la escoria pueden dar información sobre los parámetros del proceso del cual es desecho (Bachmann 1980, 1982; Maldonado *et al.* 2005). Con respecto al potencial de información que contiene el material, Crew (1995) observa que las escorias raras veces se encuentran en el lugar de la fundición y que pueden ser alteradas por procesos de erosión o corrosión postdeposicional. Por eso es importante entender bien los contextos de deposición antes de llegar a interpretaciones.

Sin embargo, en algunas ocasiones la escoria –a veces presente en grandes depósitos formados a lo largo de varios siglos de trabajo metalúrgico– puede ayudar a identificar los sitios donde se llevó a cabo la reducción de los minerales, incluso si no se encuentran restos de hornos. Ejemplos de estos sitios con más de 100,000 toneladas de escoria son las minas en Chipre (Knapp 1999), Río Tinto en España (ver Wertime 1973:884 para más referencias), y el valle Khao Wong Prachan de Tailandia central (Pigott 1999). Sin embargo, la escoria resultado de la primera fundición de los minerales en algunas ocasiones fue reutilizada en tiempos posteriores y refundida con hornos de mayor eficiencia (Lechtman 1976:31), destruyendo así más evidencia de los procesos metalúrgicos. Lechtman (1976:41) explica la falta de grandes cantidades de escoria en la zona Andina con el hecho de que la actividad no se practicaba de una manera tan intensa ni en un centro determinado, sino en lugares diversos:

“... in the Andes, ore smelting was a much less centralized activity, probably carried out on a part-time basis in many communities, and the build-up of large quantities of slag at any one location is not typical” (Lechtman 1976:41).

Otros vestigios encontrados en sitios de producción pueden ser los restos de los fuegos u hornos utilizados para tostar el mineral con la finalidad de separar el azufre presente en algunos minerales de cobre (Craddock 1995:167-9).

Existe un amplio espectro de combustibles que fueron usados en procesos metalúrgicos –desde la torrefacción hasta la fundición de los minerales o metales– incluyendo excrementos de animales, madera, carbón y, en tiempos más recientes, carbón mineral y coque (ver Percy 1861; Brame y King 1955; Maldonado 2005; Miller 2007). En tiempos prehistóricos el combustible más usado era sin duda el carbón de madera.

En general se puede decir que la minería, la quema de grandes cantidades de combustibles, los metales (como residuos sólidos en el suelo y como humo en el aire) y

la tala de grandes cantidades de árboles para las diferentes etapas de los procesos metalúrgicos en algunos lugares del mundo tenían un importante impacto sobre el medio ambiente (ver por ejemplo, Schmidt *et al.* 1999; Pyatt *et al.* 2000). Estos vestigios ambientales también podrían servir para identificar la presencia e intensidad de trabajos metalúrgicos prehistóricos, como lo muestra la investigación de Vigliotti *et al.* (2003:809) en Elba, Italia.

Aparte de los restos y fragmentos de los minerales, combustibles e instalaciones como hornos, se pueden encontrar restos de fundente y escoria en los sitios de reducción de los minerales. Los fundentes son minerales que “neutralizan la ganga dando escoria que debe tener bajo punto de fusión y densidad menor que el metal fundido. [...] Este material se combina con el sílice presente en el mineral (que no se funde a las temperaturas del horno) para formar silicato cálcico (escoria), cuyo punto de fusión es menor” (http://www.fisicanet.com.ar/quimica/procesos/ap05_metalurgia.php, sitio web visitado 11.07.2007; ver también Miller 2007:152). Grinberg (1996:442, ver también 2001:56) indica que hoy se utiliza como fundente una mezcla de cal, óxido de hierro y arena e identifica estos tres componentes mezclados en las vetas de carbonato de cobre en la zona sur de Michoacán. Según ella, esta mezcla natural y el efecto facilitador que tiene en la reducción de los minerales puede ser la razón por la cual en el Occidente de Mesoamérica la metalurgia del cobre se presenta desde épocas tempranas. El tipo y la cantidad de fundente también pueden tener un efecto directo sobre la composición del metal extraído del mineral. El óxido de hierro utilizado puede, por ejemplo, ser fuente de hierro en el cobre que sale del proceso de fundición (Craddock 1980:168-9). Martínez (1897:434) señala el *tequezquite*, que es una mezcla de sal común con sosa y materias terrosas, como el principal fundente usado “entre los indios”.

Talleres de producción

En los talleres de producción se llevan a cabo la preparación de los materiales, la elaboración de los artefactos y la postproducción (ver detalles en **Subcapítulo 6.1.3.**). El metal procedente de la reducción de los minerales llegaba al taller en forma de lingotes.¹⁴ Muchas veces este metal contenía impurezas (por ejemplo, elementos traza, óxidos, escoria, entre otras) que podían eliminarse con un proceso de refinamiento. Al refundir el metal en un crisol abierto, varias de las impurezas, como por ejemplo el hierro, forman óxidos que flotan a la superficie del metal líquido y pueden ser removidos

¹⁴ También es probable que se refundieron objetos rotos.

(ver Craddock 1980:168-9, con referencia al trabajo experimental de Tylecote y Boydell 1978). Otras impurezas, como por ejemplo los óxidos de hierro, reaccionan con la pared del crisol y forman escoria de crisol, que se distingue por ser inhomogéneo, vesicular y con colores fuertes. Este proceso podía ser apoyado al echar arena limpia en la superficie del líquido y al final mover el metal fundido con un palo de madera fresca¹⁵ (*poling*) para remover los restos de oxígeno en forma de vapor (Ottaway 1994:112-3; Craddock 1995:202-4; Torres y Franco 1996:95).

Los sitios o talleres de producción de artefactos metálicos pueden identificarse por una gran gama de vestigios arqueológicos, empezando por instalaciones (taller y hornos), herramientas (percutores, yunques, crisoles, cuchillos y espátulas para trabajar arcilla y cera, manos y morteros para moler), y desechos de los procesos (combustible, escoria, cera y resina, restos de arcilla y desgrasante, fragmentos de moldes, gotas de metal). Sin embargo, información etnológica de la India (Reeves 1962) y experimental (Schulze 1999) indica que los procesos pueden ser muy poco formales y los desechos efímeros y muy poco específicos. Esto se ve reflejado en los escasos registros de talleres metalúrgicos. La actividad en muchas ocasiones solamente se deja deducir a través de los objetos producidos y los basureros con algunos de los desechos del proceso de producción.

Algunos ejemplos de sitios con indicación de trabajo de metales no ferrosos a nivel mundial son:¹⁶ Gussage All Saints, Inglaterra (Wainwright y Spratling 1973; Spratling 1979; Foster 1980a, 1980b; Howard 1980); Coppergate en York, Inglaterra (Bayley 1992); Dedren en York, Inglaterra (Ranson 1977); Haithabu, Alemania (Drescher 1983); Ribe, Dinamarca (Madsen 1984); Helgö, Suecia (Lamm 1980); Olimpia, Grecia (Schneider 1989; Heilmeyer 2004:408); Kition, Chipre (Karageorghis y Kassianidou 1999); Yécala, Perú (Makowski y Velarde 1996); Batán Grande, Perú (Shimada *et al.* 1982); Putushio, Ecuador (Rehren y Temme 1994); Viña del Cerro, Chile (Niemeyer 1986); Los Amarillos, Argentina (Angiorama 2004); Utatlán, Guatemala (Weeks 1977); Cerro del Chivo, Agua Fría, Los Herreros, El Ticano, Santa Teresa y El Manchón, Guerrero, México (Hosler 2002, 2003, 2004); Itziparátzico, Michoacán, México (Maldonado *et al.* 2005).

¹⁵ Torres y Franco (1996:95) hablan de una 'rama verde' que se utiliza y mencionan que esta operación también se llama 'endulzar' al metal.

¹⁶ En Inglaterra se hicieron intentos para identificar sitios de producción de cobre por magnetometría, pero hasta ahora se ha tenido más experiencia y éxito con sitios metalúrgicos de hierro (Vernon *et al.* 2002).



Figura 6.2. Olla estilo moche con escena de trabajo metalúrgico (tomado de Alva y Donnan 1993:19).

La información que proporcionan estos sitios es altamente variable y en muchos casos difícilmente aplicable al contexto mesoamericano estudiado aquí. Sin embargo, algunos de los hechos serán relatados más tarde para contrastar o hacer el intento de explicar datos mesoamericanos.

6.1.1.3 Desarrollo y uso de hornos

Aparte de los objetos producidos y los desechos, los hornos son el elemento más tangible de todo el proceso metalúrgico. En un experimento, reconstruyendo un horno estilo Chimú (ver **Figura 6.12.**) y utilizando minerales de óxidos de cobre y hematita como fundente, Shimada y Merkel (1991:84-5) lograron producir 30 g de gotas de cobre (*prills*), en un proceso que tardó aproximadamente tres horas y durante el cual cargaron el horno con 900 g de minerales y 6 kg de carbón. Identificaron el flujo de aire, proporcionado por dos equipos de tres personas con canutos¹⁷ que cambiaron cada 10

¹⁷ Bray (1972:31-2) da referencias acerca del uso de los canutos y Grinberg (1996:464 y fig.10) hace referencia a un tubo de cerámica encontrado en Xihquilan, Michoacán, que interpreta como posible canuto. Maldonado (2005) menciona hallazgos de canutos en los alrededores de Santa Clara, Michoacán. Bright (1972) informa sobre un tubo de 23.2 cm de largo y con una medida interior más pequeña en un extremo que en otro (1.0 y 0.5 cm) que posiblemente fue usado en el trabajo de metales en Colombia. Si son cañas las que se utilizaron, el uso de una punta de cerámica era muy probable para evitar la combustión del material orgánico. Estas puntas son las evidencias más tempranas del uso de canutos (Rehder 1994:345).

minutos, como uno de los factores determinantes en el proceso. De todas maneras, la eficiencia del proceso parece haber sido muy baja.

Otro tipo de horno se encuentra representado en una olla estilo moche, planteado por Donnan (1973; otras menciones de la olla en Olsen 1994:175 y Shimada *et al.* 1982:957). Fue encontrada por un *huaquero*, probablemente en el valle de Nepeña, Perú (Donnan 1973:289). En el interior de la olla se pueden ver cuatro personajes de pie (una probable quinta persona falta por rotura) alrededor de una elevación circular en el centro de la olla. La interpretación de Donnan (1973:291) es que se trata de una escena metalúrgica, donde tres de los personajes soplan el fuego en el horno central construido de adobes, mientras que la cuarta persona manipula los objetos que están distribuidos sobre las brazas. Algunos de estos objetos tienen silueta de hacha en forma de T, que, siguiendo a Donnan (1973:294), no fueron usados por los moche. Por eso los interpreta como partes de un tocado –y otros objetos como posibles lingotes– en el proceso de recocido (Donnan 1973:294, 296). Aunque no hay manera de confirmar que, aparte del recocido, se está llevando a cabo el proceso de fundición de minerales, Donnan (1973:296) argumenta que para un simple recocido no es necesario alentar el fuego con tres sopladores, y que por eso parece probable que en el interior del horno hubiera un crisol con minerales de cobre. En un experimento el proceso fue reconstruido (Donnan 1973:293), utilizando un horno de ladrillos de adobe, carbón, un crisol de cerámica y óxidos de cobre que incluían cuprita, malaquita, azurita y crisocola. Después de una

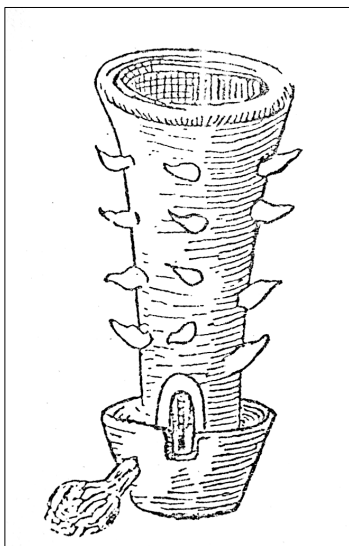


Figura 6.3. Huayrachina según Barba (1925:141)

hora se había producido un pequeño lingote de cobre en el fondo del crisol. Aunque en esta ocasión solamente utilizando cuprita se lograron producir lingotes semejantes a otros recuperados en entierros moche, Donnan (1973:294) indica que parece probable que utilizando otros minerales con fundiciones múltiples, añadiendo fundente o tostando los minerales antes de la fundición, se podrían haber logrado los mismos resultados.

En el altiplano sureño de los Andes se conoce, especialmente por descripciones coloniales de la producción de plata en Potosí, Bolivia, otro tipo de hornos llamados *huayrachinas*¹⁸ (ver **Figura 6.3.**). Éstos son de una sola cámara y de forma esencialmente cilíndrica con

¹⁸ También llamados *guayras* o *huairas* (ver Pedersen 1969-70; Lechtman 1976 y Palacios 1996:484-9).

las paredes perforadas, para que el fuego se alentara con el viento (*natural draft furnace*).¹⁹ Fueron utilizados para fundir minerales de plomo, plata y cobre, y los cronistas indican que grandes números (más de 6,000) de ellos cubrían las laderas de Cerro Rico en Potosí. Aparte de una versión fija, en la mayoría de los casos probablemente construida de piedras y arcilla, parece haber existido una versión portátil de arcilla (Pedersen 1969-70; Van Buren y Mills 2005:4). El metal producido en los *huayrachinas* fue refinado en hornos tipo mufla de dos cámaras, llamados *tochochimbo*s (Van Buren y Mills 2005). Pedro Cieza de León (1520 – 1554), quien visitó Porco y Potosí en 1549, describe los trabajos con los *huayrachinas* de la siguiente manera:

“[The Indians] therefore, made certain moulds of clay, in the shape of a flower-pot in Spain, with many air holes in all parts. Charcoal was put into these moulds, with the metal on the top, and they were then placed on the part of the hill where the wind blew strongest, and thus the metal was extracted, which was then purified and refined with a small bellow. In this manner all the metal that has been taken from the hill is extracted. The Indians go to the heights with the ores to extract the silver, and they call the moulds *Guayras*. In the night there are so many of them on all parts of the hill, that it looks like an illumination” (Cieza de León, citado en Root 1949b:207).

Lechtman (1976:8) indica que no se han encontrado *huairas* en contextos prehispánicos seguros y enfatiza que no se sabe nada de la antigüedad de esta tecnología. Además, hace notar que sistemas anteriores probablemente fueron muy diferentes. Mientras que la autora no niega la posibilidad de un origen prehispánico de las *huairas*, considera (Lechtman 1976:31) que las portátiles eran una invención española. Una posible explicación de la falta de ejemplos arqueológicos no-portátiles podría ser la ubicación de muchos de los hornos en pendientes de las montañas para aprovechar los vientos. Eso hace probable que la erosión evite su conservación (Lechtman 1976:24). Rodríguez (1976:22-3), por otro lado, menciona la existencia de varios ejemplos de *huairas* en contextos arqueológicos y Cuesta y Rovira (1982:151) atribuyen la invención a los incas. Van Buren y Mills (2005), sin embargo, coinciden con Lechtman en que todavía falta comprobar su origen prehispánico.

Olsen (1970) menciona otro horno portátil, sin huellas de uso, encontrado en una tumba en el área de Quimbaya, Colombia. El horno tiene forma cilíndrica acinturada (ver **Figura 6.14.**) y una altura total de 29 cm. En la parte inferior tiene un pitorro y los dos cuerpos están separados por el fondo perforado del cuerpo superior. No hay

¹⁹ Una tecnología parecida también se utilizó en Sri Lanka para la fundición de minerales de hierro (Tabor *et al.* 2005; ver también Rehder 1987).

indicaciones claras de cómo funcionó, aunque Olsen menciona que un crisol con el mineral fue colocado en uno de los cuerpos, mientras que el combustible llenaba el otro. Sin embargo, parece muy complicado manejar los ingredientes que se encuentran en el cuerpo inferior, dado que no tiene aperturas aparte del pitorro y las perforaciones en el fondo del cuerpo superior. Parece más probable que combustible y crisol fueran colocados en la parte superior y se utilizara el pitorro para soplar aire a la parte inferior que se podía calentar antes de pasar por las brazas.

Girolamo Benzoni, en su obra *Historia del Nuevo Mundo* (1565), describe la manera de trabajar de los orfebres incas en Quito, mencionando un crisol y el uso de canutos para avivar el fuego:

“This province of Quito has a temperate climate, wherefore the kings of Cuzco lived there the greater part of their time, and had in many parts houses of gold-smiths, who, though not using any tools of iron, still manufactured wonderful things. They worked in the following manner:

In the first place, when they wished to melt the metal, they put it into either a long or round grisolo, made of a piece of cloth daubed over with a mixture of earth and powdered charcoal; when dry, it is put into the fire filled with metal; then several men, more or less, each with a reed, blow till the metal is fused. It is now taken out, and the goldsmiths, seated on the ground, provided with some black stones shaped on purpose, and helping each other, make or more correctly speaking, used to make during their prosperity, whatever they were commissioned to do; that is, hollow statues, vases, sheep, ornaments, and, in short, any animals they saw” (Benzoni, citado en Root 1949b:209)

En el ámbito mesoamericano existe información etnohistórica con respecto a los hornos utilizados en la metalurgia (ver **Figuras 6.4 – 6.11.**). Las imágenes de los hornos se encuentran, por ejemplo, en el *Códice Mendoza*, el *Mapa Tlotzin*, el *Códice Florentino*, el *Lienzo de Jucutácato* y la *Relación de Michoacán*. Aunque un horno parece de pan y se nota un alto grado de influencia europea (*Códice Florentino*, libro IX, folio 51v, ver **Figura 6.8.**), en su mayoría los hornos parecen ser elementos portátiles de cerámica, parecidos a braseros (Grinberg 1996:438). No en todos los casos es posible ver el uso exacto de los hornos (fundición primaria o secundaria), pero en varias de las imágenes se trata evidentemente de una refundición de metal. Macías (1991:124) sugiere que por lo menos en algunos de los hornos se está purificando el metal. Aguilar (1946:84) opina que el horno del *Mapa Tlotzin* (ver **Figura 6.4.**) es el más evolucionado, probablemente porque coincide más con la imagen moderna que solemos tener de un horno para procesos metalúrgicos.



Figura 6.4. Códice Tlotzin, horno (lámina 2)



Figura 6.5. Códice Mendoza, horno (folio 70r)



Figura 6.6. Códice Florentino, horno (libro XI, folio 215v)



Figura 6.7. Códice Florentino, horno (libro XII, folio 28r)



Figura 6.8. Códice Florentino, horno (libro IX, folio 51v)



Figura 6.9. Relación de Michoacán, horno (lámina 3)



Figura 6.10. Códice Florentino, horno (libro XI, folio 215r)



Figura 6.11. Lienzo de Jucutácato, horno (León 1979:34, dibujo de Carlos Fuentes, reproducido en Grinberg 1997:394)



Figura 6.12. Hornos en Batán Grande, Perú (foto de Shimada y Merkel 1991)

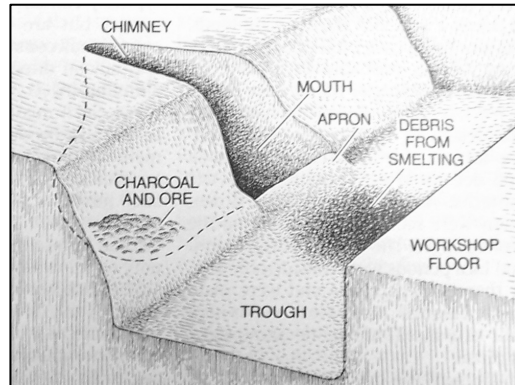


Figura 6.13. Hornos en Batán Grande, Perú (dibujo de Shimada y Merkel 1991)



Figura 6.14. Corte de posible horno, cultura quimbaya, Colombia (de Olsen 1970).

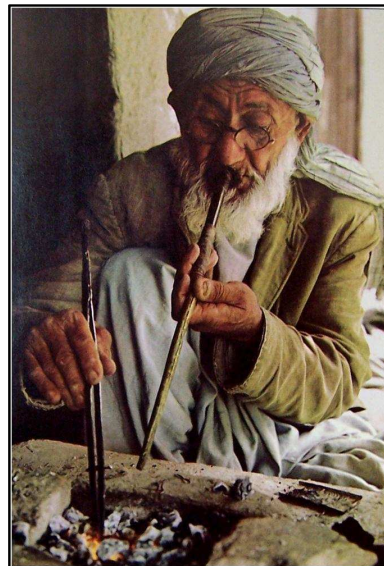


Figura 6.15. Platero en Afganistán (de Knauth 1974)

Grinberg describe la imagen de la siguiente manera:

“En el Mapa Tloltzin hay un dibujo donde se ve a un fundador agachado frente a un horno, soplando por medio de un canuto y que sostiene en la otra mano un escorificador, que puede ser una simple rama verde que permita retirar la escoria de la superficie del metal fundido” (Grinberg 1996:438).

Algunas de las imágenes parecen mucho a la foto del platero afgano que esta utilizando las mismas herramientas y también un horno sencillo (**Figura 6.15.**).

Cushing (1894:94-5) menciona otra forma de hornos, que encontró en el suroeste de E.E.U.U. Éstos eran subterráneos, tenían forma de embudo y aparentemente permitían fundir pequeñas cantidades de mineral de cobre:

“I have found evidence that ore rich in scales or seams of copper too minute to be useful in the native state, was there quarried, and first roasted in an open fire, than baked, so to say, or partially smelted in a kind of subterranean funnel-shaped oven-furnace or kiln [...]. Terminating at the base in a round, nearly flat-bottomed pot or relatively small pocket [...]. Smelting in this kind of furnace or kiln was accomplished by introducing only a small quantity of the ore at a time, surrounding and covering it with fuel, firing and replenishing the latter until fusion resulted. [...] I have examined and excavated several such prehistoric oven-furnaces as above described and figured, especially near ancient copper quarries or pocket mines on the southern border of the Salado valley, Arizona” (Cushing 1894:94-5).

Cushing (1894:95, con referencia a una comunicación personal de Walter William) menciona información etnográfica de hornos parecidos, usados en las sierras de Sonora. Allí utilizaron madera (*greasewood*) como combustible y lograron fundir minerales primarios de cobre y plata. Cushing (1894:95) además relata su experimento exitoso de fundición de minerales en hornos (*oven-kilns*) parecidos a los usados por los indios pueblo para la preparación de comida, que dio como resultado la producción de pequeñas gotas de cobre. Horcasitas (1981:22) incluso opina que el proceso, aunque con muy baja eficiencia, puede llevarse a cabo sin horno:²⁰

“La operación [...] puede efectuarse sin horno, al aire libre, sujetando el mineral a la acción directa de las llamas. En este caso, claro está, la operación es mucho menos eficiente, pero pueden obtenerse a través de ella trozos de cobre metálico” (Horcasitas 1981:22).

²⁰ Ver también los resultados de experimentos de Bourgarit *et al.* (2005) que produjo metal a partir de mineral primario (calcopirita) en una olla de cerámica.

Toda esta información, aunque no nos permite reconstruir con exactitud la forma, funcionamiento y uso de los hornos prehispánicos, nos indica que hay que tener un amplio criterio al respecto, y que los procesos metalúrgicos son mucho menos exigentes, con respecto a las instalaciones necesarias, de lo que se cree a veces. Sin embargo, parece evidente que la mayoría de los hornos descritos aquí no son muy eficientes y no permiten el manejo de grandes cantidades de minerales o metales. Eso tiene repercusiones directas sobre el grado de homogeneidad de la composición metálica que se puede esperar en grupos de artefactos producidos con metal procedente de estos hornos.

6.1.2. Metales, aleaciones y sus propiedades

Los metales se han definido como cuerpos opacos, brillantes y maleables que en estado sólido y parcialmente en estado líquido poseen gran conductividad térmica y eléctrica (Lajtin 1973). Estas propiedades son el resultado directo de su estructura metálica cristalina. Dicha estructura en la mayoría de los metales se puede dividir en tres formas simples de empaquetado de los átomos:

- hexagonal compacta o *close-packed hexagonal* (hcp) (por ejemplo, zinc)
- cúbica centrada en las caras o *face-centred cubic* (fcc) (por ejemplo, cobre)
- cúbica centrada en el espacio o *body-centred cubic* (bcc) (por ejemplo, hierro)

Las capas de iones de metales con estas estructuras se deslizan y reacomodan fácilmente, lo que da la plasticidad a los metales. Una nube de electrones con su carga negativa da cohesión a la estructura metálica de iones positivos.

Otros ejemplos de estructuras menos comunes se encuentran en metales también usados en la antigüedad:

- *body-centered tetragonal* (por ejemplo, estaño)
- *rhomboidal* (por ejemplo, los semimetales arsénico y antimonio)

En los semimetales los enlaces no son solamente metálicos sino que tienen características covalentes, que hace que los elementos no sean tan buenos conductores de calor y electricidad y que sean más quebradizos. Algunos metales presentan diferentes estructuras a diferentes temperaturas, empezando con alpha (α), a la temperatura más baja, y pasando por beta (β), gamma (γ) y delta (δ). Estos cambios estructurales son acompañados por cambios marcados de las propiedades. El cambio

de una fase a otra o de una estructura a otra está marcado por una recristalización, en donde los cristales empiezan a crecer con su nueva estructura. Por ser de diferentes orientaciones, los cristales individuales o granos tienen límites. Estos límites entre los granos pueden constituirse en entradas para corrosión o la causa de fallas estructurales (Malishev *et al.* 1967; Scott 1991:1; Cruz Flores 1992:10; The New Enc. Brit. 1995 vol. 21:410; *Minerales y Rocas* 1999:30-1; Henderson 2000:208).

Los metales se distinguen por ser sólidos a temperatura del ambiente (con excepción del mercurio) y la mayoría de los metales son blanco-grisáceo; solamente el oro es amarillo y el cobre rojizo. El característico físico que representa el mayor atractivo de los metales son su brillo metálico y la alta reflectividad de la luz (espejo metálico). Además, ofrecen propiedades sonoras que no se encuentran en otros materiales y algunos, al entrar en contacto con los productos de eliminación de la piel, desprenden un olor especial (Enc. Univ. Ilust. 1917 vol.34:1136). Estas propiedades son perceptibles muchas veces sin necesidad de trabajar los metales, por ejemplo en metales nativos. Otras características de éstos son importantes para su utilización en procesos tecnológicos y para el desempeño mecánico de un artefacto.

Las propiedades tecnológicas determinan la capacidad de un metal para ser transformado en artefactos o partes útiles o aprovechables. Algunas de estas propiedades, que eran de gran importancia para el uso de los metales en la antigüedad,²¹ son las siguientes (ver Enc. Univ. Ilust. 1917, vol.34:1137-40; Heine y Rosenthal 1955:191; *Metals Handbook* 1990 vol.II:347):

Maleabilidad:²² Es la capacidad del metal para dejarse deformar o trabajar con un martillo en frío; aumenta con la tenacidad y disminuye al aumentar la dureza. Los metales más maleables son plomo, estaño, oro, zinc, plata, aluminio, cobre, platino y hierro.

Fusibilidad: Es la propiedad que permite obtener piezas fundidas o coladas y está relacionada con las temperaturas de fusión, que varían mucho entre los

²¹ Hay un sinnúmero de propiedades que hoy en día determinan el uso de metales –por ejemplo vinculadas a la conductividad de la electricidad o la ligereza del metal, necesaria en las aplicaciones aeronáuticas- que no tienen paralelos en la antigüedad. Por eso solamente se mencionan algunas de las propiedades con relevancia para el tema de los metales prehispánicos.

²² Ductilidad y laminabilidad son propiedades parecidas que se refieren a la facilidad con que un metal puede ser deformado con hilera o laminadora. Sin embargo, la maleabilidad no siempre es proporcional a las otras dos (ver Enc. Univ. Ilust. 1917 vol.34:1137).

diferentes metales (entre los utilizados en México prehispánico, los extremos son estaño 231.9°C y cobre 1083°C) (ver Tylecote 1986:2 38).

Colabilidad: Es la capacidad de un metal fundido para producir piezas coladas completas y sin defectos, reproduciendo bien los detalles de superficie del modelo. Para que un metal sea colable debe poseer gran fluidez²³ para poder llenar completamente el molde. Además, la colabilidad está influenciada por el intervalo de temperaturas de solidificación (de la aleación) y el comportamiento de encogimiento (*shrinking behaviour*). Los metales más fusibles y colables son, por ejemplo, la fundición de hierro, de bronce y de latón (ver Heine y Rosenthal 1955:191; Metals Handbook 1990 vol.II:347). Los elementos que mejoran la colabilidad del cobre, si son aplicados en cantidades pequeñas, son berilio, silicio, níquel, estaño, zinc y cromo. En cantidades mayores, estos elementos cambian las propiedades de los metales sólidos (Metals Handbook 1990 vol.II:347). Plomo también parece tener un efecto positivo sobre la colabilidad de cobre o sus aleaciones (Metals Handbook 1961 vol.I:975).

Las propiedades mecánicas son aquellas que expresan el comportamiento de los metales frente a esfuerzos o cargas que tienden a alterar su forma. Estas propiedades influyen algunas de las propiedades tecnológicas (especialmente la maleabilidad) arriba mencionadas (ver The New Enc. Brit. 1995 vol. 21:411; Henderson 2000:208):

Resistencia: Capacidad de soportar una carga externa.

Dureza: Propiedad que expresa el grado de deformación permanente que sufre un metal bajo la acción directa de una carga determinada. Los ensayos más importantes para designar la dureza de los metales son los de penetración, en que se aplica un penetrador (de bola, cono o diamante) sobre la superficie del metal, con una presión y un tiempo determinado, a fin de dejar una huella cuyo tamaño es una función de la dureza del metal. Los métodos más utilizados son los de Brinell, Rockwell y Vickers (ver Dubox 1974:122ss.; Scott 1991:76, y ejemplos de durezas de metales en diferentes estados Scott 1991:82-3).

Elasticidad: Capacidad de un metal para recobrar su forma al cesar la carga que lo ha deformado.

²³ Campbell (1991:75) nota que fluidez no simplemente es el inverso de la viscosidad, sino es el factor que determina qué tan lejos puede fluir el metal antes de solidificar.

Plasticidad: Capacidad de deformación permanente de un metal sin que llegue a romperse.

Tenacidad: Resistencia a la rotura por esfuerzos de impacto que deforman el metal. La tenacidad requiere la existencia de resistencia y plasticidad.

Fragilidad: Falta de plasticidad y, por lo tanto, de tenacidad. Los materiales frágiles se rompen en el límite elástico, es decir, su rotura se produce espontáneamente al rebasar la carga correspondiente al límite elástico.

Estas propiedades, en combinación con la rareza de algunos de ellos, dan su valor a los metales. Algunas de las propiedades, tanto del objeto terminado como del comportamiento del metal durante el proceso de producción, pueden ser directamente influenciadas por los artesanos al variar las mezclas, o aleaciones, de los metales utilizados:

“One of the most interesting and exciting aspects of any indigenous metallurgy is the way in which alloys develop, the reasons for which particular alloy systems emerge from the range of possible choices, and the relationships between those alloy systems and other aspects of culture, particularly the domains of ideology, World view, and values” (Lechtman 1979:25).

Una aleación está formada por un metal y otro(s) metal(es) o no-metal(es), cuyas propiedades pueden ser muy diferentes a las de los metales base. Existen tres tipos de aleaciones (Cruz Flores 1992:10):

1. “*Mezclas simples*. Los componentes son mutuamente insolubles en estado sólido.
2. *Soluciones sólidas*. Los átomos de un elemento se introducen en la red del otro. Pueden distinguirse dos casos: a) cuando el átomo de soluto reemplaza al de disolvente en la red; son soluciones sólidas sustituidas; b) cuando los átomos de soluto son suficientemente pequeños, se encajan en los huecos que dejan los átomos de disolvente, formando soluciones sólidas intersticiales.
3. *Fases intermetálicas*. Los átomos de los elementos metálicos que las componen se encuentran en proporciones estequiométricas.”

En las aleaciones (menos el tipo 1.) el *punto* de fusión cambia a *intervalo* de temperaturas de fusión y la temperatura necesaria para empezar la fusión puede bajar considerablemente. Las aleaciones endurecen al ser martilladas en frío y se reduce la cantidad de gases incluidos en el metal fundido (ver Heine y Rosenthal 1955:298, 302). También el color puede cambiar conforme a qué metales forman la aleación y su

porcentaje relativo (ver Goffer 1980:209). Eso significa que los humanos tenían la posibilidad no solamente de escoger la materia prima para un objeto entre las posibilidades que la naturaleza ofrece (por ejemplo, qué tipo de piedra o madera usar para un artefacto determinado), sino de ‘diseñarla’ según sus necesidades.

Los cambios de las propiedades son la reflexión de cambios en la microestructura del metal. La mayoría de los objetos antiguos vaciados (si se trata de aleaciones) tienen una estructura dendrítica que presenta inhomogeneidad debido a un proceso de segregación (*coring*) al enfriarse el metal fundido. Si se trata de una aleación de cobre y estaño, primero se forman cristales de cobre casi puro (que tienen la temperatura de solidificación más alta) que conforman el centro del brazo de la dendrita. Hacia afuera la composición del brazo cambia (se incluye cada vez más estaño) conforme baja la temperatura de solidificación. Estas diferencias de composición son visibles en la microestructura del metal, como cambios de color. Otros tipos de segregación son la segregación normal (donde se concentra el metal con el punto de fusión más bajo en el centro del objeto) y la segregación inversa (donde el metal con el punto de fusión más bajo, está forzado hacia la superficie del objeto) (Scott 1991:5). La segregación inversa puede causar que los objetos tengan superficies con una composición marcadamente diferente al interior del objeto, lo que a veces resulta en un color notablemente distinto en la superficie (ver La Niece y Carradice 1989; Scott 1991:5-6). Si los metales usados son muy puros y tienen mucho tiempo para enfriar, se puede formar una estructura de cristales equiaxial hexagonal. Esta es una estructura de equilibrio, que también se puede alcanzar con un recocido intenso, partiendo de una estructura dendrítica (Scott 1991:6).

Cada sistema de aleaciones tiene un comportamiento específico que se expresa en un diagrama de fases. El oro y la plata, por ejemplo, son mutuamente solubles y pueden existir en solución sólida en cualquier composición, presentando una sola fase.²⁴ Se han encontrado diferentes objetos que cubren una gran variedad de diferentes composiciones (ver Lechtman 1988:355; Rovira 1994). Si, por otro lado, dos metales son completamente miscibles en su estado líquido, pero sólo parcialmente miscibles en el estado sólido, uno de los componentes empieza a precipitarse antes que el otro y resulta una estructura bifásica. Las fases presentan diferentes composiciones y propiedades que tienen una influencia directa sobre las propiedades de la aleación resultante (ver Scott 1991 para más información y ejemplos).

²⁴ “A phase is any homogeneous state of a substance that has a definite composition” (Scott 1991:5).

Un sistema de aleaciones muy importante en la antigüedad lo constituía el de cobre con oro y plata. *Guanín* o *tumbaga*, el último término es una importación hispánica del sureste de Asia (Bray 1997:46), es una aleación de oro con cobre (y a veces algo de plata que puede formar parte del oro nativo, ver Rivet 1923:184; Scott 1991:55; Ottaway 1994:24), que tiene ventajas sobre el oro puro comparable a las ventajas del bronce sobre el cobre puro: mayor dureza, fundición a temperaturas más bajas y mejor colabilidad (ver Bray 1997). Normalmente se puede asumir que el cobre (a diferencia de la plata) fue añadido intencionalmente, dado que no es probable que esta aleación se fundiera de una mezcla natural de minerales (Lechtman 1979:30). Estas aleaciones tenían un alto grado de importancia en América porque, aparte de las ventajas mencionadas, sus superficies se dejan platear o dorar por eliminación (ver abajo).

Una aleación muy especial se usó intencionalmente desde 270 a.C. en el área de la cultura de La Tolita-Tumaco, en los departamentos de Esmeraldas (Ecuador) y Nariño (Colombia) en el litoral del Pacífico. Se trata de oro mezclado con platino (ver Bergsøe 1937, 1938, Scott y Bray 1980, 1994; Patiño 1988:28; Palacios 1996:493; Estévez de Romero 1998; Scott 2004:65; Meeks *et al.* 2002). Este último fue encontrado en pequeños desconchones en los ríos de la costa del Pacífico. Martillando y calentando el platino (26 - 72 % de platino) con polvo de oro, el metal fue trabajado con la técnica del conglomerado por fusión, o sinterización (*sintering*), hasta formar una masa homogénea que después podía ser usada para elaborar objetos. No se podía fundir el platino solo, como era posible con otros metales, por su elevado punto de fusión (1775°C). La aleación que se formó con la técnica del conglomerado tenía un color más blanco, que según Meeks *et al.* (2002:273) era altamente estimado en la región que no presenta yacimientos de plata, y era más duro que el oro puro. En muchas piezas se utilizaron estas diferencias de color (ver **Figura 6.16.**) entre las aleaciones de platino y el oro por fines estéticos (Bray 1978:36-7). También se utilizó platino para cubrir objetos de oro (Bergsøe 1937:26-7; Scott y Bray 1994; Meeks *et al.* 2002).



Figura 6.16. Pectoral oro y platino-oro, martillado, filigrana y soldado, 9 x 9.4 x 1.5 cm, Cultura La Tolita, 300 a.C. – 800 d.C., No. de inv. 3963-2-60 (tomado de Museum für Völkerkunde 1990:86)

El término 'bronce' describe una aleación de cobre con otro(s) metal(es). Mientras que el 'bronce clásico' consiste de cobre con un 10 % de estaño,²⁵ existe todo un rango de bronce con diferentes concentraciones y tipos de metal de aleación (ver Lechtman 1996a:4). Los bronce con arsénico o estaño son los más comunes en el área andina, pero existen aleaciones que incluyen arsénico y níquel (Uhland *et al.* 2001), arsénico y zinc²⁶ o arsénico y estaño (Lechtman 1991, 1996a:6). Gordon y Rutledge (1984) mencionan además un bronce de bismuto encontrado en Machu Picchu, Perú.

En la costa norte de Perú se empezó sustituir el cobre puro por una aleación de cobre con arsénico en el periodo sicán medio (900 – 1100 d.C.) (Merkel *et al.* 1994:199; Lechtman (1996b:477-8) da una fecha ligeramente más temprana). Merkel *et al.* (1994:203) opinan que los antiguos metalúrgicos no podían reconocer el cobre arsenical con menos de 2 % de arsénico. Por eso era probablemente necesario 'saturar' la carga con minerales de arsénico, para estar seguros de superar este nivel, dado que era difícil controlar las cantidades, especialmente partiendo de los minerales²⁷ (Merkel 1990; Merkel *et al.* 1994:199).

Mientras que en el centro y norte de Perú (incluyendo partes de Ecuador) se reemplazaba el cobre puro con el bronce arsenical, al sur del lago Titicaca se usaba una aleación de cobre-arsénico-níquel (Lechtman 1996a:3; Uhland *et al.* 2001). Solamente hacia las fases tardías de Tiwanaku (Horizonte Medio) la aleación fue sustituida por bronce estannífero (Lechtman 1996a:6). Esta distribución del uso de las aleaciones refleja, según Lechtman (1988:359, 1996a:7, 1996b:478), la distribución de los minerales a lo largo de los Andes: minerales de cobre con contenido de arsénico y minerales de arsénico en el norte y los únicos yacimientos importantes de casiterita (en placeres y vetas) en la cordillera andina en el sur de Perú, el norte de Bolivia y el noroeste de Argentina (ver también Angiorama 2004:155). Más al sur, sin embargo, en la región de Atacama en Chile, donde existen depósitos de minerales con arsénico, se

²⁵ Algunos autores tempranos (Phillips 1925) discuten si los aztecas 'llegaron' a la edad de bronce o si se 'quedaron' en un estado anterior. Esta discusión está basada en la visión eurocentrista del desarrollo de las tres 'edades' (piedra, bronce y hierro).

²⁶ Aunque el zinc aparece como elemento en algunos objetos de metal, la mayoría de autores opina que el latón fue introducido por los españoles. Las 'contaminaciones' de objetos prehispánicos con zinc, por eso probablemente se deben a minerales de cobre que contenían este metal naturalmente (González 2005:84). Sin embargo, Grinberg (1996:449) menciona un fragmento de alambre de Tzintzuntzan con 14.61 % de zinc y propone que el latón es una aleación prehispánica (Grinberg 2004a:69). Otros autores (por ejemplo Macías 1991:121) también menciona el zinc como metal utilizado en tiempos prehispánicos, sin dar ejemplos detallados.

²⁷ También hay la posibilidad de fundir cobre metálico junto con minerales de arsénico o de añadir estos minerales a cobre fundido (ver Merkel *et al.* 1994:204).

produjo cobre arsenical. En el horizonte tardío se usaba mucho cobre y plata y de la aleación de ambos (Carcedo y Vetter 1999:199). La distribución de bronce estannífero en esta época se debía a la difusión de su uso por los incas, probablemente debido a que la única fuente de este metal de aleación se encontraba bajo su control directo (Lechtman 1996b:478; Carcedo y Vetter 1999:199). Lechtman (1979:25) supone que la sustitución de arsénico por estaño tiene razones más relacionadas con la económica, la política y la ideología que con la metalurgia:

“Whatever the mystique of tin, the answers to these issues, I am sure, lie much more in the realm of economics, politics, and ideology than they do in the realm of pure metallurgy”.

Earl (1994) además menciona que aunque el punto de fusión del estaño es muy bajo, solamente 232°C, y la reducción de casiterita en el laboratorio parece posible en un crisol a 600°C, en la práctica parece ser necesario un mínimo de 1100°C (ver también Thompson 1958:3). El bronce estannífero, especialmente con altos contenidos de estaño, fue usado principalmente para la producción de herramientas y armas (por ejemplo, mazos) por vaciado (Carcedo y Vetter 1999:200).

“High-tin bronzes (generally between about 10 % and 13 % tin) were used in castings, taking advantage of the two main qualities of such alloys: strength and superior castability. On the other hand, low-tin bronzes (about 5 % tin) were used for objects that were largely worked to shape, including those made of sheet metal, such as axes, chisels, depilatory tweezers, *tumis*, and *tupus*, because these alloys are ductile and easily worked cold without becoming brittle” (Lechtman 1988:359).

Aunque las propiedades mecánicas y tecnológicas de los bronzes arsenical y estannífero son muy similares²⁸ (Lechtman 1996a:4; Carcedo y Vetter 1999:199), las principales diferencias se encuentran en el proceso de producción (ver abajo). Las diferencias mecánicas que sí se pueden detectar se encuentran en la maleabilidad de los metales, la cual es más alta en las aleaciones de arsénico (Hanson y Marryat 1927:142; Budd y Ottaway 1991; Lechtman 1996a:4). Con eso, se prestan muy bien estas últimas para la producción de láminas delgadas (Lechtman 1996a:5), aunque raras veces han sido utilizadas para eso²⁹ (Lechtman 1988:356-7). Otra diferencia es el

²⁸ Para una comparación de las propiedades de los dos bronzes, ver Lechtman (1996b).

²⁹ Lechtman (1988:356-7) hace notar que el bronce arsenical ha sido utilizado para el vaciado de ornamentos y herramientas de trabajo (por ejemplo, agujas, malacates y grapas arquitecturales en Tiwanaku).

color de las aleaciones, que cambia conforme va aumentando el porcentaje del aleante (Hosler 1986, 1994a; Lechtman 1996a:6).³⁰

El color de las aleaciones parece haber sido un importante factor para la selección de la composición de un metal en varias culturas (ver Hosler 1986; Maclean 1993). Los orfebres de La Tolita, en Ecuador, utilizaron el espectro completo de coloraciones de los metales, desde rojos del cobre, pasando por el dorado de la tumbaga, hasta el gris de las aleaciones de oro con platino (Scott 2004:65). Se conocen ornamentos en forma de insectos (u otros animales) que presentan, por ejemplo, cuerpos de tumbaga, alas con superficies cubiertas de platino, aleaciones de oro para las piernas y oro-platino para los ojos (Scott 2004:70). Según Lechtman (1996a:12, tomando datos de Hosler *et al.* 1990:fig.51b), los metalúrgicos de Batán Grande y Vicús utilizaron bronce “con contenidos de arsénico mucho más altos” para la producción de los naipes, para fortalecer el delgado metal y “para producir los matices plateados característicos de los bronce con alto contenido de arsénico”. Sin embargo, la muestra analizada para llegar a estas conclusiones consiste de solamente nueve piezas con un promedio de 3.6 % de arsénico y un rango de aproximadamente 1.5 - 4.5 % (no están citados los datos exactos sino que se presenta solamente un histograma). Especialmente si consideramos las dificultades de controlar las cantidades de la aleación puesto que el arsénico se añade en forma de mineral, una muestra tan pequeña parece poco confiable. Thompson (1958:6) incluso acepta la intencionalidad de una aleación solamente más allá de 7 % de arsénico (con las otras impurezas por debajo de 0.05 %) y llama a los demás metales ‘cobres impuros’.³¹

Aunque no es fácil determinar qué tan bien fueron controladas las composiciones de las aleaciones, Lechtman (1988:360) indica que existe toda una gama de metales y aleaciones que cubren las necesidades de las sociedades prehispánicas con sus propiedades:

³⁰ Ver Scott (1991:84) para ejemplos de aleaciones usados en la antigüedad en todo el mundo.

³¹ Hosler *et al.* (1990:fn.2) clasifican las diferentes aleaciones de arsénico (As) como ‘cobre arsenical’ (< ≈ 0.1 % As), ‘aleación de cobre con arsénico, bajo en arsénico’ (≈ 0.1 % - ≈ 0.5 % As) y ‘bronce arsenical’ (≈ 0.5 % - ≈ 7 % As). Aunque esta clasificación tiene su lógica en la metalurgia moderna (existen cambios de la conductividad eléctrica y de las propiedades mecánicas a muy bajas concentraciones de arsénico que tienen importancia en el contexto de la tecnología moderna), es dudable que en tiempos prehispánicos tuviera sentido. Especialmente si se considera que Budd y Ottaway (1991; ver Merkel *et al.* 1994:203) opinan que los antiguos metalúrgicos no podían reconocer cobre arsenical con menos de 2 % de arsénico.

“Thus we see that the range of metals and alloys used and developed by central Andean metalsmiths – copper, copper-silver, copper-gold, copper-gold-silver, copper-arsenic, and copper-tin - in addition to gold and silver alone, was carefully tailored to accommodate the thrust of the metalworking tradition. Emphasis was placed on alloys that balanced plasticity with toughness, alloys that would serve as good solders or weld materials, and alloys whose surfaces could undergo transformations in color” (Lechtman 1988:360).

Las aleaciones pueden haber sido creadas de diferentes maneras:

- a) fundiendo los dos (o más) metales de la aleación al mismo tiempo en un crisol,
- b) fundiendo el metal de más alto punto de fusión y añadiendo el otro metal en su estado metálico o como mineral, o
- c) fundiendo dos (o más) tipos de minerales juntos.

El arsénico no se utilizó en su forma metálica (en cantidades apreciables) y por eso es probable que haya sido añadido en forma mineral (Lechtman 1988:359, 1991:50). El estaño, por otro lado, se presta para ser agregado a la fundición en estado metálico. Las investigaciones de Mathewson (1915) en Machu Picchu, Perú (ver también Rutledge y Gordon 1987) apoyan esta teoría. Eso indica que es más fácil y exacto medir la cantidad de estaño que se añade al cobre para lograr un bronce con las propiedades deseadas que el arsénico, el cual se añade en estado mineral. Bray (1972:28, 1974a:36) menciona básculas que fueron reportadas en tumbas saqueadas en la región de Quimbaya, Colombia, y hace referencia a Oviedo que observó balanzas entre los indios tamara en la confluencia de los ríos Magdalena y César. En una balsa comercial (*trading raft*) en la costa de Ecuador, los conquistadores vieron, entre otras cosas, ornamentos de oro y plata y algunas pequeñas pesas para pesar oro (Bray 1972:36). Objetos parecidos (básculas y pesas) pueden haber sido utilizados en otras regiones para medir los contenidos de metal para una aleación, pero hasta ahora no hay registro arqueológico o etnohistórico (por ejemplo, en Mesoamérica) de que así haya sido.

Aunque el tipo de mineral que aporta el arsénico a una aleación con cobre todavía no está inequívocamente identificado (y probablemente no siempre tiene que ser el mismo), Lechtman (1976, 1991) supone que en la zona Andina se trata de enargita (Cu_3AsS_4) o arsenopirita (FeAsS).³² El primero de estos minerales, el sulfarsenido de cobre, solamente se encuentra en la sierra alta de Perú y Lechtman (1991) opina que por lo menos en algunos casos fue transportado a la costa para ser la fuente de

³² Para un listado y discusión de más minerales de arsénico, ver Lechtman (1979).

arsénico en aleaciones de cobre. Aun si las indicaciones para tal flujo de material de la sierra a la costa por el momento se basan solamente en un ejemplo de enargita en Batanes del Tablazo en el Valle Chancay, Perú, Lechtman (1991) insiste en el uso de un gran espectro de diferentes minerales de arsénico y no solamente la arsenopirita, que fue identificada en la región de Batán Grande, Perú, por Shimada *et al.* (1999:303).

A partir de las excavaciones y recorridos de campo, Merkel *et al.* (1994:203, 218) enfatizan que la enargita (Cu_3AsS_4) no puede haber sido la fuente principal de arsénico para la producción costera de aleaciones de cobre-arsénico. Merkel *et al.* (1994:218) sugieren minerales como la arsenopirita (FeAsS) y la scorodita ($\text{FeAsO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) como la adición más probable a la carga. Todos los componentes están presentes en la región inmediata a Huaca del Pueblo Batán Grande, Perú, y por eso Merkel *et al.* (1994:219) rechazan la interpretación de Lechtman (1976, 1991). En una publicación posterior, Lechtman (1996b:478) matiza su declaración al notar que la mayor parte de la producción de bronce arsenical se realizó con minerales como tetraedrita-tenantita y enargita, pero acepta el papel que jugó la cofundición de minerales de cobre con, por ejemplo, arsenopirita (ver también Lechtman 1988:356). En unos experimentos, Lechtman y Klein (1999:515) comprueban que la cofundición de minerales óxidos de cobre con sulfoarseniuros (como arsenopirita) son exitosos tanto en hornos como en crisoles con relaciones de óxido : sulfoarseniuros de 2 : 1 hasta 4 : 1. Se lograron producir aleaciones de arsénico con hasta 26 % de arsénico (Lechtman y Klein 1999:525). Estos procesos no producen grandes cantidades de humos tóxicos de arsénico (casi nulo en un crisol cerrado), que a veces fueron identificados como la razón para el abandono de éste (Lechtman y Klein 1999:523).

Merkel *et al.* (1994:221; ver también Patterson 1971; Rodríguez 1976) además rechazan la posibilidad del uso de minerales de cobre sulfúricos por falta de *matte* (uno de los productos intermedios del proceso, ver arriba) entre los desechos de los procesos metalúrgicos y la falta de recuperación de minerales con un porcentaje más allá de 2 % de sulfuro en el sitio. Trazos de azufre en el metal no son suficientes para comprobar el uso de minerales de cobre sulfúrico porque la gran mayoría de los minerales contiene cantidades pequeñas de azufre que normalmente son incluidas en el metal por la alta afinidad del cobre con el azufre (Merkel *et al.* 1994:221).³³

³³ Para más información sobre esta discusión en varias partes del mundo, ver por ejemplo Caley y Easby (1959); Rapp (1989); Craddock (1995:149ff); Herditz (1997); Ryndina *et al.* (1999); Bourgarit y Mille (2001) y; Bourgarit *et al.* (2005).

Los metales y sus aleaciones, entonces, son materiales con un amplio espectro de diferentes propiedades. La tecnología *transformativa* –en contraste con las tecnologías *extractivas-reductivas* (ver Miller 2007) que se utilizan, por ejemplo, para la piedra y la madera– permitió a los metalúrgicos influenciar directamente estas características y diseñar su material de trabajo ‘a la medida’. Para aprovechar las posibilidades del nuevo material a fondo, era necesario entender (por lo menos empíricamente) las influencias que cada decisión tenía a lo largo del proceso –desde la extracción del mineral hasta el acabado final de la superficie del objeto elaborado– sobre el artefacto.

6.1.3 Técnicas de trabajo con metales

Aquí se presentan brevemente las técnicas e instalaciones necesarias para dar forma y terminar objetos, las cuales son los elementos básicos de los diferentes estilos tecnológicos que se pueden encontrar en América.

6.1.3.1 Técnicas para dar forma

Existían dos técnicas básicas utilizadas en la antigüedad para dar forma a los metales.³⁴ La primera, el martillado, trata los metales como sólidos, mientras que la segunda, el vaciado, da forma a los metales en su estado líquido (Lechtman 1988:344). Durante todo el desarrollo de la metalurgia en la zona Andina central, el enfoque principal estaba en la técnica del martillado. Lechtman (1988:344) indica que se evitaron otras opciones para crear objetos y resolver problemas de ‘diseño industrial’, a veces llevando las posibilidades del martillado a sus límites. La tradición de trabajar metal laminado, y con las láminas crear objetos en tres dimensiones, se desarrolló paralelamente a las técnicas de unir las láminas (ver abajo), ya fuese por métodos mecánicos o metalúrgicos (Lechtman 1988:352). Este estilo tecnológico (producción de objetos con láminas) se vuelve aún más evidente al comparar la metalurgia de los Andes centrales con la de la zona Intermedia, donde el énfasis estaba en la fundición y el vaciado (Root 1949b:205). La existencia de piezas elaboradas con las dos técnicas presentes en ambas zonas comprueba el conocimiento y manejo de todo el espectro de técnicas, tanto en la zona Andina central como en la zona Intermedia. Por eso parece una decisión conciente el utilizar más una que otra técnica (ver Lechtman 1988:346).

³⁴ Martínez (1897:430) menciona un proceso que “consistía en reblandecer los metales por medio de sustancias vegetales al estado de pasta” y darles forma con moldes (Martínez 1897:431). El proceso, según Martínez, se perdió en tiempos de la Colonia. Hoy en día los metales son trabajados, entre otras maneras, como polvo o se les da forma con operaciones de torneado o fresado (ver Malishev *et al.* 1967:328 ss.). Todas estas técnicas no serán tratadas en este trabajo porque no tienen relevancia en el mundo prehispánico.

Lechtman (1988:348, con referencia al trabajo de Bird 1979a; ver Patiño 1992:127) especula si este énfasis pudo estar relacionado con el difícil acceso³⁵ a la cera de abejas sin aguijón (por ejemplo *Meliponidae* familia), ausente en las zonas de alta montaña y los desiertos de Perú, que se necesita para la fundición a la cera perdida.³⁶

Martillado: Se martillaba una pepita de metal nativo o una preforma de metal fundido (por ejemplo, un lingote) para darle su forma final, fuera un objeto sólido, una lámina, o alambre³⁷ (Scott y Bouchard 1988:7; Scott 2004:66). La lámina por su lado podía servir como material de base para objetos de dos o tres dimensiones –como placas (*cut-outs*), máscaras (Schrimpff *et al.* 1989), o recipientes–. Se podía cortar la lámina, por ejemplo con un cincel o con una combinación de deformación y abrasión descrito por Cushing (1894). Este mismo autor también menciona la importancia de influencias de técnicas de producción de otros materiales sobre el trabajo con metal. Enfatiza que no solamente el trabajo de piedra influyó en los metalúrgicos, sino también el trabajo de piel, corteza, cuerno y otros materiales (Cushing 1894:97). Los detalles se aplican en la superficie de una lámina al repujar³⁸ con un martillo y un cincel de punta roma, para levantar así un relieve. Para eso se coloca la lámina sobre una matriz blanda (por ejemplo arcilla, piel, cera, brea) (Bray 1978:30; Plazas y Falchetti 1978:24; Tylecote 1986:112). Con otro tipo de instrumento se hacen incisiones o se graba las superficies. Reichlen (1941a:134; ver también Root 1949b:211; Long 1989; Schrimpff *et al.* 1989:60) describe un repujado sobre matrices de piedra o madera que permiten elaborar productos iguales ‘en serie’. Reichlen (1941a:135) sugiere que las cuentas huecas de oro fueron elaboradas de esta manera.³⁹ Plazas y Falchetti (1978:34) sugieren el uso de matrices para moldes de arcilla y modelos de cera para la fundición de piezas iguales (ver también Bray 1978:36; Falchetti 1989:7).

³⁵ Patiño (1992:128) menciona la posibilidad de utilizar la cera de *Bombus* sp. y menciona el uso de cera vegetal, extraído de *Myrica* que se registra a partir del siglo XVIII.

³⁶ Descripciones de la técnica, por ejemplo en Easby (1955–1957); Root (1960); Caso (1969); Torres y Franco (1989:254ff); Macías (1991:128-9); Solís y Carmona (1997:57, 59) y Schulze (1999).

³⁷ Los alambres se podían hacer de siete maneras: martillado, *strip twisting*, *block twisting*, *swaging*, extrusión, trefilado y por vaciado. No se conocen ejemplos de alambres elaborados por extrusión en América y la mayoría de los alambres probablemente fueron hechos martillando y doblando o enrollando tiras delgadas de metal (Scott 2004:72; ver también Grinberg 1996:454, 2004b). Grinberg (1996:454-5) piensa que es probable que se practicara la trefilación, aunque no se han encontrado trefilas en América (ver otra opinión en Zevallos Menéndez 1956 y Palacios 1996:497). En Ecuador los orfebres de La Tolita lograron elaborar alambre de oro no más grueso que un cabello humano (Scott 2004:66). Aguilar (1946:77) habla de “una especie de ‘molimiento’ entre dos superficies planas” con varios recalentamientos para elaborar alambres.

³⁸ También llamado *repussé* (ver Bray 1978:30).

³⁹ Ver también Carcedo de Mufarech (1998) para diferentes ejemplos de matrices de piedra con fotos.

Las herramientas necesarias para el trabajo de metal laminado fueron martillos y yunques (ver **Figura 6.17.**) como los encontrados en el sitio Waywaka, adscrito a la cultura muyo moco en la sierra central de Perú. Estos ejemplos muy tempranos (aproximadamente 1740 a.C.)⁴⁰ son tres martillos cilíndricos / cónicos con un lado plano y un supuesto yunque de una piedra verde muy fina (Grossman 1972). Otros ejemplos de este tipo de herramientas fueron encontrados en el Sector I del Cerro de los Cementerios, Batán Grande en Perú (Shimada y Merkel 1991), o salieron de contextos no-controlados, como los 15 especímenes que menciona Lothrop (1950). En su descripción de los metalúrgicos de Cuzco, Inca Garcilaso de la Vega (1539 - 1616) menciona este tipo de herramientas:⁴¹



Figura 6.17. Martillos de piedra verde (de Carcedo de Mufarech 1998:foto 10)

“ ... they used certain very hard stones, of a color between green and yellow, instead of anvils. They flattened and smoothed one against the other, and held them in great estimation because they were very rare. [...] These tools were the shape of dice with the corners rounded off. Some are large, so that the hand can just clasp them, others middling size, others small, and others lengthened out to hammer on a concave. They hold these hammers in their hands to strike with, as if they were pebbles” (Garcilaso de la Vega, citado en Lothrop 1950:160-1).

Los martillos recuperados en contextos arqueológicos se parecen a la descripción en que muchos son de piedras verdes muy bien pulidas, con varias superficies de trabajo y, como dados, con esquinas redondeadas (ver **Figura 6.17.**). Plazas y Falchetti (1978:22) además mencionan el uso de martillos de hierro meteórico.

La caja de herramientas de los metalúrgicos se completaba con cinceles para cortar las láminas, punzones para hacer perforaciones y otras con punta roma para repujar láminas. Estas herramientas eran de diferentes materiales, incluyendo uno ejemplares de tumbaga del Museo del Oro en Colombia (Plazas y Falchetti 1978:36-7).⁴²

⁴⁰ Pero ver Lleras (2005b:17) y **Subcapítulo 7.2.3.**

⁴¹ Para otra descripción de martillos y yunques, ver Gonzalo Fernández de Oviedo (1478-1557, en Plazas y Falchetti 1978:22-3) y referencias en Bray (1972:28).

⁴² Muchos ejemplos de herramientas para el trabajo de metal en Carcedo de Mufarech (1998). Meeks (1998) estudia huellas de herramientas en objetos de oro o tumbaga.

Al ser deformados (por ejemplo, martillados), los metales no puros o aleados endurecen y se vuelven quebradizos. Por ejemplo, al reducir un 50 % el grosor de una barra hecha de cobre y estaño (96 % Cu y 4 % Sn), la dureza sube de 59 H_B⁴³ a 140 H_B (ver Scott 1991:83). El recocido –que sirve para relajar la estructura cristalina de los metales que fueron deformados durante el proceso de martillado– baja la dureza a 59 H_B otra vez. La temperatura de recocido que hay que alcanzar para aleaciones de cobre está en el intervalo de entre 500 y 800°C.⁴⁴ El tiempo necesario de recocido depende del grado de deformación de los granos del metal y del estado de recristalización que se quiere alcanzar. Los artesanos se dan cuenta cuando hay que recalentar el metal por el sonido que, conforme se endurece el metal, cambia y sube de un sordo ‘*thuk*’ a un claro ‘*think*’ (Shimada y Griffin 1994:87). Al martillar los metales en su estado caliente se evita el endurecimiento (Scott 1991:6-7). El recocido, entonces, es un proceso básico para poder deformar metales sin aumentar su fragilidad.⁴⁵ Las aleaciones de cobre y oro o cobre y plata, sin embargo, endurecen sin perder su flexibilidad. Esta propiedad los hizo predilectos para la producción de láminas metálicas, característicos de la tradición metalúrgica del norte de Perú (Lechtman 1984a:23).

En el sector I del Cerro Huaranga, Perú, en el contexto de un taller metalúrgico se encontraron unas ollas enterradas, invertidas y sin fondo, con fragmentos de carbón en el interior. Shimada y Merkel (1991:86) suponen que se trata de un fogón para recocer metales forjados o tostar mena de sulfuro de cobre (*sulphide ore*) (Shimada *et al.* 1982:957).

Al recocer el cobre en aleación, se oxidan las partes superficiales del objeto. Se forma una capa café o negra que tiene que ser removida antes de que se pueda continuar con el proceso del forjado. Los orfebres prehispánicos probablemente utilizaron jugos ácidos de plantas u orina rancia para encurtir (*pickle*) el metal y así quitarle la capa de óxidos de cobre (Lechtman 1984a:26-7).

Vaciado: Mientras que en grandes partes de Sudamérica los metales son en su mayoría martillados, en la zona Intermedia y en Mesoamérica se utilizó en mayor grado la fundición y el vaciado en moldes. La complejidad del molde depende mucho del objeto que se pretende elaborar. Lechtman (1988:350, 352; ver también Bray

⁴³ Medida de la dureza en la escala *Brinell*.

⁴⁴ Schroeder y Ruhl (1968) mencionan la temperatura del recocido como a 300°C. Root (1949b:217) dice que recocer tumbaga y bronce a 400°C los endurece. Este hecho, sin embargo, no se menciona en otros textos sobre el tema.

⁴⁵ Para los cambios de la microestructura del metal al martillar y recocer, ver Scott (1991:8).

1977a:139) indica que la “mayoría de los objetos vaciados en la región Andina central están hechos con moldes uni o bivalvas, pero existen moldes de hasta 19 piezas.” En las regiones donde el vaciado llegó a su más alto desarrollo, la fundición a la cera perdida era la técnica de mayor utilización. Por otro lado, para objetos muy sencillos o preformas que después son trabajados por martillado, como por ejemplo lingotes o barras, se pueden usar moldes abiertos de arcilla, piedra, metal o incluso de arena. Existen, entonces, diferentes técnicas de dar forma a los metales líquidos, pero todas tienen en común que el metal debe ser fundido en un crisol y vaciado en un molde. Varios factores determinan el éxito del proceso y la apariencia y funcionalidad del objeto elaborado. Entender, por lo menos de manera empírica, y saber manejar las variables es necesario⁴⁶ para evitar el fracaso o la pérdida de tiempo y recursos.

El tipo de metal utilizado: El metal o la aleación utilizada en el proceso del vaciado es determinante para las propiedades del objeto final. De su selección depende si se puede dar al objeto un dorado por eliminación (ver Lechtman 1984a:28; 1988:373), si después del vaciado se deja formar por martillado (por ejemplo, aleaciones con cantidades moderadas de estaño o arsénico), qué propiedades mecánicas tendrá en general, de qué color será el objeto (ver Hosler 1986, 1994a), su resistencia a la corrosión (ver Tylecote 1979; Chase 1994:96), etcétera. Todas estas son consideraciones no específicas para la fundición y se refieren al metal en su estado sólido. Para el éxito del vaciado, por otro lado, el metal y sus propiedades en el estado líquido son de gran importancia: el metal tiene que fluir bien para llenar todo el molde y reproducir perfectamente los detalles del diseño. El punto central es la temperatura con la que llega el metal líquido al molde. Para eso, el tiempo que se necesita para transportar el metal fundido del horno al molde e introducirlo en él es determinante. Dentro del molde el metal debe contar con suficiente tiempo antes de solidificarse, para llenar por completo la cavidad. En eso, el comportamiento del metal es determinante, aun si evidentemente el proceso de trabajo y el diseño del molde también juegan papeles importantes.

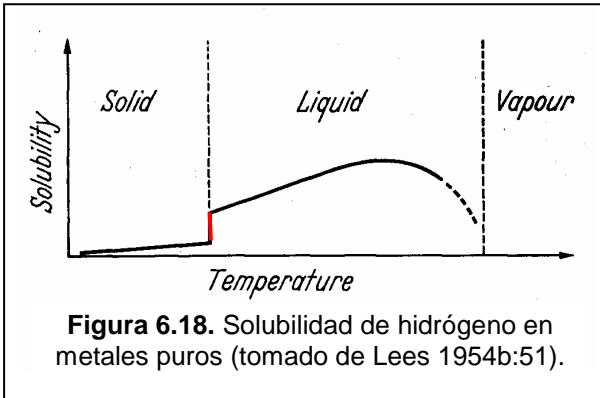
La viscosidad del metal disminuye con el aumento de la temperatura más allá del *sólidus*. La presencia de impurezas y oxidación (películas en la superficie) también tienen un efecto sobre la viscosidad (Hall 1971:24; Metals Handbook 1988 vol.XV:766).

⁴⁶ Plazas y Falchetti (1978:30) describen el proceso como “una técnica estable ... [que] puede llevarse a cabo de manera regular.” Además destacan que el proceso no exige al orfebre “la destreza artesanal indispensable para trabajar directamente el metal.” Este juicio de valor sobre el proceso del vaciado a la cera perdida, sin embargo, solamente parece tener validez para las piezas más sencillas (ver Schulze 1999).

La viscosidad más baja la presentan metales puros y aleaciones eutécticas,⁴⁷ mientras que las aleaciones con un intervalo grande de solidificación son las más viscosas. Eso se debe al comportamiento de solidificación que en metales puros empieza en las paredes del molde y los cubre con una capa de metal sólido mientras que el interior permanece completamente líquido (Heine y Rosenthal 1955:175). Las aleaciones tienen un intervalo de temperaturas de solidificación donde cristales de una fase con temperatura de solidificación más alta forman dendritas mientras que el resto del fundido sigue líquido (ver Campbell 1991:76). Estas dendritas sólidas pueden obstruir el flujo del metal que solamente en un segundo paso se solidifica (Heine y Rosenthal 1955:179-80, 192). Una manera de prolongar el tiempo antes de la solidificación es el sobrecalentamiento (*superheat*) del metal (Heine y Rosenthal 1955:174). En mediciones, utilizando un molde largo en forma de espiral, se comprobó que la distancia que puede recorrer el metal antes de pasar a su estado sólido tiene una relación lineal con el grado de sobrecalentamiento, mientras los demás factores se mantengan constantes (Lees 1954a:36; Metals Handbook 1970 vol.V:424). Si el metal no tiene la temperatura adecuada más allá del *liquidus* (la temperatura donde todo el metal es completamente líquido), no logra llenar bien el molde (*misruns*) y / o existen diferentes oleadas de metal que se solapan sin formar una superficie homogénea (*cold shuts*) (Heine y Rosenthal 1955:202; Metals Handbook 1970 vol.V:424; Cuesta y Rovira 1982:49).

Eso significa que, especialmente para vaciados de objetos muy delgados, las temperaturas altas son necesarias (Burns 1970:490; Metals Handbook 1970 vol.V:424). Se sugieren 1250°C para partes de hasta 1.25 cm de ancho (Francis 1970:214). Temperaturas mucho más altas (aunque parecen la solución más fácil para prolongar el tiempo antes de la solidificación), eran difíciles de alcanzar con la pirotecnología utilizada en la América prehispánica y además pueden llevar a la absorción de gases que causan porosidad, contracción interna y un ritmo de oxidación más alto, hecho que ocasiona la formación de películas superficiales y escoria dentro del molde (Metals Handbook 1970 vol.V:424; Monroe 2005:14), que pueden resultar en obstrucciones al llenar éste (Campbell 1991:24). La tensión de superficie del metal líquido en general no tiene gran impacto sobre la capacidad del metal de llenar el molde y además está fuertemente influenciada por las películas superficiales de óxidos. Solamente si hay secciones del molde muy estrechas puede jugar un papel más importante (Lees 1954a:42). Lees (1954a:42) indica que probablemente se añadió un poco de sulfuro al

⁴⁷ La composición eutéctica es la composición de un sistema que tiene el más bajo punto de solidificación que cualquier otra relación de componentes.



metal para reducir el punto de fundición y la tensión de la superficie. La serie de experimentos de vaciado de cascabeles realizados dentro del marco de la investigación de Schulze (1999) mostró que, contrario a lo que indican muchos textos arqueometalúrgicos (Harvey 1952:117-8; Root 1952a:14; Brown y Blin-Stoyle 1959:193; Bernard 1961:183; Tylecote 1962:44, 1986:30;

Craddock 1977:114; Grinberg y Franco 1980b:176; Bayley 1988:203, 1992:123; Stech y Maddin 1988:170; Scott 1991:24; Strafford *et al.* 1996:25; Dungworth 1997:902), la adición de plomo aparentemente no facilita el vaciado de objetos con paredes delgadas.

Un aspecto que no está directamente relacionado con la colabilidad del metal, pero que tiene gran impacto sobre la capacidad de crear objetos sin faltantes y con buena calidad de superficie, es la absorción de gases. El cobre en su estado líquido bajo condiciones oxidantes puede contener 0.05 % por peso de oxígeno. Esta cantidad se reduce a 0.0035 % por peso en el estado sólido. Las aleaciones absorben considerablemente menos gases que el cobre puro (Heine y Rosenthal 1955:298, 302; Monroe 2005:14). Algunos elementos de aleación son utilizados hoy para desoxidar los metales líquidos (por ejemplo zinc, estaño, aluminio, calcio, entre otros) antes de verter el metal (Heine y Rosenthal 1955:299, 302). Tylecote (1986:81) nota que el plomo también ayuda con la desoxidación.

La solución de hidrógeno en el metal puede causar los mismos problemas. El hidrógeno puede ser absorbido de la atmósfera del horno o tener su origen en humedad contenida en los moldes, crisoles o núcleos de arcilla de los objetos vaciados (ver Craddock 1977:114). La solubilidad del gas se reduce con la disminución de la temperatura (ver **Figura 6.18.**) y cae al solidificarse el metal (ver sección vertical en la curva de la solubilidad del hidrógeno). El gas, que ya no puede escapar del metal sólido, crea burbujas (Lees 1954b:51; Heine y Rosenthal 1955:299; Francis 1970:209; Tylecote 1986:81). También en el caso del hidrógeno, la solubilidad en aleaciones es menor que en cobre puro (Heine y Rosenthal 1955:299), y además el intervalo de temperaturas de solidificación permite que el gas escape (Lees 1954b:51).

La colabilidad, además, está influenciada por el comportamiento de contracción del metal al solidificarse. Para aleaciones de cobre, esta contracción abarca de 4.5 a

9.0 % (Heine y Rosenthal 1955:295). Especialmente para objetos sólidos de gran volumen, eso puede causar graves problemas y tiene que ser tomado en cuenta al diseñar la pieza y el molde (ver Tylecote 1986:81).

El tipo de molde utilizado: Existe un gran espectro de diferentes formas y materiales de los cuales se pueden preparar moldes para el vaciado. En cierta medida, la complejidad del objeto a elaborar determina el tipo de molde que se necesita.

Los objetos sólidos de formas sencillas, especialmente si se pretende trabajarlos por martillado después, pueden ser vaciados en un molde abierto. Allí es posible crear detalle sólo en un lado del objeto (al fondo del molde), mientras que la superficie superior será plana y, por el contacto con el aire, oxidada. En el *Código Florentino* se puede ver un artesano vaciando un hacha en un molde abierto (ver **Figura 6.10**). Bray (1972:26) observa que un molde muy parecido se encuentra en el Museo Michoacano

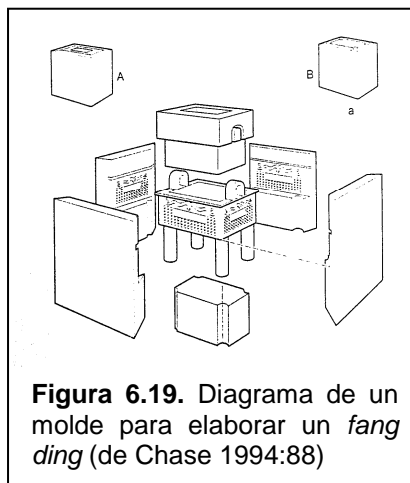


Figura 6.19. Diagrama de un molde para elaborar un fang ding (de Chase 1994:88)

en Morelia. Los moldes de dos o más piezas permiten vaciar objetos más complejos que no tienen ningún lado expuesto al aire (Coghlan 1975; Tylecote 1986:82; Lechtman 1988:350, 352). Los moldes de varias piezas no fueron muy comunes en el Nuevo Mundo (Bray 1974a:34), pero la técnica fue de gran importancia por ejemplo en China (Chase 1994, y ver **Figura 6.19**). Para la preparación del molde se puede utilizar un modelo (*pattern*) del objeto que se quiere vaciar, sea de madera, piedra u otro material (ver Coghlan 1975:53). Incluso se pueden vaciar objetos con un núcleo,⁴⁸ por ejemplo de arcilla.⁴⁹ Para evitar que el núcleo se mueva después de remover la cera del molde, tiene que ser fijado con pasadores o clavijas (*chaplets*) que conectan el molde exterior con el núcleo. Las clavijas pueden ser de madera o de una aleación de metal con un punto de fusión ligeramente más alto que el metal usado para vaciar el objeto. Los agujeros que dejaban las espinas o astillas de madera fueron tapados con un pequeño disco del mismo metal que el resto del objeto (Dibble y Anderson 1950-82 IX:74; Stone y Balser 1958:15; Bray 1978:34; Tylecote 1986:83). Otra manera de incluir un núcleo, en moldes de varias piezas, es incluir en éste el bebedero y respiradero.

Los moldes comúnmente son de piedra, metal o arcilla (ver Tylecote 1986:84; Ottaway 1994:117-21). Los materiales conducen el calor a diferentes grados y por eso producen

⁴⁸ Núcleo, también a veces llamado alma (ver Stone y Balser 1958).

⁴⁹ Bray (1978:48) reporta que se han obtenido fechas de C¹⁴ del contenido de carbón de núcleos de unas piezas en estilo muisca. Ver también Plazas (1998).

diferentes velocidades de enfriamiento en los metales, hecho que se refleja en la microestructura del metal (Ottaway 1994:122). Los moldes cerrados (de dos o más piezas) necesitaban aperturas para dejar entrar el metal (bebedero) por un lado y dejar escapar los gases por otro (respiradero). Normalmente, sin embargo, la unión de las piezas del molde no es completamente hermética y permite la salida de gases. Además, casi siempre se ve la rebaba (*casting flash*) que marca la coyuntura de las piezas (ver Bray 1974a:34; Lechtman y González 1991; Chase 1994:88).

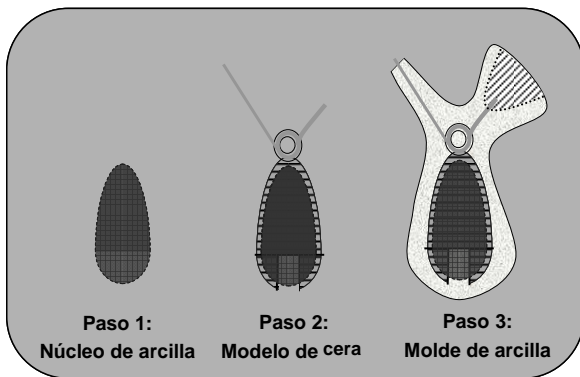


Figura 6.20. Los pasos de trabajo de la producción de un molde para la fundición a la cera perdida de un objeto con núcleo.

Aunque los moldes de metal o piedra representaban una mayor inversión (de material y / o trabajo), tenían la ventaja de poder ser utilizados más de una vez. El material, además, tiene influencias sobre la visibilidad arqueológica del proceso de trabajo. La desventaja de los moldes de varias piezas es que no se pueden vaciar formas muy complicadas, especialmente si tienen un corte sesgado (*undercut*). Para estas últimas, se tenía que utilizar la fundición a la cera perdida,

que no limita la creatividad del artesano (ver **Figura 6.20.**). El primer paso en esta técnica es la producción de un modelo en cera del objeto a elaborar. A veces, para ahorrar metal o para crear un objeto hueco, el modelo se forma alrededor de un núcleo de arcilla.⁵⁰ El modelo de cera a continuación se envuelve en una capa de arcilla que forma el molde. Después de haberse secado por completo, se calienta el molde para sacar la cera y quemar sus residuos. Dentro del molde, alrededor del núcleo (si hay), se crea un espacio que en el próximo paso es llenado con el metal fundido. Se llena entonces el molde con el metal fundido (ver **Figura 6.21.**). Al final, se tiene que romper el molde para sacar el objeto. Eso significa que cada pieza es única. Si se trata de objetos huecos abiertos (por ejemplo, cascabeles), hay que romper y extraer el núcleo del interior (ver Bray 1974a:34, 1978:34-5; Coughlan 1975: 61-2; Tylecote 1986:11; Ottaway 1994:121). Para introducir percutores en objetos huecos, por ejemplo cascabeles, se puede incluirlos en el interior del núcleo. Después del vaciado, el núcleo es retirado, dejando libre el percutor, que tiene que ser ligeramente más grande que la apertura del objeto (ver Stone y Balser 1958:17).

⁵⁰ Martínez (1897:431), que aparentemente no estaba familiarizado con las posibilidades del proceso, especulaba que se utilizaba una “pasta de metal” y un torno para elaborar por ejemplo un cascabel alrededor de un núcleo.

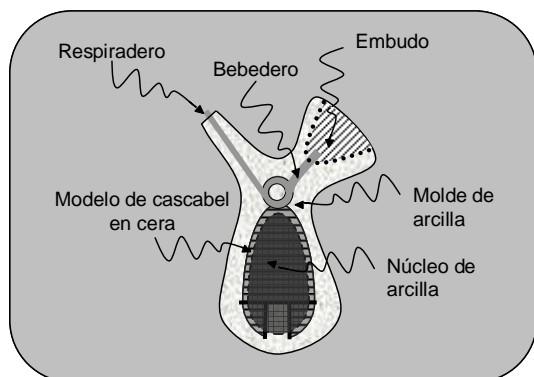


Figura 6.21. Modelo esquemático de un molde de cascabel (de Schulze 1999).

En lo que Stone y Balser (1958:15) llaman “vaciar en bulto”, el núcleo es completamente cubierto con el metal y permanece dentro del objeto. Esta práctica causó pesar a los españoles que al fundir las piezas de oro descubrieron que en gran parte eran de arcilla (Bray 1978:13).

Un uso especial de la técnica del vaciado a la cera perdida fue para producir objetos bi-metálicos. Se elaboraba una parte de un

objeto con la técnica de la cera perdida (por ejemplo, de oro) y después se añadía la otra parte en cera, que a continuación se vaciaba, por ejemplo, en plata.⁵¹ Se han encontrado piezas bimetálicas en Perú, Ecuador, Colombia y en Oaxaca, México, aunque muchas veces las partes fueron unidas con otras técnicas (ver Root 1949b:219; Bray 1972:26, 1977a:140; Plazas y Falchetti 1978:32; Rovira 1994:336; Carmona 1997:293; para ejemplos europeos Tylecote 1986:110). La misma técnica se utilizó para reparar objetos que presentaron faltantes en el primer vaciado. Eso se puede ver en una figura recipiente quimbaya del Museo Británico. En las áreas blancas de la radiografía, en el hombro derecho y la pierna izquierda, había faltantes que se rellenaron en un segundo vaciado (La Niece 1998, ver **Figura 6.22.**).



Figura 6.22. Figura recipiente (de La Niece 1998: foto 9)

El material usado para fabricar los moldes, normalmente una mezcla de arcilla con desgrasantes,⁵² debe tener una gama de propiedades que facilitan o hacen posible el vaciado (ver Malishev *et al.* 1967:194-6; Feinberg 1983; Rice 1987:51; Schulze 1999:32). El material, entonces, tiene que:

⁵¹ Carmona (1997:293) indica que esta técnica se denomina popularmente como ‘metales casados’ o en inglés *casting-on*. En alemán se llama *Überfangguss*. Grinberg (1996:461) menciona el dorado por eliminación de medio objeto como otra opción para crear piezas que parecen bi-metálicas.

⁵² Existe una gran gama de posibles desgrasantes, que abarca desde materiales orgánicos, como paja o estiércol, hasta inorgánicos como arena, tepalcates o piedra molidos (ver March 1934; Arnold 1974; Rice 1987:407; Freestone 1989:160).

- resistir el secado, precalentamiento e influjo del metal fundido sin deformarse o agrietarse;
- tener buenas propiedades refractarias para no fundirse y / o adherirse a la superficie del metal (bajas cantidades de álcali que funcionan como fundente y alto contenido de alúmina);
- tener suficiente resistencia mecánica para aguantar el manejo durante el proceso (por ejemplo, transporte, almacenamiento, llenado con el metal líquido, etcétera);
- poseer baja conductividad térmica para asegurar una solidificación más lenta del metal;
- tener permeabilidad gaseosa para dejar salir los gases que están en el molde o que salen del metal al solidificarse;
- la superficie interior del molde, que define la superficie del objeto, tiene que ser suficientemente fina para reproducir bien el detalle del modelo;
- crear una atmósfera reductiva, especialmente donde está en contacto con el metal, para evitar oxidación;
- el núcleo tiene que ser suficientemente quebradizo para poder ser fragmentado y extraído con facilidad.

Estas consideraciones y los experimentos con el proceso de la cera perdida (Schulze 1999) demostraron la necesidad de tres tipos de arcilla:

- a) Arcilla fina con un alto porcentaje de carbón vegetal⁵³ pulverizado que se aplica como compuesto acuoso con brocha directamente al modelo de cera para asegurar una buena reproducción de detalle;
- b) Arcilla con desgrasante que da suficiente fuerza al molde para poder ser manejado durante el proceso sin peligro de fracturas. Por otro lado, tiene que ser una mezcla que asegura que el molde se seca rápidamente, sin romperse y permitir el paso de gases;⁵⁴
- c) Arcilla para el núcleo con mucho carbón vegetal para crear un ambiente reductivo, y suficiente desgrasante para volver quebradizo el núcleo.⁵⁵ Dado que el interior de los objetos normalmente no está a la vista, no importa la calidad de reproducción de la superficie y la arcilla no tiene que ser fina.

⁵³ Martínez (1897:429) menciona el uso de plombagina o grafito en la producción de crisoles, moldes o núcleos. Nombra yacimientos de este material en los distritos de Etlá, Zimatlán, Ejutla y Miahuatlán en Oaxaca. Cuesta y Rovira (1982:49) indica los efectos positivos de cubrir las paredes del molde con polvo de carbón.

⁵⁴ Winardi *et al.* (2005) investigan la permeabilidad de diferentes materiales para núcleos.

⁵⁵ Bray (1977a:139) indica que orfebres europeos utilizaban una mezcla de arcilla con harina de hueso, que tiene propiedades similares.

La descripción etnohistórica de la producción de moldes en el México posclásico (Dibble y Anderson 1950-82 IX:73-8; ver **Anexo I**) y el relato de la elaboración de figuras de deidades hindúes de latón por los keinkuya mal de Bankura, oeste de Bengal (Reeves 1962:118), subrayan la necesidad del uso de mezclas de arcilla especiales para el uso metalúrgico. También hallazgos de moldes en un taller en Pheidaias en Olimpia, Grecia, presentan evidencia que indica que los moldes fueron construidos en diferentes capas, que se secaron bien antes de cada aplicación. Este proceso resulta en la separación de las diferentes capas –parecido a una cebolla– al romper el molde (Schneider 1989:18). Este fenómeno también se observó en los vaciados experimentales de cascabeles (Schulze 1999:55-6).

Otro material que debe presentar determinadas propiedades es la cera para formar el modelo (ver Feinberg 1983; Schulze 1999:32). Tiene que tener:

- la plasticidad necesaria para poder ser modelada en la forma deseada, sin tener ‘memoria’;
- un bajo grado de adhesividad para poderse trabajar sin peligro de que el material se pegue a las herramientas o la superficie de trabajo;
- la dureza suficiente para no deformarse fácilmente una vez que el modelo está terminado;
- la capacidad de ser fundida para salir fácilmente del interior del molde, sin dejar residuos.

Como indicaron los informantes de Sahagún (Dibble y Anderson 1950-82 IX:74), una mezcla de cera de abeja con copal blanco resultaba práctica.⁵⁶ Con experimentos (Schulze 1999:104-5) se determinó que una mezcla con aproximadamente 40 % de copal aseguraba suficiente dureza y cohesión del material. Calentar el copal durante una hora a 160°C antes de agregarlo a la cera redujo la adhesividad de la mezcla considerablemente.

⁵⁶ Stone y Balsler (1958:14) en su discusión de la metalurgia de las culturas de Panamá y Costa Rica, refieren el uso de resinas para dar cuerpo a la cera y mencionan cuatro tipos de resina que se encontraron en tumbas en Costa Rica: una resina color café, copal blanco (*Protium glabrum*), una resina color amarillo-ámbar de origen fósil (*Hymenaea courbaril*) y una resina roja no identificada. No parece haber vinculaciones directas de estos hallazgos con la metalurgia.

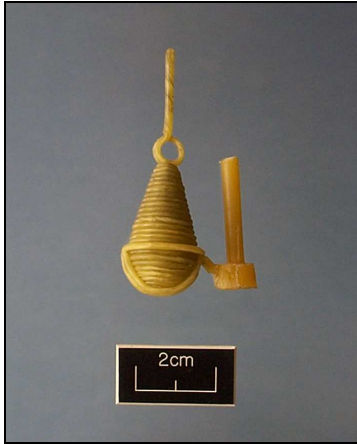


Figura 6.23.
Modelo de cera para molde vertical (Schulze 1999:113)

Para alcanzar el efecto de la filigrana falsa, el núcleo del objeto a vaciar está envuelto en hilos de cera⁵⁷ (ver **Figura 6.23.**). Aunque los experimentos de Schulze (1999) comprobaron que los hilos de cera para la falsa filigrana se pueden producir a partir de un rollo, utilizando dos tablas (una grande como base y la otra más pequeña como herramienta móvil), Bray (1974a:35, 1977a:141) sugirió el uso de cera líquida que pasa a presión por una apertura pequeña y que solidifica en agua fría. Aguilar (1946:83) propone el uso de hilos de algodón encerados para explicar la uniformidad de la filigrana falsa. Sin embargo, los residuos de los hilos – aun si se queman dentro del molde en el proceso de precalentamiento– pueden causar problemas en el momento de llenar el molde con metal líquido. Aunque no se puede comprobar que el segundo método no se utilizó, el primero parece el más sencillo y efectivo.

Para dar forma al modelo de cera en las partes que no se producen por la técnica de la filigrana falsa se utilizaban diversas espátulas de diferentes materiales (madera, hueso, metal,⁵⁸ entre otros).

Experimentos de vaciado (Schulze 1999) demostraron que el diseño del molde es de gran importancia para el éxito del vaciado, especialmente si se trata de objetos huecos con paredes muy delgadas, como en el caso de los cascabeles. El sistema de alimentación, o como dicen Heine y Rosenthal (1955:210; traducción del autor), “la tubería” del molde consiste en un embudo, un bebedero y normalmente un respiradero (ver **Figura 6.21.**). La instalación de estos elementos con respecto al objeto a vaciar determina con qué facilidad fluye el metal líquido para llenar el molde. Existe



Figura 6.24.
Molde con respiradero tapado (Schulze 1999:41)

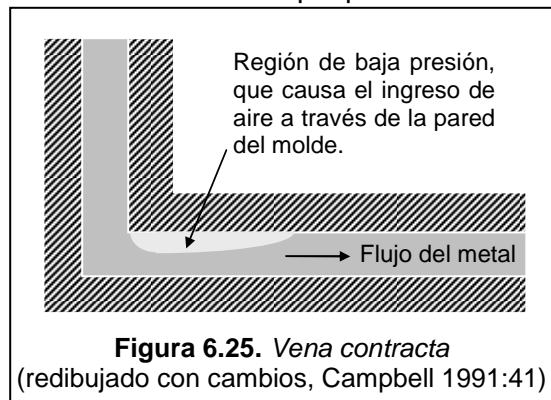
⁵⁷ Stone y Balsler (1958:16) mencionan una capa delgada de cera que tiene que cubrir el núcleo antes de ser envuelto con los hilos de cera para tener una superficie interior lisa. Sin embargo, eso no es necesario dado que en el interior del objeto se reproduce la superficie del núcleo y no la superficie interior del modelo de cera. Barba y Piña Chan (1989:120) mencionan que se envuelve el núcleo con finos hilos de algodón, procedimiento que parece improbable dado el riesgo de residuos de este material que pueden impedir la entrada del metal.

⁵⁸ Plazas y Falchetti (1978:37, lám. 25) muestran unos ejemplos de espátulas de tumbaga.

una gran variedad de sistemas de alimentación: con el bebedero en el punto más alto, a un lado o en el punto más bajo del molde (ver **Figura 6.23.**). Si se usa esta última configuración, el embudo tiene que estar instalado suficientemente alto con respecto al punto de la entrada del metal a la cavidad del molde y al punto más alto de éste, para que el metal pueda llenar el molde por completo. También al llenar el molde desde arriba es necesario instalar un embudo suficientemente grande y alto para que la presión del metal líquido sea suficientemente grande y éste logre entrar al estrecho bebedero del molde:

“ ... forcing the melted copper through the small conduit and into the space where the bell is to be formed. This was the most difficult and technical point to be solved by the early coppersmiths, for such openings in ancient bells were but one and one half mm or less in diameter. Molten copper has a high surface tension, and consequently resists flowing through narrow openings. Enough pressure probably could be furnished by the weight of the copper itself if its height or ‘head’ in the crucible were sufficient. For the small amount of copper required for a bell, a narrow crucible two inches high should be ample. Building the mould of material porous enough to permit entrapped air to escape as the copper flows in is another requirement” (Hawley 1953:107).

Llenar un molde desde el punto más alto (*top gating system*) parece más sencillo y más rápido (no se necesita un bebedero tan largo), pero existe el problema de ubicar el respiradero. Si se coloca demasiado cerca del bebedero se puede tapar con facilidad (ver **Figura 6.24.**) y así evitar la salida de gases. Eso resulta en la imposibilidad de llenar bien el molde (ver Schulze 1999:41). Si el respiradero está debajo del nivel de la entrada del metal no sirve y probablemente el vaciado quede incompleto.⁵⁹ Otro problema, y quizás más grave, es la manera turbulenta con que entra el metal al molde en un *top gating system*: el metal ‘cae’ y choca contra las paredes del molde, facilitando así la adsorción de gases y la formación de óxidos. Otro elemento que puede aumentar las turbulencias son rugosidades en estas paredes (Murphy 1954:7). También la dirección del flujo del metal juega un papel importante. Si el líquido tiene que cambiar de dirección bruscamente, por ejemplo cuando entra al molde de un cascabel y choca contra el núcleo, se puede formar una *vena contracta* (ver **Figura 6.25.**). Se trata de una burbuja que se forma donde el



⁵⁹ Por eso sorprende que Olsen (1972:308) mencione un respirador en la base del molde.

flujo del metal se desprende de la pared del molde, formando un vacío. La porosidad del material del molde, pensado para dejar salir gases, en esta situación permite la entrada de gases. Al solidificarse el metal, la presión del líquido restante ya no es suficiente para sacar el aire de la cavidad del molde (Campbell 1991:41). El resultado es un objeto con superficies imperfectas o –como en el caso de los cascabeles con paredes tan delgadas– grandes faltantes. Campbell (1991:31) nota que incluso en tiempos modernos hasta 15 % de una producción puede fallar debido al uso de un sistema turbulento de alimentación.



Figura 6.26. Molde de arcilla, fundición a la cera perdida, Calima, Altura 6.5 cm, (tomado de Bray 2005:110).

Si el metal sube en el molde, en vez de bajar cayendo, el flujo es más tranquilo. Por eso una entrada del metal por el fondo del molde y una pequeña cámara (*well*), donde se tranquiliza el flujo del metal, entre la entrada al molde y el bebedero (ver **Figura 6.23.**), reduce turbulencias (Campbell 1991:33).⁶⁰ El metal entra por abajo y los gases salen por el respiradero que está conectado al punto más alto. Este tipo de molde produjo los resultados de los experimentos de fundición de cascabeles más repetibles, pero todavía no llevó a un proceso exitoso (Schulze 1999).

El problema además es que los objetos arqueológicos no indican el uso de un sistema de alimentación tan sofisticado. Los cascabeles mesoamericanos muestran en algunos casos evidencias de la unión del bebedero en la argolla, pero no hay vestigios de un respiradero.

Sin embargo, resulta difícil comprobar la hipótesis del molde sin respiradero dado que la visibilidad arqueológica del proceso de fundición a la cera perdida es muy baja (ver Schulze 1999:52-6) y no se ha encontrado mucha evidencia arqueológica de moldes.⁶¹

⁶⁰ Para otros ejemplos ver Heine y Rosenthal (1955:215).

⁶¹ Investigaciones etnológicas en la India (Reeves 1962) indican que los moldes pueden ser descartados cerca del 'taller' y destruidos al ser pisoteados. Además existe la posibilidad de la reutilización del material molido como desgrasante de la arcilla de nuevos moldes (Maryon 1954; Foster 1980b:39). Ver también listado de sitios con evidencia de trabajo de metales en Inglaterra (Bayley 1992).

Las evidencias que existen, sin embargo, parecen apoyar la posibilidad de moldes sin respiraderos. En el sitio de Gussage All Saints, Inglaterra (Wainwright y Spratling 1973; Spratling 1979), se encontraron desechos de trabajos de metal. Entre ellos miles de fragmentos de moldes del proceso de la fundición a la cera perdida en buen estado de conservación, todos sin respiraderos (Spratling 1979:133).



Figura 6.27. Molde de arcilla con cascabel (tomado de Falchetti 1997).

Otros moldes, algunos enteros, encontrados en una tumba de tiro en Pueblo Tapado,⁶² Montenegro, en la zona Quimbaya (Olsen 1972; ver también Bray 1978:33), en Aguamona, en la región de Calima (Bray 1978:fig. 23), y en una tumba en Restrepo, valle del Cauca (Plazas y Falchetti 1978:32; Falchetti 1989:29), todo en Colombia, tampoco muestran evidencias de respiraderos (ver **Figuras 6.26.** y **6.27.**). Plazas y Falchetti (1978:31) dicen al respecto que el molde de Restrepo estaba:

“... formado por un material poroso que permitía el escape del aire o de los gases durante la fundición. Por esta razón, en la elaboración de objetos pequeños, como los de la orfebrería colombiana, no era indispensable la colocación de canales de cera para la salida de los gases.”

Franco y Grinberg (2001:20) indican que la alta frecuencia de agujeros como defectos en los cascabeles (que se producen por burbujas de aire atrapados en el molde) y la falta de ejemplos de vestigios de respiradores en los objetos (Grinberg 1996:464), hace dudar que en Mesoamérica se utilizaran respiradores en los moldes.

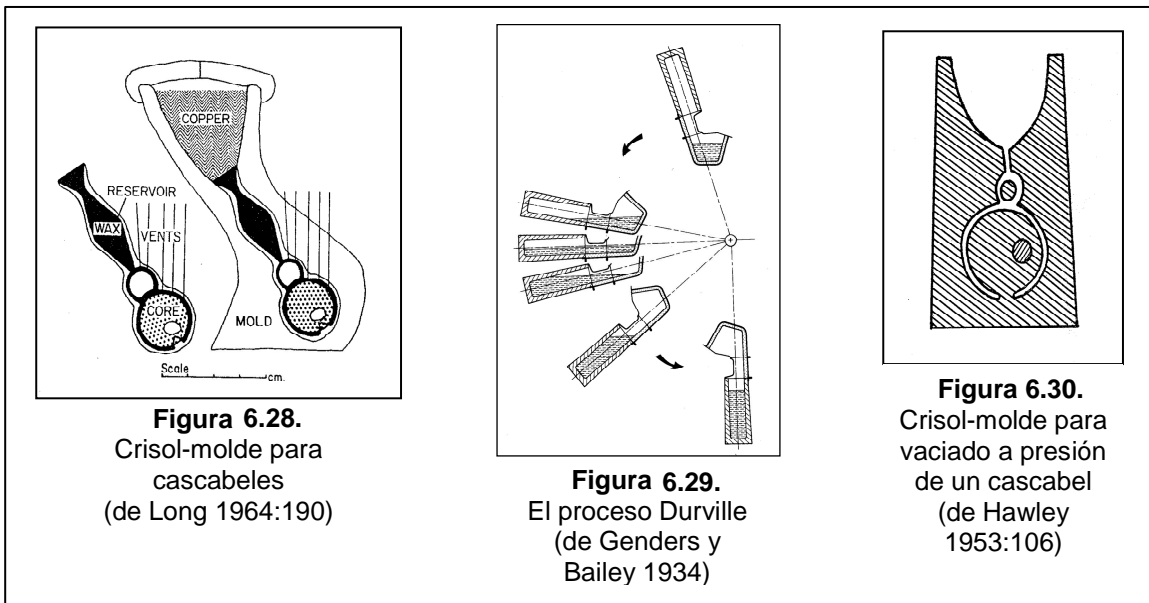
Sin embargo, una indicación de que no todos los moldes eran iguales parece ofrecer la figura del pájaro de metal no terminado que se encontró en Colombia, el cual muestra los canales de ventilación (Palacios 1996:498).

El proceso: Para asegurar el buen resultado del vaciado, la cadena operativa del proceso de vaciado mismo es de gran importancia. Especialmente, es crucial el tiempo que tiene el metal dentro del molde antes de solidificarse. Para aumentar este tiempo, se pueden precalentar los moldes a temperaturas cerca del punto de fusión del metal. Con eso se asegura un enfriamiento más lento del metal dentro del molde (Lees

⁶² Olsen (1972) propone que probablemente era la tumba de un metalúrgico.

1954a:35; Bray 1977a:140). El efecto es aún más pronunciado si el molde está colocado en arena, que también se calienta. Easby (1955-57) menciona estos dos puntos del proceso al comentar la descripción de la fundición a la cera perdida en el *Códice Florentino* (Dibble y Anderson 1950-82 IX:73-8), aunque no hay información muy clara al respecto. Hosler (1988a:329) ve la prueba de un enfriamiento lento de los cascabeles en el gran tamaño de los granos observables en la microestructura de un cascabel. Para darle al metal el tiempo necesario para llenar la cavidad del molde antes de la solidificación, éste puede ser sobrecalentado. Esto tiene, como se explicó líneas arriba, desventajas con respecto a la integración de gases en el metal, y por otro lado limitaciones debido a la pirotécnica prehispánica que hizo difícil alcanzar temperaturas mucho más arriba del punto de fusión del cobre.

En América no se conocía el uso de fuelles y los fuegos eran avivados por el metalúrgico y ayudantes que soplaban por canutos. Killick (2004:574) indica que en la cultura sican en Perú el uso de los canutos fue perpetuado porque así se imbuyó el metal con el carácter sagrado del aliento humano. Rehder (1994:346) menciona como temperatura máxima alcanzable con esta técnica el 85 % de la AFT (*adiabatic flame temperature* o temperatura de la reacción de combustión sin pérdida de calor), o sea entre 1200 – 1250°C. Eso significa que el uso de canutos es mucho menos eficaz que el uso de fuelles (Rehder 1994:349). Por eso era de gran importancia mantener el traslado entre el horno, con el crisol que contiene el metal fundido, y el molde precalentado lo más corto posible, para evitar un enfriamiento. Esta pérdida de calor puede ser reducida a un mínimo al incluir el crisol, donde se funde el metal, en la construcción del molde.



Long (1964) logró vaciar pequeños cascabeles con esta técnica (ver **Figura 6.28.**). El metal se funde y baja por efectos de la gravedad al molde, sin la necesidad de sacar el molde del horno. Eso solamente funciona con una gran cantidad de metal en el embudo para generar la presión necesario para que el metal puede desplazar los gases que se encuentran dentro del molde y / o el uso de respiradores. Long (1964:191) utilizó respiradores suficientemente finos para evitar que el cobre fundido se filtrara, mientras que el aire sí logró salir. Reporta que el procedimiento no dejó marcas de los respiradores en el cuerpo del cascabel.

En el crisol-molde hay que usar metales puros o aleaciones que no se segregan y llenan el molde en capas (por ejemplo, plomo que se funde primero y que llenaría la base del molde). Una de las respuestas al problema de la segregación es usar aleaciones ya hechas (en vez de ingredientes de la aleación por separado) o el proceso *Durville* (ver Campbell 1991:69), que implica fundir el metal en un crisol conectado al molde que no le permite al metal fluir a la cavidad antes de voltear el molde (ver **Figura 6.29.**). Reeves (1962) describe un proceso comparable que se utilizó en algunas regiones de la India.

Para no tener que emplear respiradores, Hawley (1953:106) utilizó en un experimento el vaciado a presión de gases. Elaboró un crisol-molde y tapó el crisol, una vez que el metal estaba fundido, con una tabla de madera, aplicando presión para sellar el recipiente (ver **Figura 6.30.**). Al quemarse la madera con el calor del molde y del metal fundido, se formaron gases que forzaron al metal a entrar a la cavidad del molde. Otra manera de hacer el metal entrar al molde es por la fuerza centrífuga. Hawley (1953) menciona el uso de esta técnica en tiempos recientes en el estado de Oaxaca, México. En Taxco, Guerrero, los plateros también usan este método hoy en día (ver **Figura 6.31.**). Ninguno de los procesos descritos aquí se puede comprobar, hasta ahora, en el registro arqueológico.⁶³



Figura 6.31.
Taller de platero en
Taxco, Guerrero
(N. Schulze)

Existen otros pasos en el proceso que también son difíciles de comprobar arqueológicamente, pero parecen suficientemente útiles y sencillos para ser mencionados aquí. Hay que evitar mantener el metal demasiado tiempo a temperaturas elevadas, porque eso favorece la inclusión de gases (Monroe 2005:14). La evolución de

⁶³ También Maldonado (2005) logró reproducir exitosamente unos cascabeles de estilo prehispánico de cobre y bronce, pero no proporciona información detallada sobre el diseño del molde y el proceso del vaciado.

gases del metal, del material del molde o del núcleo depende mucho de la altura del bebedero y con eso de la presión del metal que el gas tiene que superar para formar una burbuja (ver Monroe 2005:3). Para reducir la cantidad de gases incorporados en el metal se puede introducir una rama verde de árbol y revolver el metal (*poling*) (Rollason 1939:199). El quemar la rama en el metal fundido “libera agentes reductores que reaccionan con el oxígeno en el metal fundido y forman H₂O, CO y CO₂” (Oudiz 1973:36, traducción del autor). Estos gases escapan, llevando consigo una parte del hidrógeno, reduciendo así la cantidad de gas en el metal. Otra manera de reducir hidrógeno es añadir óxidos de cobre al metal fundido. El óxido forma agua con el hidrógeno y evapora (Heine y Rosenthal 1955:303).

Para evitar la oxidación del metal fundido se puede cubrir el crisol con polvo de carbón,⁶⁴ para crear una atmósfera reductiva (Heine y Rosenthal 1955:298; Wayman *et al.* 1988:131). Probablemente, el mismo efecto tiene el recubrimiento blanco, que según los análisis se compone de una solución arcillosa de huesos calcinados y molidos, el cual se encuentra en las cavidades de moldes y crisoles identificados en el noroeste argentino (González 2005:76).

El control de la velocidad de vaciado es importante para tener un flujo constante de metal. Así se puede evitar el traslapo de diferentes flujos de metal solidificados (traslapos o *cold shuts*) y la integración de gases. Verter el metal demasiado rápido puede crear turbulencias que causan la inclusión de óxidos y gases y/o la erosión de la pared del molde (Heine y Rosenthal 1955:201). En especial si no hay respiradores, hay que permitir el tiempo necesario para que salgan los gases del molde.

Defectos de producción: Tanto en la literatura teórica como en el registro arqueológico se encuentra una amplia gama de defectos de producción (ver **Tabla 6.2.**), algunos de los cuales ya se mencionaron líneas arriba. Estos defectos son interesantes porque pueden dar información sobre la manera en la que los artesanos manejaban el proceso de producción y con qué problemas lidiaron. Los experimentos de Schulze (1999) indicaron que la construcción del molde (flujo del metal dentro del molde, presencia de respiraderos, porosidad del molde) es un factor importante en el éxito de la elaboración de un objeto por la técnica de la cera perdida. Otros factores como la fluidez y

⁶⁴ Grinberg (1996:462, 2004b:61) menciona la posibilidad de crisoles de trozos de carbón de leña horadados, y que por eso no se encuentran ejemplos en las excavaciones en Mesoamérica. Más información sobre diferentes tipos de crisoles en Palacios (1996:491-2), y Grinberg (2004b:61-2) sobre diferentes formas de crisoles y la manera de transportar y manejarlos.

colabilidad del metal y la cantidad de gases que disuelve son vinculados al tipo de metal o aleación usados. Por último, el proceso de la introducción del metal al molde también es de gran importancia (gravedad, rotación, presión de gases), así como el grado de precalentamiento del molde. Errores o combinaciones desventajosas de algunos de estos parámetros pueden causar los defectos de fundición descritos en la **Tabla 6.2.**

Tabla 6.2. Defectos de fundición

Nombre	Descripción	Causa
Agujeros	Agujeros redondeados con paredes lisas	Gases atrapados en molde, normalmente cerca de las partes más altas del objeto (con respecto a la posición de colado), falta de metal u obstrucción de la entrada al molde.
Ampollas	Superficies irregulares	Gases atrapados entre metal y superficie del molde. Normalmente ligado a la baja permeabilidad del molde.
Traslapos	Superficie discontinua	Flujo interrumpido de metal al molde, debido a temperaturas demasiado bajas del metal o un colado discontinuo.
Rugosidad superficial	Rugosidad superficial	Puede deberse a la terminación rugosa de la capa interior del molde o corrosión preferencial.
Porosidad	Porosidad (pequeños hoyos) en la superficie	Puede deberse a la disolución de gases al enfriarse el metal fundido. Puede indicar sobrecalentamiento excesivo.
Rebabas	Sobrantes de metal	Vinculadas a errores en la elaboración del molde o a fractura del molde durante el proceso de producción.

(Ver The Institute of British Foundrymen 1950; Heine y Rosenthal 1955:202; Metals Handbook 1970 vol.V:424; Grinberg y Franco 1980a:190-2; Schulze 1999; Franco y Grinberg 2001; para la descripción de algunos ejemplos ver Stone y Balser 1958:17)

6.1.3.2 Junturas

El deseo de crear objetos tridimensionales de láminas y / o aplicar ornamentos a objetos o láminas llevó al desarrollo de técnicas de juntas. Existen dos tipos de juntas: mecánicas y metalúrgicas.

Juntas mecánicas: Lechtman (1988:362) destaca que muchas veces la manera de tratar el metal laminado es semejante al trabajo textil. Lothrop (1954:35) critica este tipo de juntas mecánicas y las califica como “atajo de mala calidad” (*shoddy short cut*) e indica que la naturaleza de los metales los predispone para ser soldados. Con eso, sin embargo, expresa una opinión muy afín con la visión moderna, occidental, de cómo trabajar metales. En el contexto andino estas juntas no son necesariamente de “mala calidad”. Existe un gran número de maneras en que se pueden juntar metales mecánicamente sin recurrir a adhesivos. La terminología para estas técnicas no es uniforme y aquí solamente se presenta una revisión breve de las técnicas básicas.

Solapa (overlap): Técnica para ensamblar dos partes de un objeto de lámina de metal, de los cuales una encaja exactamente en la otra. Lechtman (1988:360) describe una figura cuya parte frontal y dorsal están montadas de esta manera. Además existen cuentas fabricadas de esa forma (ver **Figura 6.32.**). A veces las dos partes del objetos son unidas mecánicamente y soldadas (Reichlen 1941b; Lothrop 1954:35).



Figura 6.32.

Crimping: Esta técnica permite juntar dos láminas, doblando el borde de una de ellas sobre el borde de la otra, por ejemplo para fijar las paredes de un vaso a su fondo (Lechtman 1988:360-1, ver **Figura 6.33.**). Dependiendo del metal usado, su temperatura al ser unido y de la intensidad del martillado, las dos láminas se pueden unir metalúrgicamente al ser soldadas por presión (ver *welding* más adelante).

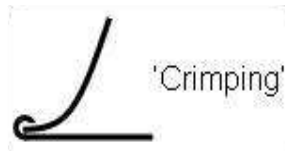


Figura 6.33.

Lengüeta y ranura (tab and slot): Se perfora una lámina y a la ranura (slot) resultante se le introduce una lengüeta (tab) que fija las dos láminas (ver **Figura 6.34.**). El método es muy versátil y fue utilizado en la región Andina durante todo el desarrollo de la metalurgia (Lechtman 1988:361). Al traspasar la lámina por las ranuras, las lengüetas pueden ser dobladas para fijar las dos partes.

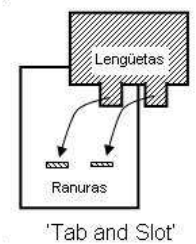


Figura 6.34.

Lacing: Básicamente se trata de 'coser' dos láminas de metal con un alambre o una tira del mismo u otro metal (Tushingham *et al.* 1979; Lechtman 1988:362, ver **Figura 6.35.**).

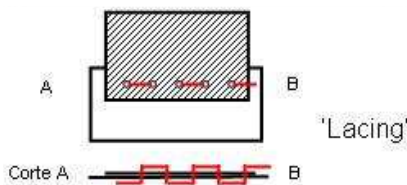


Figura 6.35.

Clavado: Dos láminas fueron unidas con clavos de metal, fijando éstas al mismo tiempo al soporte que recubrían (ver Plazas y Falchetti 1978:24).

Junturas metalúrgicas: Los dos métodos de juntas, *soldering* y *welding*⁶⁵ fueron utilizados en la cultura chavín a finales del periodo formativo (Lechtman 1988:363). Reichlen (1941b) describe varios ejemplos de Lambayeque, Perú.

⁶⁵ En español los términos equivalen a soldar.

Soldar y brazing: Se trata de una juntura que une dos componentes de metal con la ayuda de un metal de soldadura (*solder*), que es de una aleación de punto de fusión más bajo que los componentes a unir (ver **Figura 6.36.**). Eso permite fundir la soldadura sin que se derrita el objeto. La solidez de la unión depende de qué tan bien la

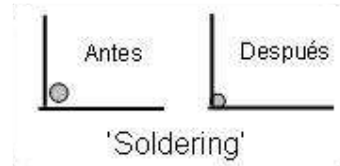


Figura 6.36.

soldadura pueda mojar el metal de base y del grado de difusión mutua (Malishev *et al.* 1967:324). Se habla de *soldering* si se trabaja a temperaturas por debajo de 427°C, arriba de eso se trata de *brazing*⁶⁶ (Lechtman 1988:362). Las aleaciones usadas para soldar hoy en día están compuestas muchas veces de estaño, antimonio y plomo (aleaciones blandas) o cobre, zinc y plata (aleaciones duras) (Malishev *et al.* 1967:325-6). De tiempos prehispánicos se han encontrado soldaduras con aleaciones de cobre, estaño, plata y oro (Lechtman 1988:368). *Protobrazing* es un método para juntar (partes de) objetos elaborados de aleaciones de oro o plata, utilizando o el cobre en sus aleaciones u óxido de cobre contenido en una matriz de adhesivo orgánico como material de soldadura. Al calentar el punto de unión en un ambiente reductor a la temperatura indicada se forma una nueva aleación que une las dos partes (Littledale 1936; Aguilar 1946:84; Root 1949a; Cuesta y Rovira 1982:49; Shimada y Griffin 1994:86). Este proceso también se conoce como ‘granulación’ y fue empleado extensivamente en Colombia y el noroeste de Ecuador.⁶⁷ Los objetos así elaborados a veces son difíciles de distinguir de piezas producidos solamente por el proceso de fundición a la cera perdida (Bray 1978:31; Plazas y Falchetti 1978:25; Carmona 1997:304). Estos errores de identificación fueron cometidos no solamente con respecto a objetos con granulación, sino incluso en el caso de la filigrana falsa y de las argollas de los cascabeles mesoamericanos que fueron mencionados como prueba de la utilización de la soldadura en Mesoamérica. Arsandaux y Rivet (1921:261) mencionan a Batres (1888), Lumholtz (1904 vol.II:402) y Spinden (1913:146), que indicaron haber encontrado piezas de filigrana y con eso pruebas de soldadura en México. Blackiston (1910:538-9) menciona el uso de filigrana en algunos cascabeles de Bell Cave en Honduras. Con respecto a las argollas de los cascabeles Aguilar (1946:84) dice:

“... la soldadura parece ser la única técnica de unión que se conoció en la época prehispánica [en Mesoamérica]. En las distintas piezas articuladas de la colección de la tumba 7 de Monte Albán, Oax., puede verse que se han unido, en particular las argollas de los cascabeles, por medio de la soldadura, en algunos de las cuales todavía se perciben las gotas del material empleado al efecto”.

⁶⁶ Malishev *et al.* (1967:324) mencionan la diferencia entre soldadura con aleaciones blandas y duras con las primeras fundiéndose a temperaturas por debajo de 350°C.

⁶⁷ Ejemplos europeos y una descripción del proceso en Andersson (2004).

Aunque no queda claro a qué cascabeles exactamente se refiere Aguilar, en general se puede decir que éstos están vaciados en una pieza, como lo afirma Hosler (1988a:329) con base en el análisis de las microestructuras de cascabeles.

Méndez *et al.* (2005:98) analizaron las uniones de cascabeles con PIXE y RBS, y no detectaron indicaciones de soldaduras. A la luz del conocimiento actual de las piezas metálicas mesoamericanas, la existencia de filigrana elaborada con alambres soldados en cantidades apreciables, parece poco factible. Alatraste de Lope (1897:518) menciona soldaduras con mercurio en el contexto mexicano, sin embargo, no parece haber pruebas sólidas de este proceso. De cualquier modo, esto no quiere decir que no existan casos donde sí se aplicaran las técnicas arriba mencionadas.

Welding: Esta técnica se distingue de la soldadura con aleaciones blandas o duras en que se funde el metal base que está soldado. Hoy en día existe un espectro de diferentes técnicas de soldadura cuya realización implica el uso de electricidad (soldadura por arco eléctrico, soldadura por contacto) o un soplete de gas, por ejemplo



Figura 6.37.

acetileno, hidrógeno, etcétera (soldadura autógena) (Malishev *et al.* 1967). Todas estas son recursos que no estaban a la disposición de los metalúrgicos prehispánicos. No obstante, Lechtman hace referencia a este tipo de soldadura (lo llama *sweat welding*) en su análisis de siete figurillas huecas de jaguares de oro procedentes del sitio Pampa Grande en la costa norte de Perú (Lechtman 1988:365; ver también Plazas y Falchetti 1978:26; para ejemplos de Ecuador, ver Bergsøe 1937:31-2). Partes de estas figurillas fueron ensambladas con clips de oro de lámina muy delgada, aumentando la superficie de contacto y facilitando la fundición superficial de los bordes. Al llevar la temperatura casi hasta el punto de fusión, el metal empieza a sudar y la unión se puede efectuar. El gran problema de esta técnica es controlar el punto de aplicación del calor y la temperatura exacta (ver Lechtman 1988:368 que dice lo mismo con respecto a la soldadura con aleación dura y un punto de fusión solamente un poco por debajo del metal base). La ventaja sobre el *soldering* es que los clips que ayudan con la unión de las partes son del mismo metal que el objeto. A diferencia a una unión con soldadura blanda o dura, que utiliza metal de diferente aleación que se distingue por su color, la técnica aquí discutida hace posible disimular la unión casi por completo.

Soldadura por presión: Otro tipo de soldado funciona por martillado (*hammer welding*), también llamado soldado por presión. Dos láminas de metal caliente son colocadas de tal manera que se solapan y son martilladas hasta fusionar. La temperatura a la que hay

que precalentar las láminas, e incluso el yunque, depende del tipo de metal usado: el oro puro se deja juntar a temperatura ambiente, mientras que la plata requiere de 500°C (Tylecote 1986:109). En Loma Negra se han encontrado objetos bimetálicos (narigueras), elaborados de láminas de oro y plata, que supuestamente fueron unidos por soldado por martillado (Schorsch *et al.* 1996:148).

6.1.3.3 Tratamiento de superficies

El brillo y el color del metal lo distinguen de todos los demás materiales utilizados en tiempos prehispánicos. El problema con la apreciación de esta calidad en especímenes arqueológicos es que muchas veces la superficie original no está conservada:

“The more subdued greens and blues of the patina that the objects have acquired with time and burial, as well as the roughness or unevenness of the patinated surface, are impediments to understanding the basic nature of the objects and the intent of their makers. In those instances in which some measure of the original gilt surface has been restored to them, they are dazzling, show-off objects. They are not discreet or subtle” (Jones 1979:95).

Lechtman (1988) y Hosler (1994a) enfatizan la importancia del color de metal para Suramérica y Mesoamérica. Lechtman (1988:371) dice:

“Once color becomes the focus of property development, we are dealing with the metallurgy of surfaces, because the color of a metal object resides at its surface.”

Existe una gran gama de diferentes procedimientos para influenciar el color y la calidad de la superficie de un objeto de metal. Esta atención al color de los objetos llevó al desarrollo de aleaciones binarias y ternarias de cobre con otros metales como estaño y arsénico, plata y oro (ver por ejemplo, Hosler 1986, 1994a; La Niece y Carradice 1989; Maclean 1993; Chase 1994; Hyne 1995). En esta búsqueda de color, el cobre (rojizo) y el oro (amarillo) son de gran importancia, porque son los únicos metales con color diferente al plateado / gris. Las aleaciones de cobre pueden cubrir un gran espectro de colores (ver **Tabla 6.3.**), como comprueba la tabla de colores de diferentes aleaciones de cobre con zinc (Taguri *et al.* 1972-73:78).

Aunque el latón no fue utilizado intencionalmente en tiempos prehispánicos,⁶⁸ resulta interesante que el desarrollo del color de la aleación no es unidireccional, yendo de un

⁶⁸ Algunos autores mencionan el zinc como elemento de composición de objetos metálicos prehispánicos, sin embargo, no queda claro si solamente son trazas. No se encontraron referencias claras al uso de aleaciones intencionales con zinc en tiempos prehispánicos.

rojizo directamente a un gris, sino que pasa por diferentes colores, incluso regresando al rojizo. La **Tabla 6.3.**, aunque no ayuda directamente a entender las aleaciones utilizadas en Mesoamérica, indica que es importante entender bien las propiedades de las aleaciones antes de aventurarse a deducir colores originales de un objeto metálico corroído con base en la composición.

Tabla 6.3. Colores de latón con diferentes concentraciones de zinc

Cobre (%)	Zinc (%)	Color
100	0	Rojizo (<i>reddish</i>)
90	10	Rojo-dorado (<i>red-gold</i>)
85	15	Amarillo-dorado (<i>yellow-gold</i>)
80	20	Amarillo-dorado fuerte (<i>bright yellow-gold</i>)
70	30	Amarillo (<i>yellow</i>)
60	40	Rojizo (<i>reddish</i>)
55	45	Rojo-café (<i>red-brown</i>)
40	60	Blanco plateado (<i>silver white</i>)
20	80	Gris zinc (<i>zinc gray</i>)

La brillantez y el resplandor (ver Saunders 1999, 2003) de los objetos de metal seguramente era uno de los factores que determinaba el valor de este material.⁶⁹ Una técnica, que caracteriza especialmente a la metalurgia de la zona Andina e Intermedia, era el dorado por eliminación (*depletion gilding*) que resaltaba este resplandor dorado. Sin embargo, otro elemento a considerar es la existencia de pátinas, que cambian la apariencia de la superficie metálica por completo. Aparte de la corrosión indeseada que destruye el objeto, se puede utilizar la oxidación superficial del metal para crear pátinas protectoras o decorativas de un color específico (Hughes 1993; Chase 1994:102-3; Delange *et al.* 2005). El uso de las pátinas decorativas se dio en diferentes ocasiones en un intento de imitar piezas arqueológicas (por ejemplo, en China y durante el renacimiento en Europa), pero llegó a su mayor desarrollo en el siglo XIX, con un gran espectro de técnicas⁷⁰ (Hughes 1993:8, 10). Chase (1994:98-9) destaca que es difícil averiguar si una patina es intencional o no, y que no existen criterios generales para facilitar esta decisión. Otra posibilidad es que el simple hecho del cambio de la superficie del metal tuviera un significado y representara un valor (ver Falchetti 2003).

Métodos como el pulimento y el tratamiento de las superficies de objetos fundidos, para remover los óxidos, deben de haber sido comunes en todas las zonas metalúrgicas, pero existe muy poca evidencia arqueológica. Especialmente en aleaciones de cobre,

⁶⁹ En este contexto, sorprende que en América aparentemente no existían espejos de metal, como se conocían de China, India y Europa (Meeks 1988, 1993, 1995; Pillai *et al.* 1992 y Shoukang y Tangkun 1993).

⁷⁰ Referencias a técnicas antiguas se encuentran, por ejemplo, en la *Historia Natural* de Plinio (Pliny: Natural History 1961) y literatura sobre alquimia.

las superficies normalmente no se conservaron y casi nunca es posible su investigación. Aun así, Chase (1994:94) subraya la importancia del terminado de un metal al insistir que de ello depende la apariencia del objeto. Por otro lado, hay que tomar en cuenta el caso de las ofrendas muiscas que no recibieron ningún tipo de acabado final:

“... no fueron pulidas, ni doradas; su superficie es rugosa y en muchas ocasiones conservan aún los conductos y embudos de fundición que no fueron retirados” (Falchetti 1989:6).

Al parecer, la función principal de estas piezas fue la ofrenda (Falchetti 1989:29; ver también Plazas y Falchetti 1978:44) y los dioses, aparentemente, no requerían un acabado final de sus ofrendas. Probablemente la forma y el material transmitían los mensajes necesarios y darles a las piezas un tratamiento de superficie hubiera sido una pérdida de tiempo y recursos. En muchos otros casos, especialmente si los objetos metálicos fueron utilizados para impresionar a los humanos, el terminado superficial y el color del metal eran elementos centrales para su valoración. Existen varias técnicas que se utilizaron en América para modificar las superficies de objetos metálicos. El enfoque principal para la aplicación de algunas de éstas parecen ser aleaciones que contienen oro y / o plata. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que las mismas técnicas –esta vez no para dorar o platear, sino para quitar óxidos y resaltar el brillo del metal– también pueden haberse utilizado para aleaciones de cobre.

Dorado y plateado: Análisis superficiales de objetos dorados o plateados pueden dar una imagen falsa de la composición elemental (ver La Niece 1998). Sin embargo, utilizando las técnicas de RBS y PIXE diferencial se puede comprobar la existencia de capas superficiales de composición diferente al cuerpo del objeto (Demortier y Ruvalcaba 1996; ver Ruvalcaba y Demortier 1996, 1998; ver también Calliari *et al.* 2001 para referencias a otros métodos). En muchos casos, sin embargo, resulta muy difícil decidir si el proceso fue utilizado a propósito o no (ver Ruvalcaba *et al.* 2004). Existen varias técnicas para dorar o platear las superficies de objetos metálicos.

Dorado por eliminación: También llamado *mise en couleur*, dorado por depleción de cobre, enriquecimiento de superficie (con plata),⁷¹ dorado por oxidación, dorado por reducción⁷² o dorado por aparición del oro.⁷³ Según Lechtman (1988:372), existen en

⁷¹ Esta expresión, utilizada por Franco y Macías (1994:172), no describe bien el proceso, porque no se añade plata sino que se retira cobre de la superficie del objeto.

⁷² El último término (dorado por reducción) solamente se encuentra en González (2005:86) y probablemente es una mala traducción del término inglés *depletion*. Para una descripción del proceso, ver también Bergsøe (1938), Reichlen (1941b), Stone y Balser (1958:21-2), Scott

América varias aleaciones cuyo fin principal es la creación de superficies doradas o plateadas. Una de las aleaciones más importantes para este proceso es la *tumbaga* (o *guanín*), que es una aleación de cobre con oro y en algunos casos plata. Los orfebres prehispánicos probablemente utilizaron jugos ácidos de plantas⁷⁴ u orina rancia para encurtir (*pickle*) el metal y quitarle la capa de óxidos que se forma después de forjar y recocer la aleación. Francisco López de Gómara (1511-1565) en su *Historia general de las Indias y conquista de México* escribe de los indios de la región de Santa Marta, Colombia:

“There is much gold in Santa Marta and copper which they gild with a certain crushed and macerated herb. They rub the copper [tumbaga] with this and put it in the fire. It takes on more color the more herb they apply to it, and it is so fine that in the beginning it deceived many Spaniards” (Gómara, citado en Root 1949b:220).

El caso de un engaño utilizando esta técnica fue relatado a través de la documentación del proceso del oidor Juan Montaña contra Juan de Azpelata, encomendero de los pueblos malibúes de Zimpiegua, Nicao y Tamalameque, en el actual departamento del Cesar, Colombia, en 1555 (Archivo General de Indias, Justicia 587-A, f. 600-793, ver Martínez 1989). Juan de Azpelata mandó hacer 42 pares de manillas de baja ley y los pagó como tributo a un *calpixque* suyo en Malambo. En estas actas del juicio hay una explicación detallada del proceso de dorado (citado en Martínez 1989:53):

“E luego la hierba que trajeron para le dar color se molía en una piedra, e así molida la echaron en una olla chiquita que traían, e le echaron agua e sal molida blanca, e lo menearon todo e deshicieron en la dicha olla. E limpiaron la dicha manilla con un poco de arena blanca menuda que traían en una hoja de mazorca de maíz, con las manos e agua. [...] e tornó a soplar la dicha candela hasta que estuvo caliente, e la sacó e metió en el agua, e luego la metió en la dicha olla de agua y hierba molida e sal, donde la tuvo metida, metiéndola e sacándola dentro, meneándola con un palo a una parte e a otra gran rato. E después la sacó e tornó a fregar en las manos con la dicha arena un rato.”

Después de repetir este proceso varias veces (citado en Martínez 1989:53):

(1983). Rovira (2004:84:88) argumenta que el método fue desarrollado en lo que llama el Bloque Colombiano y exportado, a través de Ecuador, a la costa norte de Perú.

⁷³ Esta expresión solamente se ha encontrado en Macías (1991:131).

⁷⁴ Plazas y Falchetti (1978:35) mencionan el uso del jugo de plantas de la familia *oxalis* en Ecuador y Colombia (ver Bray 1972:29, 1978:38; ver también Torres y Franco 1996:101 para el caso de México).

“E la sacó [de las brasas] e metió en el agua. E de allí la sacó e tornó a meter en la dicha olla de hierba, agua e sal, e la tuvo dentro meneándola con un palo delgado de una parte a otra. E después la dicha olla puso sobre las brasas, dentro de ella la dicha manilla, e sopló hasta tanto que hirvió la olla con la manilla dentro, e así hirviendo la meneó con el dicho palo a una parte e a otra.”

En la descripción del proceso de fundición a la cera perdida en Mesoamérica en el *Códice Florentino* (ver cita completa en **Anexo I**) también se menciona un tratamiento posterior al vaciado que daba un color dorado:

“And when it was cast, whatsoever kind of necklace it was which had been made – the various things here mentioned – then it was burnished with a pebble. And when it had been burnished, it was in addition treated with alum; the alum with which the gold was washed [and] rubbed was ground. A second time [the piece] entered the fire; it was heated over it. And when it came forth, once more, for the second time, it was at once washed, rubbed, with what was called ‘gold medicine.’ It was just like yellow earth mixed with a little salt; with this the gold was perfected; with this it became very yellow. And later it was polished; it was made like flint, to finish it off, so that at last it glistened, it shone, it sent forth rays” (Anderson y Dibble 1950-82 vol.IX:75).⁷⁵

Si se trata de una aleación ternaria (cobre-oro-plata), la superficie enriquecida en oro y plata tiene un tinte dorado pálido. Para alcanzar un color de oro puro, había que reducir no solamente la cantidad de cobre sino también la cantidad de plata en la aleación superficial (Lechtman 1988:373). Mientras que el cobre se deja eliminar por procesos de oxidación, estudios de laboratorio (Lechtman 1988:373) indican que la reducción de la plata era posible con ácidos minerales de sulfato férrico y cloruro sódico en solución acuosa.⁷⁶ El proceso fue utilizado para dorar aleaciones que contenían 12 % de oro o más (Lechtman 1984a:28; 1988:373) (ver **Figura 6.38.**).

Las aleaciones de cobre con plata son muy fuertes y se prestan para ser martilladas en láminas delgadas o para uso como soldadura (*solder*). Un lingote de este metal tendrá dendritas de una fase beta rica en cobre en matriz de eutéctico (28 % plata y 72 % oro). Al martillar el metal se separan las fases ricas en cobre o plata y forman una superficie moteada. Las ‘capas’ de metal de diferentes composiciones dan la fuerza al metal (Root 1949a:30). En el proceso de forjar, recocer y quitar los productos de oxidación superficiales, la superficie antes moteada queda paulatinamente mermada de cobre y se

⁷⁵ Ver también el comentario de Easby (1955-1957:96-7).

⁷⁶ En Nariño, Colombia, algunos objetos de oro pueden contener hasta 50 % de plata (Bray 1978:38). Era necesario usar ácidos más fuertes para lograr un dorado por eliminación.

conserva una capa superficial de plata pura. Este proceso es inevitable al martillar láminas con por lo menos 10 % de plata, pero también puede ser utilizado concientemente para formar una superficie plateada en un objeto elaborado de una aleación que consiste en su mayor parte de cobre⁷⁷ (Lechtman 1979, 1984a:22, 1988:354). El proceso funciona de manera similar con una aleación de cobre con oro (Lechtman 1988:372).

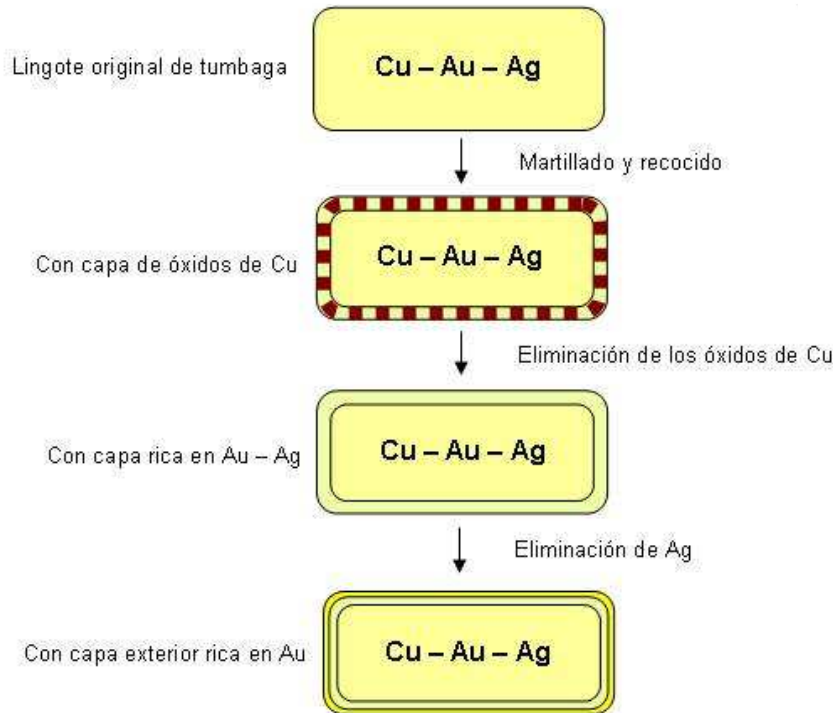


Figura 6.38. El proceso del dorado por eliminación

Para compactar, consolidar y fijar la capa de oro⁷⁸ (o de plata), después de eliminar el cobre (y posiblemente la plata) se podía calentar y bruñir la superficie del objeto y así crear la ilusión de una pieza de oro puro o de 24 kilates.⁷⁹ Rovira (2004:87) analizó una lámina dorada que presenta una microestructura que indica martillado sin recocido

⁷⁷ Franco y Macías (1994:172) mencionan un caso de un cascabel supuestamente plateado por eliminación, con solamente 0.16 % de plata. Sin embargo, la cantidad de plata parece muy baja para que este proceso sea exitoso.

⁷⁸ Ver Meeks (1998:foto 6) para una microfotografía que muestra la porosidad de la superficie dorada sin compactar.

⁷⁹ Root (1949b:220-1) indica que probablemente funciona con sólo el calentamiento, dado que existen cascabeles que presentan, al remover el lodo del interior (parece que no se refiere al núcleo sino a lodo introducido al interior del cascabel después de la deposición), la superficie interior dorada.

como último paso en el proceso de dar forma al objeto. Sujetar la lámina a temperaturas arriba de 400°C por periodos prolongados hubiera causado una recristalización. Dado que la superficie dorada de la lámina no es porosa, Rovira sugiere que solamente fue bruñida sin necesidad de calentamiento.

En el área de Nariño, al sur de Colombia, los orfebres utilizaron esta técnica para dar un decorado de diferentes tonalidades de dorado a sus piezas (Plazas y Falchetti 1978:35). Este efecto se podía alcanzar raspando y eliminando la capa dorada en determinadas zonas del objeto, para dejar al descubierto el color rosado original de la tumbaga. Otra opción era el tratamiento selectivo de diferentes zonas del objeto con ácido (Lleras 2005b:27).

Lechtman (1977:9) indica que el uso de esta técnica de dorado define el estilo metalúrgico de las culturas andinas.

Reemplazo electroquímico: Los procesos de dorado por eliminación (*depletion gilding*) y reemplazo electroquímico (*electrochemical replacement plating*) fueron usados primero por los metalúrgicos de la cultura moche (100 a.C. – 800 d.C.) en la costa norte de Perú y se encontraron objetos con superficies tratadas de esta manera en el cementerio de Loma Negra en el Valle de Piuraque (Schorsch *et al.* 1996; ver también Lechtman 1984b).

Experimentos llevados a cabo por Lechtman (1984a:17) indican que se puede disolver oro o plata en soluciones de sales minerales como sal (NaCl), nitrato de potasio (KNO₃) o alumbre potásico (KAl(SO₄)₂•12H₂O), y que objetos de cobre sumergidos en estas soluciones son cubiertos con una finísima capa regular del metal en solución (0.5 – 2 μm). Para que funcione este proceso electroquímico, las irregularidades superficiales de la lámina de cobre funcionan como ánodos y los iones de oro se depositan en las áreas catódicas adyacentes. Al calentar el objeto así cubierto a temperaturas entre 500 y 800°C se produce difusión en el estado sólido y la capa superficial se fija en su base (Lechtman 1988:371-2). Centeno y Schorsch (1996) identificaron dorados con las mismas características arriba mencionadas en piezas atribuidas a la cultura vicús. Eso les hace llegar a la conclusión que tanto los orfebres moche como los vicús emplearon la técnica de reemplazo electroquímico y que “existía una tradición metalúrgica compartida por los habitantes del Valle de Piura durante el Periodo Intermedio Temprano” (Centeno y Schorsch 1996:182). La diferencia en la profundidad de la difusión del oro o la plata en el sustrato (2-4 μm y 5-6 μm) parece indicar que los

objetos vicús fueron sometidos a un tratamiento de calor más prolongado (Centeno y Schorsch 1996:180).

Ruvalcaba y Demortier (1996) identificaron el uso de un plateado electroquímico en dos pendientes procedentes del norte de Colombia, en estilo tairona.

Otras formas de dorado y plateado: Otras formas de dorar o platear superficies, como por ejemplo el uso de hojas o láminas de oro o el sumergimiento de un objeto en oro fundido, solamente tenían un uso restringido temporal y localizado geográficamente (Stone y Balsler 1958:22-3; Lechtman 1988:375). En Pampa Juárez, cerca del sitio Vicús, se encontró un taller (fechado entre el siglo III y IV d.C.), y algunas de las piezas procedentes de allí presentan dorado. Se supone (Makowski y Velarde 1996:103) que se trata de un dorado por inmersión, como lo describe Bray (1990). En otra pieza, un disco ornamental con orificio central, se ha detectado un dorado mecánico con una capa de 1 - 2 μm (Makowski y Velarde 1996:107). Centeno y Schorsch (1996:169-70) mencionan el dorado por difusión, que consiste en la aplicación de una capa de oro que después se bruñe con la pieza en estado caliente (ver Scott 1986b, para ejemplos de Ecuador y Colombia), y el dorado por fusión, que consiste en bañar un objeto de metal, con un punto de fusión más alto, en oro fundido (ver Bergsøe 1938, y Scott 1986a para ejemplos de Ecuador y Colombia). Aguilar (1946:84), al mencionar un 'dorado al fuego' parece hacer referencia a una práctica muy parecida. La Niece (1998:foto 14) da un ejemplo de una microestructura del dorado por fusión (ver **Figura 6.39.**).

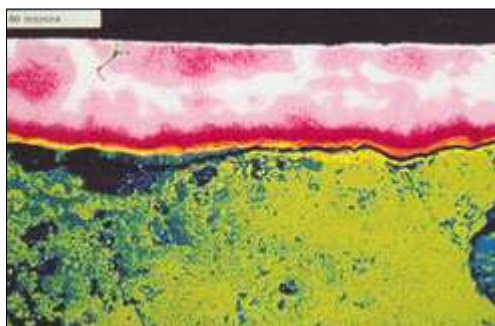


Figura 6.39. Micrografía de objeto dorado por fusión. Capa con alto contenido de oro arriba y el cuerpo del objeto rico en cobre abajo (de La Niece 1998:foto 14)

Meeks *et al.* (2002) describen unos pendientes de oro de una máscara, procedente de la cultura La Tolita de Ecuador, que presentan una capa de platino que es unida a la base de oro como lámina delgada por martillado y calentado. El oro que se utilizó para el conglomerado por fusión con el platino se diferenciaba del oro de la máscara por un contenido de plata más alto. Meeks *et al.* (2002:282) sugieren que probablemente se usó esta aleación para no cambiar el color pálido del platino.

El uso de la técnica de dorado por amalgamación,⁸⁰ que implica la disolución de oro en mercurio, no ha sido comprobada en América (Aguilar 1946:88; Root 1949b:221; Centeno y Schorsch 1996:170), aun si Martínez (1897:433) y Barba y Piña Chan (1989:215) mencionan esta práctica y la abundancia de mercurio⁸¹ en los estados mexicanos de Guerrero y Michoacán. En el cementerio de Ayalán (periodo de integración tardío, aproximadamente 1250 - 1534 d.C), en la costa sur de Ecuador, se encontraron anillos con capas de oro sobre un sustrato de cobre. No se determinó de qué tipo de dorado se trata (Ubelaker 1981).⁸²

Pulido y bruñido: En el Sector I del Cerro de los Cementerios, Batán Grande en Perú, se encontraron pastillas cónicas elaboradas de un material abrasivo, en gran parte carbonato de calcio con arcilla y arena, que probablemente sirvió para el pulimento de metal (Epstein y Shimada 1983:fig.17; Shimada y Merkel 1991:85). Material muy parecido y con uso similar se encontró también en Batanes del Tablazo. El material conserva ranuras y depresiones en su superficie, probablemente causadas por el uso como pulidor (Lechtman 1991:59, fig.8).

Sin embargo, no existe mucha información arqueológica o etnohistórica sobre el tratamiento de superficie y, como se mencionó arriba, no se puede observar el trabajo en las piezas mismas (especialmente aleaciones de cobre) debido a las alteraciones por corrosión. Aun así, Grinberg (1996:463) afirma que en Mesoamérica las piezas metálicas fueron habitualmente pulidas después de ser coladas. En esta probablemente tiene razón, dado que tanto el martillado (debido a la oxidación en el momento del recocido) como el vaciado (oxidación parcial de las superficies al enfriarse el objeto en el molde), especialmente si se está utilizando cobre o sus aleaciones, hacen necesario un tratamiento de las superficies, sea mecánico o químico, para la presentación de un metal resplandeciente. En el *Códice Florentino* (Anderson y Dibble 1950-82 vol.IX:73-5) se afirma que se pulieron los objetos de oro con un guijarro⁸³ (ver cita arriba). Chase (1994:92) indica, con respecto a la metalurgia china, que las técnicas de terminación abrasivas probablemente tienen su raíz en la industria de jade. Parece posible que también en América se haya dado esta transferencia de técnicas y materiales.⁸⁴ En el

⁸⁰ Para descripciones, ver Oddy (1993); Anheuser (1996); Aucouturier *et al.* (2002).

⁸¹ Alatraste de Lope (1897:518) menciona mercurio en el contexto de soldaduras en México, pero parecen faltar pruebas.

⁸² Para otras formas y ejemplos de dorado, ver Oddy (1993). Referencia a superficies pintadas en Hyne (1995:28).

⁸³ Caso (2002 [1965]:391) menciona el uso de piedras duras como ágata o cuarzo para pulir cerámica.

⁸⁴ Ver también la investigación analítica y experimental del trabajo de concha de artefactos procedentes de las ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlan de Velázquez (2004).

Códice Florentino se menciona el esmeril de pedernales o *tecpaxalli* como medio para abrazar, limpiar y pulir sin especificar sobre qué material se aplicaba:

“It is crushed, pulverized, ground. It is flint. It is fragmented, broken up, fine, much ground, very fine, completely ground, all ground like pinole; powdery. It is a medium for cleaning, for polishing, for thinning, for scouring. It is a polisher of things, a smoother of things” (Anderson y Dibble 1950-82, vol.XI:238).

Mirambell (1968:28) define los términos abrasión, pulido y bruñido para el trabajo lítico de la siguiente manera:

“Aunque abrasión, pulido y bruñido son tres fases de un mismo proceso, el desgaste, la intensidad de cada una de ellas es diferente así como los implementos utilizados para tales fines; las tres fases son realizadas a base de frotación del objeto usando un agente intermedio que es el que normalmente trabaja.”

Oviedo menciona en su *Historia general y natural* que los indios de Natá utilizaron heces secas de cocodrilo para pulir metal (ver Bray 1972:29). En un documento antiguo de la región de Tamalameque, Colombia, el proceso de pulimento está descrito (Tamalameque 1955, Archivo de Indias, Sevilla, en Plazas y Falchetti 1978:36) como efectuado con agua y arena fina en una hoja de mazorca de maíz.

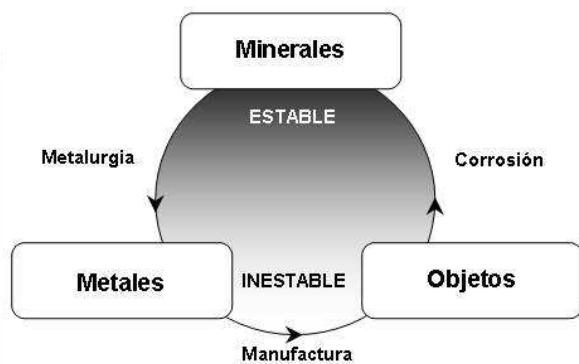
Además, como se pudo observar en la discusión del proceso del dorado por eliminación, las capas de óxidos de cobre también se dejan retirar por medio de tratamientos con ácidos. Eso parece especialmente interesante en el caso de los cascabeles con filigrana falsa, que probablemente eran difíciles de limpiar completamente con métodos mecánicos. También existen ejemplos de piezas cuyas superficies son atacadas con ácidos a fin de crear un efecto mate y parcialmente pulido, para así alcanzar diferentes texturas en los objetos (Plazas y Falchetti 1978:36).

6.2. ESTADO DE CONSERVACIÓN Y ANÁLISIS DE METALES

El metal, como casi ningún otro material, guarda en su composición y microestructura huellas del proceso de trabajo del cual ha sido sujeto. Como se mencionó en el apartado anterior, la composición y microestructura del objeto tienen una influencia directa sobre el aspecto general y las propiedades mecánicas del metal. Eso implica que los objetos de éste pueden contener un gran espectro de información acerca del contexto en que fueron elaborados. Sin embargo, la gran mayoría de los objetos de metal no es estable, sino en constante proceso de cambio debido a un ataque químico. Todas las propiedades del metal, incluyendo el color, sonido, forma, volumen, dureza, flexibilidad, entre otros, pueden cambiar bajo los efectos de la corrosión (Bertholon y Relier 1988:62; González Tirado *et al.* 2001:22). Es por eso que este proceso químico tiene que ser entendido y tomado en cuenta al analizar los objetos e interpretar los resultados.

6.2.1 Corrosión

“Corrosión es un término general para el deterioro de metales por una reacción química con el ambiente” (Goffer 1980:252). La gran mayoría de los metales, si no se toma alguna medida de protección, entran en un proceso de corrosión, sin importar el ambiente en que se encuentren (aire, tierra o agua). Con el tiempo los metales empiezan a deslustrarse y, dependiendo del tipo de corrosión presente, pueden formar una pátina protectora o ser corroídos hasta no quedar ningún resto de metal sano. Con eso se pierde o se oculta mucha de la información que contiene el artefacto (Geilmann 1967; Bertholon y Relier 1988:60, 63; Chase 1994).



(Adaptado de Goffer 1980:253; Bertholon y Releer 1988:60)

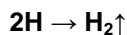
Figura 6.40. El ciclo de elaboración y corrosión de un objeto

En el contexto de esta investigación, es de gran importancia el comportamiento de la corrosión del cobre y de sus aleaciones. En general, se puede decir que los metales no son estables (el oro es la excepción más importante) y, en contacto con el ambiente, se transforman en un compuesto más duradero: se forman sales minerales parecidas a la mena de la que los metales fueron reducidos, y se libera la energía que

los humanos invirtieron en fundirlos de sus minerales (Rosenfeld 1965:216; Butler e Ison 1976:226; Goffer 1980:252-3; Bertholon y Relier 1988:60).

Metal + ambiente ↔ Compuesto metálico estable + energía

Este proceso solamente puede ser frenado pero nunca detenido (ver **Figura 6.40.**). Scott (1991:43; ver también Tylecote 1979) indica que los procesos de corrosión que actúan sobre los objetos arqueológicos pueden ser diversos, pero en general son mejor representados con reacciones electroquímicas. Si un metal está en contacto con una solución acuosa ionizada, un electrolito, los átomos del metal forman iones positivos y entran en solución. Para equilibrar la carga eléctrica, algunos de los iones positivos de la solución aceptan los electrones de los átomos metálicos y se vuelven neutrales: en soluciones ácidas los iones de hidrógeno se vuelven átomos y pueden salir de la solución en forma de gas (H₂).



En soluciones neutrales, donde la concentración de iones de hidrógeno es muy baja, los electrones pueden reaccionar directamente con el oxígeno del aire, formando iones de hidróxido. Con éstos empiezan a reaccionar los iones metálicos.



Entonces, la corrosión es un proceso electroquímico que hace necesaria la presencia de un ánodo, donde hay un proceso de oxidación por el cual entran en solución iones metálicos (o forman una capa en la superficie del metal); un cátodo, donde los iones de hidrógeno y las moléculas de oxígeno (O₂) son reducidos; un electrolito y un 'camino metálico' para el flujo de los electrones (ver Butler e Ison 1976:226). La velocidad de la corrosión depende en gran parte del ambiente y está determinado, por ejemplo, por su grado de humedad, porosidad de la tierra, acidez (pH), temperatura y la presencia de sales (Goffer 1980:255; González Tirado *et al.* 2001:23). Una de las mayores diferencias entre la corrosión atmosférica y la de objetos enterrados o sumergidos es que en los dos últimos casos existe la posibilidad de un gradiente electroquímico sostenido, que implica la continuación del proceso hasta destruir el objeto por completo. Investigaciones en Suecia llegaron a la conclusión de que el aumento de acidez del suelo desde la segunda mitad del siglo XIX ha causado un deterioro significativo en los

artefactos de bronce enterrados. Por otro lado, encontraron que la composición de los bronce no tenía influencia en el estado de conservación (Ullén *et al.* 2004:388). Chase (1994:96), por otro lado, indica que cobre puro se deslustra más rápido que los bronce, los cuales –conforme aumenta su contenido de estaño– se tardan cada vez más en ser afectados. La resistencia a la corrosión destructiva de estas últimas aleaciones (con un contenido de $\approx 26\%$ de estaño) puede deberse a la formación de una capa especialmente estable de óxidos sobre una estructura fina de eutectoide (*finely divided eutectoid*) (Chase 1994:100). Tylecote (1979) también menciona la buena resistencia de los bronce de estaño contra la corrosión, pero resalta que se debería tratar de estructuras de soluciones sólidas alfa con un contenido máximo de estaño de 13.5 %, sin trabajo en frío. Pequeñas cantidades de arsénico ayudan a proteger el metal aún más.

En general, los metales se dejan dividir en tres grupos determinados por su comportamiento de corrosión: (1) metales que resisten corrosión (por ejemplo, oro⁸⁵), (2) metales que forman una capa de protección contra corrosión continua (por ejemplo, cobre y bronce) y (3) metales que se corroen rápidamente y no forman una capa de protección (por ejemplo, hierro) (Goffer 1980:256).

Pero incluso dentro de estos grupos hay diferenciaciones. Éstas se dejan expresar en una serie galvánica que pone los metales en un orden relativo, según su facilidad de corroerse en agua de mar. El orden de esta lista (ver **Tabla 6.4.**) puede cambiar en otros medios.

Serie galvánica de metales y aleaciones en agua de mar	
Noble o catódico	Platino
	Oro
	Plata
	Bronces (Cu-Sn)
	Cobre
	Latón (Cu-Zn)
	Estaño
	Plomo
	Acero y hierro
Activo o anódico	Zinc

Tabla 6.4. Serie galvánica

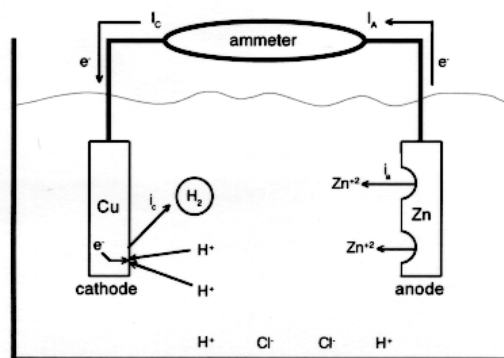
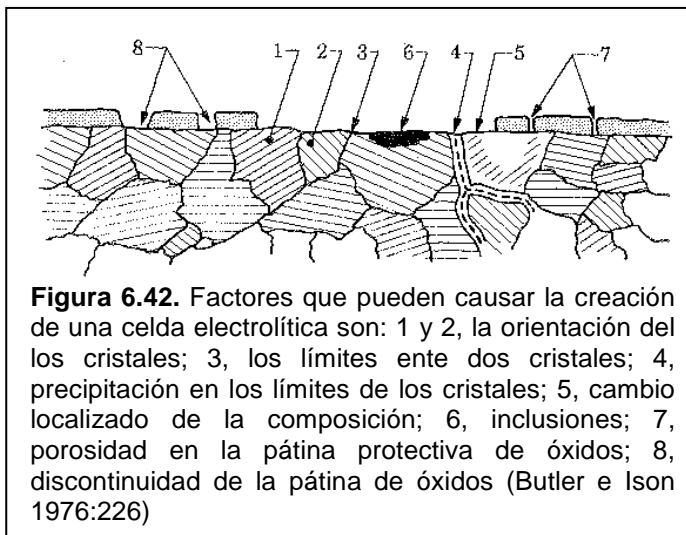


Figura 6.41. Celda electroquímica

(Tomado con cambios del sitio web <http://www.tu-darmstadt.de/fb/ms/student/fs/german/lab/w10/mse10-3.htm>, sitio web consultado 04.06.06)

⁸⁵ Sobre el problema de la corrosión y conservación de aleaciones de oro, ver Scott (1990).

Un tipo de celda electrolítica se puede formar con dos metales con diferentes posiciones en la serie galvánica⁸⁶ (uno forma el ánodo que se oxida, el otro el cátodo, ver **Figura 6.41.**). Reichlen (1941b:178) describe los resultados de una combinación tal al comentar la diferencia de estado de conservación entre unos objetos de cobre en buen estado y otros de cobre dorado muy oxidados.



Las celdas electrolíticas, no obstante, se pueden formar incluso en un mismo metal, si hay pequeñas diferencias de composición, fallas en la superficie del metal (ver **Figura 6.42.**), o contrastes en las condiciones ambientales en diferentes puntos del metal (diferencia de temperatura, diferencia en la cantidad de sales u oxígeno, presencia de ciertas bacterias). En la superficie de un

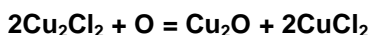
metal se pueden tener miles de estas micro celdas que causan el deterioro del objeto (Goffer 1980:256; Butler e Ison 1976:227).

Los productos de la corrosión pueden formarse en diferentes capas y son químicamente muy parecidos a los minerales de los que se extrajeron los metales. Como productos de la corrosión de cobre existen óxidos, carbonatos, cloruros, sulfatos y sulfuros, que pueden tener un espectro de colores que abarca matices de negro, pasando por varios tonos de verde y azul hasta amarillo y rojo (Goffer 1980:259). Tan sólo el cloruro de cobre puede tener colores de verde fuerte hasta negro (Rosenfeld 1965:216). La corrosión tiende a tener una estructura de capas, de las cuales la primera (interior) muchas veces es de cuprita, y la capa exterior puede ser de malaquita $[\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2]$, azurita $[\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$, brocantita $[\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6]$, atacamita $[\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3]$ y / o

⁸⁶ También se habla de los potenciales estándar de electrodos. La facilidad con que los metales forman iones se relaciona con su potencial estándar de electrodos para la reacción metal / ión metálico. Mientras más negativo sea este potencial –con relación al electrodo estándar de hidrógeno (SHE)–, más fácil resulta para el metal formar iones y corroer. Los metales con valores más altos son más nobles y no se corroen (ver http://www.engineeringtoolbox.com/electrode-potential-d_482.html, sitio web visitado 15.08.2007). Butler e Ison (1976:227-8) indican, sin embargo, que la serie galvánica tiene más relevancia para entender el comportamiento práctico de metales.

antlerita $[\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4]$. En bronce con un contenido considerable de arsénico también se puede esperar el olivenita $[\text{Cu}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})]$. En contacto con hueso se forma libetenita $[\text{Cu}_2(\text{PO}_4)(\text{OH})]$. El estaño de un bronce forma $\text{SnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, que es insoluble y puede enriquecerse en la capa exterior. Además tiene gran capacidad de absorber elementos de su entorno (Geilmann 1967:90; Hughes 1993:5; González Tirado *et al.* 2001:27). La capa exterior puede tener una superficie compacta o irregular y abierta (Hughes 1993:5). La superficie original del objeto puede encontrarse entre dos capas de corrosión, al interior de una capa o en casos raros en la superficie del metal sano (Bertholon y Relier 1988:64). Eso tiene implicaciones para cualquier intento de restauración de la pieza (Bertholon y Relier 1988; ver también Cruz Flores 1992; Tapia 1999).

En el caso de bronce o cobre, las capas de corrosión pueden ser estables en un objeto enterrado. Sin embargo, la presencia de cloruros puede causar un avance rápido de la corrosión (Tylecote 1979:350; Franco *et al.* 1992) si se combina con oxígeno para formar cloruro de cobre y cuprita.



El cloruro de cobre (por ejemplo como parte de atacamita $[\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2]$) es activo y reacciona con el metal sano, causando la creación de más cloruros que de nuevo reaccionan con oxígeno, etcétera.



Con la presencia de suficiente oxígeno, esta 'enfermedad del bronce'⁸⁷ forma capas de un depósito verde pálido y polvoso, y puede destruir un objeto por completo⁸⁸ (Rosenfeld 1965:217; Goffer 1980:260).

Aparte de la corrosión indeseada que destruye el objeto, se puede utilizar la oxidación superficial del metal para crear pátinas protectoras o decorativas de un color específico (Hughes 1993; Chase 1994:102-3; Hyne 1995; ver también **Subcapítulo 6.1.3.3.** sobre los tratamientos de superficie).

⁸⁷ También llamado 'cáncer de bronce' (Franco *et al.* 1992).

⁸⁸ Ver discusión del agua de la fuente de Peirene sobre los bronce de Corintia (Caley 1941).

6.2.2. Análisis de objetos

Como se indicó antes, en algunos casos los artefactos terminados son los únicos indicadores del proceso metalúrgico. La forma y el contexto de hallazgo del artefacto pueden dar información sobre su probable uso, mientras que la forma del objeto y la microestructura del metal informan sobre el proceso de producción: los pasos de producción de un objeto metálico, sea por martillado o vaciado, dejan huellas características en la microestructura del metal, las cuales se pueden identificar al observar una muestra en un microscopio óptico.⁸⁹ Otro tipo de información sobre el proceso de producción la proporciona el análisis de composición de los metales, que se averigua con una gran gama de técnicas analíticas diferentes (ver por ejemplo Thompson 1963; Emoto 1967; Franco 1977; Flores y Flores 1980; Glascock *et al.* 1984; Guerra 1998; Fleming y Swann 1993; Ingo *et al.* 1997; Nir-El 1997; Ruvalcaba y Demortier 1997; Climent-Font *et al.* 1998; Gigante y Cesareo 1998; Watling *et al.* 1999; Mantler y Schreiner 2000; Chapdelaine *et al.* 2001). La morfología y la información composicional pueden ser criterios de agrupación de los artefactos. Además, la composición de los artefactos de metal puede proporcionar cierta información (muchas veces muy ambigua) sobre la procedencia del objeto y / o de su materia prima. Los próximos párrafos son dedicados a las posibilidades y limitaciones de este tipo de análisis.

Como se mencionó antes, la corrosión es un fenómeno que afecta constantemente a la mayoría de las piezas de metal. La pérdida en el proceso de corrosión de una aleación no es pareja para todos los metales, sino que existen pérdidas preferenciales por un lado y enriquecimientos por otro. Eso es un problema serio para métodos de análisis superficiales.⁹⁰

Los bronce con relativamente altos contenidos de estaño pueden perder su componente de cobre, dejando la fase rica en estaño que se convierte en casiterita (SnO₂). Así, las calidades de la superficie del objeto, incluyendo el brillo, se pueden conservar (Hughes 1993:6). El latón, por otro lado, pierde preferencialmente el zinc, proceso que puede ser detenido si hay pequeñas cantidades de arsénico presente (Butler e Ison 1976:229; Tylecote 1979:351). En la investigación de hervidores de

⁸⁹ Ver por ejemplo Voce (1961) y Scott (1991) para descripciones de la preparación de muestras y la interpretación de las estructuras.

⁹⁰ Otro tipo de alteración de superficie común que causa problemas con los análisis es el dorado por eliminación de objetos de tumbaga (ver La Niece 1998).

(aleaciones de) cobre del noreste de E.E.U.U. se pudo comprobar una pérdida por corrosión más marcada de los elementos mayores (zinc y cobre) que de los elementos traza. También se observó que había una importante diferencia en los resultados de INAA (*Instrumental Neutron Activation Analysis*) entre metal atacado químicamente, metal limpiado mecánicamente (*digital abrasion*) y los productos de corrosión. Los últimos resultaron mucho más heterogéneos, con elementos traza que en algunos casos tenían concentraciones comparables con los del metal sano, y en otros casos fueron enriquecidos por un factor entre cuatro y seis (Moreau y Hancock 1999:1119).

“... corrosion products produce a data cluster located far from, and exhibit a much larger degree of heterogeneity and dispersion than, the digitally abraded material” (Moreau y Hancock 1999:1124).

Denker *et al.* (2005) notaron un ligero aumento en estaño y un aumento en plomo, mientras que el cobre disminuyó en las capas de corrosión de unas monedas chinas. Climent-Font *et al.* (1998:235-6) y Delange *et al.* (2005:109)⁹¹ detectaron las mismas tendencias en sus análisis. Wadsak *et al.* (2000) examinaron secciones de objetos de aleación de cobre con capa de corrosión con una combinación de microscopía óptica, *micro energy dispersive X-ray fluorescence análisis* (μ -EDXRF), *time of flight secondary ion mass spectrometry* (TOF-SIMS) y *scanning electron microscopy con energy dispersive X-ray microanalysis* (SEM/EDX). Encontraron un contenido de cobre reducido en la capa de corrosión y al mismo tiempo un aumento de estaño y plomo con respecto al metal sano. Mantler y Schreiner (2000:16) llegaron a resultados muy parecidos con respecto a monedas de una aleación de cobre y plata. Por la pérdida de cobre de las capas exteriores, se observó un enriquecimiento relativo de plata. Guerra (1998:76) menciona que los bronce con plomo son especialmente difíciles de analizar, dado que los precipitados de plomo y estaño pueden estar presentes en concentraciones al azar en todo el objeto. Swann *et al.* (1992:500-1) mencionan un aumento importante del contenido de estaño y plomo (con respecto al centro de la pieza) en las capas de corrosión, encontradas en una punta de lanza china.

Por el análisis de suelos de humus arenoso en contacto con objetos de bronce (Geilmann 1967:109) se llegó a la conclusión de que la pérdida de cobre era

⁹¹ Para mejorar los resultados, proponen el uso de PIXE de alta energía combinado con PIGE, para tener información sobre la superficie y el interior de la pieza, sin necesidad de preparación de muestra. Ingo *et al.* (2000, 2004) plantean la gran utilidad de GDOES (*Glow discharge optical emission spectrometry*) para ver perfiles de profundidad de composición elemental, con el fin de monitorear los cambios de composición en la capa de corrosión hasta una profundidad de aproximadamente 120 μ m.

considerable y además se encontraron cantidades pequeñas de níquel y plomo. El estaño, antimonio y arsénico solamente se filtran al suelo (en el proceso de eliminación de la capa de corrosión) en cantidades muy reducidas (Hyne 1995:52). Estos resultados confirman las conclusiones basadas en la comparación de los análisis químicos del metal y de la capa de corrosión de un objeto (Geilmann 1967:98). La cantidad de metales que es retenida en el suelo tiene un límite de concentración máxima que aparentemente depende del tipo de suelo (Geilmann 1967:110-1). Geilmann (1967:123) llega a la conclusión de que la pérdida diferencial de elementos de la capa de corrosión vuelve imposible deducir la composición del metal en un análisis de los productos de corrosión.

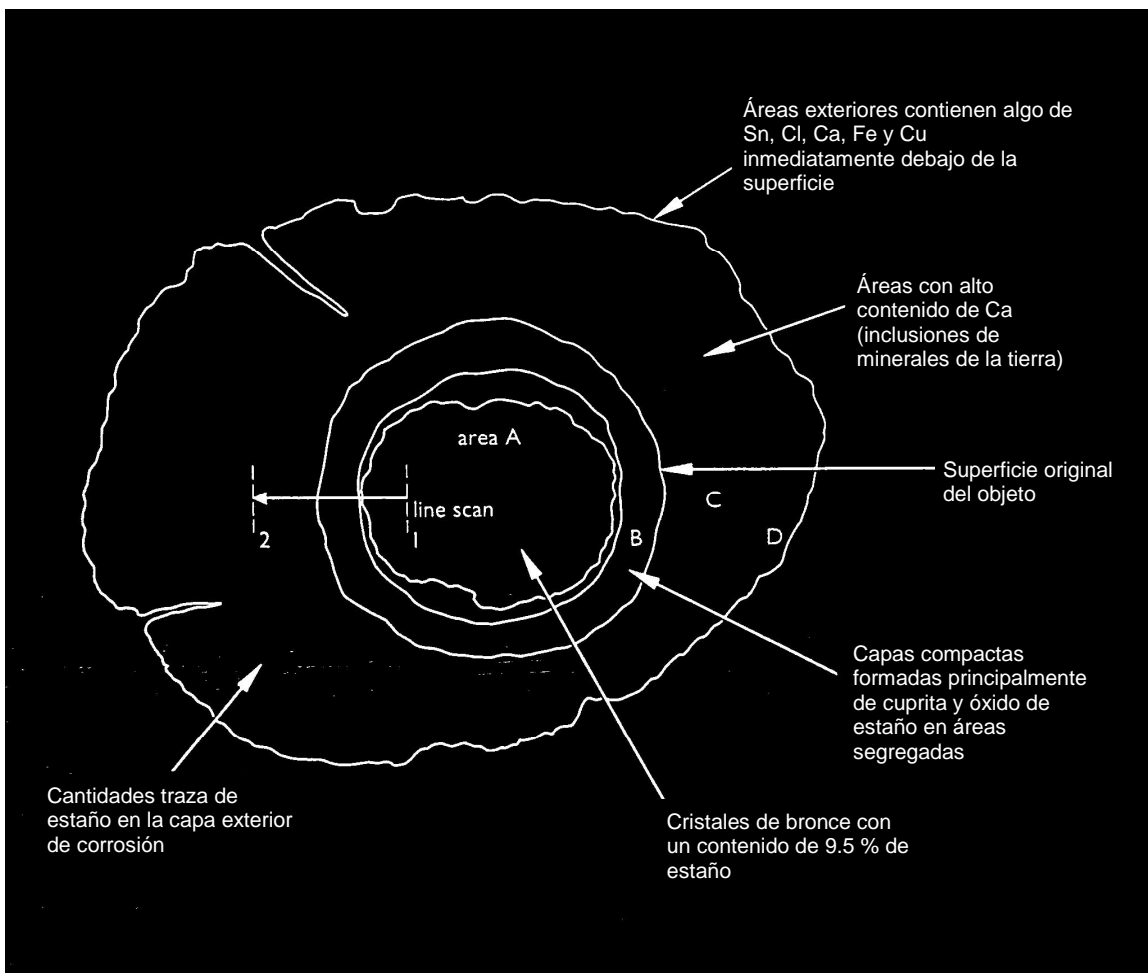


Figura 6.43. Distribución de elementos: perfil de un objeto de bronce corroído (adaptado y traducido de Scott 1991:45)

Scott (1991:45) presenta los resultados de un escaneo de microprueba de electrón del corte de una aguja. Los resultados coinciden con los resultados antes expuestos. Existen diferentes capas de corrosión que enriquecen o pierden algunos de los

elementos presentes en el metal o absorben elementos de la matriz que rodea el objeto (ver **Figura 6.43.**). Lutz y Pernicka (1996:316, traducción del autor) advierten que los análisis de superficies corroídas son “inherentemente poco fiables” por procesos de enriquecimiento o pérdida de elementos en la capa oxidada. El grado y la dirección de estos cambios de composición dependen de muchos factores y son difíciles de predecir. Señalan (Lutz y Pernicka 1996:317-8) que los problemas de una capa de corrosión pueden ser reducidos al tomar muestras (*drill shavings*). Sin embargo, incluso aquí hay factores, como el peso y la geometría de la muestra, que pueden influenciar los resultados. Con aleaciones que contienen plomo se puede observar que el metal blando, que no forma una solución sólida con el cobre, se unta en las superficies de la muestra, con lo que aumenta la cantidad medida. En general, concluyen que EDXRF es un método que produce resultados comparables con los de NAA, especialmente si los elementos están presentes en cantidades arriba de 0.1 %, aun con muestras que incluyen productos de oxidación. Además indican (Lutz y Pernicka 1996:322) que el método se presta muy bien para el análisis de grandes cantidades de objetos para informar la selección de muestras para análisis más detallados.

Sin embargo, los problemas de alteración de superficie en los objetos no son los únicos problemas en el análisis de los metales. Se han hecho diversos intentos de identificar la procedencia de los metales utilizados en la elaboración de objetos, a partir del análisis de elementos traza, tanto de los objetos como de los minerales.⁹² Ejemplos del contexto europeo son Pittioni (1957) y Junghans, Sangmeister y Schröder (1960, 1968, 1974). Estos últimos, en sus *Estudios sobre los Inicios de la Metalurgia (Studien zu den Anfängen der Metallurgie, SAM)*, reúnen más de 20,000 análisis de objetos de cobre (y sus aleaciones) para toda Europa. Los análisis cuantitativos, realizados con espectrografía óptica de una muestra por objeto, identifican once elementos de los cuales cinco (arsénico, antimonio, plata, níquel y bismuto) fueron utilizados para formar grupos de materiales, cuyo origen supuestamente se debe a una materia prima y procesos de elaboración uniformes. Las críticas de esta monumental obra se centran en la selección de elementos para la clasificación, la toma de solamente una muestra, en conjunto con los peligros de segregación de, por ejemplo, bismuto, y la mala definición del significado de los grupos formados (ver Britton 1963; Coles 1970; Slater y Charles 1970 para una revisión breve de estas críticas; ver también Pernicka 1999:163).

Ya Root (1949b:206, ver también Constantinou 1982; Öztunali 1989) había indicado que las impurezas características están distribuidas demasiado ampliamente, que la

⁹² Root (1949b:205) nombra unos ejemplos americanos de la primera mitad del siglo pasado.

variación absoluta y relativa de los elementos menores y de traza en un mismo depósito es demasiado grande⁹³ y que faltan análisis de minerales para poder identificar un yacimiento con seguridad. Además, la proporción de los elementos presentes en el mineral o en el fundente que terminan formando parte del metal depende de tantos factores (por ejemplo, el tamaño de los fragmentos de mineral, fuerza del viento, densidad de la cama de mineral tostado, etcétera), que resulta casi imposible establecer una correlación directa entre mineral y metal (Root 1949b:206; Henderson 2000:254).⁹⁴ Tylecote *et al.* (1977) además mencionan los métodos de refinamiento del metal que pueden reducir especialmente el nivel de hierro, tanto como la posible influencia de fundentes y, en menor grado, del combustible. Thompson (1958:4) enfatiza que la cantidad de los elementos en el mineral puede variar mucho de un lugar a otro en el mismo yacimiento, y que siempre hay un gran espectro y variabilidad de inclusiones. Por eso argumenta que las variaciones en la composición de los metales son de esperarse. Eso significa, que conectar un metal con su mineral y lugar de origen es casi imposible y se necesita examinar los datos con una actitud muy crítica.

“This must not be taken to imply that the work being done in analysing metallic samples and ores is without real value. What is required is a more critical consideration of such results by those well versed in metallurgical knowledge” (Thompson 1958:4).

Aunque Thompson escribió estas líneas hace poco menos de medio siglo, y la tecnología analítica ha logrado grandes avances, siguen vigentes. Budd *et al.* (1996:168) resumen estas críticas:

“For trace element provenancing to succeed it is necessary to assume that the artefacts under consideration were fabricated using similar manufacturing processes, derived from a strictly limited number of sources and smelted in such a way as to produce a metallic product with a limited range of impurities. Furthermore, one is obliged to make further fundamental assumptions about alloying and recycling. Whereas some copper deposits may contain distinctive traces of particular trace or minor elements, very few have been studied mineralogically to the point where quantitative estimates of different mineral species' contributions to ore 'as-mined in prehistory' can be made. Similarly, there is little detailed understanding of the behaviour of impurities in primitive smelting processes. Simple thermodynamic models are problematic and many experimental

⁹³ Palmer *et al.* (1998:374), con referencia al trabajo sobre cobre nativo de Mauk y Hancock (1998) y Rapp *et al.* (1984), indican que entre 25 y 40 muestras pueden ser necesarias para caracterizar un yacimiento. Palmer *et al.* (1998:376) también señalan que es muy difícil distinguir entre cobre nativo y el metal reducido de sus minerales.

⁹⁴ Para una visión algo más optimista ver Friedman *et al.* (1966).

studies have been little more than imaginative reconstructions of hypothetical processes, sometimes using inappropriate materials and poor control and monitoring.”

Mille y Bourgarit (2000) dan un breve resumen de las investigaciones sobre las composiciones elementales de los metales y sus enfoques principales, con un cambio de la búsqueda de las procedencias de los metales a ‘zonas de circulación’ del metal, definidos por los grupos morfológicos, los elementos traza y las aleaciones (Northover 1982; Rychner y Kläntschi 1995). Torres (1981:45) llama “tipo composicional” a la configuración de elementos traza que indican un mismo origen para un grupo de artefactos, aunque el lugar de procedencia de su materia prima pueda ser desconocido.

También Pernicka (1999:163-4; ver también Budd *et al.* 1996:168) da un breve resumen de la historia de los análisis de composición para la determinación del origen de metal y, aunque reconoce los problemas de este acercamiento, insiste en que en algunos casos los patrones de elementos traza son más útiles para la determinación de la procedencia que el análisis de isótopos de plomo.

El método de análisis de isótopos de plomo ofrece otra vía para identificar el origen de la materia prima de un objeto. Utilizado desde la mitad de los años 60 (Brill y Wampler 1965; Grögler *et al.* 1966), el método está basado en las diferencias de las cantidades relativas de los isótopos de plomo ^{208}Pb , ^{207}Pb , ^{206}Pb y ^{204}Pb . Los primeros tres de estos isótopos son el resultado de la descomposición radiactiva de uranio y torio y solamente el isótopo ^{204}Pb es de origen non-radio-génico. Las diferencias de las cantidades isotópicas relativas dependen en gran medida de la historia formativa de los depósitos minerales. Para el análisis no importa si el plomo es componente principal del mineral o metal, o solamente presente en cantidades de traza. Los resultados de los análisis no son afectados por los procesos metalúrgicos⁹⁵ ni por la heterogeneidad de las muestras (Begemann *et al.* 1989:269; Pollard y Heron 1996; Gale y Stos-Gale 2000:508).

Sin embargo, aunque los estudios de isótopos de plomo han aportado información interesante, especialmente con respecto a la metalurgia británica y de la región mediterránea (ver Pollard y Heron 1996; Gale 1999; Gale y Stos-Gale 2000 y

⁹⁵ Budd *et al.* (1995) sugirieron la posibilidad de una fraccionación (*kinetic fractionation*) que cambia la relación de los isótopos de plomo debido a evaporación durante los procesos metalúrgicos. Macfarlane (1999:313-4) indica que todavía faltan datos para evaluar este problema bajo las condiciones adecuadas (la fundición de minerales), pero argumenta tentativamente que entre 40 y 70 % de evaporación de la cantidad inicial de plomo sería necesario para causar un cambio importante en la relación de los isótopos.

Henderson 2000 por resúmenes), el método tiene sus críticos, que se concentran no tanto en el método *per se*,⁹⁶ sino más bien en el uso poco reflexivo de los resultados. Budd *et al.* (1996:169) expresan esta duda:

“We contend that this crisis of confidence stems, not from lead isotope measurements themselves, but from their interpretation.”

Normalmente no es posible interpretar el significado de los grupos creados por los resultados de análisis (sean de elementos traza o de isótopos de plomo) porque no hay seguridad que estos grupos sean ‘reales’ y no ‘artefactos estadísticos’ (Budd *et al.* 1996:170):

“The groupings - trace element or isotopic - created by this form of analysis are essentially statistical artefacts which may or may not coincide with entities that have geological or archaeological integrity.”

Baxter (1999:123) menciona que no siempre es seguro asumir una distribución normal de los datos de los campos de isótopos de plomo, y que la falta de normalidad puede afectar los resultados. Mientras que en general se propone una cantidad de 20 muestras para poder llegar a resultados válidos, Baxter sugiere muestras mayores a 20 si no hay una distribución normal.

Snoek *et al.* (1999:424) señalan que en los isótopos de plomo hay buena coincidencia entre los resultados de análisis del metal y de la capa de corrosión de un objeto. Por otro lado, indican que se encontraron diferencias más grandes entre el mineral y el metal. Los autores proponen que eso se debe a contaminación antropogénica en el laboratorio, y sugieren que ya en la antigüedad pudo haber procesos de contaminación:

“Although there is a good agreement between the metal and corrosion product, this is not the case for the ore versus the metal. The latter is ascribed to anthropogenic contamination in the laboratory. It is probable that this also occurred in antiquity and this could prove to be problematic in constraining the provenance of certain artefacts” (Snoek *et al.* 1999:424).

Scaife *et al.* (1999) insisten en la importancia de ver los estudios de isótopos de plomo como un nivel más de información que debe ser contrastado, por ejemplo, con datos de análisis de composición y tipológico. Pernicka (1999:163; ver también Henderson

⁹⁶ Aunque Budd *et al.* (1996:2) indican que un reanálisis sistemático podría ser útil para erradicar los datos que no cumplen con los criterios más rigurosos de precisión.

2000:258) menciona el carácter complementario⁹⁷ de los estudios de isótopos de plomo y de los análisis de composición, y menciona que existen casos donde el patrón de elementos traza caracteriza un yacimiento mejor que las relaciones de isótopos de plomo. Ixer (1999) subraya la importancia de entender bien los yacimientos de minerales para poder seguir una estrategia de muestreo adecuado. Con –y solamente con– esta información los estudios geoquímicos, incluyendo los análisis de isótopos de plomo, pueden aportar mucho a la investigación de procedencia de objetos e incluso al estudio de la historia de extracción de las minas. Pernicka (1999:164) también subraya la importancia de entender los yacimientos, no solamente químicamente, sino también geológicamente (ver también Macfarlane 1999:310). Macfarlane (1999:315; ver también Budd *et al.* 1996:171; Henderson 2000:252) además menciona los posibles problemas relacionados con mezclar minerales o metales de diferentes orígenes. Begemann *et al.* (1989:275-6, ver también Pernicka 1999:169) señalan que cualquier método de análisis cuya finalidad sea determinar procedencias de material está restringido a dar información negativa, o sea, que una mina *no* es el origen del metal usado para elaborar un objeto. La identificación positiva no es posible, dado que no hay seguridad de tener un muestreo completo de todos los posibles lugares de procedencia o, como lo expresan Budd *et al.* (1996:171):

“It is impossible to know whether one has measured all the possible ore sources in a region and highly likely that one has not.”

Más allá de las dudas con respecto al método de análisis y la interpretación de los datos de composición (elementos traza e isótopos de plomo), Budd *et al.* (1996:171) ponen a discusión si el concepto de procedencia de los metales no es redundante y debería dejar de preocupar a los arqueólogos. Considerando la posibilidad de mezclas de materia prima de diferentes yacimientos y el reciclaje de metales, sugieren que no se puede hablar de una (sola) procedencia:

“Perhaps the whole concept of provenance is redundant as far as prehistoric metals are concerned. Why should we expect, in the complex later prehistoric world, that each object was made from copper extracted only from a single locality and that, once produced, copper alloys were never re-used?” (Budd *et al.* 1996:171)

Si o a que grado estas preocupaciones tienen validez también en el continente americano, y más específicamente en el mundo mesoamericano, es una pregunta que hay que retomar en cuanto haya más y mejores datos de análisis de objetos y

⁹⁷ Por ejemplo en el trabajo de Pernicka (1984).

yacimientos de minerales metálicos. Lo que nos enseña esta discusión mayoritariamente europea es que la cuestión de la procedencia de objetos de metal y de las materias primas de las cuales fueron elaborados tiene que ser evaluada con mucha cautela e incluyendo el mayor número de diferentes fuentes de información ('arqueológicas' y 'científicas') posible. Mille y Bourgarit (2000:24) propagan un acercamiento multidisciplinario a la cuestión de la procedencia, incluyendo información de excavaciones arqueológicas de sitios de minas y talleres, mapas de distribución de objetos, arqueología experimental, estudios de la geoquímica de los minerales de cobre, tanto como análisis de isótopos de plomo y de composición elemental.

En resumen, se puede notar que hay muchos factores que influyen en los resultados de los análisis de composición de los metales. Se pueden identificar varios factores que influyen esta composición química (ver por ejemplo Ponting 1999:1317; Mille y Bourgarit 2000:15):

- a) los parámetros ligados directamente a los minerales y sus yacimientos;
- b) la fase de la extracción del metal (los parámetros de la fundición primaria);
- c) el tratamiento del metal o de los objetos (refinación, mezcla o aleación de minerales y metales y / o tratamientos de superficie, reciclaje de metales) y
- d) deterioro de los metales (pérdida y enriquecimiento de elementos).

Si y de que manera y grado las cantidades relativas de los isótopos de plomo también están afectados por algunos de estos factores se sigue discutiendo (ver arriba).

Aparte de las influencias vinculadas con la geología de los yacimientos, el proceso metalúrgico y el deterioro de los objetos, existen varios factores inherentes en los métodos de análisis, mismos que hay que tomar en cuenta al evaluar los resultados. Estos puntos serán tratados en más detalle en el **Capítulo 9**.

7. DESARROLLO DE LA METALURGIA

En los siguientes párrafos se proporcionarán datos básicos con respecto a la metalurgia del Viejo Mundo para enfatizar las diferencias y particularidades de esta tecnología en América. Después se describirá las técnicas metalúrgicas empleadas en América y algunas de las oportunidades y limitaciones de la investigación de la tecnología del metal.

Se supone que en la metalurgia americana hay contactos e influencias de una subregión a otra, a veces a lo largo de grandes distancias (ver Hosler 1994a). Aun con estas interacciones se desarrollaron, y se pueden identificar hoy en día a través de los vestigios arqueológicos, diferentes estilos tecnológicos (Lechtman 1977) que coexistieron en las diferentes zonas de América. Presentar, por lo menos puntualmente, estas diferentes maneras de resolver problemas tecnológicos –con sus implicaciones ideológicas, económicas y / o sociales – en áreas fuera del centro de México, pone en relieve las particularidades de las decisiones tecnológicas que determinaron el proceso de elaboración de los cascabeles del Templo Mayor.

Otra razón para hacer un amplio recorrido por la metalurgia de América son las diferencias en los avances y enfoques de investigación, por un lado debidos a diversos intereses y formaciones de los investigadores, y por otro a causa de las diferentes cantidades y cualidades de vestigios de los procesos metalúrgicos que se han identificado. Estos contrastes implican que las investigaciones en, por ejemplo, Perú pueden aportar información sobre el tratamiento de los metales o la organización del trabajo que en Mesoamérica (ya o todavía) no existe.

Por supuesto no es posible transferir el conocimiento de una región directamente a otra, culturalmente muy distinta. No obstante, esta información abre horizontes y puede indicar qué buscar o cómo acercarse a un problema. Por ejemplo, el hecho de que en la región caribeña se valoraran ciertas aleaciones por su olor (Bray 1997) no significa que lo mismo pasara entre los mexicas. Sin embargo, el olor del metal es un factor que sin este ejemplo probablemente no se habría considerado. A final de cuentas, sin embargo, la información local, especialmente los vestigios arqueológicos, marca los límites, es el *controlling factor*, de la interpretación (Rowlands 1971:210, con respecto a la etnografía; ver también **Capítulo 5**).

7.1. ESBOZO DEL DESARROLLO DE LA METALURGIA

El inicio del uso de los metales se deja fechar alrededor de los milenios noveno y octavo a.C.¹ y hasta el inicio de la era cristiana, el hombre había dominado la gran mayoría de las técnicas y conocimientos que forman la base de la metalurgia moderna hoy en día (Wheeler y Maddin 1977:5). Aunque la separación en neolítico, calcolítico, edad de bronce y edad de hierro sigue siendo usada, es cada vez más evidente que no hay separaciones claras con cambios radicales, sino tiempos de transición que hacen posible encontrar, por ejemplo, metal en culturas neolíticas y hierro en la edad de bronce (ver Ottaway 1994:13).

La humanidad ha aprendido el uso de los metales empezando con los metales nativos, que se encuentran en su estado elemental (Thompson 1958:1). Ya desde el paleolítico los humanos empezaron a utilizar minerales para obtener los colores utilizados en el arte rupestre,² y más tarde se utilizó una gran gama de minerales para pintar cerámica, pisos y paredes de viviendas, y se hicieron ornamentos de ámbar y otros materiales. Eso indica que la búsqueda de materiales ‘vistosos’ es mucho más antigua que la metalurgia y puede haber sido el primer paso hacia el uso de metales.

Fundir y colar los metales nativos era el siguiente paso, complicado por los altos puntos de fusión del cobre (1084°C) y del oro (1063°C). Si n embargo, resulta difícil identificar la transición del uso de metal nativo a la reducción de minerales, porque en muchos casos es imposible diferenciar³ los metales nativos de un metal producto de un proceso de reducción primitivo⁴ (Craddock 1995:125; ver también Thompson 1958:1). La pureza de los metales tempranos se explica con el proceso primitivo de fundición y probablemente con la pureza y la cuidadosa selección de los minerales más ricos (Thompson 1958:6). Sin embargo, se puede suponer que el conocimiento de fundir metales nativos llevó

¹ Existen diferentes fechamientos que son reconocidos por algunos y rechazados por otros.

² Ver también Rickard (1934:284) por el uso de minerales entre los indios de Norteamérica.

³ Para la discusión ver Goffer (1980:199); Maddin *et al.* (1980); Meeks y Tite (1980); Tylecote (1987:92); Ottaway (1994:28); Henderson (2000:213) y Rapp *et al.* (2000).

⁴ En los procesos primitivos no se forma una escoria líquida y el cobre producido es muy puro, normalmente con aproximadamente 0.03 % de hierro. Los procesos más reductivos con temperaturas más altas producen escoria líquida y eso significa que muchos de los elementos contenidos en el mineral son introducidos en el cobre. Así que el contenido de hierro sube a aproximadamente 0.3 %. Craddock (1995:139) indica que estos son solamente tendencias generales y no se pueden juzgar objetos aislados. Thompson (1958:1, 6-7) menciona la falta de inclusiones de óxidos que puede identificar al cobre nativo, pero admite que no es un método seguro. Es más, menciona que los procesos de refinamiento como *fire refining* (tratamiento de cobre fundido con aire para oxidar las impurezas y removerlas como escoria) y una desoxidación con la introducción de una rama verde (*poling*) puede hacer cobre de reducción casi tan puro como cobre nativo.

rápidamente a la reducción de metales de sus minerales (ver Ross 1968), dado que normalmente las culturas no permanecieron en la fase de fundir metales nativos⁵ (Craddock 1995:122).

Por haber procesos de reducción sin la producción de escoria en varios lugares con considerables diferencias temporales, se supone un desarrollo independiente en los Balcanes, probablemente en el sureste de España y el Oriente Medio (Craddock 1995:144).⁶

Probablemente la escala de producción, más que los productos y desechos de un proceso específico, permitirán identificar el inicio de la reducción de los minerales (Craddock 1995:125). Por eso la evidencia del sexto al cuarto milenio a.C. es ambivalente y solamente después, con la introducción de las aleaciones, la producción de metales llegó a una escala más grande (Craddock 1995:126) y arqueológicamente más visible. Algunas de las evidencias de la edad de bronce temprana son procedentes de Feinan (Jordania), Buhen (Egipto), Göltepe (Turquía), el sureste de España, Irán y Tailandia (ver Wertime 1973:877-8; Hauptman *et al.* 1989; Craddock 1995:127-34).⁷

El próximo paso, el desarrollo de un proceso con producción de escoria líquida que separa la ganga del metal (*slag tapping process*), fue tomado en el tercer milenio a.C. en el Oriente Medio, probablemente como respuesta a la demanda más alta de metales en sociedades más complejas. El nuevo proceso permitía más eficiencia en la explotación de minerales aun con bajos grados de metal (Craddock 1995:146). Probablemente también se empezaron a usar minerales sulfúricos al final del tercer milenio a.C. (Thompson 1958:5; Bourgarit y Mille 1997, 2001; Bourgarit *et al.* 2005). Con referencia a las investigaciones de Shimada y Merkel (1991) en Batán Grande, Perú, Craddock (1995:148) nota que las culturas de Centro y Suramérica, que nunca desarrollaron el uso del fuelle, no llegaron a esta fase y que con eso efectivamente se quedaron en la etapa de la edad de bronce temprana de Feinan.

La producción de escoria líquida en conjunto con mejores hornos y el uso del fuelle también fue un paso necesario hacia la reducción de minerales de hierro en el tercer

⁵ Parecen haber existido excepciones en la zona Sahel y en los bosques norteños de Eurasia (Craddock 1995:123).

⁶ Wertime (1973) argumenta en favor de una difusión y múltiple innovación con su origen en el área entre el mar Negro, el mar Cáspico, el mar Rojo y el este del Mediterráneo.

⁷ Para información sobre metalurgia en África ver, por ejemplo, Bisson (2000); Holl (2000) y Miller (2002).

milenio a.C.⁸ El proceso de convertir hierro en acero estaba conocido en el oeste de Asia desde el fin del segundo milenio a.C. En China el desarrollo de hierro fundido se puede fechar al fin del primer milenio a.C. (Craddock 1995:234).

Los desarrollos siguientes eran cambios de escala, más que de proceso: el uso del poder del agua para manejar fuelles y martillos en la edad media y el desarrollo de altos hornos con el cambio de carbón vegetal a carbón mineral como combustible en el siglo XIX (Craddock 1995:148-9) son solamente algunos ejemplos.

⁸ Es interesante ver que Crawford (1866) indica que del punto de vista metalúrgico la producción y el trabajo de hierro es mucho más fácil que la fundición y el vaciado de bronce. Por eso opina que la edad de hierro debería preceder el uso de bronce y explica la aparición de hierro en contextos arqueológicos más tardíos con la mayor tendencia a la corrosión del hierro. Menciona América como una de las excepciones a su regla.

7.2. EL DESARROLLO EN AMÉRICA

Se supone que hubo un desarrollo autóctono de la metalurgia americana, aun si hay investigadores que discuten las posibilidades de influencias asiáticas (ver Heine-Geldern 1954; Barba y Piña Chan 1989:107).⁹ El desarrollo de la metalurgia en América tomó una ruta distinta a la del Viejo Mundo. En términos cronológicos absolutos inició mucho más tarde y desarrolló un enfoque más ornamental que utilitario. Eso tuvo implicaciones en las técnicas y aleaciones que fueron utilizadas. Otro aspecto que no hay que perder de vista es que el desarrollo de la metalurgia americana, igual que cualquier otro desarrollo cultural, fue truncado por la conquista. Por eso solamente se puede notar que el desarrollo fue regido por otras necesidades y tuvo un ritmo cronológico distinto al europeo. No se sabe si con más tiempo hubiera tomado una trayectoria parecida a la europea. Sin embargo, una comparación directa y la ubicación de la metalurgia americana en la etapa de la edad de bronce temprana de Feinan (ver arriba, Craddock 1995:148) parece poco útil e incluso equivocada. Otro ejemplo de una visión eurocentrista se encuentra en Cuesta y Rovira (1982:127), que tratan el desarrollo del uso de cobre (calcolítico) al uso de bronce (edad de bronce) como un salto cualitativo. Sin embargo, el aumento de la calidad para ellos se expresa en el uso del bronce y no en el desarrollo de aleaciones en general, puesto que no dan a la tumbaga la misma importancia y el mismo estatus que al bronce.

Al evitar juicios cualitativos se puede notar que había diferencias básicas, cuyas implicaciones se investigarán después, que distinguieron la metalurgia americana de la europea:

- La metalurgia americana era en su mayoría ornamental
- Se utilizó un espectro diferente de elementos y aleaciones
- No se emplearon fuelles en la producción.

No obstante estas diferencias, las comparaciones y apreciaciones hechas por los conquistadores de México y por algunas de las personas que vieron objetos de metal procedentes de América que llegaron a Europa, son testigos del alto desarrollo técnico y estético de la metalurgia americana:

“Pasemos adelante y digamos de los grandes oficiales que tenía de cada oficio que entre ellos se usaban. Comencemos por lapidarios y plateros de oro y plata y todo

⁹ La evaluación del tema de la influencia asiática sobre el desarrollo cultural en América por Phillips (1966), le llevó a rechazar la posición difusionista.

vaciadizo, que en nuestra España los grandes plateros tienen que mirar en ello, y de éstos tenían tantos y tan primos en un pueblo que se dice Escapuzalco una legua de México” (Díaz del Castillo 1979 vol.I:185).

“Para ser buenos plateros no les falta otra cosa sino la herramienta, que no la tienen, pero con una piedra sobre otra hacen una taza llana y un plato; más para fundir una pieza y hacerla de vaciado, hacen ventaja a los plateros de España, porque funden un pájaro que se le anda la lengua y la cabeza y las alas; y vacían un mono u otro monstruo que se le anda la cabeza, lengua, pies y manos; y en las manos pónenle unos trebejuelos que parece que bailan con ellos; y lo que más es, que sacan una pieza la mitad de oro y la mitad de plata,¹⁰ y vacían un pez con todas sus escamas, a una de oro y la otra de plata” (Motolinía 1984:143).¹¹

“El oficio más primo y artificioso es platero; y así, sacan al mercado cosas bien labradas con piedra y fundidas con fuego. Un plato ochavado, el un cuarto de oro, y el otro de plata, no soldado, sino fundido y en la fundición pegado; una calderita, que sacan con su asa, como acá una campana, pero suelta; un pez con una escama de plata y otra de oro, aunque tenga muchas. Vacían un papagayo que se le ande la lengua, que se le menee la cabeza y las alas. Funden una mona que juegue pies y cabeza y tenga en las manos un huso, que parezca que hila, o una manzana, que parezca que come” (López de Gómara 1979:127).

Algunos europeos que vieron el ‘tesoro de Motecuhzoma’, el cual fue exhibido en Bruselas en 1520, también expresaron su admiración. Hay que notar, sin embargo, que ellos probablemente formaban parte de un grupo minoritario entre sus contemporáneos que reconocieron la belleza de estas piezas, y no solamente las vieron como expresiones de una cultura bárbara.

“I saw such things which were brought to the King from the New Golden Land; a sun entirely of gold, a whole fathom broad; likewise a moon entirely of silver, just as large; likewise sundry curiosities from their weapons, arms and missiles ... These things were all so precious that they were valued at 100.000 guilders. But I have never in all my days seen anything that so delighted my heart as these things. For I saw amazing objects and I marvelled at the subtle ingenuity of the men in these distant lands” (Albrecht Dürer, citado en Bray 1977a:136).

“But surely, if ever the wits and inventions of men have deserved honour or commendation in such arts, these seem most worthy to be held in admiration. I do not marvel at gold and precious stones, but I am in a manner astonished to see the workmanship excel the raw material. For I have with wondering eyes beheld a

¹⁰ Con respecto a los objetos bi-metálicos existe la leyenda de que Benvenuto Cellini, el famoso orfebre europeo, intentó durante meses sin éxito copiar estas piezas (ver Bray 1977a:140).

¹¹ Ver Torquemada (1975 vol.IV:348) y Mendieta (1945 vol.II:54-5) para descripciones parecidas.

thousand forms and similitudes of which I am not able to write. And, in my judgement, I never saw anything whose beauty might so allure the eyes of men” (Pedro Mártir, citado en Bray 1977a:143).¹²

La conquista del continente americano fue motivada en gran parte por los metales preciosos que se encontraron allí. En una carta que dirige Cristóbal Colón a Luis de Santángel el primero dice:

“En conclusión, ha hablar desto solamente que se ha hecho este viaje, que fue así de corrida, pueden ver sus altezas que yo les daré oro cuanto hubiesen menester con muy poquita ayuda que sus altezas me darán” (Cristóbal Colón, citado en Gurría 1978:42).

Pedro Mártir al escribir de la conquista de la zona del Darién, Colombia, menciona:

“Entre las cenizas [de un pueblo conquistado] se encontró algún oro, cuya sed, no menos que la de tierras, es la que impulsa a los nuestros a desafiar tantos trabajos y peligros” (Pedro Mártir, citado en Gurría 1978:42-3).

No sobra mencionar que el valor del metal para los conquistadores, en su mayor parte, era el valor intrínseco del material y no el valor del artefacto elaborado por el orfebre americano, razón por la cual la gran mayoría de las piezas fenecieron en los crisoles de los españoles.

La avidez del oro (y en menor grado de la plata) que era la causa de robo y pillaje en tiempos de la conquista encontró su contraparte en la sistemática explotación de las minas en tiempos coloniales. Carlos Prieto (1968, citado en Gurría 1978:63) sintetiza la relación entre los metales preciosos y el desarrollo del continente americano de la siguiente manera:

“... la actividad minera, fue la creadora de los pueblos y naciones de la América española tal cual ellas son; en otros términos, que el descubrimiento del Nuevo Mundo y el rápido conocimiento y ocupación de todo un continente en menos de sesenta años, fue debido al hecho de que desde el primer viaje de Colón se encontraron indicios de oro en forma de pepitas y joyas, lo que impulsó la búsqueda y la explotación de los yacimientos de metales preciosos, gracias a lo cual se formaron, sobre los nuevos territorios, pueblos y naciones con personalidad propia.”

¹² Pedro Mártir (1457 - 1526), historiador y miembro del Consejo de las Indias, en una carta al Papa Leo X.

Según Plazas y Falchetti (1978:3; ver también Jones 1974a:17) y con base en informes oficiales de la administración colonial española, 181 toneladas de oro y 16.000 toneladas de plata fueron extraídas del Nuevo Mundo y llegaron a España sólo en el primer siglo después de la conquista. Este influjo de riquezas rompió el equilibrio económico europeo¹³ y llevó a muchos estados a la necesidad de endeudarse con las principales casas de banqueros (por ejemplo los Fugger) (Plazas y Falchetti 1978:3; ver también Quilter 2003:1). Sir Walter Raleigh (1554 – 1618) describió este efecto:

“It is his [Charles V, King of Spain] Indian Golde that indaungereth and disturbeth all the nations of Europe, it purchaseth intelligence, creepeth into counsels, and setteth bound loyalty at liberty, in the greatest Monarchies of Europe” (Raleigh, citado en Jones 1974a:17).

Este énfasis de los españoles en los metales preciosos también se refleja en los textos de los conquistadores y cronistas que mencionan el oro (a menor grado la plata) a menudo, pero el cobre –que forma la base de la riqueza de algunos de los países americanos (ver **Subcapítulo 6.1.1.1.**)– solamente en pocas ocasiones. El valor del cobre para los europeos era más bajo, dado que no era un metal noble con un valor en sí, ni tenía las propiedades del acero (ver Carcedo y Vetter 1999:189). Lechtman (1976:2) observa este hecho para la región andina, donde, contrario a lo que los textos sugieren, el cobre era el elemento más importante en la metalurgia. Rubín de la Borbolla (1944:3; ver también Horcasitas 1981:60) nota una discrepancia entre las menciones de los objetos de oro que describen las fuentes mesoamericanas con respecto a los tarascos, y las grandes colecciones de los museos que contienen artefactos parecidos a los descritos, pero elaborados de cobre o sus aleaciones. Solamente se puede suponer que el interés especial de los españoles por los metales preciosos está reflejado en los textos, por un lado, porque los conquistadores y colonizadores tenían la necesidad de justificar sus acciones y resaltar sus éxitos y, por otro lado, porque los testigos indígenas trataron de darles a los españoles la información que éstos querían (enfocándose en el oro y omitiendo el cobre) o incluso empezaron a ‘dorar’ su pasado, sea por una cuestión de orgullo o simplemente para contrastar la muchas veces triste situación de los pueblos indígenas después de la conquista.

Aunque se puede ver que existen similitudes generales en la metalurgia americana que la hacen distinta a la del Viejo Mundo, muchas diferencias en tecnología, estilo y uso de

¹³ Pineda (2005:23) menciona el efecto desequilibrante que también se hizo sentir en la colonia de Cartagena de Indias.

materiales separan las regiones en América. Para tiempos prehispánicos se pueden definir cinco zonas principales de metalurgia (ver Lechtman 1988:344 y ver **Figura 7.1.**):

- Norteamérica (E.E.U.U. y Canadá)
- El Caribe
- La zona Andina¹⁴ (del norte de Ecuador a Chile central, incluyendo la mayor parte de Bolivia y el noroeste de Argentina)
- La zona Intermedia (Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y el noroeste de Venezuela)
- Mesoamérica (México, Guatemala, Belice, Honduras, El Salvador)



Figura 7.1. Mapa de las zonas de metalurgia

¹⁴ Horcasitas (1981:27) define cuatro zonas, juntando las zonas Andina e Intermedia en una zona llamada Sudamérica.

Estas zonas no son estáticas a lo largo del tiempo, ni absolutas en términos de la presencia o ausencia de rasgos tecnológicos. También factores como el uso de ciertas aleaciones son solamente tendencias:

“En general la zona central y sur, desde la región central de Ecuador hasta el norte de Chile y Bolivia, se caracterizó por el uso extensivo de la aleación plata-cobre, mientras que en el norte de Ecuador y Colombia primó la aleación oro-cobre, conocida como tumbaga o guanín. El sinterizado oro-platino sólo ocurrió en un restringido sector de la costa pacífica del sur de Colombia y norte del Ecuador” (Lleras 2005b:23).

Estas caracterizaciones, sin embargo, permiten crear unidades de análisis que son, además, una realidad expresada en los enfoques de los investigadores que trabajan o trabajaron sobre el tema de la metalurgia prehispánica.

La calidad y cantidad de trabajos de investigación sobre metales y su uso en las diferentes regiones es muy disparate. En general se puede decir que el interés en metales como recurso de información arqueológica es más bajo que en Europa, hecho que tiene repercusiones en los enfoques de investigación. Lechtman (1979:24) advierte contra el peligro de copiar el esquema del desarrollo de la metalurgia en Europa y aplicarlo al mundo americano:

“... we must break away from the traditional and rather rigid views we have held about the way in which metallurgies develop, i.e., along rather narrow courses that begin with native copper and, stage by stage, end with tin bronze, with the inevitable, underlying assumption that the progression is dependent upon increasing technological sophistication and that the final product achieved is somehow metallurgically superior” (Lechtman 1979:24).

Entonces, lo que hace falta es el desarrollo de una arqueometalurgia americana. El enfoque del presente trabajo es el mundo mesoamericano y la gran mayoría de las regiones descritas en los siguientes subcapítulos no tiene mucha o incluso ninguna influencia sobre el desarrollo mesoamericano. Sin embargo, se reunió la información aquí por dos razones:

- a) El mundo americano, aunque heterogéneo culturalmente, es como unidad muy distinto al Viejo Mundo. Si se buscan casos de comparación o con valor heurístico, las diferentes regiones de América ofrecen más puntos de contacto con Mesoamérica que, por ejemplo, Europa o Asia.

- b) Como se mencionó arriba, los enfoques y avances del estudio arqueometalúrgico, al igual que los estados de conservación de diferentes fuentes de información (arqueológica, etnohistórica, etnológica) son muy diferentes en las diferentes regiones americanas. Por eso, cada región ofrece una nueva perspectiva sobre problemas similares, y así permite una visión de conjunto.

7.2.1. Norteamérica

Los yacimientos de cobre más ricos en Norteamérica se encuentran en la península Keweenaw en la región sureña del Lago Superior y en la Isla Royale (Miles 1951:241; ver también Patterson 1971:298-9). El cobre nativo de los yacimientos de Michigan, E.E.U.U., cerca de los Grandes Lagos,¹⁵ fue transportado por acción de los glaciares – que se movieron del noreste al suroeste– y depositado (*float copper*) en grandes partes de los Estados Unidos (Phillips 1925:286; Miles 1951:241; ver también Crawford 1866:5; Rickard 1934:265). Este cobre nativo, fácilmente recuperable en algunos lugares, es de muy alta pureza, con 99.90 % de cobre y solamente trazas de plata y hierro. Eso hace que (a) se puede fácilmente diferenciar del cobre europeo (que normalmente contiene más impurezas) y (b) que es muy maleable (Phillips 1925:287; Rickard 1934:271; Frank 1951:57; Fraikor *et al.* 1971:359; Jopling 1989:76).

Los yacimientos del cobre nativo toman muchas formas que hacen necesarios diferentes métodos de extracción, como es la recuperación del lecho de ríos o excavaciones poco profundas que siguen las vetas (ver Martin 1995). Clark y Martin (2005:120) sugieren que el tiempo invertido en la búsqueda de cobre era poco, y que normalmente se hacía paralelamente a otras actividades de subsistencia.¹⁶ Por otro lado Samuel Hearne (1911:197-8) y Sir John Franklin (1821:340-1), citados en Miles (1951:244-5), describen los viajes que los indios hacían cada año expresamente para abastecerse con cobre, antes de tener los contactos necesarios para conseguir el metal por intercambio.

Los hallazgos de metal en Ohio, Wisconsin, Michigan, Minnesota, Arkansas, Indiana, Illinois, Alabama, Tennessee y Florida, entre otros estados de E.E.U.U., indican la gran extensión del uso de este cobre nativo (Phillips 1925:285; ver también Reynolds

¹⁵ Otros yacimientos de cobre nativo se encuentran en Alaska y Canada (Miles 1951:241), y Reynolds (1888:344; ver también Rickard 1934:269-70) menciona las Blue Ridge Mountains en Carolina del Norte, E.E.U.U.

¹⁶ Eso contrasta con la opinión de Lleras (2005b:14) que habla de la necesidad de una sociedad que tenga la capacidad de mantener a los mineros y metalurgos que “normalmente no trabajan en la producción de alimentos para ellos y sus familias; [...]”

1888:343; Cushing 1894:107). También el espectro de artefactos elaborados de este metal es muy grande, incluyendo herramientas (por ejemplo, cinceles, hojas de cuchillo, taladros), armas (por ejemplo, puntas de lanza y flecha, y espadas), ornamentos (por ejemplo, tocados, orejeras, anillos, pendientes) y objetos ceremoniales (por ejemplo, placas de cobre) (Phillips 1925:285).

Una indicación de la importancia del cobre es el hallazgo de treinta mil artefactos de metal que hizo un arqueólogo en Wisconsin sólo en el transcurso del año de 1901 (Phillips 1925:285). Otra indicación son los reportes de los exploradores que a menudo encontraron indígenas con ornamentos de cobre en muchas partes de Norteamérica (ver Rickard 1934).

En general parece que los objetos en Norteamérica fueron trabajados por martillado sin fundir el metal¹⁷ (Phillips 1925:289). Eso se ve confirmado por análisis metalográficos de varios objetos prehispánicos que se caracterizan por su gran pureza y una estructura que indica trabajo en caliente, o en frío con fases de recristalización por recocido (Frank 1951:59; Schroeder y Ruhl 1968; Fraikor *et al.* 1971:359). Sin embargo, la pureza del metal hace que el endurecimiento por el trabajo en frío es mínimo y que un artesano hábil puede llegar a reducir el grosor de un objeto más de 90 % sin que se raje. Schroeder y Ruhl (1968:167) concluyen de eso que el recocido solamente era necesario para facilitar el trabajo del metal. Cushing (1894:107) indica que la facilidad de alcance y de trabajo de este metal nativo, probablemente son las razones de la falta de desarrollo de una metalurgia que trate el metal en estado líquido.

Schroeder y Ruhl (1968:168-9) indican que la técnica de martillado y recocido se mantuvo básicamente sin cambios desde tiempos del *Old Copper Complex* (ca. 4000 a.C.), hasta el *Southeast Ceremonial Complex* (1200 d.C. – 1400 d.C.).

¹⁷ Fiedel (1992:105; ver también Cuesta y Rovira 1982:149) opina que por eso no se puede hablar de metalurgia. Palacios (1996:474) define metalurgia como: "...la aplicación controlada de energía calórica al metal y a sus minerales, con la intención de cambiar sus propiedades; llevar el metal al estado líquido para luego obtenerlo sólido de la forma deseada; y a los minerales, para extraer el metal por deducción de sus compuestos." El problema con esta definición es que gran parte de la metalurgia temprana del hierro solamente concuerda con la segunda parte de las dos condiciones, dado que el metal nunca se funde. También el uso del platino, que se considera uno de los grandes éxitos de la metalurgia americana (Bergsøe 1937), no necesariamente incluye su fundición. Tampoco parece correcto decir que los metales nativos se trabajaron con "las mismas técnicas que se emplearon en la industria lítica" (Palacios 1996:474), dado que el metal se deforma mientras que en el trabajo de la lítica se sustrae material al dar la forma. Cushing (1894) menciona técnicas utilizadas con otros materiales que probablemente también jugaron un papel en el trabajo con metales. Una definición más abierta de la metalurgia se encuentra en Torres y Franco (1996:72-3).

El *Old Copper Complex* del arcaico medio es una de las más antiguas expresiones del trabajo del cobre en Norteamérica, que probablemente originó en el área de Wisconsin, al oeste de los Grandes Lagos.¹⁸ Se define por la producción de distintivos tipos de artefactos utilitarios, en su mayoría implementos pesados (*socketed tools*), particularmente puntas de proyectil (Wittry y Ritzenthaler 1956:251; Pleger 2000:1). El rango temporal del complejo parece ser de 4000 – 1000 a.C. (Pleger 2000:1). Sin embargo, se siguen encontrando objetos de metal en contextos estadounidenses que tienen hasta 7000 años de antigüedad, por ejemplo en:¹⁹ South Fowl Lake, Minnesota; Lac LaBelle, Michigan y Oconto, Wisconsin (Beukens *et al.* 1992; Martin 1993; Mason 1981). Otros tres sitios con lítica tipológicamente antigua en asociación con metal son Itasca, Minnesota; sitios en el área de Deer Lake, Michigan y sitios en la región norteña de los Grandes Lagos, Wisconsin (Shay 1971; Salzer 1974; Clark 1991).

Aunque al parecer no había un marcado desarrollo tecnológico, Griffin (1952:356, referencia en Binford 1962:220) indica que había un desarrollo de la producción de artefactos utilitarios de alta calidad durante el arcaico, que fueron reemplazados durante la fase woodland temprana y mediana por objetos no-utilitarios.²⁰ Casi la totalidad de los objetos sale de entierros (Binford 1962:221), mientras que otros son hallazgos de superficie (Reynolds 1888:350; Miles 1951:240) y muchos de los objetos utilitarios tienen trazas de uso (Binford 1962:221). Binford (1962) entonces ve los artefactos de cobre como implementos socio-técnicos con gran valor simbólico y explica el cambio de utilitario a no-utilitario con un desarrollo de sociedades igualitarias a unas más complejas en la fase woodland. Esta suposición parece ser sustentada por el estudio y la comparación de dos cementerios pertenecientes al arcaico y a la fase woodland respectivamente (Pleger 2000:4).

Investigadores más recientes (ver por ejemplo Childs 1994, Clark y Martin 2005) hacen el intento de alejarse de la visión de la metalurgia norteamericana como un bloque monolítico y estático, y se enfocan en diferencias y desarrollo. Con respecto a la selección de la materia prima Childs (1994:232) enfatiza la importancia de entender las decisiones de los grupos indígenas:

¹⁸ Mitos de una 'raza antigua' -diferente a los indios encontrados por los conquistadores y exploradores- que trabajaba las 'minas' (ver por ejemplo Sodders 1990, 1991) son disipados, por ejemplo, por Rickard (1934) y Martin (1995).

¹⁹ Recopilación por Martin (1995).

²⁰ Rickard (1934:274) indica que probablemente la distancia del yacimiento de cobre, y con eso la facilidad de abastecimiento, determina si se elaboran implementos utilitarios o solamente ornamentos.

“... some indigenous groups may have had choices of materials and that many factors could have shaped those choices. Some possible influences include: social alliances and obligations between groups; political constraints on access to copper resources, particularly the more isolated ones; the physical characteristics of copper from different sources; labor constraints; the existing tool kit to exploit the materials; the availability of comparable goods with which to trade for copper; and ideological considerations.”

Varios trabajos sugieren que los indígenas explotaron un gran número de diferentes yacimientos de cobre (ver por ejemplo Rapp *et al.* 2000).

En resumen se puede notar que la visión de la metalurgia norteamericana ha cambiado de ser considerada un bloque monolítico y estático a una tecnología dinámica que implicaba la toma de decisiones. Con base en eso, Clark y Martin (2005:110) sugieren que el uso del cobre en la cuenca del Lago Superior tenía una realidad tripartita como:

- tecnología particular,
- medio de interacción social, y
- sustancia con valor espiritual.

7.2.2. El Caribe

El estudio de la metalurgia en las islas caribeñas se ve complicado por la escasez de objetos recuperados (Bray 1997:45; Rivet 1923:183). Tagle (1995:779) lamenta este mismo punto e indica que la mayoría de los objetos de las islas provienen de Puerto Rico²¹ o Santo Domingo, y pertenecen a la cultura taíno. Su explicación de la ausencia de piezas elaboradas en metal es la llegada de los españoles décadas antes de llegar a tierra firme, y su sistemática e intensiva búsqueda de objetos metálicos (ver también Rivet 1923:183). Bray (1997:45) nota que para llenar esta laguna de información existen excelentes documentos escritos de la época colonial temprana.

Bartolomé de las Casas (citado en Bray 1997:46) indica que los taínos no tenían conocimiento de la fundición de metales. Eso hace que Bray (1997:46) llegue a la conclusión de que solamente los objetos martillados de oro nativo son de producción local, con el oro como el único metal conocido en las islas. El metal se extraía de las arenas de los ríos con métodos muy sencillos (Bargalló 1955: 24). Los objetos colados y elaborados de *guanín*, se supone, llegaron como importaciones, probablemente de

²¹ Ver por ejemplo Siegel y Severin (1993) que describen el hallazgo de un fragmento de tumbaga en Maisabel, Puerto Rico.



Figura 7.2. Imagen fantástica de la fundición y vaciado de metales en Guyana. Grabado de Th. De Bry, según la descripción de W. Raleigh (tomado de Rivet 1923:185)

Guyana, donde los primeros viajeros europeos reportaron el uso de fundición a la cera perdida (ver Bargalló 1955: 24; Bray 1997:46). En los hallazgos de algunos de los objetos de metal (en su mayoría tumbaga) que Tagle (1995:785) reporta de Cuba (entre ellos un pequeño cascabel encontrado en un contexto funerario), el estilo y la fabricación indican procedencia centro- o

mesoamericana. Rivet (1923:189) opina que el *guanín* fue rutinariamente utilizado por los arawak y los carib de las Antillas, Guyana y Venezuela. Sin embargo solamente da ejemplos de la producción de la aleación a través de las descripciones de Sir Walter Raleigh, con respecto a Guyana (ver **Figura 7.2.**). Según los padres Du Puis y Du Tertre, los carib de las Antillas Menores conseguían *karakoli* (sinónimo de la palabra arawak *guanín*) en Guyana. Whitehead (1990, 1996; referenciado en Bray 1997:47) menciona un ‘camino del *guanín*’ que conecta áreas tan lejanas como Colombia – atravesando el interior de Venezuela, pasando por el Orinoco y Guyana– con las islas caribeñas. Cuesta y Rovira (1982:45) mencionan que las piezas de tumbaga procedentes de Colombia son las más antiguas y por eso identifican a Colombia como punto de origen de esta aleación.

Los textos de los cronistas indican que no eran las mejores propiedades físicas sino la esencia simbólica, y específicamente el olor, lo que les atraía del metal a los taínos. El latón de los españoles y el *guanín* compartían el olor ácido y la procedencia de tierras lejanas, razones por las que ambos metales fueron valorados más altamente que el oro puro. Conexiones lingüísticas indican que el *guanín*, en contraste al oro local, tenía unas propiedades que tenían connotaciones relacionadas con el estatus de cacique y con poderes supernaturales: brillo, olor distintivo, color rojizo, y proveniencia remota o celestial. El *guanín* jugaba un papel importante en la adquisición y justificación del poder (Bray 1997:48, con referencia al trabajo de Oliver 1996).

Esta valoración del latón y del ‘oro de baja ley’ –como los españoles llamaron el *guanín*– por los taínos dio auge a un intercambio en que los isleños pagaban las aleaciones ‘exóticas’ con oro puro. Eso puede haber causado un influjo importante de *guanín* en tiempos coloniales tempranos. Por la falta de recuperación de ejemplos de *guanín* de contextos indiscutiblemente prehispánicos surge la duda de si este metal realmente ya estaba en circulación en las islas antes de la llegada de los españoles. Solamente las declaraciones de los cronistas y viajeros sobre el uso de oro de baja ley e indicaciones de la mitología en las Antillas hacen probable este uso temprano (Bray 1997:49-51). Rivet (1923:193) por otro lado opina que la introducción del uso de metales en las islas tiene que haber sido reciente, porque de otra manera se hubiera establecido allí mismo una metalurgia más elaborada.

7.2.3. La zona Andina

Lechtman (1979:2, 1988:344) divide la zona Andina en dos áreas metalúrgicas: por un lado los Andes centrales, que incluyen las zonas sur de Colombia y Ecuador,²² y la mayor parte de Perú. Por otro lado, la zona sureña de los Andes que incluye principalmente Bolivia y partes de Chile y Argentina. Esta última región se distingue por la presencia y el uso de estaño. Lechtman menciona la zona Andina central como el lugar donde se desarrolló la metalurgia y de donde se distribuyó hacia el norte y el sur.²³

La zona Andina es una de las regiones en América donde la metalurgia llegó a sus expresiones más refinadas. Además de dar vuelo a la imaginación europea por la gran variedad de formas, el puro volumen de metales preciosos presentes en el mundo inca apasionó a los conquistadores. La cantidad de oro y plata en el reino de Atahualpa rebasó por mucho los hallazgos en el Caribe e incluso el botín de Cortés en Tenochtitlan pareció comparablemente pobre: en el rescate de Atahualpa y el pillaje de Cuzco se juntaron casi 70.000 kg de metales preciosos (7.900 kg oro y 61.200 kg plata) (Mayer 1998:65). Tales cantidades de metales preciosos tenían un fuerte impacto sobre el sistema económico de Europa del siglo XVI y XVII (Carcedo y Vetter 1999:170, y ver **Subcapítulo 7.2.**).

La zona Andina tiene una larga historia en el aprovechamiento intenso de los metales y en el desarrollo de la tecnología metalúrgica. Los vestigios de estas actividades son de gran importancia y contribuyen a la investigación de las culturas prehispánicas. Sin

²² Ver, por ejemplo, Mayer (1992) para una visión general del desarrollo en Ecuador, con énfasis en armas de metal y Ubelaker (1981) para la descripción de unas ofrendas funerarias.

²³ Cf. Rivet (1923) sobre origen en las Guyanas.

embargo, el reducido número de investigadores dedicados a la arqueometalurgia y la descontextualización de la información causado, por un lado, por el gran número de los objetos saqueados²⁴ (ver Breton 1906; Jones 1979:65; Patiño 1988; Shimada y Griffin 1994:82; Carcedo y Vetter 1999) o falsificados²⁵ (Olsen 1994:174), y por otro, debido a las investigaciones geográficamente o cronológicamente aisladas,²⁶ ha evitado que la arqueometalurgia llegara a su potencial.

Aún sin poder aclarar el desarrollo completo de la metalurgia andina (algunos temas simplemente no aparecen en la literatura), los investigadores han logrado abordar muchos problemas importantes que –sea por falta de vestigios arqueológicos, carencia de menciones etnohistóricas o lagunas en la investigación– no se han podido aclarar en otras regiones, por ejemplo Mesoamérica.

La zona Andina central

El primer metal trabajado en los Andes probablemente fue el oro nativo, como lo sugiere el hallazgo de herramientas de un orfebre²⁷ en el sitio de Waywaka, en el sur de la sierra central de Perú (martillos, un yunque y pequeños fragmentos de lámina delgada de oro), en contextos fechados a aproximadamente 1740 a.C. en el **periodo inicial (hasta 1400 a.C.)**²⁸ (Grossman 1972; Olsen 1994:174). Lleras (2005b:17) incluye este hallazgo en su resumen de la metalurgia andina y nota que “... se considera actualmente que proviene más probablemente del 1000 a.C.”²⁹ Lechtman (1979:26) menciona el hallazgo de una cuenta martillada de la aleación de cobre-plata en el sitio de Malpaso, en el valle de Lurín en la costa central de Perú, fechada aproximadamente

²⁴ Shimada contó más de 100,000 pozos de saqueadores (*huaqueros*) y cientos de trincheras de *bulldozer* en fotografías aéreas del santuario de Poma (Shimada y Griffin 1994:82).

²⁵ Además coleccionistas y saqueadores ‘limpiaban’ y ‘componían’ las piezas, muchas veces borrando restos de otros materiales que formaban parte del objeto (ver Shimada y Griffin 1994:82; Carcedo y Vetter 1999:209).

²⁶ Ver Watson (1986) por los problemas con la desvinculación de cronologías en Perú.

²⁷ Lothrop (1954) reporta otra herramienta de una tumba del periodo chimú, localizada cerca de Huarmey. La tumba contenía un rectángulo muy exacto y pulido de oro, al cual él interpreta como base para extender la cera para el proceso de la cera perdida. Sin embargo, el rectángulo tiene menos de 4.5 cm (1 ⁵/₈ pulgadas) de largo y ni la mitad de ancho. Eso lo hace muy pequeño para el trabajo sugerido.

²⁸ No parecen existir dos cronologías sobre el desarrollo cultural de Perú que coincidan en los nombres de los periodos y las fechas. En este texto se está usando el cuadro cronológico de Shimada (2000:51).

²⁹ Para este dato hace referencia a un manuscrito aparentemente no publicado de Bray (1998, *Gold from the New World*, Manuscrito, Museo del Oro, Bogotá) y no da más detalles. Con referencia al mismo manuscrito menciona el hallazgo de un pectoral de cobre dorado de estilo cupisnique excavado en el sitio de Puémapue que está fechado entre 1500 y 1300 a.C.

1000 a.C.³⁰ Además, Lechtman menciona los hallazgos de Schwoerbel (s/f) en el sitio costero de Tablada de Lurín –también ubicado en el valle de Lurín– de varios objetos de metal, tanto colados como martillados y algunos dorados por eliminación. Las fechas de radiocarbono que Schwoerbel da para el material asociado a los objetos metálicos son de 950 ± 100 a.C. Burger y Gordon (1998:1108-9) dudan de estos datos, pero presentan una lámina delgada de cobre de gran pureza (entre 97.0 y 99.9 % cobre), probablemente cobre nativo, que encontraron en contextos fechados entre 1410 – 1090 a.C., o finales del periodo inicial / inicio del horizonte temprano en el sitio Mina Perdida, en el valle de Lurín, en contextos no domésticos. El metal fue martillado en frío y solamente algunos ejemplares conservaron restos de maclas de recocido (*annealing twins*), indicando un recocido antes de terminar el trabajo con forjado en frío. Algunos de los fragmentos tenían lámina de oro adherido que fue pegado con adhesivo. Con eso identifican tres tendencias que caracterizaran la metalurgia de los Andes centrales durante los siguientes tres milenios: (a) énfasis en la producción de láminas delgadas, (b) el dorado de artefactos de cobre y (c) la asociación de los objetos de metal con contextos religioso-rituales y lo sobrenatural (Burger y Gordon 1998:1110). Rutledge y Gordon (1987:578) indican que la antigüedad de la metalurgia en Perú, con un proceso de reducción de los metales de sus minerales, rebasa los 2500 años. Fiedel (1992:330) menciona los más antiguos vestigios del proceso de reducción de minerales de cobre en la cultura wankarani, al sur del Lago Titicaca en Bolivia, entre 1200 y 800 a.C. Otros hallazgos tempranos de metal provienen del yacimiento de Putushio, en el sur de Ecuador (Provincia de Loja), entre ellos diminutas esferas fundidas de oro adheridas a fragmentos de moldes de cerámica fechadas en una edad de 3420 ± 255 , y 25 estructuras que parecen ser hornos (*“furnacelike, bowl-shaped installations”*) (Rehren y Temme 1994).

Del **horizonte temprano (1400 – 400 a.C.)** hay buenos ejemplos de ornamentos muy elaborados de láminas de oro en estilo chavín, y los metalurgos de esta época sabían hacer cuentas y figuras huecas soldadas, manejaban el recocido y la elaboración de objetos bimetálicos (Lothrop 1941, 1951:235 y 1967:220).

Sin embargo, hay más información sobre los metales de las culturas moche (ca. 100 – 800 d.C.) y vicús del **periodo intermedio temprano (400 a.C. – 550 d.C.)**. La mayoría de los objetos eran de uso ornamental y en gran parte fabricado de láminas elaboradas de una aleación de cobre (con oro y / o plata) muchas veces con la superficie dorada:

³⁰ En un artículo posterior Lechtman (1988:353) menciona la fecha 700 a.C. Olsen (1994:175) menciona probablemente la misma cuenta, pero con la fecha supuestamente errónea de 2100 a.C.

figurines huecos de láminas unidos por el método lengüeta y ranura (*tab and slot*),³¹ sonajas, copas y cuencos, máscaras zoomorfas y antropomorfas, orejeras y collares. Algunas de las piezas tenían incrustaciones de concha o piedra y otras eran bi-metálicas. También se encontraron piezas utilitarias como cinceles y cabezas de maza, pero la elaborada decoración indica un uso especial. Las ofrendas de metal en las tumbas de alto estatus de Loma Negra, San José de Moro, La Mina y Sipán para la cultura moche y vicús-yécala, y la necrópolis de Olleros Ahuaico para el grupo vicús, (todos en Perú) atestiguan el alto nivel tecnológico a que llegó la metalurgia (por ejemplo con diferentes tipos de dorados) ya antes de inicios del horizonte medio (ver Olsen 1994:176; Schorsch *et al.* 1996; Mayer 1998:62).

Aparentemente oro y plata fueron asociados con el lado derecho e izquierdo del cuerpo, hecho que ha sido demostrado en contextos funerarios en Sipán por Alva y Donnan (1993:221-3). En Loma Negra este uso de los diferentes metales y sus colores se puede observar en narigueras elaboradas de láminas de oro y plata que fueron unidas por soldado por martillado (Schorsch *et al.* 1996:148). Alva y Donnan (1993:223) sugirieron que los metales simbolizan las dualidades básicas humanas como masculino / femenino o sol / luna. En otros objetos, elaborados de discos de cobre dorado o plateado e identificados como pectorales, se puede ver el uso de colgantes (*dangles, danglers* o *bangles*) en forma de pequeños discos, colgados de alambres que sobresalen de la superficie del disco. Esto da profundidad a las piezas y con el movimiento de los colgantes los objetos parecen ligeros y en perpetuo movimiento (Schorsch *et al.* 1996:150; ver también Lothrop 1954:33). Centeno y Schorsch (1996:166) además mencionan un posible efecto sonoro de los colgantes. Pérez (2005b:89) subraya la importancia del sonido metálico en las culturas andinas:

“El sonido metálico refuerza la noción de la importancia sagrada y política otorgada en los Andes a los objetos de metal. Muchos bastones de mando, literas y ornamentos de las culturas Vicús, Moche, Chimú o Inka poseen campanillas o cascabeles. El sonido metálico es su marca sonora. Se trata de un sonido único y diferenciador en el espacio sonoro precolombino, que se produce a través del movimiento. Sólo al agitar el objeto éste emite sonido.

A diferencia de otros objetos de metal que no suenan, los objetos sonoros carecen por lo general de ornamentos. Su superficie lisa y brillante refleja la luz como un espejo. Estos reflejos participan también del movimiento, multiplicándolo e invadiendo el entorno con brillos múltiples, sobre todo en el caso de los pequeños elementos metálicos móviles que cuelgan de muchos de estos objetos.

³¹ Ver también Lleras (2005b:24) y **Subcapítulo 6.1.3.2.** para más maneras mecánicas de juntar láminas.

Los relatos de los primeros cronistas españoles señalan que el movimiento asociado a la realeza y a los dioses es un asunto muy delicado en los Andes, asociación que se conserva hasta hoy en las fiestas religiosas católicas. El “paseo” de una imagen sagrada se produce en medio de la música y el brillo de los espejos. En tiempos prehispánicos este movimiento estaba remarcado con el sonido de los metales sagrados. Esta asociación del color y el sonido metálico con el movimiento de los dignatarios investidos de atributos sagrados, tuvo una amplia distribución en los Andes.”

El uso de la superposición de metales de aleaciones con composiciones ligeramente diferentes y el empleo del contraste entre áreas pulidas y áreas con textura anima las superficies (Schorsch *et al.* 1996:154). En otros casos, por ejemplo en unos ornamentos de cabeza de zorro, las diferentes tonalidades de los metales no están usadas solamente para crear contrastes, sino para acercarse a los colores naturales; el pelo dorado representado con oro, la lengua rosa con cobre y los dientes blancos con plata (Schorsch *et al.* 1996:159).

Cerca del sitio de Vicús (Perú), durante las excavaciones del cementerio de Yécala, se encontró un taller metalúrgico en el sitio Pampa Juárez, fechado entre el III y IV siglo d.C. Por su ubicación y algunas características del sitio parece posible que el taller fuera el lugar de producción de los objetos destinados a ser ofrendados en los entierros (Makowski y Velarde 1996:100). El taller no parece permanente y posiblemente fue operado por especialistas de un cercano centro urbano o por especialistas itinerantes (Makowski y Velarde 1996:110). Estaba situado en un área con varios grupos de hornos, fogones y áreas de descarte, que en su mayoría fueron asociados a la producción de cerámica. El taller comprende un horno de cámara única (probablemente para el refinamiento del metal), tres fogones (probablemente para el recocido de objetos martillados) directamente asociados sobre una superficie afirmada y el área de descarte al norte (Makowski y Velarde 1996:101, 110). Asociados al taller se encontraron semi-productos (fragmentos amorfos, lámina y alambre de cobre, en su mayoría muy puro), productos terminados (narigueras pequeñas, lentejuelas de cobre dorado, fragmentos de pinzas de cobre, agujas de cobre, etcétera) y desechos como escorias, algunas de ellas vitrificadas (Makowski y Velarde 1996:102). Unas cuantas piezas están doradas, y Makowski y Velarde (1996:103) supusieron que era un dorado por inmersión. En otra pieza, un disco ornamental con orificio central, se ha detectado un dorado mecánico con una capa de 1 a 2 μm (Makowski y Velarde 1996:107).

En la fase Gallinazo aparecieron los primeros cascabeles del Nuevo Mundo (Lothrop 1967:221, sin más detalles). En la costa sur de Perú la cultura nazca produjo objetos de

lámina de oro y posiblemente algunas piezas vaciadas (Lothrop 1967:220).³² Además alrededor de 600 d.C. aparecen las aleaciones de bronce en la cuenca de Títicaca y en el valle de Cuzco en los Andes centrales (Cuesta y Rovira 1982:151; Lechtman 1996a:24).

La cultura sicán³³ del **horizonte medio (550 – 900 d.C.)**, que sigue después de la cultura moche en la costa norte de Perú, surgió alrededor de 750 – 800 d.C. en la región de Lambayeque y fue sometida por el reino de Chimú a finales del siglo XIV. Durante el **periodo intermedio tardío (900 – 1476 d.C.)**, en el periodo sicán medio (900 – 1100 d.C.) la cultura alcanzó el nivel socio-político de estado y se produjo cobre arsenical y aleaciones de oro a un nivel nunca antes alcanzado (Shimada y Griffin 1994:82). El abundante y variado uso de metales, hasta en entierros de la gente común, es uno de los rasgos característicos de la cultura (Shimada *et al.* 1999:301-2).

El *Sican Archaeological Project* (SAP) investiga la región de Batán Grande en el valle de la Leche, Perú, desde 1978. Se han localizado objetos de metal y productos secundarios de procesos metalúrgicos, así como tumbas con cantidades impresionantes de objetos de metal y talleres (Shimada *et al.* 1982; Shimada y Merkel 1991; Shimada y Griffin 1994; Merkel *et al.* 1995; Shimada *et al.* 1999:301-2).

El trabajo sobre la cultura sicán es de gran importancia para la investigación presentada aquí porque (a) el enfoque del proyecto es multidimensional, pues incluye investigación sobre la tecnología así como el papel de la organización del trabajo, la dimensión económica, social y simbólica del metal, (b) el proyecto es de larga duración, (c) existen datos de toda la cadena operacional de la elaboración de los objetos de metal localizados, y (d) los objetos fueron investigados como parte de un contexto cultural (Shimada *et al.* 1999:301).

En 1991 el SAP excavó la 'Tumba Este' de un personaje de elite en Huaca Loro en el santuario Pomo (Shimada 1996; Shimada *et al.* 1999; Shimada y Griffin 1994:82). La tumba contenía aproximadamente 1.2 toneladas de ofrendas de las cuales $\frac{3}{4}$ (por peso) eran de metal: objetos de oro (entre ellos una máscara, tocados, orejeras, casi 2000 placas que fueron cosidas a un manto), objetos y chatarra de tumbaga (~500 kg), 489 objetos fundidos de cobre arsenical en 15 paquetes³⁴ (~200 kg) y 1.500 paquetes de 12 o 13 naipes de cobre arsenical (~25 kg). Los naipes son objetos de lámina de metal en

³² Más información sobre la costa sur en Root (1949a).

³³ También llamada cultura lambayeque (ver Shimada 1996:31).

³⁴ En Shimada (1996:33) se mencionan 13 paquetes.

forma de doble T, todos de aproximadamente la misma forma y tamaño, que pueden haber sido utilizados como medio de intercambio (Shimada *et al.* 1999:303; Shimada y Griffin 1994:83; ver también Hosler *et al.* 1990). Se supone que la máscara y las orejeras de esta tumba fueron elaboradas con los altos estándares de calidad de un mismo taller (Shimada y Griffin 1994:87). En otra tumba, al sur del templo de Las Ventanas, se encontraron cascabeles de tumbaga (Shimada 1996:36), pero no existe una descripción más detallada de estos objetos. Un grupo de artefactos muy interesante, que se encuentra en varias tumbas sicán, son los recipientes de cerámica envueltos en lámina delgada (0.01 mm) de tumbaga. Aunque la superficie parece ligeramente dorada por eliminación de cobre, se supone que solamente era el efecto del trabajo de la lámina por martillado y, en este caso, no un dorado intencional (Shimada 1996:39). Los objetos estaban elaborados con una gran variedad de técnicas que incluyen martillado, repujado, corte, incisiones, alambres forjados, filigrana, *protobrazing* y uniones con lengüetas y ranuras. También aquí, como ya en la cultura moche, se usaron diferentes aleaciones para aprovechar las diferencias de colores y además había incrustaciones de diferentes piedras (Shimada *et al.* 1999:306). Estas piezas elaboradas de diferentes materiales, como por ejemplo algunas de las máscaras, son indicios de un proceso creativo que integra diferentes especialistas y materias primas:

“On the other hand, the high-karat gold mask from the Huaca Loro East Tomb constitutes our strongest case for ‘inter-craft’ interaction, a continuous and creative interplay, whereby “hardware” (e.g., raw materials and tools) and ‘software’ (e.g. technical knowledge) both played an active role from designing and manufacture. The amber pieces, for example, were matched in color and carefully shaped to be part of the complex eye construction” (Shimada 1996:45).

Los metales también tenían un importante valor social. Shimada y Griffin (1994:89) proponen que los objetos de oro fueron reservados para el uso personal de la elite más alta, mientras que se utilizó *tumbaga* dorada para adornar el entorno de estos miembros de la elite y para el uso personal de una elite mediana.

El alto nivel de la técnica del laminado que alcanzaron los orfebres está ejemplificado por una tira de dos metros de largo y 4.5 cm de ancho con un grosor de solamente 0.15 mm (Shimada y Griffin 1994:85). Buen ejemplo de la cantidad de láminas que se elaboraron es la tumba de la época sicán medio en Huaca Las Ventanas, cuya superficie de más de 100 m² fue cubierta con láminas de tumbaga pegadas a textil. La cantidad y sobre todo la calidad de estas láminas indican que en la cultura sicán un grupo de expertos se encargaba tiempo completo de elaborar láminas para una gran variedad de ocasiones (Shimada y Griffin 1994:88; ver también Shimada 1996:44). El

valor que representa esta cantidad de lámina³⁵ se vuelve aún más impresionante al saber que Griffin, en un experimento moderno, se tardó un día y medio en producir una lámina de 10 x 15 cm de una pepita de oro de 30 g (Shimada y Griffin 1994:88). Shimada y Griffin (1994:88) proponen que existía una repartición de trabajo entre grupos con diferentes especialidades y entre maestros y varios aprendices. Objetos que muestran trazas de trabajo de muy diferente calidad parecen apoyar esta teoría. Existen construcciones de adobe de varios cuartos en Huaca Loro y Huaca las Ventanas que contienen banquetas, pisos a diferentes niveles y diferentes lugares con fogones donde también se encontraron gotas de aleaciones de cobre y fragmentos de escoria. Éstos probablemente eran talleres que ofrecían diferentes áreas de trabajo para el martillado de las láminas, la elaboración de hoja de oro y el pulido fino de objetos.

Para entender la industria metalúrgica prehispánica es de gran importancia investigar, no solamente los objetos fabricados, sino también los lugares de extracción del mineral, los talleres donde se realizó la reducción de los metales de sus minerales y los talleres de producción de los objetos.

Uno de los primeros lugares donde se pudo comprobar la producción intensiva de aleaciones de cobre-arsénico es en Huaca del Pueblo Batán Grande, Perú. Por la completa falta de este tipo de información en otras regiones, el sitio merece una descripción más detallada.

Se excavaron cuatro grupos de tres a cinco hornos (y parte de un quinto grupo) fechados al periodo sicán medio (900 – 1100 d.C.) (Shimada y Merkel 1991:81). Vistos desde arriba los hornos son periformes, cuyo extremo estrecho forma la chimenea que está excavada en una banqueta de tierra y el lado ancho se abre hacia una trinchera poco profunda (ver **Figuras 6.12.** y **6.13.**). El extremo de la chimenea es el más profundo y forma el cuenco del horno, donde se introduce la carga con el mineral, el fundente y el combustible (Shimada y Merkel 1991:83). Los hornos son aproximadamente de 25 cm de ancho, 30 cm de profundidad (de la trinchera hacia la banqueta) y 25 cm de alto (de la cuenca a la terminación de la chimenea). Casi todos los hornos habían sido revestidos con por lo menos dos capas de arcilla, hecho que indica usos múltiples de los hornos. Se supone que las líneas de los hornos se encontraban dentro de unas estructuras muy ligeras de bahareque con techado parcial. Los pisos en los talleres son muy limpios y solamente en las cercanías directas de los hornos se

³⁵ Rodríguez (1976:18) enfatiza este punto con referencia a objetos de metal en general al indicar que el largo proceso de trabajo que implica la elaboración de un objeto (del mineral al artefacto) representa un gran valor intrínseco del producto final.

encuentran fragmentos de carbón, mineral, cerámica y escoria. Asociado con los hornos se encontraron varias ofrendas, entre ellas algunas llamas neonatales (o fetales). Estas ofrendas en conjunto con la marcada limpieza de los pisos de los talleres enfatizan el carácter ritual del proceso metalúrgico (Shimada y Merkel 1991:82).

El proceso que se llevaba a cabo en los hornos era la reducción del cobre de sus minerales. La gran cantidad de *chungas* y *batanes* (grandes manos y metates usados para triturar escoria)³⁶ tanto como la presencia de pequeñas gotas de cobre (*copper prills*) en la escoria y la forma de la escoria misma indican que el proceso no logró crear escoria completamente líquida que hubiera permitido que se separara el metal por fuerza de gravedad, bajando al fondo del horno. El fundente de minerales de hierro como, por ejemplo, hematita y limonita (ver Shimada *et al.* 1982:956) fue añadido a la carga para facilitar el flujo de la escoria y así asegurar una mejor separación del metal de la ganga. El carbón encontrado durante la excavación indica que se utilizó el carbón de la madera de algarrobo (*Prosopis juliflora*) como combustible, material que arde por mucho tiempo y alcanza altas temperaturas. Además se añadieron minerales de cobre y arsénico después de ser triturados con las *chungas* y el mineral separado de la ganga (Shimada y Merkel 1991:82).

El trabajo metalúrgico en este sitio fue suspendido alrededor de 1100 d.C. y se instalaron talleres en dos nuevos sitios. Uno de ellos fue en el Cerro Sajino (Shimada y Merkel 1991:83) y el otro en el centro metalúrgico de Cerro de los Cementerios,³⁷ uno de los primeros lugares donde se pudo comprobar el trabajo a escala 'industrial', según Shimada *et al.* (1982). El sitio, en cuyo sector III se encontraron grandes cantidades de restos del proceso de la reducción de metales de sus minerales, está conectado por un camino recto con la mina de Cerro Blanco, cerca de otras cuatro minas, y tiene fuentes de combustible en su cercanía. El trabajo metalúrgico en el sector III de Cerro de los Cementerios empezó alrededor de 1000 d.C.³⁸ y perduró por lo menos 500 años, cubriendo el periodo chimú-inca. En el sitio se encuentran fragmentos de mineral, aproximadamente 5,000 toneladas métricas de escoria, *tepalcates* vitrificados, fragmentos de puntas de *canutos*,³⁹ *chungas* y *batanes* y hornos (Shimada *et al.* 1982:953-4; Shimada y Merkel 1991:84). La presencia de *speiss* (una mezcla de arsénico, hierro y cobre), y arsénico en algunas de las gotas de cobre atrapadas en la

³⁶ Según Lechtman (1976:20) también llamados *molejón* y *mortero*, *chungo* y *molinete*, *macho* y *tassa*, *maray* y *konacho*.

³⁷ Shimada y Merkel (1991:83) se refieren al sitio como 'Cerro Huaranga'.

³⁸ Shimada y Merkel (1991:83) mencionan el inicio del uso del sitio como 1100 d.C.

³⁹ Foto de puntas de canutos del sitio La Compañía, provincia Los Ríos (Ecuador) en Hosler *et al.* (1990:fig. 46).

escoria en cantidades más altas que en los minerales de cobre arsenical disponible localmente, comprueba que se añadieron minerales de arsénico en el momento de la reducción de los minerales. Que eso fue realizado con la intención de crear una aleación cobre-arsénico⁴⁰ –y no por error– está indicado por la fácil distinción visual del mineral de arsénico de los de cobre (Shimada *et al.* 1982:957; Shimada y Merkel 1991:84; ver también Merkel *et al.* 1994:200).

Los vientos, que se levantan cada tarde y que vienen siempre de la misma dirección (este-oeste) favorecen el sitio, porque dispersan humos nocivos y ayudan a avivar el fuego en los hornos (Shimada *et al.* 1982:955). Se estima que más de cien hornos todavía están presentes en sector III, aun si muchos ya se perdieron por las actividades de los saqueadores. Los 24 hornos excavados normalmente fueron orientados este-oeste y agrupados en líneas de tres o cuatro hornos. Se supone que también aquí las líneas de hornos se encontraron dentro de unas estructuras muy ligeras de bahareque con techado parcial (Shimada *et al.* 1982:955-6).

Shimada *et al.* (1982:957) interpretan el Cerro de los Cementerios (sector III) como importante proveedor de aleaciones de cobre y posiblemente de objetos colados. Este papel parece más probable aún, dado que existen sitios en las cercanías (por ejemplo Pampa Grande; ver Shimada 1978) que tienen evidencia de trabajos metalúrgicos pero ningún indicio de la reducción de metales de sus minerales. En otra parte del mismo sitio (Cerro de los Cementerios, sector I) se encontraron instalaciones (fogones de ollas de cerámica) y escombros del proceso de trabajo (yunques, martillos de piedra, fragmentos de metal, tepalcates con escoria y material que probablemente se usó para pulir los objetos). El sector I está convenientemente localizado entre los dos sitios de producción primaria de metal Cerro de los Cementerios (sector III) y Cerro Sajino (Shimada y Merkel 1991:85-6).

Cuando los chimú conquistaron el área en 1375 d.C., sustituyeron las estructuras ligeras que protegían los hornos por otras de piedra, que tenían *en suite* talleres con yunques y fogones para el recocido. Los incas invadieron la región a inicios del **horizonte tardío (1476 – 1532 d.C)**, alrededor de 1470 d.C., sin efectuar grandes reorganizaciones. Sin embargo es notable que los chimú y los incas no mantuvieran los pisos de los talleres limpios de basura como los sicán. Eso puede deberse a que el trabajo metalúrgico en las épocas más recientes perdió por lo menos parte de su carácter ritual (Shimada y

⁴⁰ Lechtman (1996b:477-8) fecha el primer uso sistemático de bronce arsenical en 850 d.C. y la introducción del bronce de estaño en 1000 d.C., aunque menciona primeras apariciones de la aleación alrededor de 600 d.C. (Lechtman 1996a:24).

Merkel 1991:83). Otra posible indicación de este cambio es que los incas llevaron metalurgos chimú a Cuzco para trabajar el metal:

“... ternary copper-silver-gold-alloy that is so characteristic of north Andean metallurgy as practiced by the Kingdom of Chimor whose master goldsmiths were brought to Cuzco by the conquering Inca to work for the royal lineage” (Lechtman 1977:9).

Otros cambios a lo largo de los 500 - 600 años de actividades metalúrgicas en la región de Batán Grande son la disminución del volumen de los hornos (de ~ 3.3 litros a ~ 1.4 litros), probablemente para mejorar el control y la eficiencia del proceso, y un cambio en el tipo de material usado para el revestimiento de los hornos. La invención de un horno de cerámica cuya parte superior se podía levantar (probablemente para facilitar el mantenimiento y la limpieza), también es de fecha más reciente (Shimada y Merkel 1991:83-4; ver también Merkel *et al.* 1994:219).

Los hallazgos y análisis de objetos de metal en Machu Picchu arrojan luz sobre la metalurgia del horizonte tardío. Las piezas encontradas indican procesos de producción de objetos, sin indicios de fundición de minerales (Rutledge y Gordon 1987:592). Los objetos pertenecen a tres grupos, que incluyen reservas de metal, objetos en proceso de producción y objetos personales o decorativos de los cuales agujas decorativas, cuchillos (*tumi*), colgantes en forma de disco y pinzas son los más comunes (Rutledge y Gordon 1987:579). Las reservas de metal consisten en láminas, terrones o barras de cobre, estaño o cobre-plata. De los primeros dos probablemente se produjo el bronce para la elaboración de objetos. La gran mayoría de objetos esta elaborado de un bronce estannífero con un contenido de estaño promedio de 6.7 % y relativamente poca variación. Los objetos de cobre-plata por otro lado no parecen tener este control, porque muestran un gran espectro de composiciones (Rutledge y Gordon 1987:580-1, 593). También se identificó un bronce de bismuto (ver Gordon y Rutledge 1984). No se encontraron objetos de bronce arsenical (Rutledge y Gordon 1987:580-1). Los objetos de bronce fueron vaciados o fundidos y martillados. Restos del proceso de trabajo (por ejemplo gotas de metal) indican que el trabajo se hizo en Machu Picchu (Rutledge y Gordon 1987:585).

Como los incas eran la cultura de contacto con los españoles existen fuentes etnohistóricas que enriquecen el conocimiento de esta cultura prehispánica. Sin embargo, hay muy pocas descripciones de tecnología, especialmente con respecto a metales menos nobles que la plata y el oro, como era el cobre. Menos información aún

existe sobre los significados y valores simbólico-rituales de los metales (ver Carcedo y Vetter 1999:169).

Zona Andina Sur

En el norte de Chile y Argentina se detectaron tradiciones metalúrgicas centradas en el trabajo de cobre y bronce desde la etapa formativa (500 a.C. – 450 d.C.). No existen muchas indicaciones de trabajos de oro y plata (Lleras 2005b:46).

La mayor aportación a la metalurgia andina de la región al sur del lago Titicaca es el bronce estannífero, cuyo uso más sistemático Lechtman fecha a 1000 d.C. (1996a:6, 1996b:477-8). Más al sur, en la región de Atacama, en Chile, se produjo cobre arsenical, proveniente de los depósitos locales (ver Lechtman 1988:359, 1996a:7, 1996b:478). Aunque las investigaciones modernas adscriben una posición algo marginal a esta área tan lejana de la zona metalúrgica de los Andes centrales, Breton (1906:161) llegó a la conclusión, hace más de un siglo, de que en el noroeste de Argentina había un desarrollo mayor del trabajo de cobre y bronce que en Perú, dado que en este entonces había más hallazgos en Argentina. Se encontraron minas, y en Anillaco y en los valles de Yocavil y Andalgalá se encontraron montículos de desechos del trabajo de metales, entre ellos ruinas de hornos, escoria y moldes rotos. También se encontraron restos de *guayras* (Breton 1906:162). En el poblado de Rincón Chico, provincia de Catamarca, Argentina, se están investigando los restos de un taller metalúrgico que desde 900 d.C. hasta mediados del siglo XVII fue dedicado a la producción de objetos de bronce:

“Los estudios realizados indicaron que durante la mayor parte del prolongado lapso de operación del taller, las tareas de fundición se llevaron a cabo en crisoles calentados en fogones, probablemente ventilados con sopladores. Recién con la ocupación incaica, a principios del siglo XV, comenzaron a utilizarse pequeños hornillos pero, de todas formas, los fogones con crisoles siguieron en uso, a partir de ese momento destinados a la refinación de los metales obtenidos en los hornillos” (González 2005: 67).

Además se encontraron por lo menos cinco bases de *guayras* con huellas de exposición a calor intenso, construidas de piedra seca y con un diámetro de alrededor de 50 cm (González 2005:73). Otras *guayras* fueron investigadas en Quillay, Catamarca y fueron descritas como “de forma abovedada con alturas entre 0,40 y 1,35 m, gruesas paredes de adobe e instaladas en un cañadón que colectaba los vientos” (González 2005:73). En Viña del Cerro, en el valle de Copiapó, se encontró una batería de 26 hornos, dispuestos en tres filas en una loma azotada por los vientos (González 2005:75).



Figura 7.3. Campana: Rostros.
Bronce estañífero. Santa María 900 –
1430 d.C., Museo Chileno de Arte
Precolombino – N° 0957
(tomado de González 2005:70).

Muchos de los objetos de metal que se encontraron son placas metálicas⁴¹ y hachas ceremoniales,⁴² algunos de ellos de bronce con hasta 16.53 % de estaño. Breton (1906:163) enfatiza que a un brazalete añadieron una gran cantidad de estaño para hacer el metal parecer más a oro. Breton además menciona la existencia de guantes defensivos, o *manoplas* de Tucuman y grandes campanas que existen en cantidades importantes en Salta. Estas campanas tienen 15 – 38 cm de altura, son de planta elíptica y pueden pesar más de tres kilos (ver **Figura 7.3.**). Pérez (2005a:71) enfatiza que están entre los objetos metálicos más grandes del mundo

prehispánico y representan uno de los mayores logros técnicos en la metalurgia andina. Además, su color y sobre todo el sonido probablemente tenían importantes significados simbólicos:

“Su gran superficie convexa y bruñida, reflejaba la luz solar con un brillo intenso y dorado, y su potente sonido metálico destacaba por sobre todo otro sonido conocido. Seguramente, simbolizaban el color, los destellos y, quizás, el ‘sonido del sol’ (Pérez 2005a:71).

Tanto por el significado intrínseco del metal como por las propiedades particulares del material, y por el aparente estatus alto de los metalurgos, González (2005:58) supone que estos últimos, “más que meros artesanos, fueron intermediarios entre los humanos y las deidades, propietarias tanto del saber técnico como del esotérico”.⁴³

⁴¹ Las placas metálicas con gran variedad de motivos son martilladas o vaciadas (cera perdida o moldes de dos valvas, ver González 1992:8).

⁴² Para un espectro más amplio de los objetos encontrados en la región, que también incluye elementos utilitarios como agujas, cuchillos, cinceles, o un estudio específicamente sobre las placas metálicas ver González (1979 y 1992).

⁴³ González (2005:60) hace referencia a la necrópolis de la Isla de Tilcara, Argentina (ver Tarragó 1994), donde una tumba destacada –supuestamente de un metalurgo– contenía un rico ajuar, incluyendo mineral de cobre, piedras de molienda, escorias, dos astas de ciervo y dos instrumentos de bronce.

Lechtman y González (1991) investigaron una de las campanas pertenecientes a la cultura Santa María (aproximadamente 1000 – 1470 d.C.) del noroeste de Argentina. Las campanas son vaciadas, probablemente en un molde de tres piezas (el cuerpo en dos partes y la base), con un núcleo sólido interior. El núcleo se fijaba con dos soportes rectangulares en la plataforma superior de la campana. En este lugar también se pueden observar tres protuberancias que son los vestigios de los canales de entrada para el metal fundido. Lo que los investigadores no han podido identificar son las líneas de molde, que se esperarían en un objeto vaciado en un molde de varias piezas, salvo



Figura 7.4. Sarta de cascabeles Cobre. San Pedro 400 – 900 d.C. Museo Arqueológico R.P. Gustavo Le Paige. Chile. (tomado de Pérez 2005b:89)

en un caso, dónde se ve una línea en solamente un lado (Lechtman y González 1991:83). Ellos proponen que las líneas de unión en el interior de la campana fueron cuidadosamente cubiertas antes del vaciado del objeto (el proceso moderno se llama *luten*). Si ese fuera el caso, los ornamentos alrededor de la boca (y también en los lados con curvatura dónde se suponía la juntura de las supuestas dos partes del molde) de una campana que se encuentra en el Museo de La Plata en Buenos Aires, Argentina, tienen que haber sido elaborados en el interior del molde, una vez que este estaba completo, y no antes (Lechtman y González 1991:84).

La importancia de la sonoridad del metal en la región sureña se hizo evidente ya en tiempos anteriores. Existe un tipo de cascabeles (ver **Figura 7.4.**), sin badajo, asociado con la cultura ciénaga (periodo temprano 200 a.C. – 650 d.C.) que fueron elaborados con delgada lámina de cobre, de planta casi cuadrada y con los bordes doblados hacia dentro. Las piezas tienen un diámetro entre 0.9 y 5.0 cm. La mayoría fue encontrada en grupos de hasta 9 cascabeles en entierros, como collares de los muertos o colocados en el pecho (González 1979:153).

Aunque el noroeste de Argentina probablemente nunca tuvo una metalurgia tan desarrollada como los Andes centrales de Perú –como lo sugiere Breton (1906)– el área es un centro metalúrgico de gran interés y con un carácter muy propio (González 1979).

Ecuador

Desde aproximadamente 270 a.C.⁴⁴ se utilizó intencionalmente una aleación de oro y platino en la cultura de La Tolita-Tumaco (aprox. 500 a.C. – 500 d.C.), en los departamentos de Esmeraldas (Ecuador) y Nariño (Colombia) en el litoral Pacífico (ver Bergsøe 1937, 1938, Scott y Bray 1980, 1994; Cuesta y Rovira 1982:115; Patiño 1988:28, 1997; Scott 2004:65). Esta aleación tenía un color más blanco y era más duro que el oro puro. En muchas piezas se utilizaron estas diferencias de color entre las aleaciones de platino y el oro con fines estéticos (Bray 1978:36-7). La técnica de dorado por eliminación, aunque conocida, fue utilizada muy poco (Scott y Bouchard 1988:15). Las piezas más refinadas probablemente fueron elaboradas durante la fase final de la cultura La Tolita-Tumaco (90 – 400 d.C.) (Scott 2004:64; ver también Scott y Bouchard 1988), la mayoría por martillado (Scott 2004:72). Un grupo interesante de objetos de esta región, elaborados en tumbaga y en tumbaga recubierta con platino, se caracteriza por su pequeño tamaño, que varía entre 5 y 10 mm (Patiño 1988:24).

Los estilos de Esmeraldas fueron influenciados por los de Perú, pero a la vez manifiestan una estrecha semejanza con el estilo quimbaya de Colombia (ver Schrimppf *et al.* 1989:55). La influencia colombiana-ecuatoriana por otro lado es presente hasta cierto punto en el ‘arte’ de Conclé (Stone y Balser 1958:29). Rovira (2004:87-8) mantiene que los territorios de Ecuador actuaron como “barrera filtrante de la transferencia tecnológica mutua entre el Bloque Colombiano [...] y el Bloque Peruano, sin que ni entonces ni ahora pueda verse claramente una frontera, ...”

10.2.4. Zona Intermedia

La zona Intermedia ha sido vista como área entre dos bloques culturales bien definidos, la zona Andina y Mesoamérica, ‘llenando el espacio’ sin ser una zona metalúrgica o cultural coherente (ver **Figura 7.5.**). Plazas y Falchetti (1978:5-6), indican que Colombia y Centroamérica tienen en común el uso de la fundición y la tumbaga, aunque admiten que existe una gran diversidad estilística y tecnológica resultando en un marcado regionalismo en Colombia. Stone y Balser (1958:11) mantienen que, aunque existan influencias de las culturas colombianas, en “Panamá y Costa Rica se manifiesta una evolución local”. Aguilar propuso una zona arqueológica para la distribución de oro, que llamó *Istmo de Guanín* (Aguilar, comunicación personal de 1998 a Ibarra, 2003:385)⁴⁵ y

⁴⁴ Lleras (2005a:13) indica una fecha en el V siglo a.C. para el trabajo del platino.

⁴⁵ Antes lo llamaba *Istmo de Tumbaga* (Aguilar 1972).

que comprende áreas de Costa Rica y Panamá. Sin embargo, no excluye expresamente regiones de Colombia. Bray (1978:39), por otro lado, nota:⁴⁶

“Colombia, Panamá y Costa Rica pueden ser vistos como una sola provincia metalúrgica, caracterizada por la preferencia de aleaciones de oro-cobre, fundición a la cera perdida, *mise en couleur* y filigrana falsa.”

Más tarde Bray (1992) matiza que aparte de esta unidad tecnológica –que también encuentra su expresión en estilos que cubren gran parte del área de la zona Intermedia, por ejemplo el grupo inicial (1 – 500 d.C.), y el grupo internacional (400 – 900 d.C.)– (co)existían diferentes estilos locales.



Figura 7.5. Zona Intermedia con algunas de las áreas culturales

Hoopes y Fonseca (2003:50) defienden el concepto de un *Isthmo-Colombian Area* y notan que la gente que habita esta área tenía vínculos genéticos, lingüísticos y de patrimonio cultural, que los había unido por varios milenios. Por eso prefieren tratar la zona no como ‘intermedia’ (entre dos centros culturales), sino como un centro en sí mismo.

⁴⁶ Rovira (1994:340) también ve el Istmo de Panamá como zona norte de esta gran región metalúrgica.

Una recopilación de fechas de radiocarbono en el marco del *Proyecto de Fechamiento de Orfebrería del Museo del Oro de Colombia* (Plazas 1998) corroboraron y afinaron el conocimiento del desarrollo de la metalurgia de la zona: los inicios de la metalurgia en territorio colombiano / ecuatoriano remontan al tiempo entre el séptimo y quinto siglo a.C. (Plazas 1998).⁴⁷ En Centroamérica se pueden encontrar las primeras indicaciones del uso de metal alrededor de 400 d.C, probablemente introducido desde la parte caribeña de Colombia (Bray 1992:34).⁴⁸ Cooke *et al.* (2003:95), con base en hallazgos en el sitio Cerro Juan Díaz, Panamá, sugieren la llegada del metal al istmo ligeramente más temprana. Aun así, Cooke *et al.* (2003:133) proponen que el establecimiento de una tradición del trabajo de oro en el istmo se tardó hasta 750 d.C. Con eso, la mayor actividad metalúrgica en Colombia y el istmo corresponde al tiempo entre 400 d.C. y la conquista⁴⁹ (Plazas y Falchetti 1978:5). Mientras que estos datos parecen tener su validez para metales martillados (y el trabajo del cobre), nuevas fechas para objetos procedentes del área sinú del norte de Colombia hacen suponer que allí el inicio del trabajo de oro y tumbaga por fundición se remonta a 1000 a.C., seguido por el desarrollo de la técnica del dorado por eliminación.⁵⁰ Eso ofrece una nueva perspectiva sobre el desarrollo de la metalurgia en el sur del continente americano, en la cual la sierra peruana es la cuna solamente del trabajo del oro por martillado (y la costa peruana, unos siglos después, del trabajo del cobre nativo), mientras que el trabajo de oro y tumbaga por fundición se desarrolló primero en el norte de Colombia. Más fechas de radiocarbono serán necesarias para confirmar estos datos (Plazas 1998). Hace casi treinta años Plazas y Falchetti notaron (1978:12) que no se han podido establecer posibles orígenes y etapas en el desarrollo de los estilos locales en la zona Intermedia, hecho que apenas está empezando a cambiar con base en estas nuevas fechas de radiocarbono (Plazas 1998).⁵¹

En la zona Intermedia no había unidades territoriales tan complejas y centralizadas como los imperios de los mexicas o los incas. Por eso también faltaba la concentración de las grandes riquezas encontradas en el antiguo México y Perú (ver Emmerich

⁴⁷ En Inguapi, en la zona de Tumaco, se encontraron alambres de oro fechados en el siglo IV a.C. (Schrimpff *et al.* 1989:56).

⁴⁸ Hay diferentes teorías sobre cómo se propaga el conocimiento de la metalurgia (ver Cooke 2003:96).

⁴⁹ Olsen (1994:182) y Bray (1978:39) dan fechas ligeramente más tardías.

⁵⁰ Eso coincide con la observación de Rovira (2004:88) que propone el desarrollo de la técnica del dorado por eliminación en el bloque colombiano (Área Andina Norte).

⁵¹ Trabajos sobre las diferentes zonas metalúrgicas o culturas que producían metales en Colombia, por ejemplo: Calima ver Cardale (2005) y Bray (2005); Malagana, ver Bray *et al.* (2005); Tairona, ver Plazas (1987) y Falchetti (1987); Tolima y Muisca, ver Pérez de Barradas (1958); Muisca, ver Long (1989), Rozo (1990) y Falchetti (1989); Nariño, ver Scott (1983); Quimbaya, ver Uribe (1991, 2005).

1965:59). Debido a esta dispersión los conquistadores concentraban su atención en el ‘oro de tumba’. La cantidad de objetos de oro era aún más importante por la costumbre de muchos grupos de ‘matar’ simbólicamente a los objetos que pertenecían a los señores y enterrarlos junto a los muertos (Plazas y Falchetti 1978:42):

“... y cuando tiene el señor alguna cantidad de oro, demás de las joyas que él solía poner, quiébranlo todo hácenlo pedazos con piedras y échanlo en la sepultura con él, como cosa, que pues él muere, que perezca todo” (Jorge Robledo 1541, citado en Plazas y Falchetti 1978:42).

Con eso empezó la larga historia del saqueo de tumbas (también *guaquería* o *huaquería*) que hasta hoy en día destruye muchos contextos arqueológicos y establece



Figura 7.6. Cascabel semiglobular, Nariño 400 - 1600 d.C., Ipiales, Nariño, Colombia, Fundición a la cera perdida, 3.4 x 4.0 cm, O30590, (tomado de Pineda 2005:64)

procedencias falsas (Olsen 1998). Ya en tiempos coloniales tempranos la intensidad de esta búsqueda llegaba a tal grado, que la corona española sintió la necesidad de proclamar una legislación específica sobre la ‘explotación de oro de tumba’. No se trataba de salvar las tumbas del saqueo, sino más bien de asegurar una parte (el quinto real) de estos tesoros para la corona. Aunque los hallazgos de oro eran considerables, los españoles no dejaban de buscar el legendario ‘El Dorado’,⁵² que supuestamente igualaba y excedía las riquezas encontradas en México y Perú (Plazas y Falchetti 1978:2-3; ver también Patiño 1988; Carmona 1997:294).

La larga historia de saqueo de tumbas y sitios en esta región hizo que se perdieran muchas piezas. Aunque suena paradójico, Emmerich (1965:xxi) nota que el interés del mercado ilícito por estas piezas por su valor artístico –reemplazando el puro valor del metal que los conquistadores y muchos de los huaqueros vieron– salvó a muchos de estos objetos del crisol. Por eso hoy en día sobreviven muchas piezas, aunque sea sin procedencia o adscripción cronológica definida. Jones (1974b:30) nota que aunque las fuentes mencionan obras de oro de carácter público (ídolos cubiertos con lámina de oro,

⁵² Uno de estos ‘El Dorados’ que excitó la imaginación de varias generaciones era la laguna de Guatavita en el altiplano central de Colombia. Hasta el siglo pasado había intentos de drenar la laguna para llegar a las riquezas en su fondo. Ninguno de los intentos realmente alcanzaron su objetivo, aunque varias de las expediciones lograron sacar objetos de oro de la laguna (Bray 1978:18-23; Plazas y Falchetti 1978:3).

grandes cascabeles de oro como marcadores de tumbas), no se encontraron estas piezas, sino casi exclusivamente piezas de adorno y / o uso personal, entre ellos muchos cascabeles (ver **Figuras 7.6. – 7.9.**). Acerca de los cascabeles⁵³ escribe Fray Pedro Simón (1565 - ?, citado en Plazas y Falchetti 1978):

“Cerca de este santuario estaba una montañuela de diferentes árboles, muy gruesos y más delgados, en cuyas ramas estaban puestas en hileras muchas campanas de oro fino no bien talladas, pues eran a la forma de almirez de boticario...”

Esta selección cultural en tiempos prehispánicos influyó en el pasado y en cierta medida sigue influenciando la dirección que toma la arqueología en esta región. Jones (1974b:25; ver también Bray 1978:29; Plazas y Falchetti 1978:12) hace un buen resumen de la situación:

“In the past, the study of Colombian gold has been based on style groups outlined by geographic areas (Pérez de Barradas 1954, 1958, 1966) but as investigation continues those style groups become increasingly difficult to maintain, leaving only geographic areas as significant categories. Previously too, tentative chronologies for the groups of gold have been provided by technical studies such as the chemical analysis of the gold content of the objects and by a detailing of methods of manufacture (e.g. Root 1964). These chronologies are based on the assumption of increasing technological capability through archaeological time, perforce placing objects made by simpler means, i.e. objects made by hammering, at an earlier date than those of more complex manufacture, such as casting. A chronology of this sort does not allow for the continued use of, or preference for, simple techniques when more complex ones are available”.

Aunque la aparición o desaparición de técnicas puede ser un marcador cronológico, en este caso las técnicas son, más bien, complementarias, y no necesariamente resultado de un desarrollo unidireccional.⁵⁴

Bray (1978:39) menciona otro problema, más general, inherente en las tipologías y cronologías. Aun si las piezas provienen de contextos conocidos, nunca se puede descartar la posibilidad de que ellas, por ser pequeños y de gran valor, fueron transportadas por largas distancias y / o guardadas por mucho tiempo, rompiendo así

⁵³ La importancia que los cascabeles tenían para los indígenas también se muestra en que ellos estaban dispuestos a cambiar los discos de oro (o dorados) que algunos de ellos traían colgados en el cuello por tres “*sparrow hawk bells*” de los españoles (Ibarra 2003:404).

⁵⁴ Ver Cooke *et al.* (2003:105) para una discusión del tema de la secuencia de técnicas.

las barreras de horizontes temporales o regiones geográficas. De esta manera también puede haber influencias estilísticas de regiones lejanas e incluso de tiempos pasados.

Por la completa falta de contextos arqueológicos por un lado, y la inseguridad de estos contextos (como se mencionó) por otro, las cronologías de obras de metal en Colombia todavía siguen siendo, como Bray (1978:40; ver también Plazas y Falchetti 1978:12) mencionó hace casi tres décadas, muy especulativas.



Figura 7.7. Campana cilíndrica, Tairona Tardío 600 - 1600 d.C., Fundición a la cera perdida, 8.5 x 3.6 cm, O33860, (tomado de Pineda 2005:61)

En la zona Intermedia no abundan los análisis instrumentales de objetos de metal⁵⁵ para complementar las investigaciones tipológicas (ver Quilter 2003:1). Eso puede deberse, por un lado, a la falta de recursos tanto humanos, técnicos o financieros en la región, y, por otro lado, a la naturaleza de los objetos. Dado que la mayoría de las piezas mencionadas en las publicaciones son elaboradas de aleaciones de oro y tienen un alto valor estético, resulta difícil conseguir el permiso de tomar muestras. Métodos de análisis superficiales, como XRF o PIXE, que no son destructivos, son más difíciles de aplicar dado que muchos de los objetos tienen superficies enriquecidas en oro. Un análisis superficial daría poca información sobre la composición absoluta del objeto (ver Twilley y Boyles 1980). Sin embargo, la presencia de superficies alteradas, por ejemplo por eliminación o electroquímicamente, se puede comprobar con las técnicas de RBS (*Rutherford Backscattering*

Spectroscopy), NRA (*Nuclear Reaction Analysis*) y PIXE diferencial (Demortier y Ruvalcaba 1996, 2005; Ruvalcaba y Demortier 1996, 1998; ver también Scott 1983; Centeno y Schorsch 1996). La aplicación de estos tipos de análisis en grupos grandes de objetos de la zona Intermedia puede ofrecer mucha información en el futuro.

⁵⁵ Algunas excepciones más recientes son Twilley y Boyles (1980), que analizaron objetos de tumbaga colombianos y mencionan el estudio analítico de cien fuentes de oro en este mismo país; Scott y Bouchard (1988), que analizaron piezas procedentes de la región La Tolita-Tumaco, y Fernández y Segura (2004), que analizaron objetos de tres diferentes estilos procedentes del sureste de Costa Rica.

Después de esta revisión de los aspectos generales de la zona, las próximas páginas se enfocarán en las dos subáreas Colombia y el Istmo (Costa Rica y Panamá).

Colombia

En Colombia se definen siete áreas de producción metalúrgica que se diferencian por el uso de estilos y técnicas diferentes, aunque hay ciertas formas que no se encuentran reducidas a solamente una de las siguientes regiones (ver **Figuras 7.10.** y **7.11.**): Nariño, Calima, Quimbaya, Tolima, Muisca, Sinú, Urabá y Tairona (Jones 1974b:26; Lleras 2005a:12; Plazas y Falchetti 1978:8). Como zonas orfebres menores se menciona Tumaco, Cauca, Tierradentro y San Agustín (Plazas y Falchetti 1978:8).

De los metales usados en territorios colombianos, el oro es el más fácilmente obtenible, pues las fuentes de cobre son más restringidas. El platino fue utilizado en partes de Ecuador y Colombia (región de Tumaco). La plata solamente era de importancia en Nariño, que recibió influencias tecnológicas de Ecuador y Perú. La falta de estaño en Colombia explica la ausencia del bronce (ver Bray 1978:27, 60).



Figura 7.8. Cascabeles y campanitas taironas, Colombia, (tomado de Plazas 1987:26-7)

Mucha de la información acerca de la metalurgia indígena proviene de fuentes documentales. Plazas y Falchetti (1978:6-7) mencionan datos sobre la organización del trabajo de los metalurgos que difícilmente se podría obtener solamente por fuentes arqueológicas. Pedro Mártir (referenciado en Cooke *et al.* 2003:110), por ejemplo,

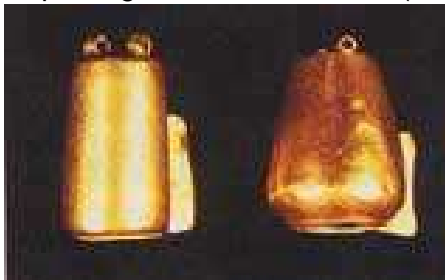


Figura 7.9. Campanas de tumbaga, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia (tomado de Falchetti 1993:57)

describe lo que había escuchado de los hombres de Cristóbal Colón: los minerales se buscaban en cierto momento del año, observando restricciones dietarias, sin la presencia de mujeres y en compañía de ciertas ceremonias religiosas. Al parecer, los caciques se encargaban del abastecimiento de los orfebres con la materia prima, como en el caso de Guatavita (ver abajo), mientras que los sacerdotes decidían los tipos y formas que se producían

(Pineda 2005:68). En algunos casos los orfebres eran especialistas directamente vinculados con un líder, como en el caso de los muisca, o los caciques mismos eran los orfebres, como en la región del Río Magdalena (Langebaek 2003:248).



Figura 7.10. Mapa de las áreas arqueológicas de Colombia (tomado de Lleras 2005a:12)

Entre los muisca los orfebres generalmente parecen haber sido hombres,⁵⁶ algunos de los cuales se dedicaban a la producción de adornos corporales, mientras que otros, que vivían en los santuarios, se dedicaban a la producción de piezas votivas que tenían mayor significado religioso. Los especialistas pasaban tanto su oficio como sus

⁵⁶ Ver Pineda (2005:68). Ibarra (2003:391) nota que la evidencia documental indica que el trato y la producción de piezas de oro parece una actividad masculina. Además hace referencia a las investigaciones etnográficas de Bozzoli (comunicación personal a Ibarra en 1999) que muestran que entre los awá las mujeres solamente podían tocar objetos de oro si eran ritualmente preparadas.

herramientas a sus hijos, hecho que contrastaba con la matrilinealidad que se observa en otros aspectos de la vida del grupo (Pineda 2005:68).

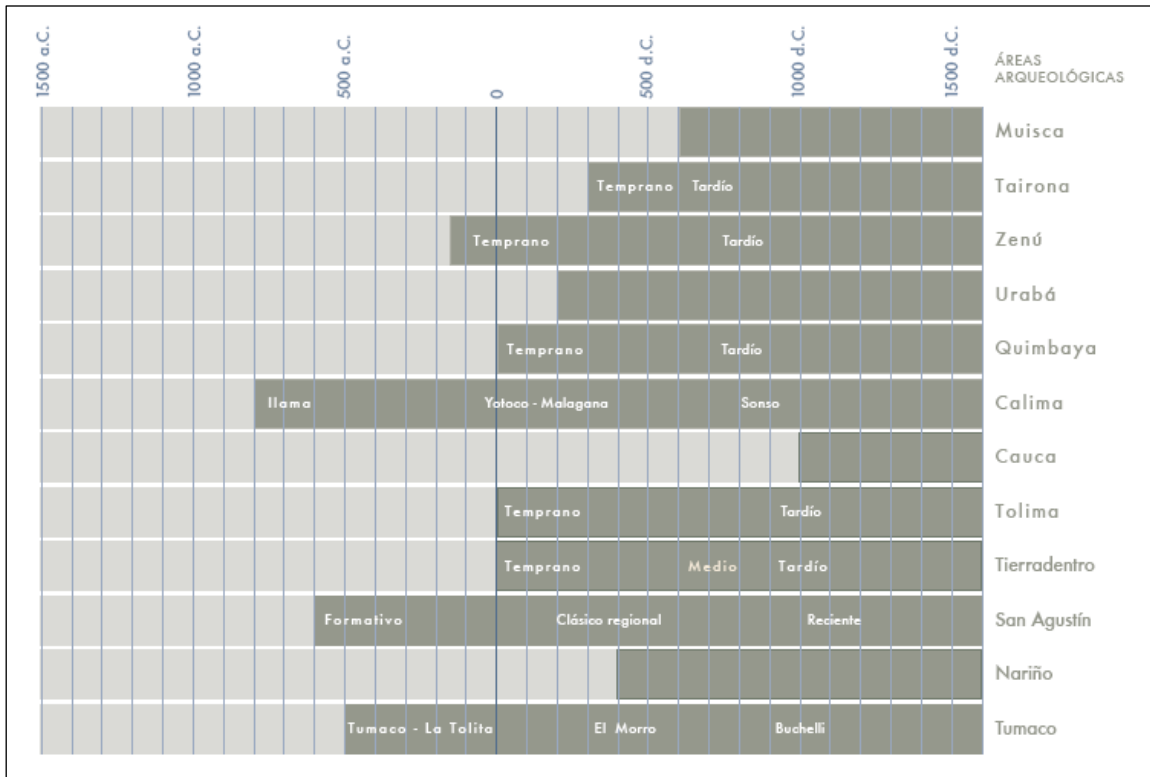


Figura 7.11. Esquema cronológico de áreas arqueológicas colombianas (tomado de Lleras 2005a:12)

El nivel de estratificación social y centralización del poder que habían alcanzado las sociedades colombianas permitió la formación de gremios especializados. Los orfebres, que en algunas regiones se juntaban en pueblos exclusivamente dedicados a la orfebrería, disfrutaban de gran prestigio. Cenú en la región de Sinú era uno de estos pueblos de ‘plateros’ (Fray Pedro Simón 1574 – ca. 1628, ver Plazas y Falchetti 1978: 6-7), otro pueblo que era la base para orfebres itinerantes se localizaba en la región muisca y se llamaba Guatavita (Juan de Castellanos 1522 - 1606, ver Plazas y Falchetti 1978:6-7).

También existe información documental sobre la minería, que alrededor del centro minero de Buriticá, en la región montañosa antioqueña, fue la actividad exclusiva de varios pueblos (Gonzalo Fernández de Oviedo 1478 - 1557, ver Bray 1978:25; Pedro Cieza de León 1520 - 1554, ver Plazas y Falchetti 1978:12). En muchos casos los mineros eran esclavos de guerra (Fray Pedro Simón, ver Plazas y Falchetti 1978:12). Aunque existen pozos excavados para explotar filones de cuarzo con oro en el noroeste

antioqueño (Bray 1978:24; Plazas y Falchetti 1978:14; Cuesta y Rovira 1982:42), la mayor parte del oro salió de aluviones de los ríos o terrazas aluviales, cuya tierra fue lavada y así separado el oro (Plazas y Falchetti 1978:14; Patiño 1988:22). Aunque en muchos centros mineros también había producción de objetos de metal (ver Bray 1978:25), no todos los centros orfebres tenían acceso directo a fuentes de materia prima y dependían del comercio para abastecerse, como por ejemplo los orfebres de Dabeiba (Bray 1978:25; ver también Plazas y Falchetti 1978:16).

La facilidad (o dificultad) de acceso a la materia prima, en cierta medida, parece expresarse en las aleaciones producidas: el porcentaje de oro es especialmente alto en las regiones de Calima y Tolima, donde existen ricos depósitos auríferos, y es menor en las áreas muisca⁵⁷ y tairona donde no se encuentra oro. Plazas y Falchetti (1978:21) relacionan la presencia de yacimientos de oro con el uso de oro puro por martillado y la fabricación de piezas más grandes y pesadas por un lado, y la necesidad de conseguir la materia prima vía el comercio con el uso de tumbaga para piezas fundidas de menores dimensiones, por otro.

El cobre, aunque componente importante o incluso mayoritario de la gran mayoría de objetos de 'oro', nunca ha llamado mucho la atención de los investigadores, que así emularon el comportamiento de los conquistadores. Plazas y Falchetti (1978:16) mencionan la probabilidad de un uso de cobre nativo, pero indican que no existen evidencias arqueológicas o analíticas que lo comprobarían.

Aparte de la rica información histórica existen vestigios arqueológicos de la metalurgia prehispánica que en otras regiones no se conservaron. En el Museo del Oro en Colombia se guarda un crisol de cerámica refractaria en forma de cuchara, procedente de la región de Tumaco (Plazas y Falchetti 1978:17). En Manizales se encontró una hornilla de arcilla, del tipo *huayra*, que tiene unos 28 cm de diámetro y ofrece lugar para dos crisoles (Plazas y Falchetti 1978:17; ver también Bray 1978:28, fig. 10). También se encontraron objetos identificados como sopladores de cerámica, cuyo interior se adelgazaba hacia un extremo (Plazas y Falchetti 1978:19). Sin embargo, dado que el objeto mide solamente 23.2 cm de largo, parece poco probable que fue utilizado por sí solo; más practicable parece el uso de este tubo como prolongación de un soplete de material orgánico más largo, para así evitar que el soplador tuviera que acercar su cara 20 cm a un horno con temperaturas de más de 800°C.

⁵⁷ Rozo (1990) duda de la completa ausencia de minas de oro en el territorio muisca y hace referencia a fuentes documentales que indican su existencia.

También existen en Colombia varios ejemplos de moldes, algunos sin usar. Esto es material que casi no se ha encontrado en otras regiones⁵⁸ (Bray 1978:33 y fig. 23; Plazas y Falchetti 1978:32; Olsen 1994:fig. 11.5). Como se discutió arriba (ver **Capítulo 6.1.3.**), los moldes no muestran indicaciones de respiraderos.

Lo que todavía falta es el descubrimiento y la investigación arqueológica de un taller metalúrgico (Bray 1978:26).

El Istmo (Panamá y Costa Rica)

Los objetos de metal más antiguos probablemente llegaron a Costa Rica desde Colombia por vía marítima en el periodo entre 300 y 800 d.C. (Fernández y Quintanilla 2003:219). Snarskis (2003:193) reduce este rango a 500 – 600 d.C. e indica que la tecnología para producir objetos de metal llegó poco después.

En la región del istmo también se nombran varias regiones estilísticas (ver por ejemplo Stone y Balsler 1958:11; Fernández y Segura 2004): Conclé, Veraguas, Chiriquí (Panamá) y Diquís, Línea Vieja, Reventazón, La Vaca (Costa Rica). En Panamá central se definieron cinco grupos estilísticos (*metal groups*) cada uno con su desarrollo interno y su distribución geográfica (ver Bray 1992:33): *Initial Group*, *International Group*, *Openwork Group*, *Conte Group* (ver **Figuras 7.12.** y **7.13.**) y *Veraguas-Gran Chiriquí Group*. Estos grupos en parte coinciden geográfica y cronológicamente, pero en conjunto cubren el tiempo desde la introducción de la metalurgia hasta la llegada de los españoles. Los hallazgos procedentes de contextos investigados por arqueólogos son pocos y aun más escasas son las indicaciones del trabajo de metales.⁵⁹

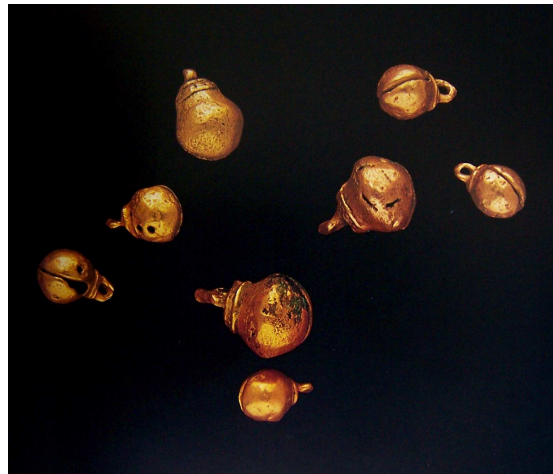


Figura 7.12. Cascabeles de oro
Tumba 11 de Sitio Conte, Panamá,
(tomado de Hearne y Sharer 1992:107)

⁵⁸ En el contexto mesoamericano Macías (1991:128) menciona un molde abierto de arcilla en Morelia, en el Museo Regional Michoacano del INAH, sin procedencia.

⁵⁹ Ver Cooke *et al.* (2003:106) para un resumen de esta información.

En esta zona, como en Colombia, la mayoría de los objetos elaborados de metal son de oro o su aleación con el cobre, *tumbaga*.⁶⁰ Pero, especialmente en Panamá el oro puede contener impurezas de plata (Stone y Balser 1958:13). Las piezas de esta región que tienen el menor contenido de oro son sonajas, parecidas, según Stone y Balser (1958) a las del cenote de Chichén Itzá y del área tarasca y que generalmente están limitadas a la región de Nicoya en Costa Rica (Stone y Balser 1958:23):

“Son características una pequeña prominencia metálica sobre el gancho de suspensión, en la curva superior y la decoración de un anillo que rodea la parte superior del cuerpo del cascabel.”

También se encontraron cascabeles entre los elementos que adornaban el cuerpo del cacique París (también llamado Parita, Cutatará, o Antatará). Gaspar de Espinosa, que vio el muerto en julio 1519, describió un cinturón con cascabeles, entre otros objetos de metal que formaban parte de su atuendo (Cooke *et al.* 2003:120). Por eso no sorprende que en el sitio Conte, Panamá, se encontraron 88 cascabeles en una tumba, aún si la asociación entre los cuerpos de la tumba y los artefactos no quedaba clara (Cooke *et al.* 2003:122). En el sitio El Cristo, Cartago, Costa Rica, que es el único cementerio completamente excavado en este país, y fechado entre 1100 – 1300 d.C. (ver Blanco *et al.* 1986), se encontró un cascabel con badajo de cristal de cuarzo (Snarskis 2003:189).

Algunas de las piezas de oro encontradas en tumbas en Costa Rica fueron intencionalmente ‘matadas’, sea machacadas o acribilladas, otras (como aretes, colgantes, etcétera) parecen haber sido elaboradas específicamente para ser depositadas en la tumba. Muchas veces



Figura 7.13. Cascabeles de oro
Tumba 11 (izq.) y tumba 18 (der.) de Sitio Conte, Panamá,
(tomado de Hearne y Sharer 1992:107)

⁶⁰ Ver Cooke *et al.* (2003:132) para más información sobre yacimientos de minerales y metales. La información indica la presencia de oro y cobre en suficientes cantidades para sostener una industria metalúrgica.

son inconclusas, por ejemplo les faltan argollas para ser colgadas, o carecen de trazas de uso (Stone y Balsler 1958:28).

Un estudio comparativo de tres estilos de objetos metálicos del sureste de Costa Rica (Veraguas, Diquís y La Vaca) se enfocó no solamente en elementos estilísticos morfológicos, sino también analizó aspectos tecnológicos, como el uso de aleaciones, calidad del modelado y de la fundición, así como del estado de conservación. Los resultados demuestran que aunque existe una homogeneidad en la tradición metalúrgica del sureste de Costa Rica hay diferencias que se concentran en el modelado de la cera, el acceso/uso a/de materias primas para los moldes y para las aleaciones. Además se detectó una coincidencia entre los grupos morfológicos y tecnológicos (Fernández y Segura 2004).

7.2.5. Mesoamérica y el suroeste de Estados Unidos

En comparación con las otras regiones americanas, la metalurgia llegó tarde a Mesoamérica y al parecer no es el producto de un desarrollo autóctono (ver Arsandaux y Rivet 1921; Aguilar 1946:87; Ahuja 1989:278; Barba y Piña Chan 1989:109; Torres y Franco 1989:219, 1996:74; Hosler 1994a:87; Solís y Carmona 1997:57). Aunque hay hallazgos de objetos de metal fechados del periodo clásico (ver Torres y Franco 1996:73 para un recuento de los hallazgos) el desarrollo de la metalurgia parece ser un fenómeno predominantemente del postclásico.

Introducción de la metalurgia en Mesoamérica

La metalurgia mesoamericana en su gran mayoría es ornamental (Aguilar 1946:16; Hosler *et al.* 1990:17; Hosler 1994a:192) y en algunas colecciones hasta casi un 60 % de los objetos metálicos son cascabeles (Hosler 1986:49). Aunque se ha escrito mucho sobre esta categoría de artefactos, los estudios están principalmente enfocados en la tecnología de producción (por ejemplo Arsandaux y Rivet 1921; McLeod 1937; Harvey 1952; Root 1952a, 1952b; Easby 1955-57; Flores y Flores 1980; Grinberg y Franco 1980a, 1980b, 1982; Mountjoy y Torres 1985; Torres y Franco 1996; Palmer *et al.* 1998; Schulze 1999; Maldonado 2005), recreación experimental (Hawley 1953; Long 1964; Schulze 1999; Maldonado 2005), tipología y distribución (Aguilar 1946; Lothrop 1952; Pendergast 1962b; Bray 1977b; Castillo Tejero 1980; Ahuja 1989; Barba y Piña Chan 1989; Stresser-Pean y Hosler 1992; Schulze 1997) o intercambio (Vargas 1995).

Dorothy Hosler (1994a, 2003) supone que el conocimiento de la metalurgia aparece en el occidente de México en dos momentos, el Periodo 1 (600 – 1200/1300 d.C.) y el Periodo 2 (1200/1300 – 1521 d.C.).⁶¹ Hosler fecha la primera aparición de metal alrededor del año 600 d.C. y afirma que llegó a través de la ruta marítima⁶² que vincula la costa mexicana con las regiones sureñas de Centroamérica, Colombia y el sur de Ecuador. También existen fuentes históricas que parecen apoyar la idea de contactos entre Sudamérica y México. En una carta del contador Rodrigo de Albornoz al rey de España, fechada el 15 de diciembre del año 1525, el autor se refiere a Zacatula, Guerrero (México), como puerto de intercambio entre indígenas mexicanos y sudamericanos (citado en West 1961:133):

“... Los dos navíos que se hacían en Zacatula y un bergantín están acabados, y pudieran luego ir a descubrir y seguir camino de la Especería, que segund los pilotos aquí dicen, por su punto y cartas no está de Zacatula de 600 a 700 leguas, y hay nuevas de indios que dicen que en el camino hay islas ricas de perlas y piedras, y siendo a la parte del Sur, ha de haber, según razón, oro en abundancia; y preguntando a los indios de aquella costa de Zacatula cómo saben que debe haber por allí islas, dicen que muchas veces oyeron a sus padres y abuelos que de cierto en cierto tiempo solían venir a aquella costa indios de ciertas islas hacia el Sur que señalan, y que venían en unas grandes piraguas y les traían allí cosas gentiles de rescato y llevaban ellos otras de la tierra y que algunas veces, cuando la mar [35] andaba braba que suele haber grandes olas en aquella parte del sur mas que en otra parte ninguna, se quedaban los que venían aca cinco y seis meses, hasta que venía el buen tiempo, e sosegaba la mar e se tornaban a ir; y así se tiene por cierto hay islas cerca, y que hay razón de ser ricas ...”

Como hallazgo de metal más temprano Hosler (1994a:47) cita a Mountjoy y Torres (1985) que mencionan una tira de cobre, según Hosler fechada a 600 d.C. “o posiblemente más temprano”.⁶³ Sin embargo, Mountjoy y Torres (1985:148)⁶⁴ adscriben

⁶¹ Torres y Franco (1996:74) suponen que probablemente existía una fase media de 1100 – 1300 d.C. en algunas regiones.

⁶² Para autores que discuten la teoría de contactos culturales por vía marítima entre Mesoamérica y Suramérica a partir de una gran gama de materiales ver, por ejemplo, West (1961); Evans y Meggers (1966); Lathrap (1966); Lehmann (1967); Meighan (1969); Paulsen (1977); Anawalt (1992; pero ver crítica de Pollard 1993); Torres y Franco (1996:74) y Callaghan (2003). Como uno de los posibles objetos de intercambio se mencionan conchas espóndilus (Hosler 1994b:92).

⁶³ En un artículo más temprano Hosler (1988c) menciona como fecha de inicio de la primera fase 800 d.C. La falta de fechas más tempranas en Oaxaca y Guatemala le hace suponer que todo el conocimiento metalúrgico fue introducido por vía marítima al Occidente de México (Hosler 1988c:843) y en consecuencia Oaxaca solamente era un centro secundario. La aparición de aleaciones en Perú alrededor de 600 d.C. (Lechtman 1996a:24) y el muy alto desarrollo de la metalurgia en la cultura La Tolita en Ecuador en los primeros siglos d.C. (Scott 2004:64; ver también Scott y Bouchard 1988) llevaría a la pregunta de por qué la

el fragmento de metal del sitio Tom-28 del área de Tomatlán a la fase Aztatlán y ofrecen como fecha 600 d.C. – 1000 d.C., haciendo la fecha de 782 d.C. mencionada por Torres y Franco (1989:220, 1996:73) como inicio de la aparición esporádica de metales, la opción más probable.⁶⁵ Sin embargo, una fecha tan tardía haría más difícil de sostener la hipótesis de Hosler (1994a:47) que la metalurgia llegó primero a la costa del Occidente mexicano y se difundió de allí por vía de los sistemas ribereñas al interior. Hosler (1994a:47) cita dos cascabeles vaciados a la cera perdida, fechados entre 650 – 750 d.C. y encontrados en Cerro de Huistle, Jalisco, mencionados por Hers (1990), como apoyo de la hipótesis del movimiento hacía el interior.

No fue sino mucho más tarde, entre 1200 y 1300 d.C., que, según Hosler (ver por ejemplo 1994a:45, 87 y 171) llegó el conocimiento del uso de aleaciones y la técnica del recocido a México, desde las mismas regiones sureñas de Centroamérica, Colombia y el sur de Ecuador, más unas influencias de Perú y Bolivia, otra vez vía la misma ruta marítima.

Solís y Carmona (1997:57) mencionan Centro y Sudamérica como punto de origen de la metalurgia mesoamericana, e identifican Chiapas, Oaxaca y el Occidente de México como puntos de introducción de la metalurgia por vía marítima. De la zona costeña el conocimiento de la orfebrería⁶⁶ se difundió hacía las demás regiones de Mesoamérica. Carmona (s/f:185) opina que el “... uso del metal en mesoamérica se inició como en otras comunidades culturales europeas [sic], en un camino que va de lo simple a lo complejo ...”, empezando con el martillado y evolucionando al vaciado. Fecha la entrada de la metalurgia entre 800 y 900 d.C. y la introducción de la fundición y el vaciado alrededor de 1000 d.C., en conjunto con la utilización de las aleaciones cobre-arsénico; cobre-estaño; cobre-plata y cobre-oro. En una publicación posterior, la autora denomina como periodo de ‘aprendizaje’ el tiempo entre 700 y 800 d.C., en el cual solamente se utilizó el cobre, dado que “por esta época la inestabilidad política de toda Mesoamérica,

introducción de las aleaciones tardó hasta 1200/1300 d.C. en Mesoamérica (Hosler 1994a: 45, 87 y 171).

⁶⁴ Ver también la crítica a esta fecha en Torres y Franco (1996:73-4), donde notan que “no aporta una evidencia sólida que permita aceptar la aparición más temprana de la metalurgia”.

⁶⁵ En la zona Maya se encontró parte de una escultura de oro en la base de la estela H de Copán, fechada a 782 d.C., solamente después se encuentran más y mejores piezas de orfebrería (Barba y Piña Chan 1989:167; Torres y Franco 1989:220). Bray (1977b:391) duda de esta fecha debido a la intrusión de objetos europeos en el contexto del hallazgo. Él menciona como pieza más antigua de metal en la zona Maya la garra de Altun Ha (Pendergast 1970), fechada a 500 d.C. Resumen de otras piezas antiguas de metal en la zona Maya en Cardós *et al.* (1988:372).

⁶⁶ Solís y Carmona (1997:57) hablan de orfebrería y no especifican si se refieren a la metalurgia de oro y cobre o solamente el trabajo de oro.

no ofrecía las condiciones sociopolíticas ni económicas para utilizar otro metal”. No explica en detalle a que se refiere con eso. Además fija el inicio de la fase tardía en 1200 d.C. (Carmona 2004b:318-9). Carmona (2004b:321) opina que la orfebrería mesoamericana tuvo su origen en Oaxaca y en el Occidente de México, pero que “se creó [...] bajo un estilo mixteca”. Menciona –sin referencias al trabajo de Hosler– que en Occidente se puede diferenciar un “estilo regional”.

Torres y Franco (1989:219, 1996:104) aceptan la introducción de elementos de la metalurgia a Mesoamérica por vía marítima desde Ecuador,⁶⁷ Perú y posiblemente regiones más al sur, pero subrayan la importancia de las influencias de Centroamérica y Colombia para el sureste mexicano por vía terrestre o transcaribeño. Horcasitas (1981:35) también hace referencia a las dos regiones como posible origen de la metalurgia mesoamericana. Barba y Piña Chan (1989:109) igualmente mencionan ambas influencias y sugieren que la metalurgia de la Mixteca combina las dos tradiciones tecnológicas. Pendergast (1962b:534) sugiere la introducción simultánea en el sur de la zona Maya y en la costa del Occidente desde América Central. Desde el primer punto de entrada llegaron influencias al resto de la zona Maya, el sur, este y centro de México, mientras que la influencia de la costa occidental se sintió en el norte de México, probablemente el centro de México y en el suroeste de Estados Unidos (Pendergast 1962b:540). Ya Root (1949b:225) mencionó influencias peruanas y colombianas que llegaron a México por vía marítima y terrestre. En contraste a los otros autores señala un momento más tardío –el siglo XIII d.C.– para la llegada de la metalurgia a México. Stone y Balser (1958:11, 14 y 25) solamente mencionan la importancia de la región del Istmo, particularmente Costa Rica, para el desarrollo de la metalurgia mesoamericana (ver también Aguilar 1946:44-5, 87; Bray 1992:39).

Sin poner en duda la introducción de la metalurgia desde el sur, Plazas y Falchetti (1978:5-6) subrayan las diferencias que existen entre la orfebrería mesoamericana y la de otras regiones americanas.⁶⁸

“La orfebrería mexicana tiene un carácter muy propio y difiere notoriamente de aquella de las demás áreas. Aunque la metalurgia fue introducida en México desde el sur, parece que una vez adoptada en territorio mexicano desarrolló un estilo local muy definido”.

⁶⁷ Patiño (1988:19), por otro lado, habla de una influencia y migraciones desde Mesoamérica a Ecuador alrededor de 500 o 400 a.C.

⁶⁸ Jones (1974b:22) enfatiza el mismo punto al notar que: “Mexican gold is the most ‘foreign’ to the general spirit of Precolumbian gold”.

Bray señala que la marcada diferencia de estilo y espíritu entre los objetos metálicos de la región ístmica y el sur de México puede ser explicada con la entrada de la tecnología por la zona Maya. En Guatemala y Yucatán se ‘filtraron’ los elementos estilísticos y se transmitió solamente la tecnología al sur de México (Bray 1989:257-8).

Aunque la mayoría de los investigadores comparte las ideas básicas sobre el desarrollo de la metalurgia en Mesoamérica por una influencia por vía marítima y / o terrestre desde Centro y Suramérica, quedan muchas interrogantes con respecto a la manera de la transmisión del conocimiento, el camino y origen exacto de esta difusión, así como sobre la fecha de la llegada del conocimiento a Mesoamérica. Con los datos disponibles en este momento las cronologías tecnológicas parecen difíciles de comprobar.

Aunque estas preguntas no se van a extender en el marco de esta investigación, vale la pena notar que para entender el proceso de la introducción de la metalurgia a Mesoamérica es necesario:

- verificar los datos más tempranos de objetos de metal en toda Mesoamérica, no solamente el Occidente,
- ampliar la base de datos de composición elemental de objetos metálicos, con conocida procedencia y fecha,⁶⁹ para verificar si hay dos momentos de introducción de tecnología,
- verificar las fechas de incorporación del uso de aleaciones en el acervo de las técnicas usadas en Centro y Suramérica, para entender su tardía introducción en Mesoamérica.

Datos ethnohistóricos⁷⁰

La inseguridad con respecto al desarrollo de la metalurgia mesoamericana y las fechas asociadas a este desarrollo se debe en gran parte a la falta de datos arqueológicos y arqueometalúrgicos (ver por ejemplo Torres y Franco 1996:71). La continuidad de uso de muchas de las viejas minas y de una gran parte de los asentamientos, especialmente en la cuenca de México, en tiempos coloniales y modernos (Smith 1987:245), hacen difícil el acceso a datos arqueológicos.

⁶⁹ Las composiciones de los objetos de metal del Museo Regional de Guadalajara que da a conocer Hosler (1994a:261-71) no permiten una subdivisión por regiones geográficas o periodos cronológicos. Hosler solamente incluye el tipo de objeto, un número de identificación y la composición de los objetos en su tabla.

⁷⁰ Ver también evaluación de la información ethnohistórica en **Subcapítulo 11.1.2.**

Por eso una gran parte de la información sobre el manejo y especialmente el uso de los metales proviene del segundo grupo importante de fuentes de información, que son los documentos etnohistóricos. Gran aporte de información brindan fuentes como los documentos de Fray Bernardino de Sahagún y sus informantes del *Códice Florentino* (Anderson y Dibble 1950-82) y de la *Historia general de las cosas de Nueva España* (Sahagún 1989), *La Historia verdadera de la conquista de la Nueva España* de Bernal Díaz del Castillo (1979), la *Historia de las Indias de la Nueva España e Islas de la Tierra Firme* de Fray Diego Durán (1984), las *Cartas de relación de la conquista de México* de Hernán Cortés (1989) la *Relación de Michoacán* (1956) de Fray Jerónimo de Alcalá, las listas de tributo (*Códice Mendoza* y *Matrícula de Tributos*) el *Lienzo de Jucutácato* y el *Legajo #1204 del Archivo General de Indias* (ver Torres y Franco 1996:89-90; Grinberg 1997), entre otros, de las diferentes regiones del territorio mesoamericano. Estos documentos contienen, en mayor o menor grado, información sobre todo el proceso de producción, las vías económicas y el significado del metal. No obstante, hay que notar que el extremo interés que mostraban los españoles por los metales preciosos probablemente influyó la manera de tratar los temas metalúrgicos. Por ejemplo, la constante referencia en las fuentes a objetos de los metales preciosos, hace suponer que había grandes cantidades de los metales preciosos en circulación. Sin embargo, los hallazgos arqueológicos no apoyan esta interpretación, dado que los objetos de cobre aparecen con mucha mayor frecuencia⁷¹ (ver Rubín de la Borbolla 1944:3, con respecto a la cultura tarasca). Además existe el problema de que las fuentes no cubren de igual manera todo el territorio mesoamericano, y parece dudoso que la información existente para el centro de México sea de igual manera aplicable para, por ejemplo, el Occidente (ver Torres y Franco 1996:72).

Smith (1987:241; ver también Hodge 1998:197 y Osborne 2004:6) subraya en términos generales algunos aspectos que hay que mantener en mente al utilizar los textos:

- a) representan una visión normativa que no refleja la variabilidad socio-económica de la sociedad,
- b) la mayoría de documentos representan un punto de vista de la élite,
- c) los textos enfatizan contextos urbanos y se enfocan en el núcleo del imperio de la Triple Alianza, dejando a un lado los contextos rurales y periféricos, y

⁷¹ Eso se puede deber en parte a la búsqueda y fundición de los objetos de oro y plata por parte de los españoles, y / o a que los objetos elaborados con base en metales preciosos posiblemente no eran depositados en contextos arqueológicos, sino más bien heredados o reciclados.

- d) los documentos permiten solamente en pocos casos cuantificaciones de las descripciones.

Mientras que se va a hacer referencia a los textos de los conquistadores y cronistas en los respectivos subcapítulos regionales correspondientes a Mesoamérica, se hizo aquí una breve revisión de algunos códices para identificar el uso, la iconografía y las asociaciones particularmente de los cascabeles. Se revisaron varios códices que provienen en su mayoría del centro de México, con unos ejemplos de Tlaxcala, la Mixteca, Michoacán y la Huasteca. La exploración no pretende ser ni sistemática ni exhaustiva, sino simplemente un intento de entender mejor el espectro de posibilidades con respecto al uso, la iconografía y las asociaciones de los cascabeles en particular y los metales en general. Por el momento se localizaron las representaciones de cascabeles y trabajos metalúrgicos en los códices sin analizar y separar los documentos por proveniencia, edad y motivación de la elaboración. Por eso, los resultados son solamente una apreciación de la información contenida en los documentos que muestra algunas tendencias. Esta investigación se puede profundizar y sistematizar posteriormente.

Reconocer los cascabeles (o el metal como material de elaboración de objetos en general) no siempre es fácil, dado que en muchos casos las imágenes carecen de detalle para una identificación positiva. Además, hay otros elementos ornamentales que pueden parecerse a cascabeles, especialmente a cascabeles globulares, como por ejemplo placas circulares, o cuentas. Por eso los principales criterios de identificación de cascabeles que se utilizaron son:

- la forma general del objeto (entre globular y periforme),
- la presencia de una apertura de la boca,
- el color (generalmente amarillo).

No todos los cascabeles identificados cumplen con todos los criterios (por ejemplo cascabeles grises en el *Códice Ixtlilxochitl* 99r y cascabeles alargados sin apertura en el *Códice Magliabechiano* 33), sin embargo, el contexto de éstos, en comparación con otros cascabeles positivamente identificados, reafirma la identificación.

No se incluyen todas las representaciones de elementos circulares que podrían ser interpretados como cascabeles globulares en el estudio, porque probablemente se trata de una mezcla de cascabeles con otros elementos y no está resuelto el problema de como separar los dos grupos (*Códice Vaticanus A* 13v). En algunos casos se

encuentran cascabeles globulares con apertura entre los ornamentos de un personaje, junto con bolas o placas circulares (*Códice Magliabechiano* 57). Eso parece indicar que existe una diferencia formal, de uso, etcétera.

Aun con la falta de detalle arriba mencionada, los cascabeles no son un grupo homogéneo. La mayoría de los cascabeles se dejan agrupar por la forma en globulares o periformes (*Códice Magliabechiano* 57). El tercer grupo, los cascabeles olivoides, es más difícil de definir, porque en algunos casos se puede tratar simplemente de cascabeles mal dibujados de uno de los primeros dos grupos (*Códice Magliabechiano* 50). La revisión de los códices indica que los cascabeles periformes son los más comunes, aunque hay que notar que al eliminar de esta revisión los casos dudosos de círculos o bolas amarillas, probablemente se redujo considerablemente el número de los cascabeles globulares. Mientras que los cascabeles del *Códice Laud*, *Códice Tonalamatl* o *Códice Selden* proporcionan poca información, los del *Códice Florentino* (I:13v, I:40r, II:49r, VIII:13r, IX:8r, IX:50v, X:63v), de los *Primeros Memoriales* (55v, 56r) o algunos del *Códice Ixtlilxochitl* (104v, 105r, 110v) llevan suficiente detalle para reconocer semblanzas con objetos arqueológicos.

Color: La gran mayoría de elementos identificados como cascabeles son de un tono de amarillo. En general se puede notar que metal parece ser coloreado amarillo sin diferenciar entre cobre y oro, aun si la descripción textual hace esta distinción (ver *Códice Mendoza* 40r). Las hachas también muchas veces están coloreadas de amarillo (*Matrícula de Tributos* 20), pero en algunos casos tienen el filo de un color café-rojizo (*Códice Tudela* 27[31]). En un caso se encuentra un hacha completamente de color rojizo (*Códice Mendoza* 68r). Pocos cascabeles son de color gris (*Códice Ixtlilxochitl* 99r y *Códice Veitia* folio 11r), lo que podría indicar plata o una aleación especial de cobre (por ejemplo cobre-arsénico).

En general se puede decir que el color de un cascabel no indica necesariamente el tipo de metal ni la aleación. Parece que el amarillo es utilizado para representar un amplio espectro de metales / aleaciones.

Uso: En su mayor parte los cascabeles están representados como adorno personal de un personaje. Se encuentran normalmente en los brazos, las piernas o en el torso.

Muy pocos ejemplos claros demuestran el uso de los cascabeles en los antebrazos, conectados a una tira de material, posiblemente textil o piel (*Códice Laud* 37).

Mucho más común es el uso de los cascabeles en las **pantorrillas**, también unidos a tiras de material, o sea, textil, piel, metal o posiblemente una combinación de varios de estos elementos. Solamente en un caso se puede ver claramente el uso de metal (*Códice Ixtlilxochitl* 110v).

Una manera de representación más común en los códices que el uso de los cascabeles en las extremidades parece haber sido colgarlos del cuello de tal manera que son presentados sobre los **hombros** y el **pecho**. Se puede ver el uso de sartaes de hilo con cuentas de piedra (probablemente piedra verde y / o turquesa) y cascabeles (*Códice Magliabechiano* 39), un sartal, probablemente de cuentas de piedra verde o turquesa, muy ancho que cubre parte de los hombros y del pecho y que tiene cascabeles en su borde (*Códice Magliabechiano* 89, *Códice Vaticanus B* 66-65), un *quemitl* con cascabeles en el borde (*Códice Ixtlilxochitl* 102r) o pectorales con cascabeles incorporados (*Primeros Memoriales* 55v). En general se puede decir que los diferentes adornos existen en combinaciones o por separado.

Como parte de atavíos se utilizan siempre por lo menos tres cascabeles en el torso (*Códice Tudela* 27[31]) o dos y dos en las piernas (*Códice Florentino* I:13v) y se puede observar hasta 13 (cuatro en un sartal y cinco y cuatro en las piernas) (*Códice Magliabechiano* 53 y 57). Estas diferencias se pueden deber en gran parte a los diferentes niveles de detalle de las representaciones. Sin embargo, hay que tomar en cuenta las implicaciones para el sonido que tiene el uso de los cascabeles en grupos o por separado. Cascabeles tan separados entre si como en la representación del *Códice Tudela* (27[31]) solamente pueden sonar si contienen un percutor.

En un caso se encuentra un probable cascabel globular particularmente grande a la altura de la cadera de un personaje (*Códice Magliabechiano* 64; ver también *Códice Xicotepec*). Hay que notar que el color (café / gris claro) es marcadamente diferente de otros cascabeles del mismo códice. Es difícil decidir si se trata de un cascabel especial que forma parte del atuendo o de un elemento no identificado, probablemente solamente asociado al personaje.

Más allá del ornamento personal, los cascabeles aparecen en contextos mortuorios, de comercio, tributo, regalo y juego. Además se encuentran escenas donde uno o dos personajes cargan un sartal que incluye cascabeles, o sartaes que parecen asociados a uno o varios personajes, sin que estos estén en contacto directo con el objeto.

En los contextos **mortuorios** se ve el bulto con un sartal de cuentas de piedra verde y varios cascabeles (*Códice Ixtlilxochitl* 104r; *Códice Magliabechiano* 67; *Tudela* 51[58]; *Códice Durán* Apéndice-13) o con un hilo con un cascabel (*Códice Ixtlilxochitl* 104v; *Códice Magliabechiano* 68; *Códice Durán* Apéndice-14). En las escenas antes citadas los bultos mortuorios pueden estar acompañados de elementos que parecen ofrendas. Entre ellos se encuentra un cascabel en un hilo (*Códice Ixtlilxochitl* 104v; *Códice Magliabechiano* 68; *Códice Tudela* 52[59]; *Códice Durán* Apéndice-14), un probable lote de varios cascabeles (*Códice Tudela* 52[59]) o un pectoral con cascabeles adheridos (*Códice Tovar* 25; *Códice Durán* 1-18 y 1-24). Sin embargo, hay que notar que la gran mayoría de los bultos mortuorios en los códices no lleva ningún cascabel.

Existen dos ejemplos de la **comercialización** de cascabeles en mercados (*Códice Florentino* IX:8r y X:63v). En ambos casos los comerciantes también venden otras cosas, que no parecen ser exclusivamente de alto valor y / o indicadores de alto estatus, aparte de los cascabeles.

Los cascabeles también aparecen en listas de **tributo** (*Matrícula de Tributos* 20; *Códice Mendoza* 40r; *Códice Kingsborough* 216r) y fueron entregados sueltos o como parte de un pendiente.

Una escena muestra la llegada de los españoles y cómo un indígena entrega a uno de ellos, aparentemente como **regalo**, un pectoral con unos cascabeles como colgantes (*Códice Florentino* VIII:13r).

En un contexto de **juego** se ve un disco, probablemente de piedra verde, con cinco cascabeles colgantes (*Códice Florentino* VIII:19r). Los dos jugadores parecen utilizar este objeto, una cuenta de piedra verde y plumas verdes para apostar.

Existen varias ocasiones donde un sartal de cuentas de piedra verde con cascabeles está dibujado entre dos personajes (*Códice Tonalamatl* 5; *Historia Tolteca Chichimeca* Ms54-58 18[43v]) o sostenido por dos personajes (*Códice Laud* 35 y 37). El sentido de los dibujos no es evidente. En otras imágenes se puede apreciar un personaje que lleva cargando un sartal de cuentas de piedra verde con cascabeles (*Códice Telleriano Remesis* 33r, 33v y 43r; *Códice Vaticanus* A 78r, 88r y 89r), posiblemente para entregarlo como tributo.

Aunque el espectro de personajes que utilizan cascabeles en su indumentaria es amplio, se pueden detectar patrones generales. El uso de los cascabeles parece ser

restringido a atavíos de dioses (ver *Códice Magliabechiano*), guerreros (ver *Primeros Memoriales* 72r) y nobles (*Códice Ixtlilxochitl* 105r). Hay que tomar en cuenta que muchas veces las descripciones textuales, por ejemplo de los atavíos de los dioses, mencionan cascabeles, mientras que en los dibujos no aparecen. Por ejemplo en los *Primeros Memoriales* la descripción del atavío de Tezcatlipoca contiene la línea “*tzitzilli, oyoalli, in icxica ca, coyoll*” que Miguel León-Portilla (1992:117) traduce como: “*tiene en sus piernas campanillas, cascabeles, cascabeles redondos, (...)*”. En el dibujo, no obstante, no están representados los cascabeles. En otro lugar (*Códice Durán* 2-5) se puede ver lo que probablemente es un sacerdote en atavío de Tezcatlipoca que tiene elementos en las piernas que pueden ser cascabeles.

La información que se puede extraer de las representaciones de cascabeles en los códices sobre el proceso de producción de los objetos es nula. Ninguna de las representaciones es suficientemente detallada para mostrar huellas del proceso de producción, como por ejemplo restos del bebedero o faltas de fundición.

Trabajo Metalúrgico: También la información sobre trabajos metalúrgicos en general es muy escasa en los códices. En el *Códice Florentino* se puede ver la preparación de los núcleos para una fundición a la cera perdida (*Códice Florentino* IX:50r y 51r) y el trabajo de un platero y herrero (*Códice Florentino* X:16r). En otros códices se pueden ver escenas donde orfebres funden material (ver **Subcapítulo 6.1.1.3.**) en una olla trípode, utilizando canutos para avivar el fuego (*Relación de Michoacán* 3; *Códice Mendoza* 70r; *Lienzo de Jucutácato*). Especialmente estas últimas imágenes indican que la visibilidad arqueológica del proceso de fundición parece ser muy baja. Menos portátil parece el horno del *Mapa Tlotzin* (lámina 2).

Antecedentes

Aunque hay una relativa abundancia de estudios sobre la metalurgia mesoamericana, la información es dispersa y fragmentada (ver Corral 1985:24). Eso se debe al pequeño número de personas que enfocaron su atención en la arqueometalurgia mesoamericana y a los enfoques regionales que la mayoría de estos investigadores tienen.

Torres y Franco (1996:80, 82-3) definen seis zonas metalúrgicas en Mesoamérica (aquí se añade el suroeste de Estados Unidos al norte de México), en algunos casos con subregiones. Debido a la ambivalencia de la información disponible en este momento (ver arriba), algunas de estas subdivisiones parecen difíciles de sostener solamente con base en la información sobre la metalurgia antigua y, por eso, en este momento parecen

hipótesis de trabajo más que descripciones basadas solidamente en el registro arqueológico:⁷²

1) La zona Maya⁷³

- a. Subregión de la península de Yucatán
- b. Subregión de los altos de Chiapas y el sur de Guatemala
- c. Subregión de Honduras

2) El sureste de México

3) El centro de México

4) El Golfo

- a. Subregión sur (aproximadamente del puerto de Veracruz hasta Tabasco)
- b. Subregión norte (área de la cultura huasteca, ver Stresser-Pean y Hosler 1992)

5) El Occidente

- a. Subregión tarasca
- b. Subregión de la zona metalúrgica de Guerrero
- c. Subregión costera de Jalisco
- d. Subregión del noroccidental

6) El norte de México y el suroeste de Estados Unidos

- a. Subregión del noroeste (conectado a la subregión 5.d)
- b. Subregión noreste (conectado a la subregión 4.a)
- c. Subregión central
- d. Suroeste de Estados Unidos (suroeste de Colorado, sur de Utah, sureste de Nevada, sureste de California, Arizona, oeste de Tejas y Nuevo México al oeste del río Pecos, ver Palmer *et al.* 1998:362)

En las siguientes páginas se dará un resumen de la información sobre la metalurgia prehispánica de las regiones arriba mencionadas. Estos resúmenes son un intento de caracterizar la metalurgia de las subregiones sin pretensión de ser exhaustivos. Vale la pena tener en mente que la cantidad de información disponible y expuesta aquí para

⁷² Cardós *et al.* (1988:367) hacen notar que existieron cuatro áreas de elaboración de objetos de metal en Mesoamérica, pero mencionan solamente el área Maya, Mixteca y Purépecha. Solís y Carmona (1997:57) mencionan Oaxaca, el Altiplano Central (Tlatelolco, Azcapotzalco, etcétera) y el Occidente de México. Salas *et al.* (2001:152, 157) nombran cinco zonas que coinciden en mayor parte con los de Torres y Franco (1996), solamente que no incluye la zona Norte y menciona la zona Sur en vez de Sureste.

⁷³ No es posible distinguir etnias y solamente se habla de 'zonas' que se dejan correlacionar en terminos generales con áreas culturales.

cada una de las subregiones es en gran medida reflexión de la agenda académica de investigadores individuales y solamente en segundo lugar una representación real de la cantidad de vestigios arqueológicos o de la intensidad de la metalurgia prehispánica.

La zona Maya

En 1502 Colón observó una canoa cerca de las Bay Islands de Honduras, cargada con textiles, macanas, cacao, hachas y cascabeles de cobre y crisoles para fundir cobre, entre otras cosas (ver Keen 1959:231-2). Por el tipo de materiales que se transportaban en la canoa, Bray (1977b:394) interpreta que el grupo de personas que acompañaba la mercancía eran metalurgos. Movimientos de materiales y personas parecidos a los observados por Colón pueden haber transportado la tradición metalúrgica del Istmo a la zona Maya a finales del periodo clásico (Bray 1977b:390). Se encontraron artefactos de metal que Bray (1977b:365) llama 'tipos mexicanos', como anillos de cobre y cascabeles de falsa filigrana, no más al sur de El Salvador y las Bay Islands de Honduras, mientras que los artefactos de oro procedentes del Istmo solamente llegaron hasta Yucatán y Guatemala, pero no más al norte. Aparte de ser una zona de transición entre dos estilos, la zona Maya desarrolló su propia escuela de metalurgia a finales del clásico.

Bray señala que en las fuentes de la zona Maya, como por ejemplo el *Popol Vuh* (1971) y *The Annals of the Cakchiquels and Title of the Lords of Totonicapán* (Recinos y Goetz 1953), el metal es un material comúnmente pedido como tributo o exhibido por guerreros o gobernantes (Bray 1977b:398).

Las tierras bajas de la zona Maya, sin embargo, no tienen yacimientos de metal de importancia y por eso el metal hallado allí tiene que haber sido importado como materia prima o artefacto (Barba y Piña Chan 1989:169). Las tierras altas de Guatemala, por otro lado, ofrecen oro, cobre, plata y plomo en cantidades suficientes para alimentar una industria local (Bray 1972:36, 1977b:397). Cardós *et al.* (1988:369-370) hace referencia al trabajo de Weeks (1977), que encontró indicaciones de procesos metalúrgicos, incluyendo fragmentos de moldes hechos con un fino desgrasante de carbón, y gotas de cobre en Utatlán, Guatemala. Lothrop (1952:26) cree posible que hubiera metalurgia entre los *non-Maya peoples* del noroeste de Honduras y del valle de Motagua en Guatemala antes de 1500 d.C., pero duda que los maya trabajaran los metales más allá de ornamentar delgadas láminas que importaban de otras regiones. Bray (1977b:397) por otro lado supone que los artefactos fundidos encontrados en las tierras bajas de la zona Maya y especialmente la gran cantidad y diversidad de objetos de cobre en sitios como Wild Cane Cay y Lamanai, en Belice, indican una producción local. Hallazgos más

recientes de 185 objetos de cobre y desechos del proceso de vaciado en Lamanai (por ejemplo, gotas de cobre, cobre fundido, restos del embudo de objetos fundidos y cascabeles con faltas de fundición) apoyan esta teoría para el tiempo de contacto (Simmons 2006). Los análisis de composición parecen indicar la refundición de metales u objetos importados, quizás en tiempos considerablemente más tempranos, del Occidente de México (Simmons 2006:6). Los hallazgos de metal más tempranos del sitio, fechados al postclásico temprano, parecen por razones estilísticas y de composición originarse en el Occidente de México, sin que haya indicaciones de producción local (Simmons 2006:5). En tiempos tempranos los metales parecen haber sido estrictamente controlados por las élites, mientras que en el tiempo de contacto los metales y su producción también jugaron un papel en la vida del pueblo común (Simmons 2006:5).

En el sitio arqueológico de Las Margaritas en Chiapas, que tiene ocupación desde el clásico terminal y creció considerablemente en el periodo postclásico, se encontraron 31 piezas de cobre y sus aleaciones, entre ellas cinceles, anillos, agujas, un hacha, un cascabel y siete fragmentos de cascabel (Morales 2003:60-61, 63). Las piezas se encontraron en las terrazas inferiores del sitio, apartadas de las áreas ceremoniales asociadas con la élite, lo que sugiere un acceso poco restringido al material. La presencia de varios artefactos utilitarios parece subrayar este hecho (Morales 2003:78-9). Los análisis por PIXE de los cascabeles establecieron que la mayoría tienen composiciones diferentes a los cascabeles procedentes del Occidente, norte o centro de México, por lo cual Morales (2003:74) les adscribe una procedencia Maya (ver también **Subcapítulo 11.2.**).

Grinberg y Franco (1982, 1990) analizaron los objetos de metal (cascabeles, anillos y cuencos de cobre y hojas de oro) encontrados en Toniná, Chiapas, utilizando Fluorescencia de Rayos X (XRF) y Absorción Atómica. Por la composición y los diseños se determina una procedencia maya para algunas de las piezas. La presencia de pequeñas cantidades de arsénico⁷⁴ y hierro, y la casi completa ausencia de los demás elementos caracterizan la composición de estas piezas (Grinberg y Franco 1982:1153). La mayoría de los cascabeles presentan percutores de piedra.

Blackiston (1910:540) reporta la Quemistlan Bell Cave en Honduras, que contenía más de 800 cascabeles de diferentes formas y estilos. Los exámenes de composición (Bray

⁷⁴ Los datos analíticos no se pueden comparar con los del Templo Mayor, dado que arsénico, antimonio y bismuto solamente fueron detectados cualitativamente. Plomo no aparece en el listado de resultados.

1977b:393) indicaron que los cascabeles provenían de diferentes fuentes de metal. Blackiston (1910:540) interpreta la presencia de metal nativo como indicación de la producción de los cascabeles en la cueva. Bray (1977b:393) explica el hallazgo de los cascabeles de Quemistlan y otros *caches* parecidos –ubicados cerca de Taulevé, San Antonio Majada y La Champa⁷⁵– como almacenes de un metalurgo itinerante. Por eso también interpreta que unos cascabeles grandes de cobre casi puro (Lothrop 1952: Table XVI), procedentes de Honduras, tenían una función secundaria de lingotes (Bray 1977b:394). Hammond (1972:222) define a los cascabeles de cobre como instrumentos musicales y señala la existencia de cascabeles de arcilla, probablemente más tempranos que los cascabeles de cobre. Parece que los cascabeles de cobre o arcilla se usaban en el baile desde el periodo clásico por su presencia en las figurillas de Lubaantún y la posible representación en las piernas de los bailarines en los murales de Bonampac. Simmons (2006:4-5) cita información del diccionario Cordemex que traduce los términos *ch eh ok* y *ch eh ok mascab* como ‘cascabeles usados en el baile’ (*bells that are used by dancers*).

Otra posible función de los cascabeles en la zona Maya es propuesta por Gaspar Antonio Chi,⁷⁶ que nota su uso como moneda, cuyo valor dependía de la cantidad y del tamaño de los cascabeles (Tozzer 1941:231). Simmons (2006:3) apunta que la palabra *tak'in* se traduce en el Diccionario Tzotzil como ‘dinero’ y al mismo tiempo como ‘campana’. Además menciona (Simmons 2006:4) que el español Diego Quijada indica que los cascabeles fueron usados para pagar multas a los españoles. Tozzer (1941:80, nota 342) hace referencia a un pago de multa que incluía cascabeles:

“... small bells and hawk bells of copper which they had from the time of their unbelief, saying that they had already been offered to the demon and it was a sin to have such things in their possession”.

Bray (1977b:370) señala que no existen grupos claros de tamaños, como unidades de valor, sino que hay un continuo de volúmenes. La referencia de Tozzer parece indicar que en tiempos anteriores a la conquista los cascabeles tenían connotaciones de culto más que económicos para los indígenas mayas.

En general, los cascabeles parecen ser los objetos metálicos más comunes, sea como parte de un ornamento más complejo o solos. Se encuentran normalmente en grupos,

⁷⁵ Este último, localizado cerca de Naco, supuestamente consistía de alrededor de 150 kg de cascabeles (Bray 1977b:393).

⁷⁶ Simmons (2006:4) adscribe una frase parecida al padre Diego López de Cogollado.

en ofrendas (por ejemplo, en cenotes o tumbas), basureros o depósitos domésticos (Bray 1977b:370). La cantidad más grande y los hallazgos más impresionantes de metal en la zona Maya se encontraron a principios del siglo XX en el cenote de Chichén Itzá (Lothrop 1952). Había figurillas, pendientes, discos, ornamentos y, entre otros tipos de objetos, muchos cascabeles, tanto de oro y sus aleaciones como de cobre y sus aleaciones. Muchos de los cascabeles a base de oro tienen pequeñas figuras humanas o de aves en las partes superiores del resonador, lo que indica una procedencia de Panamá. La fuerte influencia de Panamá entre las piezas del cenote se confirma con los análisis elementales de algunos de los objetos, que se agrupan por su composición con artefactos panameños, separados de los objetos mexicanos y colombianos (Torres y Franco 1989:264). Otros cascabeles con decoraciones de felinos, venados o cangrejos sugieren procedencia de Costa Rica (Lothrop 1952:101-3; Barba y Piña Chan 1989:173). Además existe un grupo de cascabeles de cobre con un porcentaje extraordinario de plomo.⁷⁷ Esta aleación con más de 4 % de plomo fue identificada en 10 de los 21 cascabeles de filigrana falsa (Tipo *F*, según Lothrop 1952) procedentes del cenote de Chichén Itza –a los que Lothrop (1952:16) reconoció como originarios del valle de México:

“It is quite apparent that the region where lead occurs in bells is confined to the vicinity of the Valley of Mexico, although the exact boundary cannot be fixed with certainty” (Lothrop 1952:16).

Grinberg y Franco (1980a:200) también consideran de producción azteca a algunos cascabeles ‘especiales’ (globulares con un diseño alrededor de la argolla) con varios porcientos de plomo, aun si conectan el cobre de los objetos con cobre nativo proveniente de Mezcala, Guerrero. Como posible explicación evocan el artesano ambulante (Grinberg y Franco 1980a:201):

“... empleando orfebres aztecas que traerían en su morral restos pequeños de metal y artefactos imperfectos para refundirlos en forma de nuevos artefactos, sobre pedido”.

Muchos de los discos de metal encontrados en el cenote Sagrado parecen proceder de Centroamérica, pero otros tienen motivos y diseños en estilo maya y dan, según Barba y Piña Chan (1989:178) “la impresión de haberse grabado en Chichén Itzá”. Los discos representan escenas con una parte del inframundo, de la tierra y del cielo. Las indumentarias de los personajes representadas incluyen cascabeles en cascos,

⁷⁷ También se encontró un lingote de plomo en el cenote (Lothrop 1952, fig.5; Bray 1977b:378).

pulseras (Barba y Piña Chan 1989:182) o en las piernas (Lothrop 1952:42; Barba y Piña Chan 1989:185, 191; ver **Figura 11.20.**).

El sureste de México

La región del sureste de México, cuyo centro está en el estado moderno de Oaxaca, área cultural de los zapotecas y mixtecas, está bien reconocida por los hallazgos de objetos de metal, muchos de ellos ornamentos elaborados de oro que muestran un admirable manejo de las técnicas orfebres, especialmente de la fundición a la cera perdida y la falsa filigrana. Root (1949b:225) opina que el trabajo de metal de Oaxaca es de mejor factura que la mayoría de las piezas peruanas. Caso (2002 [1965]:382) señala que la extraordinaria habilidad como orfebres distinguió a los indígenas de Oaxaca, especialmente a los mixtecos, y propone que los texcocanos y los mexicas aprendieron la metalurgia de ellos. Carmona (1997:293) opina que el trabajo de los orfebres mixtecos se difundió al resto de Mesoamérica, y que tal vez orfebres oaxaqueños se instalaron en el centro de México, “para enseñar y elaborar las más delicadas piezas en oro destinadas a engalanar a los señores mexicas” (Carmona 1997:293).

Aunque los productos de la metalurgia del sureste de México son ampliamente admirados, no se sabe mucho del desarrollo de las técnicas, dado que no existen estudios sistemáticos y que una gran parte de los objetos conocidos provienen de saqueos (Hosler 2003:169). Carmona (s/f:185, 2004b:318-9) propone un desarrollo en dos pasos, con una fase Temprana (700 a.C.) y otra Tardía (1200 a.C.) (ver arriba).

Aunque Oaxaca comparte la costa con el Occidente de México –a donde se supone que llegó la metalurgia desde Suramérica alrededor de 800 d.C.– Hosler (2003:169) fecha el desarrollo de la consumada tecnología de fundición, especialmente de aleaciones de oro, después de 1200 d.C. Según ella este desarrollo fue incentivado por influencias de Centroamérica y Colombia. Sin embargo, la relación con el desarrollo de una tecnología de cobre en el Occidente no es clara (Hosler y Macfarlane 1996:1819).

Los metalurgos oaxaqueños llegaron a dominar todas las técnicas para dar forma y terminar objetos de metal, y manejaron toda la gama de metales y aleaciones.⁷⁸ Aunque la orfebrería oaxaqueña se parece tecnológicamente a la metalúrgica del Istmo (el empleo del colado de aleaciones de oro), el estilo es distinto (Bray 1989:257). Bray (1989:243) reconoce paralelos con el estilo Mixteca-Puebla de los códices y de la

⁷⁸ Barba y Piña Chan (1989:132) mencionan incluso zinc, aunque eso parece dudoso.

cerámica policromada –que él identifica en todo el sur de Mexico, desde Tenochtitlan hasta la zona Maya– y propone el término *South Mexican International Style* (SMIS) para los objetos de metal; Solís y Carmona (1997:57) hablan de un ‘estilo Pan-mesoamericano’.

Oaxaca tenía fama de ser muy rico en minerales, como lo comprueban las declaraciones de Cortés (1989:299) y de Díaz del Castillo (1979:vol.I, 216) (ver citas completas en **Subcapítulo 11.2.**).

Los conquistadores casi exclusivamente hablan de oro y no mencionan cobre con referencia a Oaxaca. Eso puede deberse al interés específico que tenían los españoles, pero también puede encontrar su explicación en que el estado ha producido alrededor de 10 % del oro mexicano, mientras que no ha aportado mucho más de 1 % de la producción de cobre⁷⁹ (González Reyna 1956). Sin embargo, hay que tener en cuenta que las cantidades de metal que se extraen en tiempos modernos no necesariamente tienen una relación directa con la importancia que el lugar tenía en tiempos coloniales o prehispánicos. Eso se debe a que algunas minas pueden haberse agotado, y a los cambios radicales de la tecnología de extracción. De todas maneras hay que mencionar que Oaxaca ha ofrecido un espectro muy amplio de objetos de aleaciones de oro. Especialmente el ‘tesoro’ de la Tumba 7 de Monte Albán es un ejemplo excepcional. En su tiempo multiplicó por cuatro la cantidad de objetos de oro conocidos (Caso 2002 [1965]:399). Excepcionales eran también los objetos de plata (24 con un peso total de 325 g) (Caso 2002 [1954]:222–3; 2002 [1965]:400), que en general son muy escasos en México (Aguilar 1946:69; Faber y Gordon 1986:58; Carmona 1997:289).

Otro tipo de objetos de metal que son característicos de Oaxaca (Aguilar 1946:18) y que se han encontrado en grandes cantidades allí, son las hachuelas o ‘hachas moneda’ de cobre. La primera descripción moderna de hallazgos de metal antiguo en México, es la del descubrimiento de 250 hachas moneda en un campo cerca de Mitla a finales del siglo XIX (Faber y Gordon 1986:57). Easby *et al.* (1967) estudiaron una selección de hachuelas oaxaqueñas⁸⁰ y llegaron a la conclusión que se trata de una unidad de intercambio (ver Hosler *et al.* 1990 por referencias a fuentes etnohistóricas). Hosler *et al.* (1990:41) apoyan esta conclusión y notan que no existen indicaciones claras del uso de

⁷⁹ Los datos son de los años 40 y 50. En 2005 Oaxaca produjo solamente 0.28 % de oro y 0 % de cobre (Panorama Minero 2006).

⁸⁰ Para tipologías de las hachuelas ver Aguilar (1946:25, lám II) o Hosler *et al.* (1990).

las hachuelas en tareas prácticas.⁸¹ Hosler *et al.* (1990:50) sugieren que por lo menos algunas de las ‘hachuelas’ pueden representar hongos y no tener ningunas connotaciones de utilidad práctica. Los autores (Hosler *et al.* 1990:41-2) además proponen que había una estandarización de tamaño y peso y que la mayoría de los objetos estaba elaborada de cobre con porcentajes notables –aun si aparentemente no bien controlados– de arsénico.

Otros objetos a base de cobre que fueron analizados, al parecer generalmente contienen estaño y en eso, según Grinberg y Franco (1982:1153), se parecen a las aleaciones usadas en Guerrero.

Occidente

Dorothy Hosler (1986, 1994a) propone la introducción de la metalurgia en el Occidente de México por vía marítima y la instalación de la *West Mexican Metalworking Zone*, que comprende las áreas de los estados modernos de Jalisco, Michoacán, Nayarit, Colima, el sur de Sinaloa, el norte de Guerrero y partes del Estado de México, desde las regiones sureñas de Centroamérica, Colombia y el sur de Ecuador, más unas influencias de Perú y Bolivia. Hosler (por ejemplo 2003:161) sugiere que después del establecimiento de la metalurgia en la zona costera, se difundió a lo largo de los sistemas rivereños hacia el interior. Hasta ahora, sin embargo, las fechas que sostienen esta teoría no parecen muy sólidas (ver **Subcapítulo 7.2.**). Después de las técnicas básicas de la metalurgia, que se difundieron en México en el Periodo 1, llegaron en el Periodo 2 el conocimiento del uso de aleaciones y la técnica del trabajo en caliente (por ejemplo Hosler 1994a:45, 87 y 171).

La idea de la introducción de la metalurgia en el Occidente por vía marítima desde el sur mesoamericano y la importancia e independencia de la región del oeste mesoamericano fue sugerido por Willey en los años 50 (1955; ver Pendergast 1962a:379). Meighan (1960:1534) cita hallazgos de cobre de fecha temprana entre desechos domésticos en Nayarit y sugiere el uso común del metal y el probable origen del conocimiento de la metalurgia en la costa occidental, y no en el centro de México. Pendergast (1962b:536) sugiere la distribución de la tecnología por intercambio o difusión de estímulos desde el Occidente al este y norte de México y el suroeste de Estados Unidos. El repetido *ex Occidente lux* en la temática de la metalurgia mesoamericana llevó a algunos

⁸¹ Faber y Gordon (1986:60) discuten si los objetos pueden haber sido diseñados para uso práctico ligero y solamente después, sin alteración de la forma, haber sido aceptados como unidad de pago.

investigadores a suponer que metal –casi sin importar la aleación, estilo o posición cronológica del hallazgo– tenía su origen material o por lo menos espiritual en el Occidente. Hosler (1998:321), por ejemplo, mantuvo que:

“... antes del 1200 d.C., la producción de metal en Mesoamérica estuvo restringida principalmente al occidente de México; aunque por la misma fecha, los artesanos de la periferia del sureste mesoamericano, como en Honduras, pudieron haber aprendido la fundición a la cera perdida de sus vecinos de las regiones bajas de América central.”

Solís y Carmona (1997:57), cuyo interés principal se concentra en la metalurgia de Oaxaca, pintan una imagen diferente, al sugerir que solamente después de 1300 d.C. se produjeron objetos de metal “novedosos que ya comparten características con los del resto de Mesoamérica” en Occidente.

Sin embargo, la importancia del Occidente en el desarrollo de la metalurgia y en la producción de los objetos de metal, fue aun más enfatizada por los resultados de una investigación de 171 artefactos de cobre (y sus aleaciones) procedentes de nueve sitios mesoamericanos por análisis de isótopos de plomo (Hosler y Macfarlane 1996). Los análisis parecían comprobar una procedencia de muchos de los objetos de Jalisco y Michoacán:

“¿Qué nos dicen estos datos sobre la producción e intercambio de artículos de metal en el periodo Posclásico Tardío? El hallazgo más obvio es que, a lo largo de esta época, el occidente de México continuó como el principal productor de objetos de cobre y sus aleaciones. No es extraño que los artefactos allí recuperados, en Atoyac y Urichu, fueran hechos con minerales locales; lo sorprendente sería si no lo fueran. Lo que no esperaba era que los datos de isótopos de plomo pudieran mostrar que una gran proporción de los materiales recuperados en Oaxaca, Paredón y el área huasteca, aparentemente, también fueran elaborados con metal del oeste mexicano, y por artesanos de esa región” (Hosler 1998:327).

Sin embargo, la naturaleza compleja de los datos generados por el análisis de isótopos de plomo (ver **Subcapítulo 6.2.2.**) hizo imposible sustentar estas conclusiones y Hosler misma indicó que los datos no permitieron distinguir yacimientos de cobre localizados en un eje norte-sur:

“These [new] data and data gained from other geochemical studies of Mexican ores now indicate convincingly that ore lead isotopic values alone will not allow us to distinguish copper deposits that are located along a north-south axis (between, for example, Jalisco, Michoacán, and Guerrero)” (Hosler 2003:166).

La mayoría de los objetos de metal encontrados en el Occidente son de cobre. Artefactos de orfebrería fina son raros y de menor calidad que los de la tradición mixteca o del centro de México (Torres y Franco 1996:102). Kelly (1985) describe objetos de lámina de oro procedentes de Colima, y subraya que probablemente no había conexión con la tecnología oaxaqueña, que principalmente se enfocaba en procesos de fundición. Rubín de la Borbolla (1944:9-10) indica que la recurrente mención de artefactos de oro en las fuentes etnohistóricas, que contrasta con su escasez en el contexto arqueológico, probablemente se debe al frecuente uso del dorado que “el tiempo y otros factores han hecho desaparecer...”. Aun si la discrepancia de las menciones de oro en las fuentes y los hallazgos en el contexto arqueológico es común también en otras regiones, parece poco probable que los españoles “nunca sospecharon”, como dice Rubín de la Borbolla (1944:9-10), que se trataba de objetos de cobre dorados, sino más bien que las menciones de los metales preciosos son reflexión de los intereses de los españoles.

El gran logro de la metalurgia de Occidente es el uso de un amplio espectro de aleaciones,⁸² y Torres y Franco (1996:102) incluso hablan de una “supremacía tecnológica en el manejo de los metales” que los pueblos de Occidente alcanzaron. Hosler (1994b:87) indica que los orfebres del Occidente usaban mucho la plata y la aleación plata-cobre.⁸³ Kelly (1985:172, 174), por otro lado, nota que plata era escasa en Colima, pero menciona algunos ejemplos de objetos encontrados. Hosler (2003:163) señala que el temprano interés en Occidente en el sonido metálico y el enfoque en la producción de cascabeles

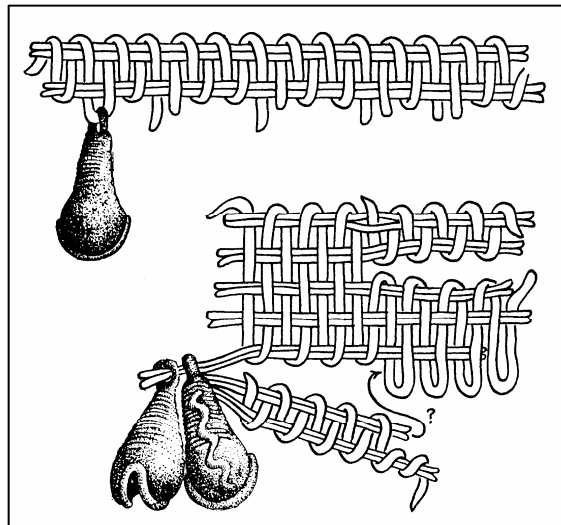


Figura 7.14. Cascabeles cosidos a restos de textil, Chametla, Sinaloa (tomado de Pang 1975:108).

eran únicos. Los cascabeles también existían en Colombia y Ecuador, pero según Hosler, no recibieron la misma atención que en el Occidente de México. Barba y Piña Chan (1989:126) notan que “los cascabeles fundidos son el elemento más numeroso de la metalurgia mesoamericana”, y Hosler (1988a:329) señala que en la colección del

⁸² Brush (1962) todavía discutía la posibilidad de la producción de bronce en el sitio Barnard, cerca de Zihuantanejo. Torres y Franco (1996:102; ver también Barba y Piña Chan 1989: 117-8) mencionan el latón (con hasta 15 % de zinc) y que los tarascos estaban a punto de descubrir el zinc metálico. Sin embargo, faltan más ejemplos convincentes de uso intencional de este metal.

⁸³ Solamente un cascabel de los analizados por Hosler (1994a) contiene más de 0.5 % de plata.

Museo Regional de Guadalajara, los cascabeles conforman 60 % de los objetos de metal.

Los cascabeles muchas veces formaban parte de objetos ornamentales. Barba y Piña Chan (1989:127) nombran el uso como adornos de brazaletes y ajorcas, que se encuentran cosidos directamente a los vestidos, o en tiras de algodón para trenzarse en el pelo, como cabezas de alfiler o barritas de metal en forma de una M, con cascabeles en los extremos, que probablemente fueron piezas que jalaban los extremos de las prendas y las mantenían unidas. Ejemplos arqueológicos de estos usos se hallaron en las excavaciones de Tzintzuntzan, donde se encontró un enterramiento masculino con cascabeles de cobre anudados a cordones de cuero (Rubín de la Borbolla 1944:8, fig. 20; Barba y Piña Chan 1989:125), en Chametla, Sinaloa (Pang 1975:108, ver **Figura 7.14.**), donde se encontraron cascabeles cosidos a restos de textil y en Amapa, Nayarit, donde se encontraron cascabeles con restos de algodón adheridos a las argollas (Pendergast 1962a:378-9), o en Apatzingán, Michoacán, donde los cascabeles fueron fijados a la faja de un niño y otros tres cascabeles unidos por una doble cuerda (Kelly 1947:140 y Pl. 20, E).

Los cascabeles del Occidente cubren un amplio espectro de formas, tamaños y ornamentaciones. La tipología de Hosler (1994a) es la más amplia, pero tampoco cubre todo el espectro de posibilidades, dado que Barba y Piña Chan (1989:126) y Rubín de la Borbolla (1944:Fig. 2) mencionan varios cascabeles en forma de animal –por ejemplo de tortuga– procedentes de Michoacán, que no están incluidos en la tipología de Hosler. Mountjoy (2000) encontró un cascabel-silbato, con la posible representación de Mictlantecuhtli, en La Majada del Espino, Jalisco.

Pendergast hace referencia a la ‘difusión’ de formas, la introducción ‘simultanea’ de tipos de cascabeles o la ‘llegada’ de un tipo de un ‘centro de manufactura’ en la costa occidental o en el centro de México (Pendergast 1962a:378). Sin embargo, sin tipologías más completas y bases de datos con cascabeles fechados, procedentes de contextos arqueológicos, parece riesgoso llegar a conclusiones a este nivel de detalle.

Dorothy Hosler lleva los análisis de los cascabeles un paso más allá de las tipologías y la pregunta de la procedencia y llega a una interpretación simbólica (para una discusión más a fondo de esta temática, ver **Subcapítulo 11.1.**). Ella propone que los metalurgos en el Periodo 2 produjeron cascabeles dorados y plateados utilizando aleaciones con altos contenidos de estaño (dorado) o arsénico (plateado) con el fin de evocar los conceptos cosmovisionales vinculados a estos colores (Hosler 1986, 1994a, 2003:167).

Hosler (1994a:138) da los intervalos de la composición de las aleaciones como 0.49 - 23.47 % para arsénico y 2.8 - 19.98 % para estaño.⁸⁴ No queda clara la definición de 'aleación' que está utilizando (ver **Subcapítulo 9.1.**).

El Occidente tenía fama de ser rico en minerales, como indican estas declaraciones del conquistador Cortés, que encontró estaño en Taxco, Guerrero, para producir cañones, y del cronista Torquemada, que elogió la riqueza de Michoacán en cobre, estaño, oro y plata:

“... y por algunas provincias de las destas partes me di mucha priesa a buscar cobre, y di para ello mucho rescate, para que más aína se hallase; y como me trajeron cantidad, puse por obra con un maestro que por dicha aquí se halló de hacer alguna artillería, y hice dos tiros de medidas culebrinas, y salieron tan buenas que de su medida no pueden ser mejores; y porque aunque tenía cobre faltaba estaño, porque no se pueden hacer sin ello, y para aquellos tiros lo había habido con mucha dificultad, y me había costado mucho, de algunos que tenían platos y otras vasijas dello, y aun caro ni barato no lo hallaba, comencé a inquirir por todas partes si en alguna lo había, y quiso Nuestro Señor, que tiene cuidado, y siempre lo ha tenido, de proveer en la mayor priesa, que topé entre los naturales de una provincia que se dice Tachco, ciertas piecezuelas dello, a manera de moneda muy delgada, y procediendo por mi pesquisa hallé que en la dicha provincia, aun en etras, se trataba por moneda; y llegándolo más al cabo supe que se sacaba en la dicha provincia de Tachco, que está veinte y seis leguas desta ciudad, y luego supe las minas, y envié herramientas y españoles, y trajéronme muestra dello; ...” (Cortés 1989:219-20).

“Esta tierra de Mechhuacan es la más rica de metales de toda la Nueva España, así de cobre y estaño, como de oro y plata” (Torquemada 1975 I:459).

Los Panoramas Geológicos (Panorama Geológico 2006) indican que los estados del Occidente Guerrero, Michoacán, Jalisco y Nayarit tienen regiones o distritos mineros con mineralizaciones que contienen cobre, oro, plata y plomo, y el estaño existe en pocas cantidades en Guerrero,⁸⁵ Jalisco y Nayarit (ver también **Subcapítulo 11.2.**). Ninguno de estos estados hoy (datos de 2005) cubre mucho más de 2 % de la producción nacional de ninguno de estos metales. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, los cambios en las técnicas mineras y el agotamiento de algunos yacimientos hacen que las cantidades producidas hoy no necesariamente sean buenas indicaciones para los lugares y cantidades de extracción en tiempos prehispánicos.

⁸⁴ Brush (1962:1336) reporta un cascabel con 30 % de estaño en el estado de Guerrero.

⁸⁵ Brush (1962:1336) menciona la presencia de indio en el estaño de Guerrero.

El trabajo de los yacimientos se realizó a cielo abierto, por medio de tiros (Torres y Franco 1996:106) y probablemente como en otros lugares de Mesoamérica por lavado en los ríos. En las minas se utilizaron grandes mazos de piedra y la técnica de torrefacción, dejando huellas en las paredes que diferencian los trabajos prehispánicos claramente de los coloniales (Hendrichs 1940:151; Torres y Franco 1996:106). Todavía son pocos los lugares donde hay evidencias arqueológicas de fundición o trabajo de metales y muchas veces la información que se puede recuperar no es muy completa. Sin embargo, se han encontrado escorias en Xihuahquian que originan de un proceso de fundición o de refinación del metal. El hecho del enfriamiento rápido de las escorias puede deberse a una falta de fosos de escorificación. Este hecho apoya, según Grinberg (2001:63), “la idea de que no se empleaban hornos de reducción en el proceso metalúrgico”, sino más bien se empleaba un proceso de reducción en crisol.

Otro sitio con posibles desechos de un proceso metalúrgico es El Llano, donde se encontraron montículos de ceniza y piedra quemada y vitrificada. Pero no se encontraron trazas de cobre ni restos de moldes u hornos (Kelly 1947:142-3).

Hosler (2003:165) identificó en el área de tierra caliente de Guerrero y de la Sierra Madre del Sur evidencia de extracción de metal, trabajo de minerales y producción de metales. Ocho de 32 sitios arqueológicos que localizó mostraron evidencia de procesos metalúrgicos como minerales, morteros, hornos, herramientas o escoria. Blanca Maldonado (ver Maldonado *et al.* 2005) encontró escorias e identificó la producción de metales en el sitio de Itziparátzico, Michoacán. Las escorias indican el trabajo con minerales sulfúricos y el empleo de hornos muy eficientes. Sin embargo, hasta ahora no está resuelto el problema de la temporalidad del sitio, que podría ser de inicios de la época colonial.

Los actores principales en el escenario del postclásico tardío del Occidente son los tarascos, con su centro de poder en Tzintzuntan en la orilla del lago Pátzcuaro. El imperio tarasco se estableció alrededor de 1350 d.C. (H.P. Pollard 1995:32) en una región que formaba parte de la zona metalúrgica del Occidente. Barba y Piña Chan (1989:121) indican que la metalurgia tarasca se diferencia de la metalurgia del resto de mesoamérica por el enfoque principal en el uso del cobre y por la comparativamente abundante producción de utensilios de trabajo, como por ejemplo azadas, hoces, puntas de proyectil (raras), cinceles y buriles, hachas, anzuelos, agujas y punzones (ver también Cardós *et al.* 1988:379). Hay solamente pocas hachuelas o hachas moneda en Michoacán, y Barba y Piña Chan (1989:127,128) proponen que son importadas. Sin embargo, es interesante que Pendergast (1962b:536) indique que los materiales de

Tzintzuntzan son diferentes a los de otros sitios de Occidente y que sugieren una conexión con el sur de México y el área Maya:

“Materials from Tzintzuntzan fall outside the range of artefact types recorded at other West Mexican sites, suggesting that the metal-working complex represented here has its roots in some other areas of Mesoamerica. The presence at the site of a variety of objects, including several ceremonial types, which do not occur elsewhere in West Mexico, but are common in Southern Mexico and the Maya area, points strongly to southern ties for the Tzintzuntzan materials” (Pendergast 1962b:536).

La creación del estado tarasco desencadenó la aparición de una élite con la necesidad de insignias para rituales públicos y la muestra de estatus (Pollard 1987:750). Eso llevó a un aumento de la producción y una posible acentuación del control sobre los procesos de extracción, producción y uso de los metales por parte de las élites, particularmente la dinastía real (Pollard 2003:234). Los metales dejaron de ser un ‘lujo’ y se volvieron “expresiones materiales de ideología política y con eso elementos necesarios para el mantenimiento del orden social y político” (Pollard 1987:750, traducción del autor).

El imperio tarasco ofrece, aparte de los vestigios arqueológicos, fuentes etnohistóricas que proporcionan información sobre esta producción y el uso del metal. Aquí se trata particularmente de la *Relación de Michoacán* (1956), las *Relaciones Geográficas del Siglo XVI: Michoacán* (Acuña 1987), el *Lienzo de Jucutácato* y el *Legajo #1204* (ver Grinberg 1997; Torres y Franco 1996:89-90).

Pollard (1987:747) nota que las fuentes indican que el gobierno adquirió objetos de metal y / o lingotes⁸⁶ –dado que parece poco probable la circulación de minerales por su peso y volumen– a través de cinco diferentes vías económicas:

- Regalos;
- Comercio de larga distancia;
- Tributo;
- Abastecimiento directo de los almacenes desde las minas bajo control del estado;
- Productos que circulaban en los mercados locales.

⁸⁶ Torres y Franco (1996:97) afirman que las hachas pueden haber tenido la función de lingotes.

El control estatal de algunas de las minas hizo posible que el cobre fuera producido y mandado al rey, cuando él así lo requería (Pollard 1987:748, con referencia a Warren 1968:46-7):

“Don Pedro, minister to the last Tarascan king, also indicated that copper was sent to the king whenever he had need of it (Warren 1968:46-47). Another informant indicated that he had worked as a smelter in the mines of Turicato, Cocian (Cutzian), La Huacana, and Churumuco ‘por mandado del Canzonci’ (under the mandate of the King). He also indicated that there were many from Turicato working at the mines of Cutzian (Warren 1968:47), and that at La Huacana there were others under the direct mandate of the King to extract copper, and, while they had their own fields, whenever they were told to extract copper everyone began smelting operations (Warren 1968:48)” (Pollard 1987:748).

Pollard (1987:748) concluye que los recursos minerales, especialmente cupríferos, localizados en las margenes norteñas de la cuenca del río Balsas, lejos de las fronteras militares, estaban en las manos del estado. Otras minas, más cerca de fronteras militares y a grandes distancias de la capital, fueron explotadas a través del sistema de tributo (Pollard 1987:750). Una parte de la producción de los objetos de metal, utilizando los lingotes producidos en los centros de fundición, probablemente se realizó en Tzintzuntzan, quizás incluso dentro del palacio real (Pollard 2003:234). Torres y Franco (1996:96) se basan en la interpretación del *Lienzo de Jucutácato* y del *Legajo #1204* cuando indican que “los mineros, los orfebres-metalurgistas y los recolectores de tributos [...] son tres diferentes especialistas en la sociedad tarasca, con un estatus social elevado”.

Aun si la aparente centralización del trabajo y el elevado estatus de los orfebres argumentan a favor de un grupo reducido de especialistas, las diferencias de presencia y concentración de elementos traza en los artefactos de metal, incluso en los del mismo diseño, señala una gran variedad de procedencias de materia prima, diferentes técnicas de trabajo y por eso probablemente una gran gama de grupos de productores (Hosler 2003:161). No parece existir estandarización o el uso de recetas fijas para los parámetros del diseño o la composición del metal (Hosler 2003:162).

La estrecha relación entre los metales y el rey por las connotaciones divinas que comparten se puede observar en las ceremonias que acompañan el funeral y la instalación de un rey, descritos por Pollard (1987:744-5, con referencia a la *Relación de Michoacán*, 1956):

“Such a Protohistoric period funeral described in the *Relación de Michoacán* (1956:219-222) states that the king was buried with gold bells on his leg, gold bracelets on his arms, his gold ear plugs and other jewelry near his head. Above this was placed a round gold disc and gold bells, and surrounding the body the grave was lined with gold and silver discs. Among the wives and attendants who were buried with him were included his personal keeper of his gold and turquoise lip ornaments (a wife), and one of the metalworkers who made his lip plugs. At the installation of a new king, metal goods were offered as gifts from leaders throughout the territory under Tarascan control (*Relación de Michoacán* 1956:228-38)” (Pollard 1987:744-5).

Torres y Franco (1996:96) notan que especialmente los metales preciosos tienen esta relación con las élites, mientras que el cobre parece tener una vinculación con las no-élites. Torres y Franco (1996:97) ven en eso una coincidencia con el significado de los metales en el centro de México, e infieren que por eso también había un parecido en el trabajo de los metales entre las dos regiones. Brush (1962:1336) reporta hallazgos de objetos de bronce entre los desechos domésticos y concluye que este metal estaba de uso común.

El norte de México y el suroeste de Estados Unidos

Los primeros cascabeles de cobre llegaron al área cultural hohokam (sur de Arizona y norte de Sonora) alrededor de 900 d.C. por intercambio (Palmer *et al.* 1998:361). Aunque, según Meighan (1960:1534), algunos investigadores consideraban una producción local, la gran similitud de las piezas encontradas con objetos conocidos de México hace parecer más probable una importación (ver también Haury 1947:80-1; Hawley 1953:104-10). Por eso Sprague y Signori (1963:1) notaron que el enfoque principal de las investigaciones debía ser la determinación de las procedencias mexicanas de los objetos de metal.

Las comparaciones tipológicas indican orígenes de los artefactos de metal (especialmente algunos cascabeles de gran tamaño, por ejemplo procedentes de Mammoth, Arizona) en el Occidente mexicano (Pendergast 1962b:539; ver también Haury 1947:81) o el este de México (ver Pendergast 1962b:540).

Palmer *et al.* (1998:365), por otro lado, interpretan los hallazgos efectuados en Paquimé (periodo medio, 1224-77 a 1419-73 d.C.) por DiPeso *et al.* (1974:500-32) como indicios de producción *in situ*. Se encontraron 115 cascabeles de cobre y fragmentos de minerales (cobre-cuprita nativo, stibnita, malaquita y galena), la mayoría de ellos en un

área de solamente 60 m². En opinión de los autores, la tecnología de producción de cascabeles estaba presente en el *Greater Southwest* alrededor de 1000 d.C., y permitió la elaboración de cascabeles de cobre nativo o cobre-cuprita y malaquita puro (Palmer *et al.* 1998:379). Hawley (1953:99) también nota la sorprendente pureza del cobre de los cascabeles del suroeste (ver también Grinberg y Franco 1982:1153), y Lothrop (1952:86) remarca que las composiciones de los cascabeles de Arizona y Nuevo Mexico son diferentes a cualquier cascabel del centro de México, hecho que podría señalar hacia una producción local. Palmer *et al.* (1998:379) sugieren la existencia de una ‘copper pre-phase’ en el *Greater Southwest*, que en el resto de México –según ellos– no se puede observar. No queda claro qué tanto contradice esta opinión la definición del Periodo 1 en Occidente postulado por Hosler (ver 1994a), que también se caracterizó por el uso de cobre puro o con solamente unas trazas de arsénico.

Vargas (1995, 1999:3) no acepta la evidencia para una producción local en Paquimé, y argumenta que por razones estilísticas y tecnológicas una procedencia de los objetos del Occidente por intercambio sería mucho más probable. Por otro lado, Vargas considera que Paquimé ha sido más que un *entrepot* de intercambio para los cascabeles. Los cascabeles se encuentran en contextos domésticos o rituales y faltan en contextos funerarios. Eso lleva a Vargas (1999:5) a argumentar en favor de la presencia de los cascabeles como resultado del intercambio de regalos entre los comerciantes de alto estatus (Vargas 1995:71). Los artefactos de cobre, más allá de ser objetos de intercambio económico, son interpretados por Vargas (1999:1) como parafernalia ritual utilizada por élites emergentes para la adquisición de poder en el sitio.

Aunque los más ricos criaderos de cobre –que en tiempos modernos proporcionaron las mayores cantidades de metal– se encuentran en los estados nortños de Sonora, Chihuahua, Baja California Sur, Zacatecas y San Luis Potosí (González Reyna 1956:182-4), no queda claro qué yacimientos fueron utilizados en tiempos prehispánicos. Meighan (1960:1534) sugiere Durango como fuente de la materia prima y Grinberg y Franco (1982:1153) mencionan el cobre nativo de las minas de Cananea (Sonora) y Descubridora (Durango) para los artefactos de Chihuahua (Casas Grandes), Sonora (Culiacán), Sinaloa (Guasave), Michoacán (Zacapu) y Durango (Zape).

El Golfo

Dumaine (1977:31) declara que “la nula existencia de yacimientos metalúrgicos hace que estas culturas [del área del Golfo] obtengan los preciados objetos en metal precisamente a través del comercio”. Se supone que las impresionantes cantidades de

oro que Juan de Grijalva y Hernán Cortés recaudan en Veracruz (Torres y Franco 1989:221) son en gran parte objetos enviados como regalos por Motecuhzoma. Pendergast (1962b:537) subraya que la mayoría de los objetos metálicos que se encuentran en el este de México, también existen en el sur. Carmona (1997:295) plantea que la mayor parte de los objetos de oro que se encontraron en la zona del Golfo de México eran productos de intercambio con la Mixteca. Eso probablemente es cierto para los objetos de oro que comprenden el así llamado ‘tesoro del pescador’, encontrados en las aguas de la costa de Veracruz. Por el estilo de los artefactos y su composición coinciden con objetos oaxaqueños y probablemente provienen del saqueo de una tumba de este estado (Torres y Franco 1989:264, 268; ver también Torres 1986).

Más allá de los objetos importados, González Reyna (1956:Mapa - Criaderos de Oro) nota dos lugares en Veracruz –al norte de Xalapa (Zomelahuacan y Tatatila)– donde el Eje Neovolcánico cruza el país (ver también Salas 1980), y donde existen criaderos de oro. Estos lugares también ofrecen yacimientos de cobre.

La presencia de metales en la zona costera explicaría por qué Motecuhzoma I envió sus mensajeros a Guazacualco para “pedir a los señores le hiciesen la merced de enviarles algún polvo de oro” (Durán 1984 vol.II:225), y que Motecuhzoma II pidió tributo de oro de la provincia de Tochtepec en la costa del Golfo (*Códice Mendoza* folio 46r). Pero también la gente misma de la región utilizó adornos de metal. Chaplain Juan Díaz de la tripulación de Grijalva describe indios en la costa de Tabasco (citado en Saville 1920:12):

”The Indian women here were described as wearing bracelets, little bells, and necklaces of gold”.

Aparte de los metales mencionados en las fuentes etnohistóricas también se encontraron objetos de cobre y sus aleaciones en contextos arqueológicos. En el sitio Tierra Alta, Tampico, Tamaulipas, se encontró un entierro doble fechado “hacia el año 900 d.C.”, con los dos cuerpos superpuestos y entre otras ofrendas un lazo de 55 cascabeles. Veintidós de los cascabeles formaban un arco sobre el cuerpo de uno de los esqueletos, que probablemente es femenino: el lazo rodeaba el esqueleto, y pasaba por encima de las manos, la caja torácica y el antebrazo izquierdo. Los cascabeles son periformes con cuerpo superior como cono truncado y presentan filigrana falsa con diferentes configuraciones en su cuerpo superior e inferior. Además presentan labios alrededor de la boca. Bajo el cráneo se encontró un par de espléndidos cascabeles de

metal dorado (2.2 y 2.6 cm) que probablemente formaban parte de un collar de cuentas de oro y jade. Los cascabeles dorados parecen del estilo mixteca (Ramírez Castilla 2000). De este hallazgo interpreta Ramírez Castilla (2000:71) que:

“... los pueblos pesqueros de la cuenca del Pánuco tenían una organización social estratificada, que practicaban complejos rituales religiosos, que mantenían contacto con lejanas regiones, y que conocían y practicaban la metalurgia”.

En Vista Hermosa 43 objetos de metal fueron excavados, en su mayoría en contextos funerarios. Entre los objetos se encontraban 24 cascabeles pertenecientes a tres diferentes subtipos que también se encuentran en el Occidente, ocho percutores de cascabel (*bell clappers*), dos agujas, tres hachas, un lingote, dos masas semimetálicas, fragmentos de metal y lámina de aleación de cobre-plata-oro (Hosler y Stresser-Pean 1992:1217).

En Platanito se encontraron 77 cascabeles y un hacha, de los cuales solamente nueve cascabeles provinieron de un contexto arqueológico. Los cascabeles representan cinco subtipos, uno de los cuales no está representado en otros lugares en Mesoamérica (Hosler y Stresser-Pean 1992:1217).

Los cascabeles fueron analizados con espectrometría de Absorción Atómica y salieron cinco grupos composicionales, según Hosler y Stresser-Pean (1992:1217, **Tabla 7.1.**).

Tabla 7.1. Cinco grupos composicionales de cascabeles de la Huasteca

	Aleación	Concentraciones	Tipo
1)	Cu – As	< 0.19 % As	Paredes lisas; subtipo VH* 1; P 1 y 2
2)	Cu – Sn	1.1 – 5.28 % Sn; algunos < 0.21 % As	Filigrana falsa; subtipo P 3 y 5
3)	Cu – As	0.52 – 2.14 % As	Filigrana falsa; subtipo VH 4; P 4
4)	Cu – As – Sn	~ 0.50 % As; 1.78 – 9.31 % Sn	-
5)	Cu – Sn	~ 0.75 % Sn	-

*VH = Vista Hermosa; P = Platanito

Los objetos del último grupo (5) son interpretados como el resultado de la refundición de otros objetos (Hosler y Stresser-Pean 1992:1217).

Hosler y Stresser-Pean (1992:1219) identifican indicios de una producción local en los dos sitios: notan que algunos de los cascabeles del subtipo 1 en Vista Hermosa y Platanito tienen faltas de fundición o trazas del proceso (restos del bebedero, también

llamado ‘cuello de llenado’) y un cascabel tiene probables restos de molde adheridos y contiene todavía el núcleo. La presencia de resonadores de cobre sueltos en Vista Hermosa señala, según los autores, la ensambladura de los cascabeles. La coincidencia de la composición de algunos de los objetos con el lingote y el material de proceso identificado, también apuntan hacia producción local. Las diferencias en las composiciones de los cascabeles del subtipo 3 indican el uso de diferentes materias primas en un taller o la producción del mismo subtipo en diferentes talleres (con el uso de diferentes materias primas).

Con base en los datos de los dos sitios Hosler y Stresser-Pean (1992:1215, 1219) concluyen que la Huasteca durante el Postclásico tardío era un “segundo centro de producción de bronce”, hacia donde la metalurgia llegó desde Guerrero.

Otro argumento a favor de producción local de cascabeles en la región del Golfo de México, según Stresser-Pean y Hosler (1992), es el cascabel de El Naranjo. El cascabel mide 15 cm de alto, tiene un cuerpo ovoide y en el extremo superior una parte cilíndrica con superficie plana donde está conectada la argolla. Un lado del resonador está ornamentado con una cara humana. En el interior lleva una piedra esférica de 15 mm de diámetro como percutor. La abertura de la boca que se abre 6 mm de labio a labio cubre $\frac{3}{4}$ del cuerpo del cascabel. El cascabel es de cobre con elementos menores de arsénico, plomo y estaño, de los cuales ninguno rebasa el 1 %. Stresser-Pean y Hosler (1992:69-70) sugieren que no se trata de una aleación intencional –ni de un mineral mixto, que tenga los mencionados elementos incluidos– sino de metales refundidos. Eso era, según Stresser-Pean y Hosler (1992:70, con referencia a Hosler 1994a) una práctica común en zonas de escasos recursos minerales. También hay que recordar que Root (en Hauray 1967) propone que el cascabel grande de Mammoth, Arizona, tiene una procedencia del este de México. Hipótesis que Stresser-Pean y Hosler (1992:72) consideran muy interesante, pero en necesidad de confirmación.

En la Huasteca se han encontrado otros cascabeles de gran tamaño, algunos también con representación de una cara humana. Otro cascabel parecido al de El Naranjo, por ejemplo, se encontró en la región de Papantla (Stresser-Pean y Hosler 1992:73).

Stresser-Pean y Hosler (1992:68), que describen el sonido de estos cascabeles como “algo ronco”, dirigen la atención a la descripción de Alvarado Tezozomoc (1992) de los guerreros de la Huasteca que traían en la cinta unas ‘sonageras’ que emitían un sonido bronco, supuestamente para espantar a los enemigos.

El centro de México

El centro de México es una zona que brindó las primeras cantidades grandes de metales preciosos a los conquistadores. Aun así, el conocimiento arqueológico de la metalurgia de la zona es muy reducido.

Saville, hace casi nueve décadas (1920:176), lamentó que por poco no quedaban ejemplos autenticados del arte de los orfebres mexicas. Gómez de Méndez (1977:64) también lamenta que los hallazgos de metal –cinceles, hachas, cascabeles, agujas, algunas orejeras y anillos– en los descubrimientos arqueológicos del Altiplano son pocos. El menciona Atotonilco, Hidalgo; Calixtlahuaca, Estado de México; Tenayca, Estado de México; Tenochtitlan, D.F.; Texcoco, Estado de México; Tlatelolco, D.F.; Tenango, Estado de México; Tepanzolco, Morelos y Tejupilco, Estado de México como ejemplos.

Bray (1989:253) nota que el tamaño de la muestra es demasiado pequeño para poder hablar de un ‘estilo azteca’ y que la mayoría de las joyas de la cuenca de México se pueden adscribir al *South Mexican Internacional Style* (SMIS). También Torres y Franco (1989:220) declaran que “[la] orfebrería de los aztecas ha desaparecido casi en su totalidad”. Aguilar (1946:89) incluso argumenta que hay tan poca evidencia de objetos de metal o de trabajo de metal en la región *nahua*, que le pareció más probable que los objetos fueran importados, principalmente de la Mixteca en Oaxaca. En general se puede decir que la metalurgia de los mexicas no era un tema discutido con frecuencia.

Solamente a nivel de las fuentes etnohistóricas se encuentran referencias a la riqueza en metales. Especialmente Cortés y sus soldados mencionan estos ‘tesoros’ en varias ocasiones:

- grandes cantidades de metales preciosos (entre otros materiales o en combinación con ellos) fueron entregados a Cortés en su llegada a Veracruz, mandado por Motecuhzoma II desde el centro de México (ver Saville 1920),
- el hallazgo de una tumba en el Templo Mayor de Tenochtitlan por Cortés (ver Caso 2002 [1965]:383),
- al abrir los cimientos del Templo Mayor de Tenochtitlan para construir la iglesia, se encontraron “mucho oro y plata y chalchiuis y perlas y aljófar y otras piedras” (Díaz del Castillo 1979 vol.I:192),
- un soldado de Cortés encuentra una puerta escondida en el palacio de Axayácatl, que da paso a un cuarto lleno de “tanto número de joyas de oro y en planchas, y

tejuelos muchos, y piedras de chalchuis y otras muy grandes riquezas” (Díaz del Castillo 1979 vol.I:194).

Aparte de las descripciones de los conquistadores se puede hallar muchas menciones de objetos de metal, en su mayoría de oro, en los textos de los cronistas o códices, en contextos de importantes rituales como entronización o funerales (ver **Subcapítulo 11.3.**).

Estos objetos de metal pueden haber sido producidos en Tenochtitlan o transportados allí por una de la amplia gama de vías económicas (por ejemplo tributo, regalo, botín, intercambio de larga distancia o de mercado), desde un sinnúmero de posibles áreas de procedencia (ver **Subcapítulo 11.2.**). A pesar de una falta completa de vestigios arqueológicos de talleres metalúrgicos en la cuenca de México, Bray (1989:254) y Pendergast (1962b:535) mencionan explícitamente la producción de objetos de metal. Pendergast (1962b:535) sugiere la difusión del conocimiento metalúrgico desde el sur de México al centro, pero indica que con base en datos tipológicos y cronológicos tampoco es posible excluir el Occidente como origen de estas influencias. La arriba mencionada falta de hallazgos arqueológicos de sitios de producción nos hace depender en este punto de evidencia circunstancial, tanto como de descripciones de las fuentes etnohistóricas.

Un indicio de producción de objetos de (aleaciones de) cobre en el centro de México es la existencia de una aleación que parece tener el foco de su distribución allí. Lothrop (1952:16) adscribe los cascabeles del cenote de Chichén Itzá con un contenido apreciable de plomo al valle de México (ver arriba).

Hallazgos de cascabeles emplomados en el centro de México (ver Flores y Flores 1980:97; Grinberg y Franco 1980b:180, 1982:1161; ver también los resultados analíticos de esta investigación) parecen apoyar su opinión. Grinberg y Franco (1982:1153) notan que “[los] artefactos del valle de México tienen, casi siempre, plomo⁸⁷ o estaño ...”. Méndez (2003:274-6) también encuentra plomo en algunos cascabeles analizados procedentes del Templo Mayor, y sugiere una posible producción local.⁸⁸ Bray

⁸⁷ Cuesta y Rovira (1982:26) señalan el uso de plomo en Ecuador, alrededor de 300 a.C. y mencionan “un segundo foco metalúrgico del plomo” en Mesoamérica, sin especificar la región exacta.

⁸⁸ Méndez (2003) realizó análisis de 15 cascabeles de cobre con diferentes métodos de análisis. El problema con la interpretación de estos datos es que los resultados del análisis EDX parecen indicar la presencia de hasta 21.2 % de plomo en algunos de los cascabeles, mientras que en los resultados de los análisis con PIXE no hay referencia a este metal en ningún caso.

(1972:38), por otro lado, llama endeble (*flimsy*) a la argumentación para comprobar que los cascabeles proceden del altiplano. López Luján (2006:193) propone –con base en el análisis con XRF⁸⁹ de nueve cascabeles del Templo Mayor– una procedencia de su tipo A (*Globular*) de la Huasteca, y de sus tipos B (*Olivoides*) y C (*Periformes*) de Occidente. Sus argumentos son:

- (para los tipos B y C) el parecido de la aleación (cobre-arsénico) y de unos elementos estilísticos con los cascabeles del Occidente;
- (para el tipo A) el uso de metal solamente con trazas de arsénico, parecido a los cascabeles de la Huasteca.

El problema con esta argumentación es que dos cascabeles del tipo C (*Periformes*) contienen menos arsénico (< 0.4 %) que otro del tipo A (*Globular*), y solamente un cascabel del tipo B se podría considerar una aleación de arsénico (1.01 % As). Los demás ejemplos tienen concentraciones menores de este aleante. Eso indica que no hay tendencias muy claras.

Otras indicaciones a favor de una producción metalúrgica en el centro de México son algunos comentarios de los conquistadores y cronistas. Díaz del Castillo (1979 vol.II: 8-9) menciona los trabajos de oro y plata en Azcapotzalco:

“En este Escapuzalco solía ser donde labraban el oro y plata al gran Montezuma, y solíamos llamar el pueblo de los plateros.”

Probablemente por ser la única mención tan clara de la producción de objetos de metal en el Altiplano, Saville (1920:176, traducción del autor) habla del “mayor lugar de producción de joyas de oro”. Bray (1989:253) señala que también había orfebres residentes asociados al palacio de Motecuhzoma en Tenochtitlan, e indica que en ninguno de los dos casos queda claro quiénes eran estos orfebres. Las fuentes mencionan artesanos inmigrantes, pero no especifican metalurgos entre ellos. Bray (1989:253) opina que la influencia de los artesanos de la Mixteca, que se mencionan en este contexto, fue probablemente exagerado.

Más detalles sobre los metales y cascabeles en el centro de México se darán en el **Capítulo 11**.

⁸⁹ En el trabajo de López Luján (2006) no se encuentra una tabla que proporciona los valores para todos los elementos detectados.

Resumen

La región metalúrgica más estudiada, sin duda, es el Occidente de México, abarcando la zona costera incluyendo partes de los estados de Guerrero, México, Michoacán, Colima, Jalisco, Nayarit y partes de Sinaloa. La investigadora que más ha trabajado sobre esta zona es Dorothy Hosler (1986, 1988a, b, c, 1994a, b, c, d, 1995, 1997, 1998, 1999, 2002, 2003, 2004). Otros investigadores trabajaron sobre la metalurgia tarasca, con su centro en Michoacán (por ejemplo Grinberg 1983, 1989; Barba y Piña Chan 1989:109-30; Franco y Macías 1994; Torres y Franco 1996; Méndez 1999; Méndez *et al.* 2005; Maldonado *et al.* 2005)⁹⁰ sin que haya mucha referencia o discusión crítica de los resultados de Hosler.

La otra zona de gran importancia metalúrgica en Mesoamérica (tanto por la cantidad de objetos de metal, como por el grado de investigación) es el sureste mexicano, centrado en el estado de Oaxaca. Aquí también hay investigadores que enfocaron sus esfuerzos en la descripción de procesos metalúrgicos y objetos metálicos (por ejemplo Caso 2002 [1965], 1966, 1969, 1976; Carmona 1997, 2004b, s/f).

No hay grandes intentos de averiguar conexiones o definir diferencias entre el trabajo de metal en estos dos centros principales de metalurgia. Sin embargo, varios de los autores hacen referencia a la metalurgia que ocupa a sus estudios como 'la más importante' o 'más desarrollada'.

Más recientemente se mencionó un "segundo" foco de la producción de artefactos de bronce en Mesoamérica, ubicado en la Huasteca (Hosler y Stresser-Pean 1992), y también la zona Maya se está perfilando como zona metalúrgica (Grinberg y Franco 1990; Olsen y Hammond 1982; Morales 2003; Simmons 2006; entre otros, ver también Cooke *et al.* 2003:115). Un lugar especial en las investigaciones en el área Maya ocupan los objetos de metal del cenote de Sacrificios de Chichén Itzá (Harvey 1952; Lothrop 1952; Grinberg y Franco 1980a; Franco y Grinberg 2001), que probablemente en su mayoría no fueron producidos en la región Maya.

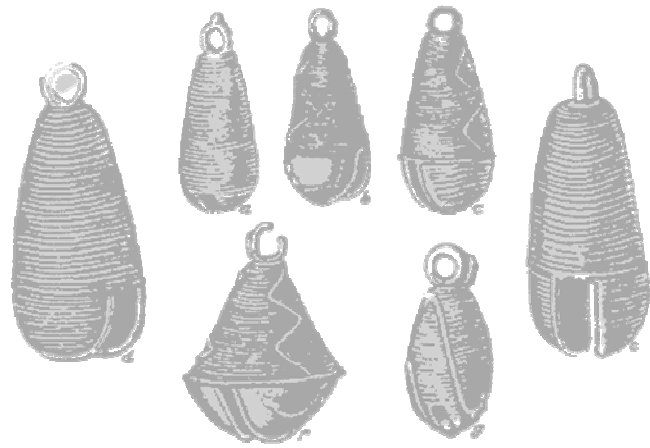
Posiblemente conectados con las zonas metalúrgicas mesoamericanas existen algunos hallazgos de metal en el suroeste de Estados Unidos (ver Haury 1947; Sprague y Signori 1963; Vargas 1995; Palmer *et al.* 1998).

⁹⁰ Otros autores escribieron sobre la metalurgia del Occidente de México, pero sin mayor continuidad.

La mayor parte de los objetos de metal mencionados en las publicaciones citadas arriba son de cobre y sus aleaciones. Relativamente pocos hallazgos existen de objetos de oro y sus aleaciones (ver Lothrop 1952; Caso 2002 [1965], 1966; Easby 1963; Kelly 1985; Torres 1986; Torres y Franco 1989; Carmona s/f) y en su mayoría, se supone, tienen una procedencia oaxaqueña o, en el caso de los objetos del cenote de Chichén Itzá, de Centroamérica.

De otras regiones mesoamericanas hay información de hallazgos de objetos de metal, pero no hay mucha discusión, y mucho menos información, sobre su producción y procedencia. Aparte de los objetos de metal, falta casi por completo el registro arqueológico de los procesos de producción. Algunas excepciones son Brush (1962) y más recientemente Hosler y Stresser-Pean (1992), Hosler (2002, 2003), Roskamp (2003), Maldonado *et al.* (2005) y Simmons (2006). Sin embargo, la información, aunque prometedora, por el momento no es muy conclusiva.

PARTE 4: LAS COLECCIONES



8. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS MORFOLÓGICO DE LAS COLECCIONES

Las colecciones del Museo del Templo Mayor y de la Bodega de Decomisos contienen un total de 3,682 cascabeles, más unos fragmentos de los mismos y algunos otros objetos de metal –incluyendo unos de aleación de oro– u objetos asociados con el proceso de elaboración de artefactos de metal. El enfoque de este trabajo, sin embargo, está centrado en los cascabeles a base de cobre.

Todos los cascabeles fueron revisados y descritos en hojas de registro. Se estableció una terminología para la descripción textual de los mismos (ver **Figura 8.1.**) y se tomaron datos cuantificables (por ejemplo, forma básica y tipo de ornamentos) y métricos (ver **Figura 8.2.**). Posteriormente, la información relevante para los análisis fue transferida a una base de datos MS Excel (ver **Anexo III**).

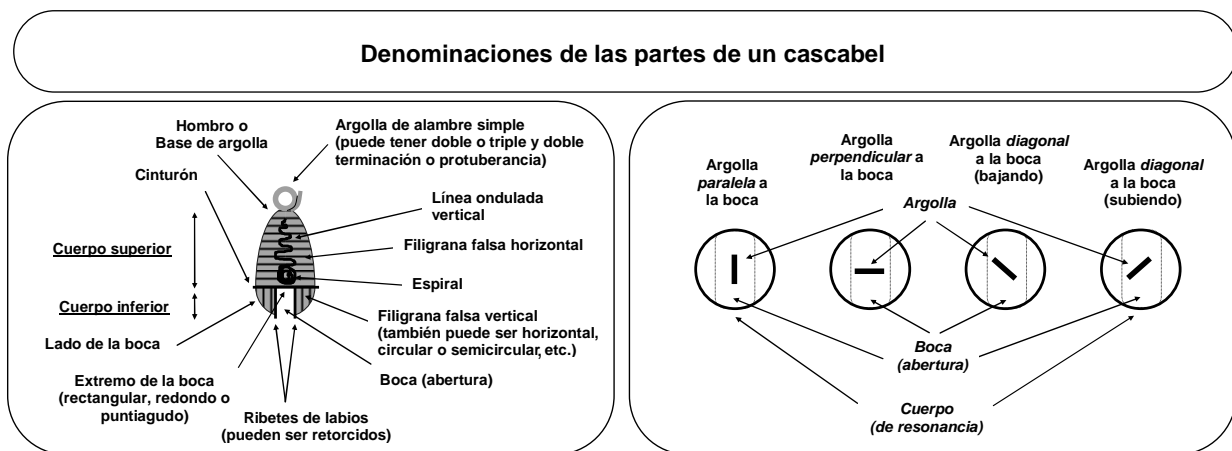


Figura 8.1. Terminología de las partes de un cascabel

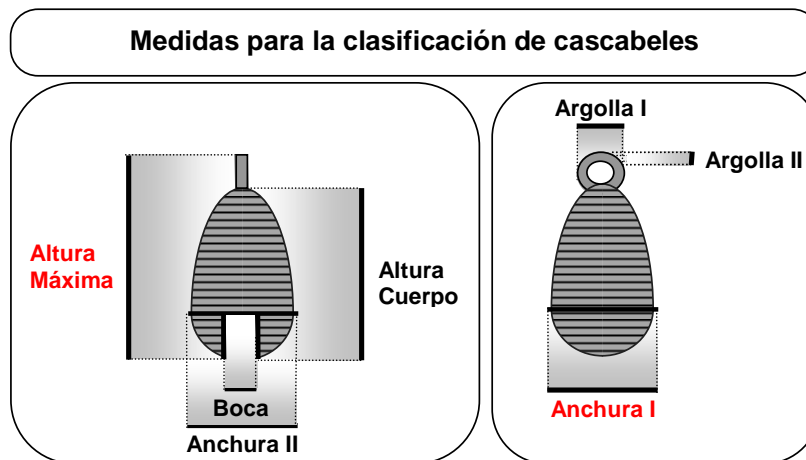


Figura 8.2. Medidas tomadas de los cascabeles

Para la descripción de las colecciones, los siguientes datos son los más relevantes:

- Medidas métricas (Altura Máxima y Anchura I)
- Forma básica (*Periforme, Globular, Olivoide, Tubular, Otra o Indefinida*)
- Estado de Conservación
- (Presencia de) Faltas de Fundición
- (Presencia de) Núcleo
- (Presencia de) Percutor
- Dirección de la argolla con respecto a la boca.

Las **medidas métricas** seleccionadas para la presentación gráfica son la Altura Máxima y la anchura paralela a la boca (Anchura I) de los cascabeles. Tomar la medida de altura en el punto más alto del cuerpo del cascabel (sin argolla) tendría la ventaja de ser posible aun cuando el cascabel ha perdido la argolla (un daño muy común, especialmente en los cascabeles de la colección del Museo del Templo Mayor). Sin embargo, esta medida en un cascabel alterado por la corrosión frecuentemente no es muy exacta a causa de los depósitos de productos de oxidación que aumentan el tamaño del cuerpo. Utilizar la Altura Máxima, que incluye la argolla, tiene la ventaja de ser una medida relativamente exacta, porque la corrosión normalmente no altera mucho el volumen de la argolla.



Figura 8.3. Formas básicas de cascabeles

La **forma básica** permite una separación de los cascabeles en varios grupos, sin ser una tipología. Los grupos así formados facilitan la comparación de los cascabeles de diferentes etapas constructivas del Templo Mayor y entre diferentes colecciones. Se manejan cuatro formas generales (ver **Figura 8.3.**): *Globular* (1), *Olivoide* (2), *Periforme* (3), *Tubular* (4) y cascabeles de *Otra* (5) forma (para fotos de ejemplos ver **Anexo II**).¹

¹ Barba y Piña Chan (1989:126, 133) llaman a los cascabeles *Periformes* cónico-esféricos o amigdaloides. López Luján (2006) y Tapia (1999) se refieren a los cascabeles *Olivoides* como oliváceos.

La categoría *Otra* incluye cascabeles con formas muy poco comunes, como por ejemplo *Periforme Invertido*, *Silueta Compuesta* y *Oblonga*. Como *Indefinida* se denomina a todos los cascabeles o fragmentos que por su estado de conservación y / o fragmentación no se pueden categorizar, más algunas formas intermedias entre, por ejemplo, *Olivoide* y *Globular* u *Olivoide* y *Periforme*.

El criterio de separación de la forma básica es sencillo e intuitivo y permite crear grupos amplios. Dentro de éstos se pueden crear subgrupos, definidos por medidas distintivas (relación altura / anchura) y / u ornamentos especiales (líneas onduladas, espirales o diferentes tipos de falsa filigrana). Para los cascabeles *Periformes* del Templo Mayor, que representan el grupo más grande, se logró establecer una categorización basada en el tipo de superficie del cuerpo (superior e inferior) y en los ornamentos que adornan tanto el cuerpo superior como inferior (ver **Subcapítulo 8.1.**).

En el caso de los cascabeles de la Bodega de Decomisos, no se elaboró una categorización detallada de los rasgos, porque para compararlos con la colección del Templo Mayor solamente es de interés la variabilidad en términos más generales (por ejemplo, tamaños y composición). Otras variables, como el tipo de argolla, no tienen suficiente constancia para ser utilizados como elementos diagnósticos.

Una manera más de establecer subconjuntos es por la composición de los metales. Se pueden identificar grupos de cascabeles con aleaciones similares y / o con patrones similares de elementos traza. La convergencia o divergencia entre los diferentes grupos de cascabeles así creados, en un momento y / o a lo largo del tiempo, puede dar información sobre el tipo de influencias culturales que orientaron el proceso de producción y con eso sobre la sociedad que creó estos cascabeles, en una especie de negociación entre las restricciones y oportunidades materiales y culturales.

El **estado de conservación** es una combinación entre una apreciación del estado físico general del cascabel y la cantidad de información que se puede obtener del mismo. Se han utilizado las categorías *Fragmento(s)*, *Muy Malo*, *Malo*, *Regular*, *Bueno* y *Muy Bueno* (para fotos de ejemplos ver **Anexo II**):

- *Muy Bueno*

Es un cascabel que mantiene su integridad física (no tiene faltantes mayores ni una capa gruesa de óxidos). Es posible observar todos los elementos clasificatorios y hay suficiente metal no afectado por la corrosión para permitir un análisis elemental.

- *Bueno*
Es un cascabel que mantiene su integridad física (tiene pocos faltantes y concreciones de óxidos que cubren solamente partes pequeñas de la superficie). Es posible ver casi todos los elementos clasificatorios y hay suficiente metal no afectado por la corrosión para permitir un análisis elemental.
- *Regular*
Se reconoce la forma general y la mayoría de los elementos clasificatorios (aunque el cascabel tenga faltantes y concreciones de óxidos importantes en algunos lugares). Hay suficiente metal no afectado por corrosión para justificar el intento de un análisis elemental.
- *Malo*
Se reconoce la forma básica del cascabel, pero la mayoría de los rasgos clasificatorios están cubiertos por una gruesa capa de óxidos que, en algunos casos, puede hasta afectar las medidas de la dimensión de éste. Es dudoso si hay suficiente metal no afectado por corrosión para permitir un análisis elemental.
- *Muy Malo*
El cascabel tiene tantos faltantes y concreciones de óxidos que no se ve la superficie original, incluso la forma básica puede ser difícil de discernir. Las medidas son afectadas por una gruesa capa –muchas veces muy irregular– de óxidos. Es poco probable que haya suficiente metal no afectado por corrosión para poder intentar un análisis elemental.
- *Fragmento(s)*
Como fragmento se clasifica una parte de un cascabel que no permite establecer ninguna de las medidas básicas del objeto del que formaba parte. Si el fragmento es suficientemente grande para poder tomar algunas medidas (ver arriba) y parece improbable que otro fragmento del mismo también pudiera representar el objeto entero, se denomina cascabel con faltante, el cual se encuentra normalmente en estado de conservación *Mal* o *Muy Mal*.

En los análisis que van más allá de la forma básica, el énfasis se pondrá en los cascabeles con un estado de conservación *Regular* o mejor. También el análisis elemental de cascabeles de *Mal* o *Muy Mal* estado de conservación es difícil, dada la fragilidad de los objetos y la reducida probabilidad de encontrar metal sano debajo de la capa de óxidos.

El estado de conservación de los cascabeles no es estable (especialmente en los que están en *Mal* o *Muy Mal* estado de conservación, ya que se fragmentan con facilidad) y las categorías aquí establecidas contienen, debido a la naturaleza del deterioro de los objetos de cobre, cierto rango de ambigüedad. Sin embargo, esta clasificación, aunque cuestionable en casos individuales, sirve como herramienta para establecer patrones generales.

Algunos de los cascabeles muestran **faltas de fundición** (ver **Figuras 8.18.** y **8.19.**), que son resultado de errores en el proceso de producción. Las imperfecciones indican el tipo de error cometido durante el proceso (ver The Institute of British Foundrymen 1950; Grinberg y Franco 1980; Franco y Grinberg 2001). Como faltas de fundición típicas en objetos de metal se puede mencionar rebabas, ampollas, porosidad, rugosidad superficial, traslapes y agujeros (Franco y Grinberg 2001:20; ver **Subcapítulo 11.4.**). La falta de fundición más común detectada en los cascabeles aquí analizados es el agujero causado por aire atrapado dentro del molde. La perforación resultante se distingue de una fractura por su forma no angular y orillas redondeadas. En algunos casos se pueden detectar rebabas que pueden resultar de fracturas en el molde.

En el proceso de la fundición a la cera perdida de objetos huecos, como en un cascabel, la preparación del molde comienza con la elaboración del **núcleo** de arcilla con carbón, que posteriormente se envuelve con el modelo del objeto a vaciar en cera y el molde exterior (ver **Subcapítulo 6.1.3.1.**) El núcleo queda dentro del cascabel y tiene que ser quebrado y removido del interior en fragmentos después del vaciado. Si este proceso de extracción no se ejecuta con mucho cuidado, pueden quedar fragmentos del núcleo adheridos a la pared en el interior del cascabel. Si un núcleo entero llena todavía el cascabel, eso puede significar un descuido por parte de los fundidores o que el sonido del cascabel no tenía importancia.

Algunos de los cascabeles registrados en este estudio contenían un **percutor** en su interior. El percutor puede ser de cerámica, metal o piedra, y probablemente fue incluido en el núcleo antes de la fundición. Al fragmentar y extraer el núcleo el percutor queda libre. Cuando el cascabel se mueve el percutor choca contra las paredes y causa el sonido. A diferencia de un badajo, que cuelga dentro de una campana, el percutor sigue en contacto con la pared después del golpe y así frena la vibración del cascabel. Sin embargo, los cascabeles no forzosamente necesitan un percutor, dado que también pueden sonar al golpearse entre sí.

8.1. LA COLECCIÓN DEL MUSEO DEL TEMPLO MAYOR

La colección del Museo del Templo Mayor contiene un total de 3,389² cascabeles de cobre en diferentes estados de conservación. Fueron levantados en el momento de la excavación uno por uno o en lotes de hasta más de cien. Idealmente, cada cascabel (en lo sucesivo manejado como 'lote (de uno)') o lote tiene un número de elemento, un número de entrada a la Bodega del Museo del Templo Mayor y un número de inventario, adscrito por la *Subdirección de Inventario del Patrimonio Nacional* del INAH. Sin embargo, existen lotes que carecen de uno o varios de estos números de identificación. En el caso del número de elemento, eso hace imposible la ubicación del lote dentro de la ofrenda y

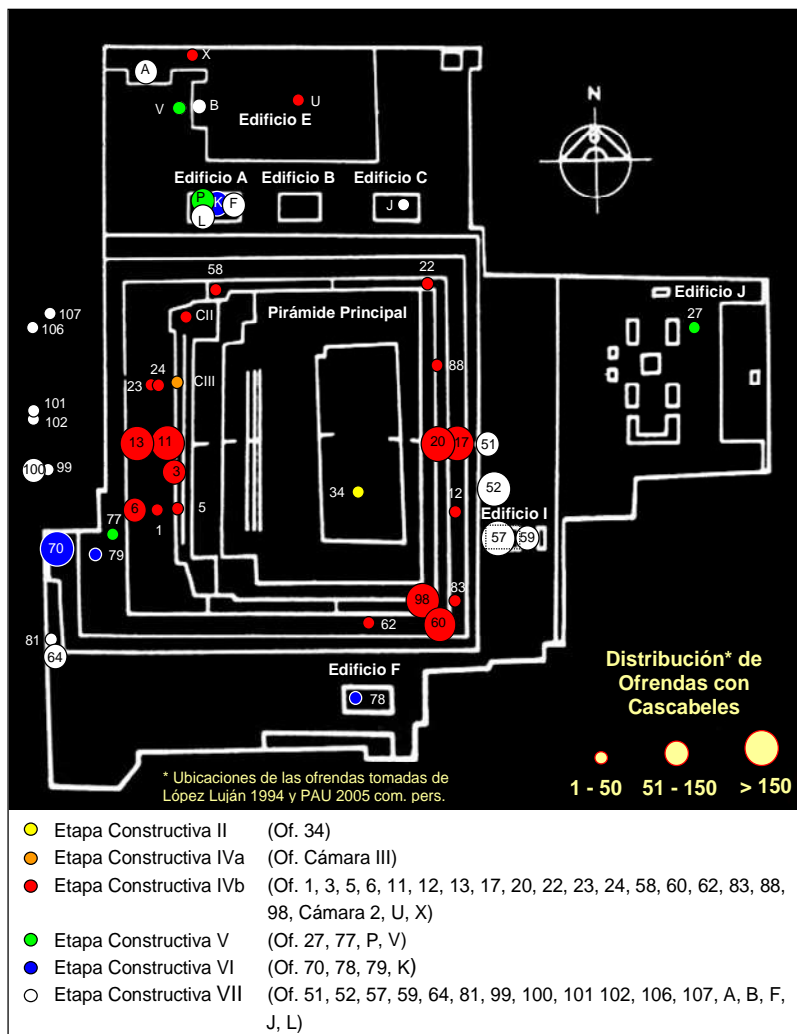


Figura 8.4. Plano de distribución de los cascabeles

también el análisis de su relación espacial con otros objetos. Por falta de descripciones detalladas en los informes arqueológicos y un manejo de numeración que muchas veces no coincide entre el registro arqueológico y la bodega, se perdió en varios casos el vínculo entre el cascabel registrado y su contexto arqueológico. Por la ambigüedad de la información y la importante inversión de trabajo necesario para reconstruir las distribuciones de los objetos de las ofrendas, solamente se pretende hacer algunas observaciones generales al respecto (ver **Subcapítulo 11.1.**) y dejar una investigación detallada para otro momento.

² En la colección del Templo Mayor hay varios cascabeles de oro, en su mayoría sin datos de procedencia. Diez de éstos fueron revisados, pero no se incluyeron en el estudio en este momento.

Para los fines de esta investigación, los cascabeles fueron registrados y descritos individualmente y recibieron un número consecutivo (el último número, en rojo) por elemento, que, en conjunto con los números de la ofrenda (el primer número, en azul) y del elemento (el número intermedio, en verde), identifica cada cascabel (por ejemplo **20-107-1**). Además, cada cascabel tiene un número clave que facilita la ubicación en la base de datos.

Los cascabeles de cobre fueron encontrados en 48 ofrendas, ubicadas en la pirámide principal y en los edificios aledaños A, C, E, F, I y J (ver **Figura 8.4.**)³ Aunque las ofrendas contienen entre 1 y 244 cascabeles (ver **Figura 8.5.**), 54.2 % (26 ofrendas) contienen menos de 30 cascabeles (ver **Figura 8.7.**). Las cantidades son aproximadas, dado que un total de 235 cascabeles (6.9 %) son *Material sin Datos* (MSD) que no puede ser adscrito a alguna de las ofrendas. Otra dificultad es el estado de conservación y / o fragmentación que en muchos casos no permite una cuantificación exacta (ver clasificación de estados de conservación arriba y en **Figura 8.6.**). 398 cascabeles son clasificados como *Fragmentos* y en su mayoría no ofrecen mucha información clasificatoria o tecnológica. 2,447 cascabeles están en *Mal* o *Muy Mal* estado de conservación y solamente brindan datos clasificatorios generales (forma básica y dimensiones). 544 cascabeles (16.1 %) en estado *Regular*, *Bueno* o *Muy Bueno* se prestaron a un análisis más detallado, tanto elemental como clasificatorio.

Un total de 315 cascabeles *Periformes* del Templo Mayor se categorizaron por su *Tipo* y *Subtipo* (ver **Figura 8.8.** y **Tablas 8.1a.** y **8.1b.**). Otros cascabeles, por su mal estado de conservación, solamente permitieron ver una parte de los elementos necesarios para la adscripción a una categoría (ver **Tabla 8.2.**).

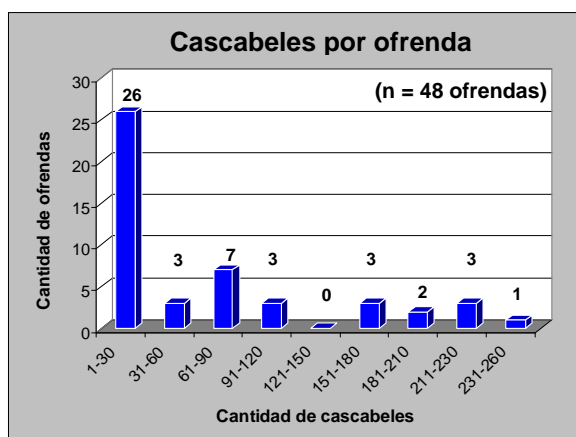


Figura 8.5. Rangos de cantidades de cascabeles por ofrenda

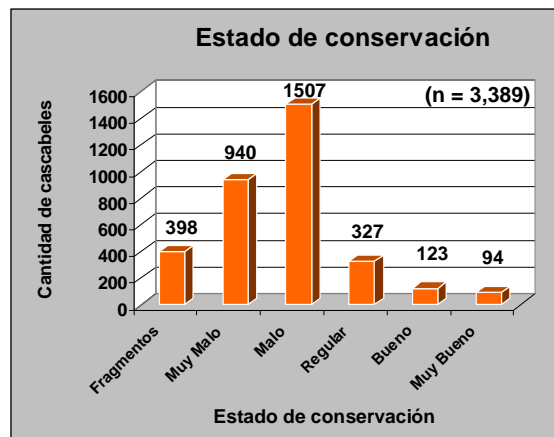


Figura 8.6. Estado de conservación de los cascabeles

³ Cascabeles encontrados fuera de la zona arqueológica del Templo Mayor y del predio de la casa de las Ajaracas, o excavados después de 2002 no son incluidos en esta investigación.

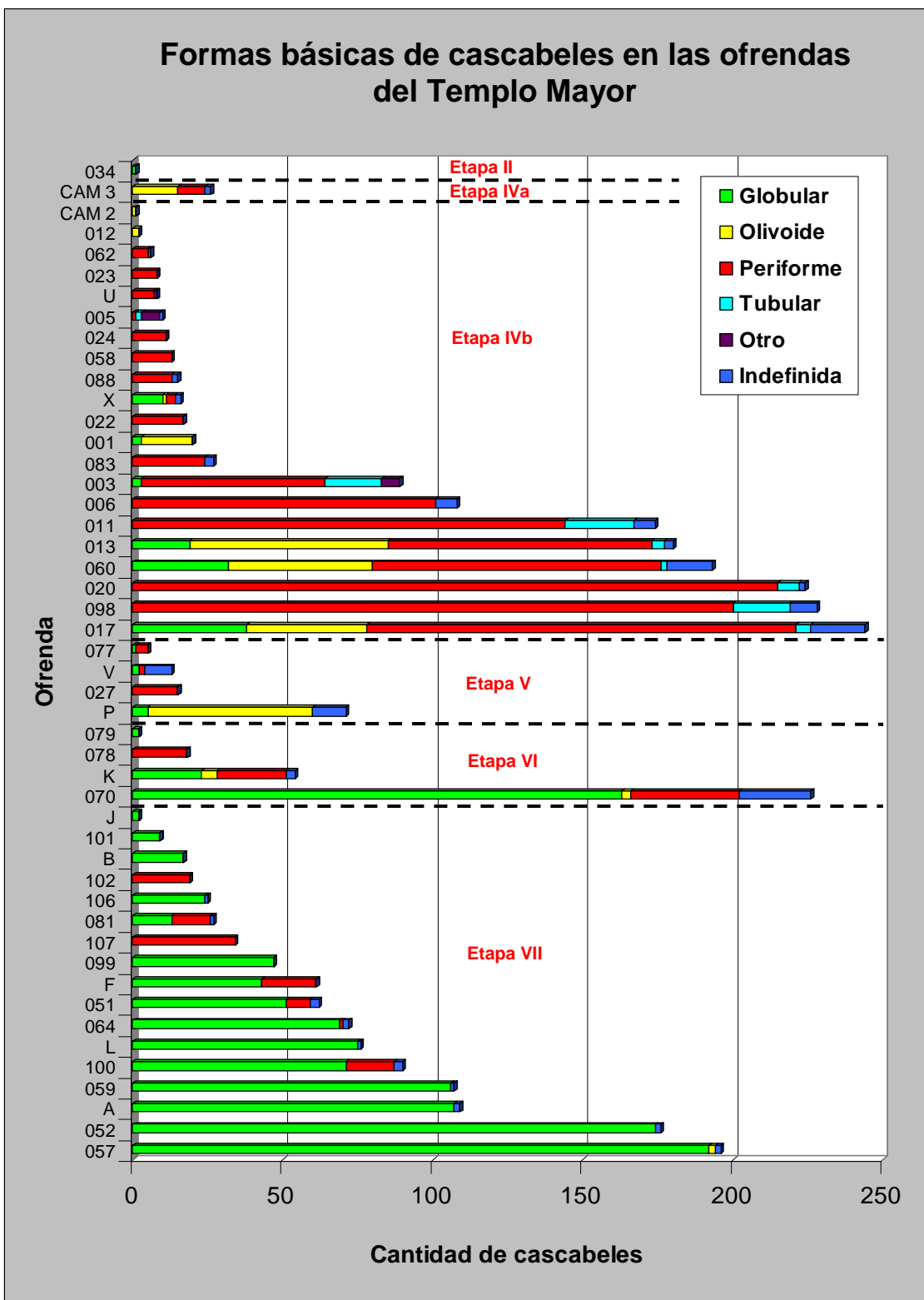


Figura 8.7. Cantidad y formas básicas de los cascabeles en las ofrendas del Templo Mayor diferenciados por etapa constructiva

Tabla 8.1a. Tipos de cascabel *Periforme* en el Templo Mayor

Tipo	Descripción
3-A	Filigrana falsa horizontal en todo el cuerpo
3-B	Filigrana falsa horizontal en el cuerpo superior y vertical en el cuerpo inferior
3-C	Filigrana falsa horizontal en el cuerpo superior y circular o semi-circular en el cuerpo inferior
3-D	Filigrana falsa horizontal en el cuerpo superior y una superficie lisa o alisada en el cuerpo inferior
3-E	Todo el cuerpo liso o alisado

Tabla 8.1b. Subtipos de cascabel *Periforme* en el Templo Mayor

Subtipo	Descripción
a	Sin ornamentos
b	Ribetes que rodean la boca y un cinturón que separa el cuerpo superior del inferior
c	Ribetes que rodean la boca, un cinturón que separa el cuerpo superior del inferior y una línea ondulada vertical en el cuerpo superior (ambos lados)
d	Ribetes que rodean la boca, un cinturón que separa el cuerpo superior del inferior y una línea ondulada vertical con espiral al final en el cuerpo superior (ambos lados)
e	Solamente incisiones que rodean la boca
f	Solamente ribetes que rodean la boca
g	Solamente ribetes que rodean la boca y una línea ondulada horizontal

Tabla 8.2. Cantidad de cascabeles por tipo y subtipo

Subtipo	Tipo				
	A	B	C	D	E
a	41			41	1
b	25		1	49	
c	6	9	25	3	22
d	14	14	3		
e	38			5	
f	2			8	
g	6			2	
Total 1 (315)	132	23	29	108	23
Sin más rasgos (189)	139	8	9	33	0
Total 2 (504)	271	31	38	141	23

		Tipo				
		3-A	3-B	3-C	3-D	3-E
Subtipo	a					
	b					
	c					
	d					
	e					
	f					
	g					

Figura 8.8. Variabilidad entre los cascabeles *Periformes* del Templo Mayor

El estado de conservación de algunos de los cascabeles de la colección ha sido revisado por restauradores.⁴ Los resultados de estos análisis permiten tener una imagen bastante clara del estado de conservación de la colección en general. Debido al alto nivel freático en la zona del Templo Mayor y los suelos muy húmedos, había un deterioro acelerado de las piezas de metal. El cambio abrupto del ambiente de los objetos –causado por la excavación– conllevaba una continuación del deterioro (Cervera *et al.* 1997:24; ver

⁴ Los cascabeles revisados y en parte intervenidos por restauradores pertenecen a las ofrendas 6, 13, 20, 98 y 100, o son *Materiales sin Datos* (Cervera *et al.* 1997; Lage de la Rosa 1998; Olmo 1999:59-60; Tapia 1999, 2003)

también Tapia 2003:24-5). Según Lage de la Rosa (1998:35) y Tapia (2003:42-3) las concreciones que se encuentran en los cascabeles se deben a la descomposición de materiales orgánicos que producen carbonatos y fosfatos, la contaminación en el área del Templo Mayor (sulfatos) y posiblemente el aire en la bodega del museo. Aunque el estado general de deterioro se puede considerar como avanzado, no parece existir corrosión activa en los cascabeles revisados, y las radiografías de las piezas investigadas mostraron la presencia de un núcleo de metal sano debajo de las concreciones de mineral de corrosión (Lage de la Rosa 1998).

Los productos de corrosión que se detectaron en los cascabeles (**Tabla 8.3.**) fueron identificados en el Informe Técnico coordinado por Lage de la Rosa (1998, ver también Tapia 1999:47). Algunos de los cascabeles oxidados fueron sometidos a un procedimiento de restauración y estabilización, siguiendo los siguientes pasos:⁵

- “1. Eliminación de los productos de corrosión.
 2. Pasivado con benzotriazol 1:1.
 3. Consolidación del metal con Inralac.
 4. Capa de protección con Paraloid B72 al 7% en Xilol”
- (Cervera *et al.* 1997:24; ver también Lage de la Rosa 1998:37-38; González *et al.* 2001, y el proceso descrito en más detalle por Tapia 1999:93-105).

Tabla 8.3. Productos de corrosión identificados en los cascabeles del Templo Mayor⁶

Nombre	Nombre químico	Formula química	Descripción
Antlerita	Sulfato básico de cobre	$\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{Cu}(\text{OH})_2$	Masas terrosas de color amarillo verdoso y verde claro.
Azurita	Carbonato básico de cobre	$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	Cristales piramidales color azul cielo, cobre, masas terrosas.
Bornita	Sulfato de hierro y cobre	Cu_5FeS_4	Masas terrosas gris oscuro, brillantes, como manchas negras tornasoladas.
Brocantita	Sulfato básico de cobre	$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$	Masas terrosas con algunos cristales de color verde oscuro y negruzco en algunos puntos.
Calcantita	Sulfato cúprico	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Masas terrosas color azul verdoso.
Novelita	Sulfato cúprico	CuS	Escamas y cristales opacos, fragmentados, de color negro brillante y de apariencia aterciopelada.
Cuprita	Óxido cuproso	CuO_2	Masas terrosas y escamas granulosas de color rojizo brillante arracimadas y de aspecto nodular.
Limonita	Óxido férrico hidratado	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	Masas terrosas amarillentas, amarillo ocre y ocre oscuro.

⁵ Olmo (1999:59) consolidó los cascabeles de la ofrenda 98 con una cera microcristalina para evitar un oscurecimiento.

⁶ Tapia (1999:47) menciona además la presencia de Devilline ($\text{CaCu}_4(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), Cristobalita (SiO_2) y Roxbyita (Cu_7S_4)

(Continúa **Tabla 8.3.**)

Nombre	Nombre químico	Formula química	Descripción
Malaquita	Carbonato básico de cobre	$\text{CuCO}_3 \bullet \text{Cu(OH)}_2$	Masas terrosas y cristales piramidales verde esmeralda.
Melaconita	Óxido cúprico	CuO	Escamas granulosas y masas terrosas de color negro y de aspecto metálico.
Tenorita	Óxido cúprico	CuO	Escamas granulosas y masas terrosas de color negro y de aspecto metálico.
Xandosiderita	Óxido férrico con agua de cristalización	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \bullet 2\text{H}_2\text{O}$	Probablemente se trate de una variedad de limonita; se presenta en finas agujas o fibras en forma de estrellas o concéntricas, su color puede variar de ocre, amarillo o dorado a moreno o moreno rojizo.

(Lage de la Rosa 1998:34-5)

Sin embargo, aun considerando el mal estado de conservación general de los cascabeles del Templo Mayor, 3,245 (95.8 %) pueden ser clasificados en términos de su forma básica (ver **Figura 8.9.**). Se nota que el espectro de formas es reducido y que predominan los cascabeles *Periformes* y *Globulares*, los cuales representan un total de 85.2 % de los cascabeles del Templo. Los cascabeles *Olivoides* (7.8 %) y *Tubulares* (2.4 %) solamente representan 10.2 % del total y *Otras* formas (que incluye *Siluetas Compuestas*, *Periforme Invertido*, etcétera) representan solamente 0.4 %. Ciento cuarenta y cuatro cascabeles (4.2 %) se encontraban en un estado tan alterado o fragmentado que fue imposible discernir su forma general.

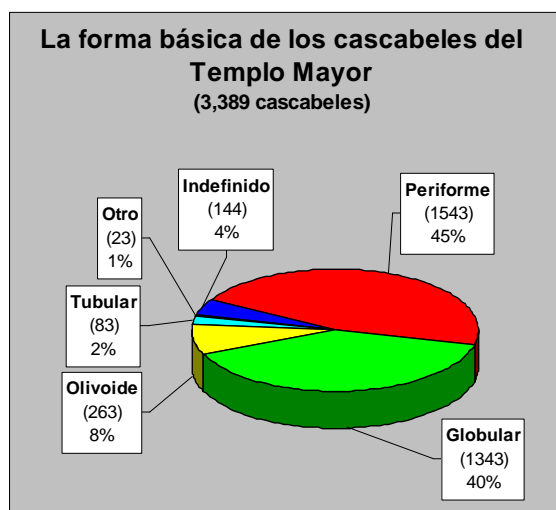
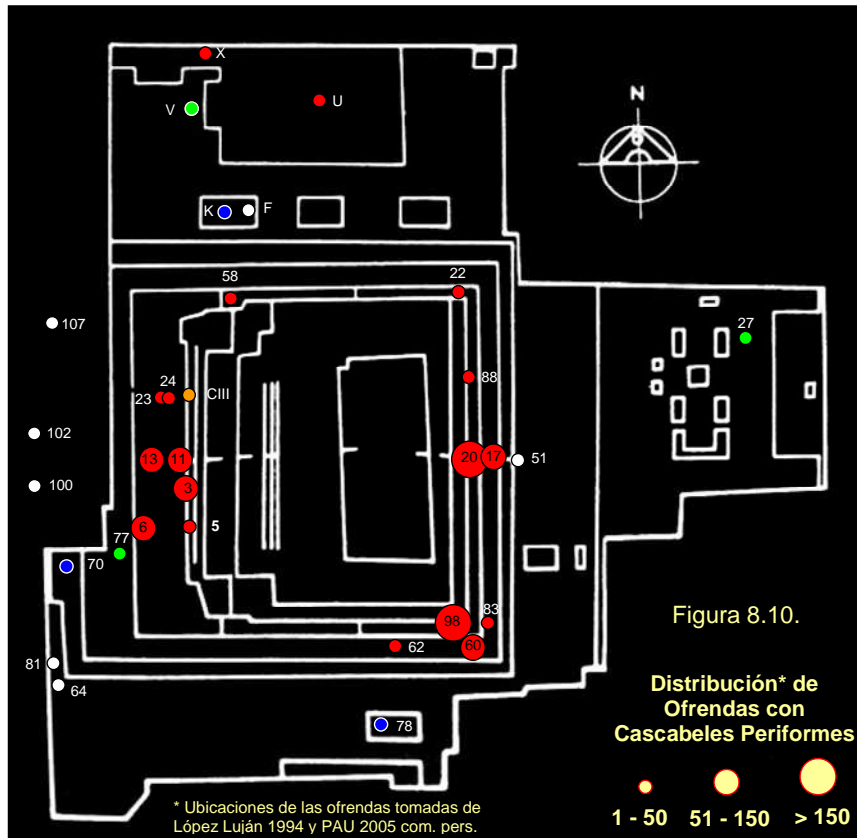


Figura 8.9. Porcentajes de formas básicas de los cascabeles

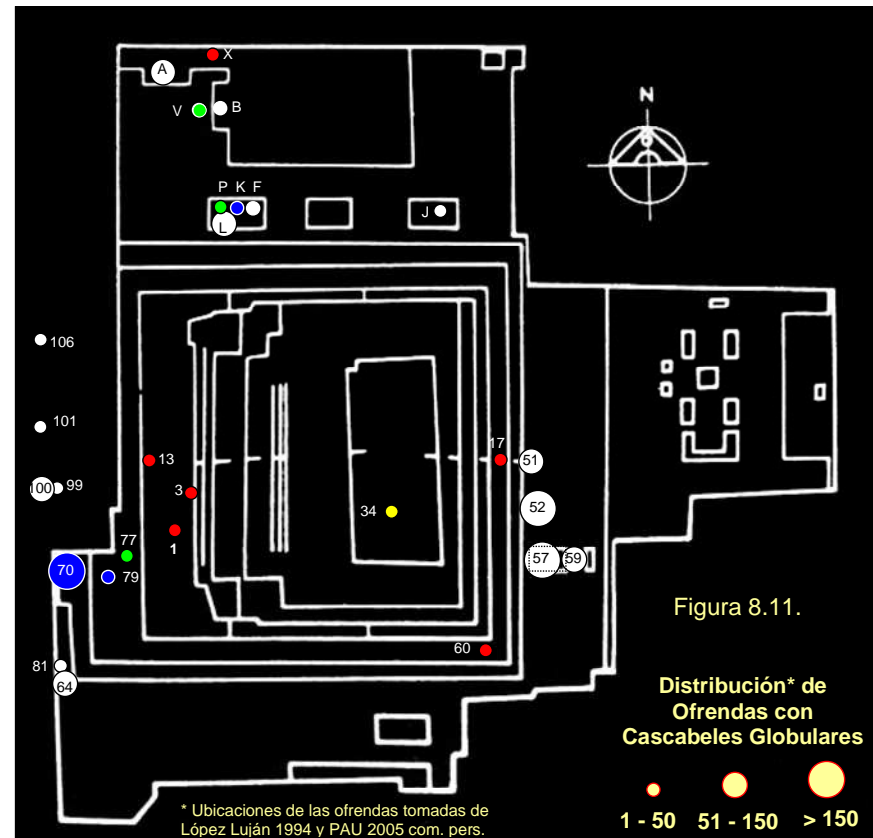
Aunque la distribución espacial de las ofrendas con cascabeles no muestra un patrón muy claro (ver **Figura 8.4.**), se puede distinguir un énfasis en el lado de Huitzilopochtli y especialmente los espacios de enfrente (oeste) y detrás (este) de la pirámide principal. Otros focos de cascabeles se ubican en la esquina sureste de la pirámide y en el Edificio A al norte del Templo. Estas tendencias se notan con más claridad si se toma en cuenta la cantidad de cascabeles por ofrenda (tamaño del círculo). Las tendencias generales se dejan diferenciar un poco más al mostrar la

distribución de las diferentes formas básicas. Los cascabeles *Periformes* (ver **Figura 8.10.**), que predominaban en la etapa constructiva IVb, siguen la tendencia general (que



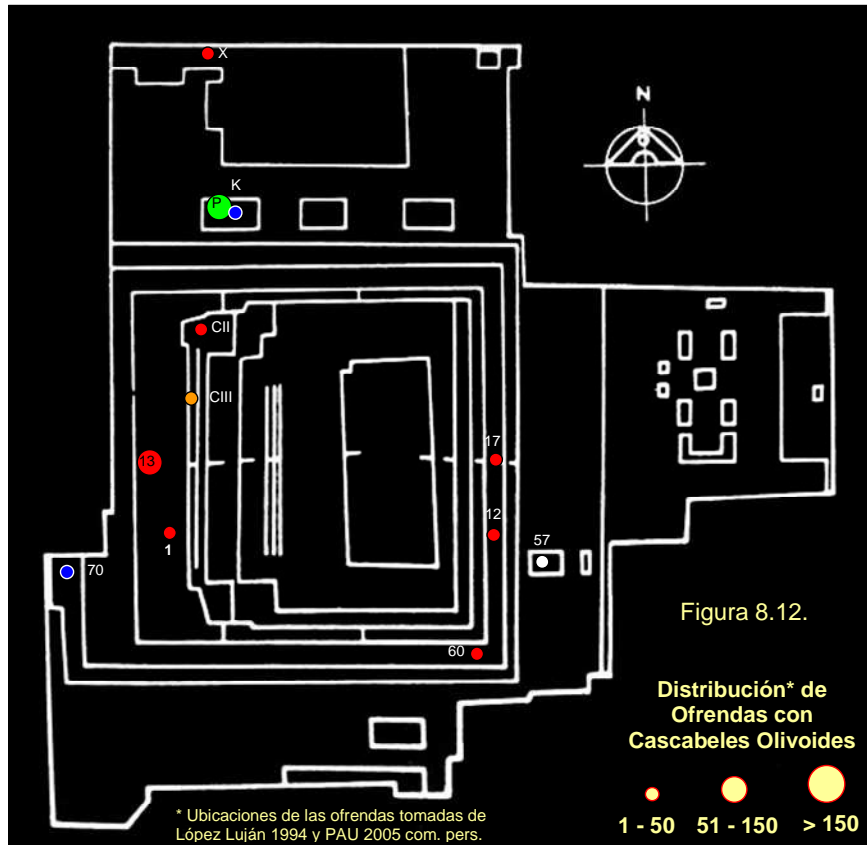
- Etapa Constructiva II (Of. 34[#])
- Etapa Constructiva IVa (Of. Cámara III)
- Etapa Constructiva IVb (Of. 1, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 17, 20, 22, 23, 24, 58, 60, 62, 83, 88, 98, Cámara 2, U, X)
- Etapa Constructiva V (Of. 27, 77, P, V)
- Etapa Constructiva VI (Of. 70, 78, 79, K)
- Etapa Constructiva VII (Of. 51, 52, 57, 59, 64, 81, 99, 100, 101, 102, 106, 107, A, B, F, J, L)

Las ofrendas marcadas en rojo no contienen cascabeles *Periformes*.



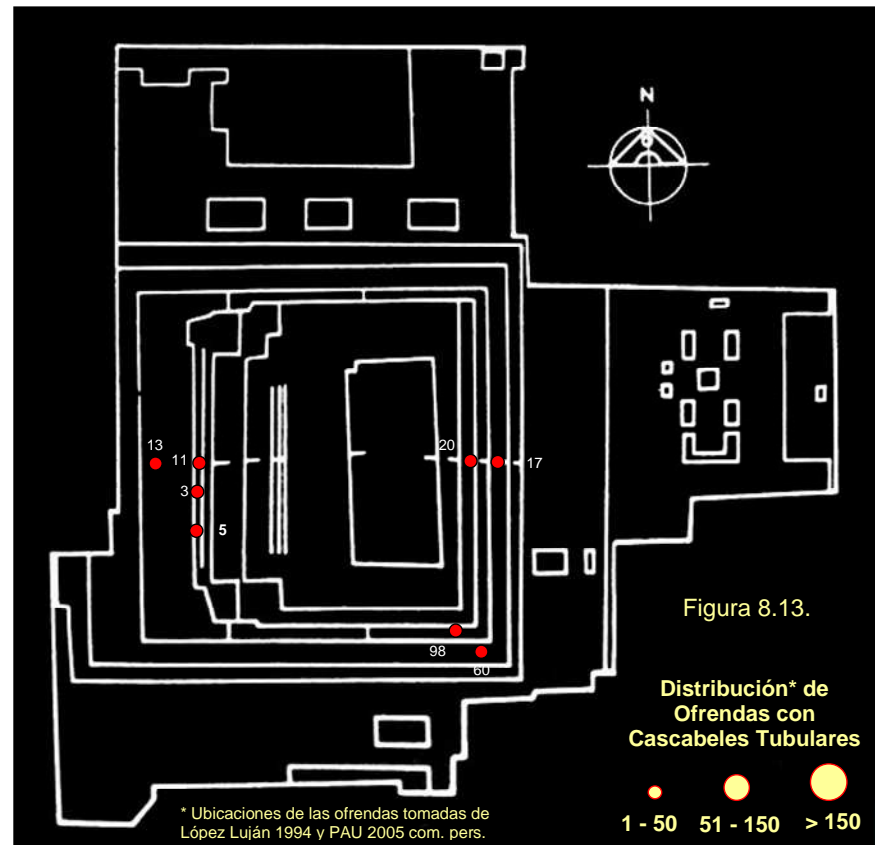
- Etapa Constructiva II (Of. 34)
- Etapa Constructiva IVa (Of. Cámara III[#])
- Etapa Constructiva IVb (Of. 1, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 17, 20, 22, 23, 24, 58, 60, 62, 83, 88, 98, Cámara 2, U, X)
- Etapa Constructiva V (Of. 27, 77, P, V)
- Etapa Constructiva VI (Of. 70, 78, 79, K)
- Etapa Constructiva VII (Of. 51, 52, 57, 59, 64, 81, 99, 100, 101, 102, 106, 107, A, B, F, J, L)

Las ofrendas marcadas en rojo no contienen cascabeles *Globulares*.



- Etapa Constructiva II (Of. 34[#])
- Etapa Constructiva IVa (Of. Cámara III)
- Etapa Constructiva IVb (Of. 1, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 17, 20, 22, 23, 24, 58, 60, 62, 83, 88, 98, Cámara 2, U, X)
- Etapa Constructiva V (Of. 27, 77, P, V)
- Etapa Constructiva VI (Of. 70, 78, 79, K)
- Etapa Constructiva VII (Of. 51, 52, 57, 59, 64, 81, 99, 100, 101, 102, 106, 107, A, B, F, J, L)

[#] Las ofrendas marcadas en rojo no contienen cascabeles *Olivoides*.



- Etapa Constructiva II (Of. 34[#])
- Etapa Constructiva IVa (Of. Cámara III)
- Etapa Constructiva IVb (Of. 1, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 17, 20, 22, 23, 24, 58, 60, 62, 83, 88, 98, Cámara 2, U, X)
- Etapa Constructiva V (Of. 27, 77, P, V)
- Etapa Constructiva VI (Of. 70, 78, 79, K)
- Etapa Constructiva VII (Of. 51, 52, 57, 59, 64, 81, 99, 100, 101, 102, 106, 107, A, B, F, J, L)

[#] Las ofrendas marcadas en rojo no contienen cascabeles *Tubulares*.

crearon, en parte, por su gran número), pero se nota un énfasis en el eje este-oeste que divide los dos lados del Templo. El foco arriba mencionado en la esquina sureste de la pirámide se debe casi exclusivamente a cascabeles *Periformes*. Éstos, en ofrendas en el centro de la escalera que sube al templo de Huitzilopochtli, hacen que exista una concentración en el lado sur de la gran pirámide. Los cascabeles *Globulares* (ver **Figura 8.11.**) predominan en las etapas constructivas VI y VII y siguen un patrón parecido.

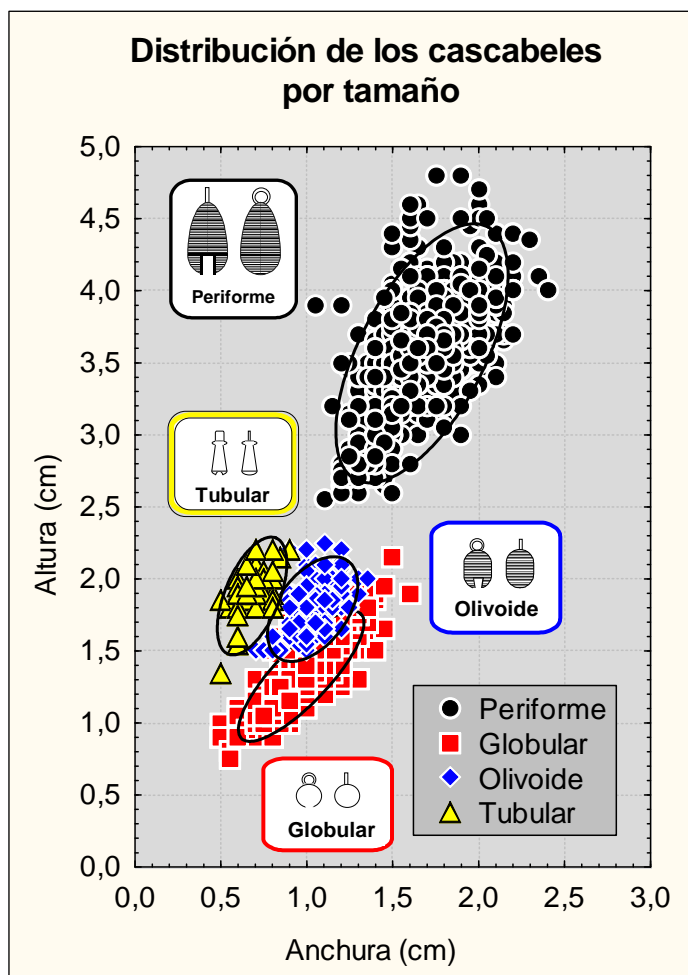


Figura 8.14. Distribución de los cascabeles del Templo Mayor por tamaño y diferenciación por forma básica

Las concentraciones también se encuentran enfrente y detrás del Templo, pero otras aglomeraciones están ubicadas en el Edificio A y en menor grado en el Recinto de los Guerreros Águila. Los cascabeles *Olivoide*s (ver **Figura 8.12.**) están representados en todos los puntos arriba mencionados, aunque en cantidades mucho menores que los *Periformes* y *Globulares*, además de que se los encuentra en todas las etapas constructivas que contienen cascabeles, menos la etapa II. Los cascabeles *Tubulares* (ver **Figura 8.13.**) siguen el patrón de los *Periformes* y solamente aparecen en conjunto con ellos en la etapa constructiva IVb.

La gráfica de distribución por tamaño (ver **Figura 8.14.**), basada en la Altura Máxima y la Anchura I, demuestra que las categorías por forma básica sí logran separar bien los grupos. Además, se puede ver que las ‘nubes’ para cada forma son relativamente densas y bien definidas.⁷

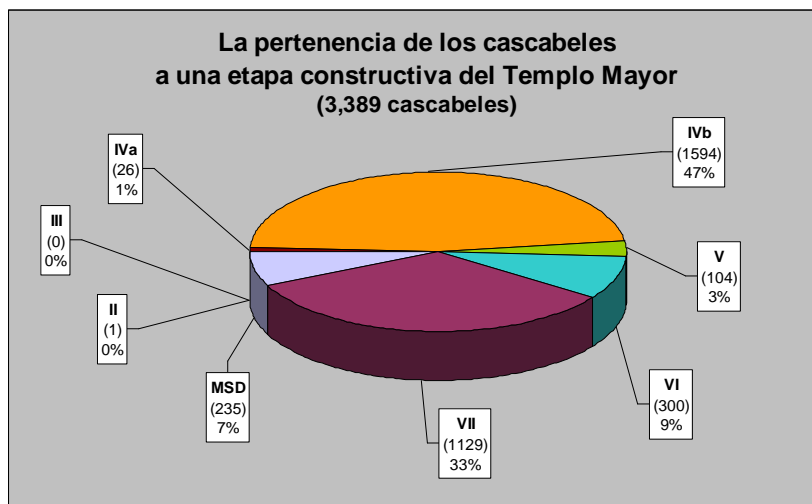


Figura 8.15. Porcentajes de cascabeles por etapa constructiva del Templo Mayor

Los cascabeles del Templo Mayor no representan un momento histórico sino un desarrollo de un periodo de casi un siglo y medio (León Portilla 1981; Matos Moctezuma 1981a). Eso permite detectar cambios en la tecnología y la tipología de los cascabeles. Al mismo tiempo, hay que tener en mente los diferentes estados de conservación de las etapas constructivas consecutivas. La etapa II presenta solamente una ofrenda con un cascabel de cobre en la plataforma superior (o sea, dentro del adoratorio de Huitzilopochtli), hecho que posiblemente se debe a la excavación parcial de la etapa y no a la distribución real de los cascabeles. Las etapas constructivas posteriores no conservan la plataforma superior y los cascabeles se encuentran en su mayoría al pie de la gran escalinata. Las cantidades de cascabeles por etapa constructiva son por eso en buena medida ‘artefactos arqueológicos’ (ver **Figura 8.15.**). Además, hay que señalar que 6.9 % de los cascabeles son *Material sin Datos* que no pueden ser adscritos a una ofrenda y con eso a una etapa constructiva.

Se puede ver que las etapas IVb y VII representan más de 80 % de los cascabeles. Sin embargo, eso no necesariamente significa que en estas etapas fueron depositados más cascabeles, sino solamente que los arqueólogos encontraron más cascabeles

⁷ Los cascabeles fueron categorizados por su aspecto como *Periforme*, *Globular*, *Olivoide*, *Tubular* o *Otra* en el momento del registro. Solamente después quedó claro que estas categorías formaban grupos tan densos y bien delimitados en la gráfica (**Figura 8.14.**)

pertencientes a estas etapas, debido en gran medida al estado de conservación del Templo Mayor. Por eso resulta más interesante comparar cantidades relativas –por ejemplo de formas básicas de cascabeles– y no absolutas entre las etapas.

En la **Tabla 8.4.** y la **Figura 8.15.** (ver también **Figura 8.7.**) se puede observar que las etapas II y IVa casi no están representadas, y que la etapa III no aportó ningún cascabel. En conjunto representan menos de 1 % de la totalidad de los cascabeles. Por ser muestras tan pequeñas las cantidades relativas de formas de cascabeles de estas etapas no son muy representativas.

Tabla 8.4. Cantidades absolutas y porcentajes de formas de cascabeles por etapa constructiva

Templo Mayor Etapa Constructiva	Total	(<i>%</i>)	Periforme		Globular		Tubular		Olivoides		Otro		Indefinida	
				(<i>%</i>)		(<i>%</i>)		(<i>%</i>)		(<i>%</i>)		(<i>%</i>)		(<i>%</i>)
II	1	0.03	0	0.00	1	100.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
III	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
IVa	26	0.77	9	34.62	0	0.00	0	0.00	15	57.69	0	0.00	2	7.69
IVb	1594	47.03	1150	72.15	105	6.59	81	5.08	175	10.98	13	0.82	70	4.39
V	104	3.07	21	20.19	8	7.69	0	0.00	55	52.88	0	0.00	20	19.23
VI	300	8.85	77	25.67	188	62.67	0	0.00	8	2.67	0	0.00	27	9.00
VII	1129	33.31	109	9.65	1000	88.57	0	0.00	2	0.18	0	0.00	18	1.59
MSD	235	6.93	177	75.32	41	17.45	2	0.85	8	3.40	0	0.00	7	2.98
	3389	100.00	1543	45.53	1343	39.63	83	2.45	263	7.76	13	0.38	144	4.25

Aún considerando los problemas de la representatividad de los datos, se puede notar una tendencia clara. Mientras que en las etapas IVa, IVb y V aproximadamente 80 % de los cascabeles son *Periformes* u *Olivoides*, en las etapas VI y VII son las formas básicas *Periforme* y *Globular* las que predominan. En la etapa VII el predominio de los *Globulares* es tal que casi representan el 90 % de los cascabeles de esta etapa. También es notable que mientras en la etapa IVb estaban representadas las cuatro formas básicas más algunos cascabeles de *Otra* forma, en la etapa VII los cascabeles *Tubulares*, *Olivoides* y de *Otra* forma en conjunto representan 0.18 % (en etapa IVb 16.88 %). Entonces, se puede detectar una reducción de la variabilidad de las formas y un aumento de los cascabeles *Globulares*. Esta tendencia también es claramente visible en la **Figura 8.7.**, donde se puede observar que, iniciando con la etapa VI, los cascabeles *Globulares* sustituyen a los *Periformes* como predominantes en las ofrendas. Los cascabeles *Tubulares* aparecen exclusivamente en la etapa IVb y 93.16 % de los *Olivoides* se encuentran en ofrendas adscritas a etapas constructivas anteriores a la etapa VI.

Otros factores que se pueden mencionar para caracterizar la colección de cascabeles del Museo del Templo Mayor son las faltas de fundición, la permanencia de restos o de la totalidad del núcleo de fundición en el cascabel y la casi ausencia de percutores.

Tabla 8.5. Faltas de fundición en cascabeles de diferentes formas del Templo Mayor

Forma	Total	Faltas de fundición	
		Cantidad	(%)
Periforme	1,543	202	13.1
Globular	1,343	12	0.9
Olivoide	263	9	3.0
Tubular	83	1	1.2
Otra	13	2	15.4
Indefinido	144	0	0.0
Total	3,389	226	6.7

La cantidad de faltas de fundición parece ser, en gran medida, una función del estado de conservación, hecho que se debe a la necesidad de ver bien toda la superficie del cascabel para identificarlas. Además, se puede detectar un porcentaje más elevado de faltas de fundición en los cascabeles *Periformes* (13.1 %) que en las demás formas (ver **Tabla 8.5.**), con excepción de los cascabeles de *Otra* forma. Especial-

mente los cascabeles *Globulares* tienen un porcentaje de faltas de fundición muy bajo (0.9 %). Aunque es difícil determinar a qué grado el estado de conservación sea responsable de este vínculo, esta tendencia se relaciona con la impresión general de que los cascabeles *Periformes*, que son más grandes y tienen en la mayoría de los casos filigrana falsa y ornamentos, son más difíciles de vaciar (ver **Figuras 8.18.** y **8.19.**) que los más pequeños cascabeles *Globulares*, que no tienen ningún tipo de ornamento (ver también **Subcapítulo 11.4.**).

Trescientos doce (9.2 %) de los cascabeles contienen el núcleo de arcilla y carbón, que es un vestigio del proceso de producción. Algunos solamente tienen restos de su anterior relleno adherido a las paredes interiores (que se puede deber a un retiro parcial del núcleo o la descomposición de éste ya en el contexto arqueológico), pero la gran mayoría contiene núcleos enteros. Aunque hay ejemplos de (restos de) núcleos en todas las formas principales de cascabeles (ver **Figura 8.16.**), es notable que 94.6 % de los núcleos detectados se encuentren en cascabeles *Globulares*.⁸ El hecho de que haya ofrendas, como la ofrenda 52, en la cual 35.6 % de los 174 cascabeles *Globulares* contienen núcleo, hace muy poco probable que se trate solamente de un descuido. Al parecer el aumento de la presencia de los núcleos en los cascabeles está estrechamente ligado al incremento del número de cascabeles *Globulares*, que en las últimas etapas constructivas representan 88.6 % de todos los cascabeles (ver **Figura 8.17.** y **Tabla 8.4.**). Los cascabeles de la colección del Museo del Templo Mayor en su gran mayoría no contenían percutores.

⁸ Ver también López Luján (2006:191) que observa este hecho con respecto a los cascabeles *Globulares* encontrados en la Casa de las Águilas (edificio E).

Solamente ocho (0.2 %) cuentan con un percutor (aunque en algunos de los casos estos posibles percutores se encontraron entre fragmentos y no dentro de un cascabel); seis de ellos provienen de la ofrenda 3 y dos de la 11 (ambas de la etapa constructiva IVb).

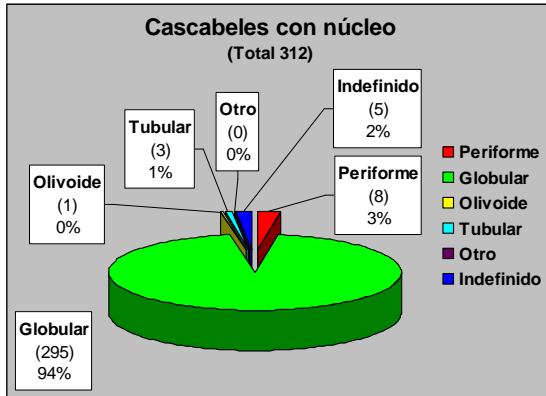


Figura 8.16. Porcentajes de cascabeles con núcleo por forma básica

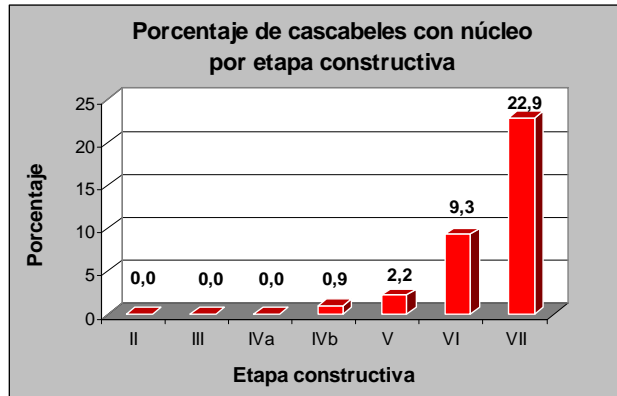


Figura 8.17. Porcentaje de cascabeles con núcleo por etapa constructiva del Templo

Los percutores de los cascabeles de la ofrenda 3 son de metal o de un material indefinido, mientras que uno de los percutores de los cascabeles de la ofrenda 11 parece ser de piedra. El bajo porcentaje de percutores indica que los cascabeles estaban pensados para sonar en conjunto, chocando uno contra el otro, o que el sonido no tenía importancia o incluso no era deseado.



Figuras 8.18. y 8.19. Falta de fundición en cascabeles *Periformes* (cascabeles 3-sn-25 y 3)

8.2. LA COLECCIÓN DE LA BODEGA DE DECOMISOS DE LA VIGA

El 10 de septiembre de 2002, José Enrique Ortiz Lanz, Coordinador Nacional de Museos y Exposiciones del INAH, dio el permiso para la investigación de los cascabeles procedentes de decomisos, almacenados en las instalaciones de la Bodega de Decomisos de la Viga, bajo la custodia de la restauradora Rosana Calderón, Subdirectora del Inventario de Bienes Culturales. Los trabajos en la Bodega fueron supervisados por Yanire Martínez.

La colección de la Bodega de Decomisos de la Viga se compone de piezas decomisadas de colectores o tratantes de piezas arqueológicas durante los años 70, como parte de un *Programa de Recuperación del Patrimonio Cultural* dirigido por Alejandro Gertz Manero.

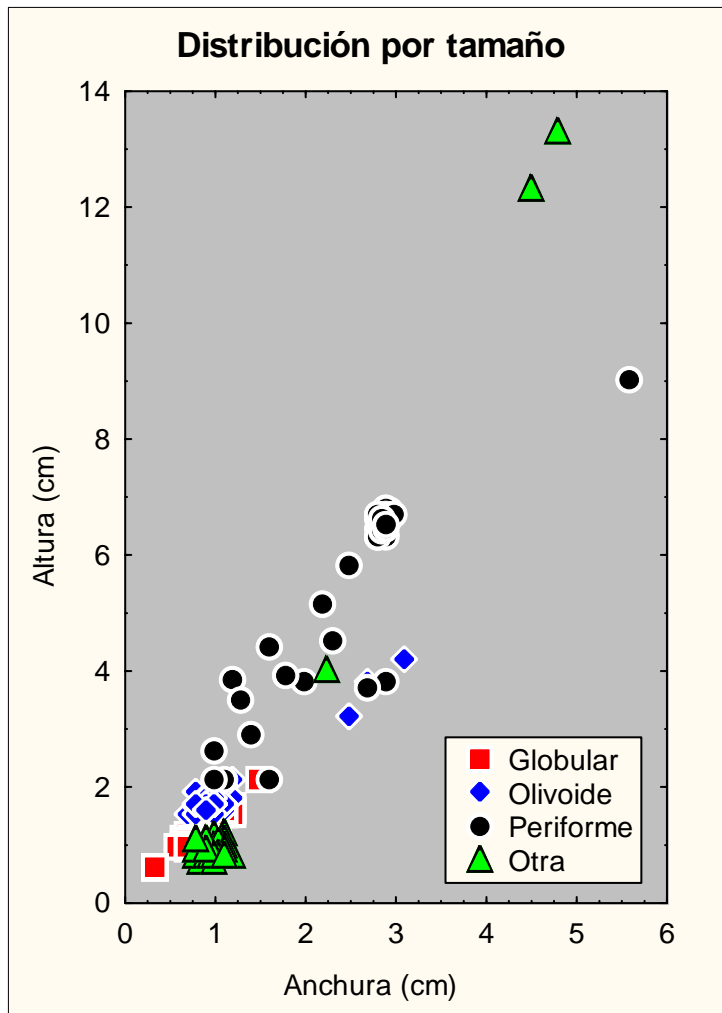


Figura 8.20. Distribución de los cascabeles de la Bodega de Decomisos de la Viga por tamaño y diferenciado por forma básica

Por esta razón, la mayoría de los objetos, de los cuales un gran porcentaje probablemente proviene de saqueos ilegales, tiene pocos o ningunos datos de contexto o procedencia. Éste también es el caso con respecto a los cascabeles.

Se revisó la totalidad de los cascabeles de la colección. Las piezas parecen proceder de por lo menos nueve decomisos diferentes, de los cuales solamente formaban una pequeña parte. La poca documentación existente y accesible en el archivo de la Bodega de Decomisos menciona en solamente uno de los casos a los cascabeles. Esta mención indica la existencia de dos cascabeles, uno de cobre y el otro de bronce, de los cuales el primero supuestamente era prehispánico y el segundo colonial. Aunque los cascabeles de algunos de los decomisos están divididos en diferentes lotes, por la falta de documentación no hay manera de comprobar qué reflejan estas subdivisiones. Por eso la colección de la Bodega de Decomisos se analizó como si se tratara de un grupo de cascabeles de procedencia desconocida. Sin embargo, se supone que por lo menos la mayoría de los decomisos y probablemente de los lotes tienen procedencias diferentes entre si.

La colección se compone de un total de 310 cascabeles. Cinco de éstos son semillas de material orgánico (lote SRE) y 12 de tiempos modernos (lote JS-1), los cuales no fueron incluidos en el análisis. Eso dejó un total de 293 cascabeles investigados (ver **Tabla 8.6.**).

Tabla 8.6. Los lotes de la colección de la Bodega de Decomisos

Decomiso	Lote	No. de cascabeles	Comentarios
352-972		4	
697-72		10	
JE	JE-1	2	
	JE-2	5	
JS	JS-2	29	incluye fragmentos
	JS-3	4	
	JS-4	16	incluye fragmentos
	JS-5	8	incluye fragmentos
	JS-6	28	
	JS-7	35	incluye fragmentos
M10	M10-1	24	
	M10-2	46	
	M10-3	44	incluye fragmentos
130-70		3	
VN	VN-1	1	
	VN-2	2	
	VN-3	28	+ 2 cuentas
SAP-957		1	
3487-73		3	
Total		293	

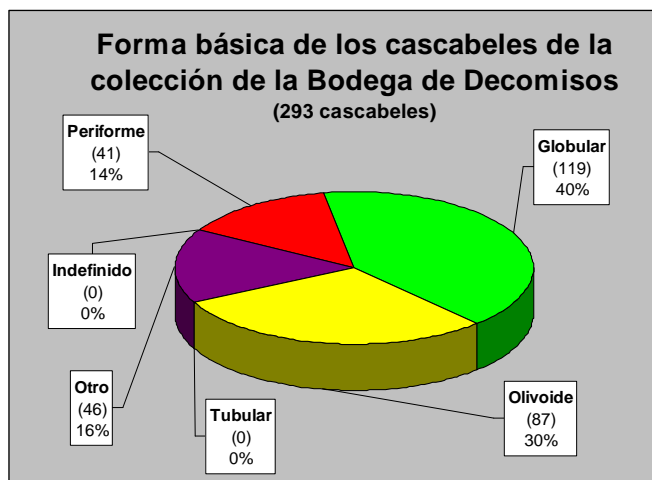


Figura 8.21. Porcentajes de formas básicas de los cascabeles de la Bodega de Decomisos

Se encontraron tres de las formas básicas (ver **Figura 8.20.**): *Globular* (40.1 %), *Olivoide* (30.6 %) y *Periforme* (13.8 %). No hay cascabeles *Tubulares*, pero hay un alto porcentaje de *Otras* formas (15.5 %). No hay cascabeles *Indefinidos* por el generalmente *Regular* o *Buen* estado de conservación de los mismos (ver **Figura 8.21.**). En la gráfica de distribución por tamaño (ver **Figura 8.20.**) las formas en general se distinguen bien, pero los cascabeles *Periformes* forman un grupo muy disperso.

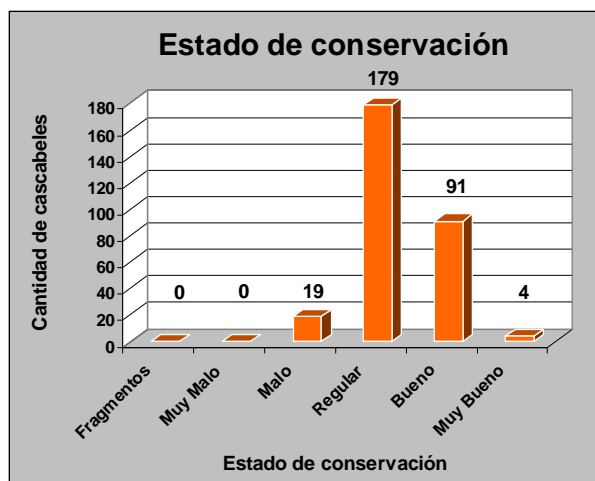


Figura 8.22. Estado de conservación de los cascabeles de la Bodega de Decomisos

El buen estado de conservación permite una fácil identificación de faltas de fundición. Eso puede explicar el porcentaje relativamente alto de estas faltas (20.1 %) que fueron detectadas en la colección de la Bodega de Decomisos.

Otro hecho notable es la aparente falta total de núcleos en los cascabeles. Eso puede reflejar una situación real, o se puede deber a una falta de detección (por ejemplo, identificado como 'relleno de tierra'), o la extracción posterior a la excavación como parte de una 'limpieza'. Sin embargo, la alta proporción de percutores identificados en los cascabeles (24.1 %) indica un énfasis en las propiedades de sonido y corresponde bien a la ausencia de núcleos.

Muchos de los cascabeles tienen adheridos hilos o restos de textil, probablemente de algodón. Eso hace probable que éstos provinieran de contextos arqueológicos donde fueron depositados juntos con textiles, posiblemente cosidos a ropa o franjas de textil. Este tipo de asociaciones se esperaría, por ejemplo, en contextos funerarios.

9. LOS ANÁLISIS INSTRUMENTALES

Los análisis instrumentales añaden una dimensión de parámetros al conocimiento de los objetos: dependiendo del tipo de análisis realizado, se genera información sobre la composición (por ejemplo, análisis químicos [Franco 1977; Flores y Flores 1980], PIXE, PIGE, RBS, AES [Fleming y Swann 1993; Johansson *et al.* 1995; Demortier y Ruvalcaba 1996; Ruvalcaba y Demortier 1997; Demortier 1997; Climent-Font *et al.* 1998; Miranda 2000], Prompt Gamma-Ray Neutron Activation Analysis [Glascock *et al.* 1984], Glow Discharge Optical Emission Spectrometry [Ingo *et al.* 1997], Neutron Activation Analysis [Chapdelaine *et al.* 2001], XRF [Olsen 1962; Emoto 1967; Nir-El 1997; Gigante y Cesareo 1998; Guerra 1998; Mantler y Schreiner 2000], LA-ICP-MS [Watling *et al.* 1999]) o la microestructura (por ejemplo, metalografía, [Thompson 1963], XRD [Tapia 1999, 2003; Ingo *et al.* 2004], ESEM [Tapia 1999, 2003]) de los artefactos.¹ La mayoría de estas técnicas ha sido utilizada en un gran espectro de diferentes materiales y objetos (pinturas, metal, hueso, vidrio, piedra, papel, tinta, entre otros).

Aunque todas estas técnicas aportan información semejante (si bien no la misma) acerca de los objetos, existe una larga lista de criterios para diferenciarlas entre sí. Los criterios son:

- no-invasivas, no-destructivas o destructivas,
- cualitativas o cuantitativas,
- diferentes rangos de elementos que pueden identificar,
- diferentes resoluciones espaciales de los análisis (*bulk* o *spot*),
- diferentes límites de detección (*Limit of Detection* [LOD]),
- análisis de superficie o análisis que penetra el cuerpo del objeto,
- existencia de instrumentos portátiles o la necesidad de llevar los objetos al laboratorio,
- tipo de preparación de las muestras y el tiempo necesario,
- restricciones del tamaño de la muestra,
- cantidad de conocimiento especializado necesario para el manejo del instrumento,
- técnica nueva o establecida,
- costo del análisis,
- disponibilidad de la técnica.

Muchas de estas técnicas son complementarias y por eso tiene grandes ventajas utilizar más de una manera de analizar los artefactos para aumentar y verificar la información

¹ Ver, por ejemplo, Goffer (1980), Pollard y Heron (1996) y Henderson (2000), por sus breves descripciones de la mayoría de estas técnicas y una bibliografía sobre aplicaciones.

disponible. Sin embargo, no existe necesariamente una relación entre el número de técnicas analíticas utilizadas y la calidad del resultado de una investigación. La técnica tiene que ser seleccionada con el fin de que aporte los datos necesarios para responder las interrogantes de la investigación. Otros criterios para la selección de una técnica analítica están relacionados con las muestras disponibles: la cantidad de artefactos que se puede analizar, su estado de conservación, la homogeneidad / heterogeneidad esperada y los permisos para mover y modificar (preparar o tomar muestras) los objetos. Así, las técnicas utilizadas son el resultado de la observancia de varios de los criterios arriba mencionados. Las condiciones de muestreo, preparación de las muestras, análisis de los objetos y análisis de los datos generados determinan la calidad de los resultados y con eso, también, su comparabilidad.

El análisis experimental de un mismo objeto con diferentes técnicas analíticas y en diferentes laboratorios llevó a la conclusión de que los resultados no siempre coinciden y que en algunos casos incluso existen diferencias importantes (Chase 1974). Aunque las posibilidades analíticas han evolucionado mucho desde la realización de este estudio comparativo, se tiene que suponer que aún hoy en día los resultados analíticos no son la representación de la composición *real* de un objeto, sino solamente un acercamiento. Tal es el caso, y más aún, si los objetos analizados son artefactos arqueológicos (y no especímenes industriales) que pueden ser heterogéneos debido al proceso de producción o cuya composición puede haber sido alterada por procesos de descomposición debido a –en algunos casos– prolongados tiempos de enterramiento.

Todas estas consideraciones nos llevan a la conclusión de que el análisis de un objeto arqueológico puede proporcionar información interesante, sin embargo, resulta riesgoso extrapolar esta información automáticamente a otros objetos, aunque sean del mismo tipo, de la misma procedencia o del mismo marco cronológico por dos razones: no todos los objetos de una categoría (sea morfológica, de uso, temporal o espacial)² tienen que tener la misma microestructura o composición, ni hay seguridad de que el análisis represente adecuadamente al objeto. Abraham (2004:2) hace referencia a la ‘falsa precisión’:

“... it is imperative that the researcher understands the question of how the measurement is representative of the whole. Failure to do so can result in the type of data interpretation that has been termed ‘spurious accuracy’ by mathematical satiations, or a real and demonstrable phenomenon that is so small as to be of no

² En la mayoría de los casos, hay que admitir que estas categorías no son muy bien entendidas y pueden resultar artificiales.

importance to the study at large. This is also sometimes termed the fallacy of false precision.”

Dados los elementos de incertidumbre en los exámenes, es necesario apoyar las interpretaciones de análisis instrumentales en una base amplia y relevante en el contexto de los problemas de investigación, para poder hacer comentarios sobre más que solamente el objeto analizado. Sin embargo, la mera cantidad de análisis tampoco aumenta la calidad de la investigación. Un ejemplo son los miles de análisis realizados en el marco del proyecto SAM en Europa (Junghans *et al.* 1960, 1968, 1974), que resultaron de poca utilidad por falta en una visión clara de su propósito (ver Britton 1963; Coles 1970). Por otro lado, el acceso a nueva información (por ejemplo, a través de una nueva técnica analítica) puede generar nuevas preguntas, que antes simplemente no se hubieran podido postular o responder.

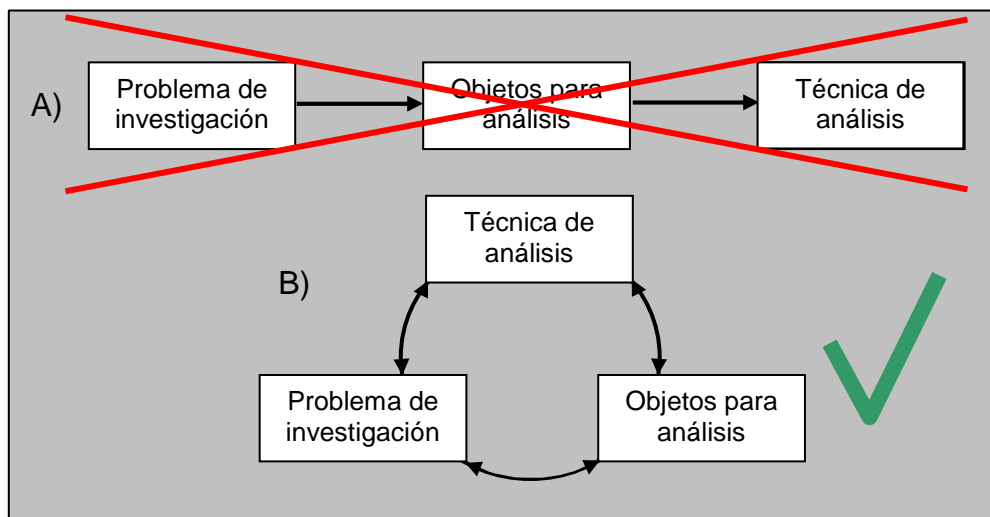


Figura 9.1 La relación entre el problema de investigación, la técnica de análisis y la estrategia de muestreo

Así, queda claro que el problema de investigación, la técnica de análisis y los objetos para análisis (vinculados con la estrategia de muestreo) no están relacionadas de manera lineal (ver **Figura 9.1-A.**) sino circular (ver **Figura 9.1-B.**), cada uno informando e influenciando a los otros.

Para llegar a conclusiones con respecto a las aleaciones empleadas para producir los cascabeles y las materias primas utilizadas (por ejemplo, diferentes fuentes de mineral de cobre), se necesita información sobre elementos mayores y elementos de traza. La información requerida de las colecciones de la Bodega de Decomisos y del Museo del Templo Mayor era la misma. Sin embargo, la situación y las condiciones de las dos

colecciones son tan diferentes (ver **Tabla 9.1.**) que se utilizaron dos diferentes acercamientos y técnicas de análisis.

Tabla 9.1. Comparación de las colecciones

	Museo del Templo Mayor	Bodega de Decomisos
Tamaño de la colección	3,389 cascabeles	293 cascabeles
Muestra para análisis	781 cascabeles	68 cascabeles
Posibilidad de toma de muestras	No	No
Posibilidad de preparación de las muestras	No	Sí
Posibilidad de desplazar las muestras	No	Sí
Estado de conservación general	Malo	Bueno

El alto número de (posibles) muestras seleccionadas para análisis y la imposibilidad de toma de muestras en la mayor parte de los casos hizo necesaria la utilización de técnica(s) que hiciera(n) posible el procesamiento rápido de muchos artefactos y que fuera(n) no destructiva(s).

Las necesidades de información del proyecto de investigación, los parámetros que definen las colecciones de los objetos y las posibilidades que ofrecen las técnicas analíticas, motivaron la elección de *Proton Induced X-Ray Emission Spectrometry*³ (PIXE) y *X-Ray Fluorescence Spectrometry*⁴ (XRF). Ambas técnicas son multi-elementales, ofrecen la posibilidad de detectar los elementos buscados en esta investigación ($Z \geq 20$)⁵ a límites mínimos de detección al nivel de elementos traza (aproximadamente 1–100 ppm, dependiendo de las condiciones), son no destructivas y potencialmente no invasivas (ver Calligaro *et al.* 2004:29), son rápidas y ofrecen la posibilidad de realizar análisis cuantitativos o semicuantitativos con un haz externo (ver Guerra 1998; Moens *et al.* 2000; Muioli y Seccaroni 2000; Pillay 2001; Baños 2004). La técnica XRF tiene mayor penetración con los rayos X que el PIXE con los protones (Malmqvist 1986:89; Guerra 1998:74), hecho que tiene ventajas si se trata de analizar objetos con una capa de corrosión o alteraciones de superficie, y si se requiere un análisis más global del material.

Las dos son técnicas que han sido aplicadas desde hace ya varios años a objetos arqueológicos y cuyas ventajas y debilidades en esos contextos son relativamente bien entendidas (por ejemplo Malmqvist 1986; Lutz y Pernicka 1996; Mantler y Schreiner 2000; Guerra y Calligaro 2004). Aun si las capacidades similares de las dos técnicas las hace comparables, las diferencias que existen permiten un uso complementario (ver Malmqvist

³ Emisión de Rayos-X Inducida por Protones

⁴ Fluorescencia de Rayos X

⁵ Elementos con número atómico mayor o igual a fósforo (P).

1986:91). La disponibilidad de un PIXE y un XRF portátil en el Instituto de Física de la UNAM que rutinariamente han sido utilizados para análisis de materiales arqueológicos era otro argumento a favor de estas técnicas.

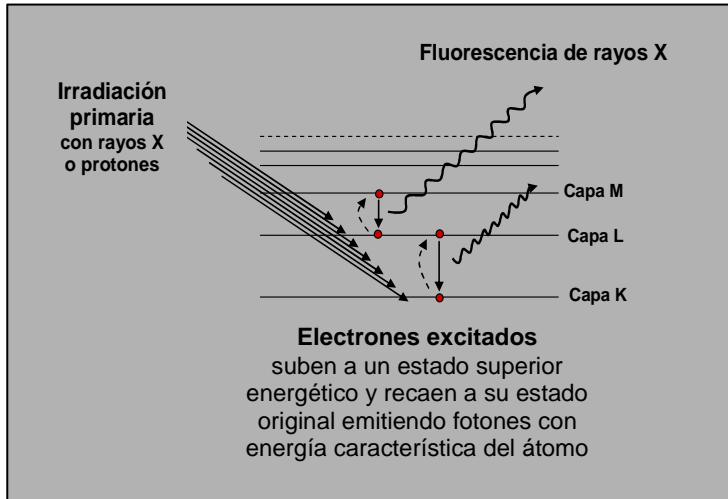


Figura 9.2. Transiciones energéticas dentro del átomo

El funcionamiento básico de las dos técnicas es parecido (ver **Figura 9.2.**). La muestra es irradiada con rayos X (XRF) o protones (PIXE). Esta irradiación primaria desaloja electrones de las capas interiores (capas L o K) de los átomos de la muestra y los deja en un estado excitado. La vacancia que se creó en la capa interior del átomo se rellena con un electrón de una capa

superior, emitiendo la energía sobrante como radiación secundaria o fluorescente. Las transiciones energéticas dentro del átomo para llenar las vacancias en la capa K crean dos picos distinguibles en los espectros de las emisiones: las líneas K_{α} , que resultan de la transición de un electrón de la capa L a la K, y las líneas K_{β} , que resultan de la transición de electrones procedentes de capas superiores a la L. El espectro de emisión que resulta de estas transiciones es característico del átomo que los produjo y las intensidades de las señales individuales son proporcionales a la concentración de los elementos. Lo anterior es la llave para la identificación y cuantificación de los elementos que componen un material (ver por ejemplo Pollard y Heron 1996; Henderson 2000; Moens *et al.* 2000).

Especialmente en el análisis de artefactos arqueológicos, existen limitantes que reducen la posibilidad de llegar a una representación cuantitativa exacta de la composición de los objetos (estos puntos tienen validez de mayor o menor grado para ambas técnicas):

- Efectos de matriz

Los efectos de matriz son resultado la absorción de rayos X en la muestra y el realzamiento de la fluorescencia al salir de la muestra (Moens *et al.* 2000:62). Son causados por las interacciones del haz incidente y de la radiación secundaria con los átomos de la muestra y dependen de la composición y condición del objeto analizado. En el caso de objetos arqueológicos, muchas veces resulta difícil corregir estos efectos.

- Superposiciones de líneas espectrales de diferentes elementos
En los espectros generados existe una superposición de las líneas de arsénico (As-K_α) y plomo (Pb-L_α) tanto como de plata (Ag-K_β) con estaño (Sn-K_α). En el primer caso se utilizan las líneas β para distinguir entre los dos elementos y en el segundo se puede corregir el posible error calculando la (constante) relación de Ag-K_α y Ag-K_β, y ajustando Sn-K_α si es necesario (ver abajo para explicación más detallada del proceso). Otros elementos como el níquel (Ni), que son superpuestos por los picos fuertes de cobre (Cu), son difícilmente identificables.
- Heterogeneidad de los objetos
La heterogeneidad que los objetos arqueológicos de metal normalmente muestran tiene sus raíces, por lo menos en parte, en los procesos de producción: la estructura dendrítica de un objeto fundido y la segregación que se puede observar especialmente en aleaciones con componentes con muy diferentes puntos de solidificación y baja solubilidad sólida (por ejemplo segregación por gravedad o segregación inversa; ambas segregaciones influenciadas por los procesos de solidificación).

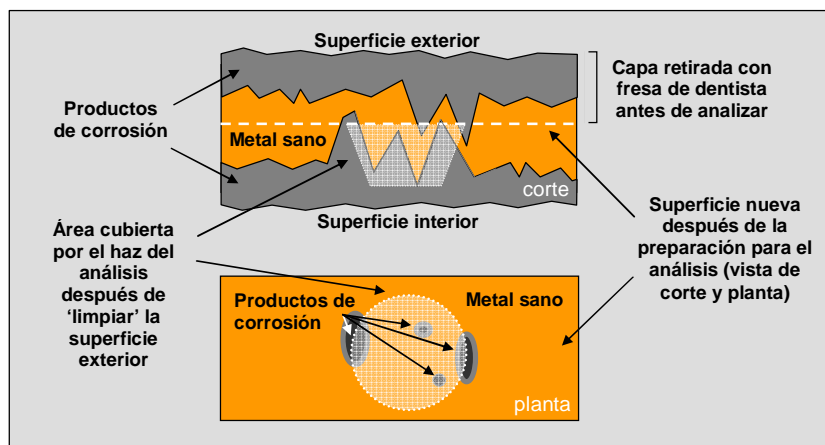


Figura 9.3. La preparación de superficie y el problema de heterogeneidad en cascabeles con paredes delgadas

Craddock (1995:286) señala la ausencia de homogeneidad que se puede esperar de aleaciones de arsénico, por una concentración en la superficie (segregación inversa) o inclusiones no metálicas de minerales de arsénico. Caley (1970:37) hace notar que por la heterogeneidad de aleaciones con altas proporciones de plomo se necesitan grandes muestras para poder representar el promedio de la composición. Charles (1973:114) indica que por estas mismas razones solamente se puede llegar a más altos grados de exactitud en los resultados de análisis con muestras de varios puntos del objeto. Tratar de categorizar metales con solamente una muestra le parece muy

riesgoso por las (en ocasiones muy) pequeñas diferencias reales que existen entre las cantidades de elementos traza de diferentes grupos de objetos de metal. Además, los metales arqueológicos contienen inclusiones de escoria y la porosidad también puede influir en los resultados. Asimismo, existen procesos para enriquecer o eliminar a propósito ciertos elementos de las capas superficiales de un objeto (ver **Subcapítulo 6.1.3.3.**). También hay que tomar en cuenta que los procesos de deterioro (corrosión) alteraron no solamente la superficie de los objetos sino también avanzaron en fisuras y entre los granos de la matriz metálica. Ponting (1999:1312, traducción del autor) habla de “una inevitable contaminación por corrosión interna”. La toma de muestras o la preparación de la superficie de la muestra (si posible) no siempre resuelven el problema. Especialmente en el caso de los cascabeles, por sus paredes tan delgadas, resulta difícil o imposible (dependiendo del estado de conservación) liberar o extraer metal ‘sano’ con la seguridad de no incluir productos de corrosión: la corrosión ataca las paredes desde adentro y desde afuera, ‘perforando’ así el metal sano (ver **Figura 9.3.**). En la configuración utilizada aquí, XRF y PIXE tienen un haz que permite irradiar un área arriba de 1 mm². Eso no permite escoger exactamente el punto de análisis (como sería posible, por ejemplo, con un LA-ICP-MS, ver Henderson 2000), pero ayuda a nivelar el impacto de la heterogeneidad del metal.

- Superficies irregulares

Las superficies de artefactos arqueológicos metálicos frecuentemente son irregulares. Los cascabeles que presentan filigrana falsa hacen que prácticamente sea imposible tener ángulos repetibles para la incidencia del haz de la irradiación primaria. También en los casos de cascabeles sin filigrana falsa, la geometría del objeto es tal que no se encuentran superficies planas. Con eso es imposible que se alcance cumplir con el requerimiento para un análisis realmente cuantitativo, que incluye la preparación de los estándares y los especímenes de manera idéntica (Baños 2004).

- Alteraciones de las superficies por procesos de corrosión

En el proceso de corrosión los metales cambian de propiedades físicas y también de composición (ver **Subcapítulo 6.2.1.**); algunos elementos son eliminados de manera preferencial y otros enriquecidos en la superficie del objeto (ver Geilmann 1967:109; Butler e Ison 1976:229; Scott 1991:45; Hughes 1993:6; Moreau y Hancock 1999:1119; Moens *et al.* 2000; ver también Tylecote 1979:351). Moreau y Hancock (1999:1124) reportan diferencias y un mayor grado de heterogeneidad y dispersión en los resultados de análisis de objetos con capa de corrosión. Dado que tanto PIXE como

XRF son técnicas superficiales,⁶ se puede esperar solamente la detección de rayos X de una profundidad de 1 a unos 100 µm (de ligeros a pesados), dependiendo de los elementos en cuestión y del tipo de matriz. Rovira (1994:324) hace referencia a un estudio comparativo de siete diferentes métodos analíticos realizado por Carter *et al.* (1983:212), que llegó a la conclusión de que XRF proporciona resultados precisos si las muestras son preparadas cuidadosamente.

- Contaminación de la muestra

Swann *et al.* (1992:499) hacen notar que los métodos analíticos que hacen necesaria la toma o preparación de muestras siempre conllevan el riesgo de contaminación. Lutz y Pernicka (1996:317-8) mencionan que en la preparación de las muestras de aleaciones que contienen plomo se puede observar que el metal blando, que no forma una solución sólida con el cobre, se unta en las superficies de la muestra, aumentando así la cantidad medida.

Para mitigar los problemas de análisis que aquí se presentaron, se analizó un gran número de cascabeles, irradiando en casi todos los casos por lo menos dos puntos en cada cascabel. En el caso de los análisis por XRF se escogieron al final sólo los análisis con el mayor número de cuentas. Quedaron eliminados aquellos análisis con una mayor contribución de elementos ligeros propios de la capa de corrosión, los cuales no dan lugar a rayos X detectables y por lo tanto producen una peor base estadística (cuentas / unidad de tiempo). El proceso está descrito con más detalle abajo. Aun así, todas estas observaciones hacen evidente que los resultados de análisis de los cascabeles, especialmente si dichos análisis se llevaron a cabo sin preparación de la muestra, son resultados semicuantitativos y una comparación directa con otros resultados analíticos (por ejemplo de cascabeles de otras regiones) puede ser problemática. Sin embargo, dado que las composiciones de los metales (aleaciones de cobre) y las condiciones del contexto arqueológico (por lo menos en los cascabeles del Templo Mayor), en términos generales, son parecidos, se puede asumir una comparabilidad interna. Ésta sirve para establecer grupos de composiciones, cuya composición 'real' puede verificarse en otro momento interviniendo uno o dos cascabeles por grupo para prepararlos para un análisis cuantitativo, por ejemplo, con PIXE o la misma XRF.

⁶ Sin embargo, ver Demortier y Ruvalcaba (1996).

Selección de muestras

Considerando que un total de más de 3,500 cascabeles está incluido en este estudio, es evidente que no todos los objetos pueden ser analizados.

Sin embargo, para estar seguro de analizar la cantidad y variedad de cascabeles necesarios para responder a las preguntas relevantes de esta investigación, se formuló una estrategia de muestreo. Las preguntas con relación a un cascabel individual son las siguientes:

- 1) ¿Con qué aleación está hecho?
- 2) ¿Qué patrón de elementos traza se puede observar?

Con relación a los grupos de cascabeles se preguntó:

- 3) ¿Es posible identificar grupos de cascabeles con base en su composición elemental?
- 4) ¿Cuál es la variación de los factores mencionados en los puntos 1 y 2 dentro de un tipo morfológico de cascabeles?
- 5) ¿Cuál es la variación de los factores mencionados en los puntos 1 y 2 entre diferentes tipos de cascabeles?
- 6) ¿Cuál es la variación de los factores mencionados en los puntos 1 y 2 en el transcurso del tiempo (dentro de un tipo, si posible, y en general)?
- 7) ¿Indican los elementos traza la existencia de una o varias fuentes de los metales?

Las respuestas a las preguntas 1) y 2) son básicas para la investigación. Un análisis por cascabel con los métodos de XRF o PIXE es el requerimiento mínimo. Para reducir los errores causados por contaminación o heterogeneidad del material, con unas pocas excepciones más de un punto de análisis fue escogido, normalmente ubicado cerca de los dos extremos del cascabel (argolla y boca).

Tomando en cuenta las preguntas 1), 2) y 3), se intentó llegar al mayor número posible de análisis cuantitativos o semicuantitativos para ver todo el espectro de diferencias, dado que al inicio de la investigación no se sabía si había alguna relación entre los grupos morfológicos y las agrupaciones por composición metálica.

9.1. LOS ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN DE LOS CASCABELES DEL TEMPLO MAYOR

Los análisis XRF en los cascabeles del Templo Mayor se llevaron a cabo durante septiembre, octubre, noviembre y los primeros días de diciembre de 2003. Por razones de seguridad y espacio no había la posibilidad de trasladar el número de cascabeles previsto para análisis a las instalaciones del IF-UNAM. Por consideraciones curatoriales, tampoco existía la opción de preparar las muestras retirando la capa de óxidos en una o varias partes, tal como se podía hacer con las piezas de la Bodega de Decomisos. Se tomó, entonces, la decisión de utilizar el XRF portátil –préstamo del IF-UNAM– en la Bodega de Bienes Culturales del Templo Mayor y tener así la posibilidad de analizar una cantidad mayor de cascabeles, con la facilidad de acceso que esto implica y sin poner en riesgo el patrimonio de la nación.

Aunque las interrogantes que se plantearon en relación con la colección de la Bodega de Decomisos de la Viga y con los cascabeles de la Bodega del Museo del Templo Mayor son muy similares, existen algunos matices importantes. Éstos se relacionan con la cantidad y el estado de conservación de los cascabeles del Templo Mayor, así como con la diferenciación cronológica de la colección y el método de análisis.

El hecho de que la colección del Templo Mayor fuera más de diez veces mayor que la colección de la Bodega de Decomisos hizo necesario adecuar la estrategia de muestreo. No era posible representar cada lote con los análisis, dado que en el registro existen más de 400 lotes. Además, en el Templo Mayor los lotes de cascabeles, aunque son la única unidad asociativa de los que existe en el registro, muchas veces no representan una realidad de distribución espacial, sino que son grupos arbitrarios, con importancia solamente al nivel curatorial. Las 48 ofrendas que contienen cascabeles de cobre hubieran sido unidades de análisis y muestreo, sin embargo, el estado de conservación de algunas no permitió el análisis; 13 ofrendas con un total de 353 cascabeles no contribuyeron a los análisis, porque ninguno de los cascabeles contenido en ellas fue clasificado con un estado de conservación mejor que *Malo*, y 74.8 % incluso estaba en un estado *Muy Malo* o como *Fragmentos*. Cuatro ofrendas más no tenían cascabeles con suficiente metal sano para devengar el número mínimo de cuentas en los análisis, hecho que elevó el número de ofrendas que no aportaron cascabeles a la investigación de la composición metálica a 17.

Por lo arriba dicho se tomó la decisión de hacer el esfuerzo de representar todas las agrupaciones morfológicas y cronológicas con el mayor número de cascabeles analizados posible, enfocando en los artefactos de *Regular*, *Buen* o *Muy Buen* estado de

conservación. Siguiendo estos criterios de selección, se realizaron un total de 1765 análisis con XRF en la Bodega del Templo Mayor. Ciento veinticuatro de estos análisis eran de los materiales certificados usados como referencia (más nueve que produjeron espectros dañados y fueron descartados). Como referencias se utilizaron el Naval Brass B (NIST SRM 1107), una moneda de N\$10 mexicanos y la referencia de oro 585/340 de Degussa. En una ocasión se analizaron las muestras de referencia NIST SRM 1108 y 1109 (ver **Tabla 9.2.**).

Tabla 9.2. Las muestras de referencia

Muestra de referencia	Número de análisis
585/340 Oro	7
Moneda de N\$ 10	57
SRM 1107	58
SRM 1108	1
SRM 1109	1
Total	124

La muestra de referencia SRM 1107 fue utilizada para calcular los factores de conversión de intensidades a concentraciones para los objetos con matriz de cobre. En general la referencia SRM 1107 y la moneda fueron analizados antes y después de cada sesión de análisis. En la **Figura 9.4.** se puede apreciar que las condiciones se mantuvieron estables durante todo el proceso de análisis. Aunque había ligeros cambios de una sesión de análisis a otra, no se puede detectar una tendencia (por ejemplo, un aumento constante de los valores) en estos cambios. Por eso se utilizó el promedio de todos los valores para los cálculos posteriores.

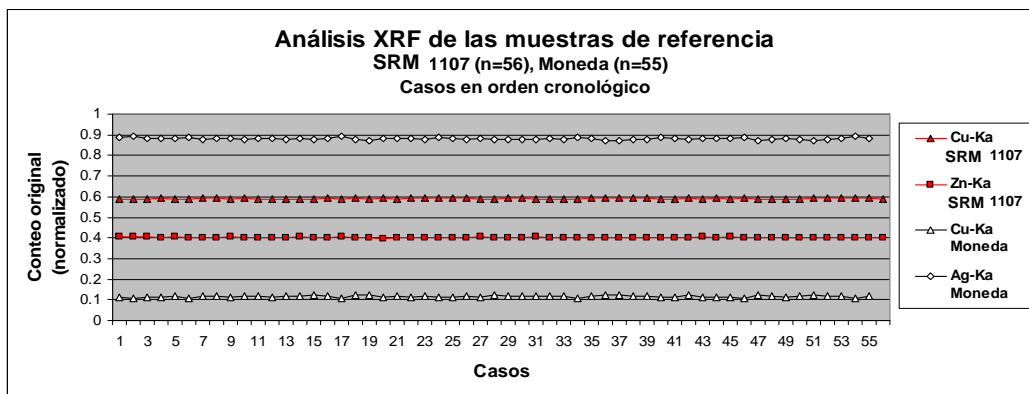


Figura 9.4. Análisis XRF de las muestras de referencia

El proceso de análisis de los cascabeles y de los espectros fue el siguiente:

- 1) Se seleccionaron los cascabeles a analizar bajo los criterios arriba mencionados y juzgando por su apariencia las posibilidades de permanencia de metal sano en el cascabel.

- 2) El cascabel no fue preparado, sino que el análisis fue efectuado sobre la capa de pátina o corrosión.
- 3) Todos los análisis fueron tomados sin mover o desarmar el XRF portátil y bajo las mismas condiciones (solamente con una fluctuación de la temperatura ambiente). Los objetos fueron fijados frente al haz con unas pinzas instaladas en un trípode.
- 4) Como referencia se utilizaron las dos muestras certificadas Naval Brass B (SRM 1107) y la referencia de oro 585/340. Como control adicional y para calcular la relación entre las concentraciones de $Ag-K_{\alpha}$ y $Ag-K_{\beta}$ se utilizó una moneda de N\$ 10 mexicanos (ver punto 13).

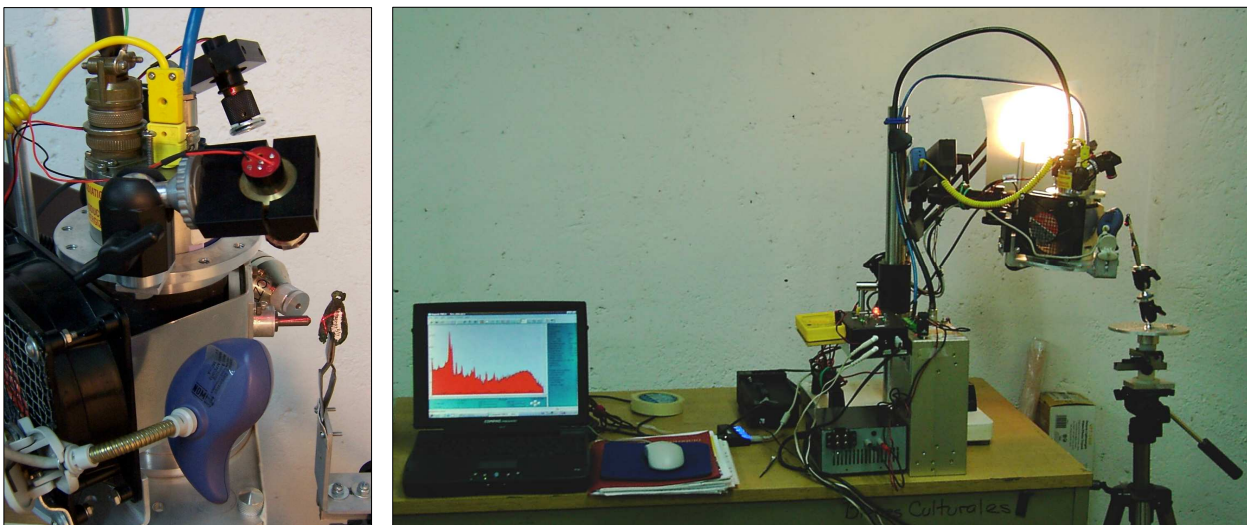


Figura 9.5. Análisis de cascabeles con XRF portátil (préstamo del IF-UNAM) en la Bodega del Museo del Templo Mayor de Tenochtitlan

- 5) La muestra fue colocada frente al haz de rayos X (ver **Figura 9.5.**), intentando hacer incidir el haz perpendicular a la superficie del objeto en un área de menor grosor de capa de productos de oxidación. Cada cascabel fue analizado en dos lugares distintos (por ejemplo, en los extremos superior e inferior): únicamente cascabeles pequeños o difíciles de colocar frente al haz fueron irradiados una sola vez.
- 6) El espectrómetro XRF utilizado (ver también Picazo *et al.* 2003, Picazo 2005) es un sistema prototipo compacto y portátil (ver **Figura 9.5.**) que tiene como fuente de excitación un tubo de rayos X miniaturizado de Oxford Instruments Serie 5000, Modelo XTF5011 con ánodo de Mo (17.4 keV). Se hizo la medición del espectro de emisión con un detector AmpTec Inc. CZT (cadmio-zinc-telurio) con una resolución en energía de 180 eV a 5.4 keV, con ventana de berilio. El detector fue conectado a

un analizador multicanal AmpTec MCA 8000 A que trasmite la información a una computadora que utiliza el programa PMCA Versión 3.0 de AmpTec Inc. para la presentación y captura de los espectros generados durante el análisis. La geometría de detección-excitación del tubo y del detector fue de 90° (el haz incidió a un ángulo de 90° y el detector se ubicó a 45° del haz incidente y de la muestra); la irradiación requirió 120 segundos.

- 7) Con este sistema en paralelo a cada análisis se tomó una foto del cascabel colocado en el porta-muestras, de manera tal que se cuenta con la imagen de la zona irradiada.
- 8) Como se ha mencionado líneas arriba, las muestras de referencia fueron analizadas generalmente al inicio y al final de cada sesión.
- 9) 1805 análisis fueron realizados en 33 sesiones. Las muestras y el análisis fueron registrados en un listado con su código de identificación o número de registro y un número consecutivo de identificación del análisis, para asegurar la correspondencia entre muestra y análisis.
- 10) La determinación del área de los picos de rayos X de los espectros se realizó con la ayuda del programa AXIL. Los resultantes archivos OUT fueron convertidos a una tabla MS Excel con el programa OUT2CSVZ.Exe (elaborado por Marcelo Francisco Lugo Licona en 2005).
- 11) Los análisis incluían resultados para los elementos calcio (Ca), titanio (Ti), vanadio (V), cromo (Cr), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), arsénico (As), bromo (Br), estroncio (Sr), niobio (Nb), molibdeno (Mo), paladio (Pd), plata (Ag), cadmio (Cd), estaño (Sn), antimonio (Sb), manganeso (Mn), oro (Au), zirconio (Zr) y plomo (Pb).
- 12) Las intensidades de los picos auxiliares que se requieren para un ajuste adecuado fueron sumados a Cu-K_α y Ag-K_α .
- 13) Se realizó un ajuste de la relación $\text{Ag-K}_\beta / \text{Sn-K}_\alpha$ utilizando el factor $\text{Ag-K}_\alpha / \text{Ag-K}_\beta$ calculado de las relaciones detectadas en la moneda de plata utilizada como muestra de referencia. Este proceso se requiere para mejorar el cálculo de la intensidad de los rayos X de Sn, ya que existe una superposición con los de Ag:

- (1) $Ag-K_{\alpha \text{ ref}} / Ag-K_{\beta \text{ ref}} = f$
- (2) $Ag-K_{\alpha \text{ muestra}} / f = Ag-K_{\beta \text{ ajustado}}$
- (3) $Ag-K_{\beta \text{ ajustado}} - Ag-K_{\beta \text{ muestra}} = \Delta Ag-K_{\beta}$
- (4) $Sn-K_{\alpha} - \Delta Ag-K_{\beta} = Sn-K_{\alpha \text{ ajustado}}$

14) Con la intención de homogenizar la calidad de los análisis se excluyeron aquellos que tenían la base estadística de conteo menos representativo. Los conteos muy bajos pueden deberse a una fuerte pérdida de cobre por corrosión (i.e. la presencia de elementos ligeros que no pueden ser excitados o que emiten pocos rayos X por fluorescencia), debido a que este elemento representa el componente mayor de todas las aleaciones y que no se enriquece en capas de corrosión (ver **Subcapítulo 6.2.1.**). También, como se ha mencionado arriba, geometrías complicadas (por ejemplo, ornamentos y filigrana falsa) pueden resultar en conteos bajos. Las intensidades totales varían entre 5,443 y 574,864 cuentas – las cuales representan el número de rayos X totales– y se decidió permitir solamente intensidades arriba de 350,000 cuentas⁷. Este valor está justo debajo del promedio de cuentas (355,892 cuentas) y llevó a la inclusión de 997 análisis, que representa un 59.6 % de los análisis de muestras, excluyendo las de referencia (ver **Figura 9.6.**).

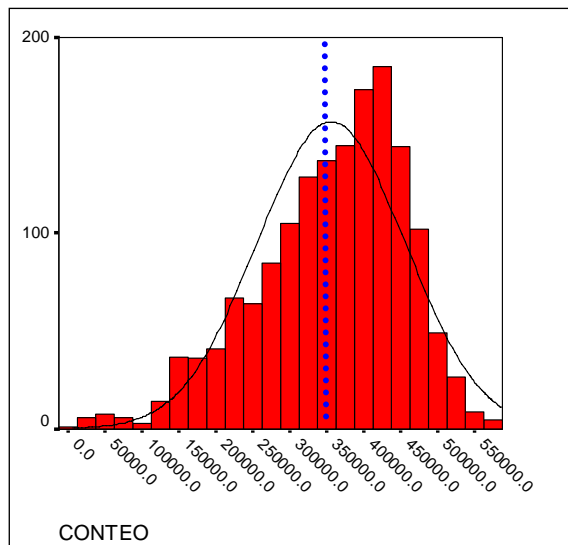


Figura 9.6. Conteo absoluto de todos los análisis

15) La eliminación de análisis significó que, en algunos casos, un cascabel quedara representado por un solo análisis. Sin embargo, todavía existían cascabeles que fueron analizados entre una y cinco veces; de estas intensidades se calculó el promedio por cascabel. Si en el cálculo de la intensidad promedio por cascabel existía un valor generado por el análisis de la pátina, mientras que otros dos análisis se realizaron sobre el metal sano (la preparación de la muestra formaba parte de investigaciones anteriores), se excluyó el análisis tomado sobre pátina. Los análisis

⁷ Esta selección no se aplicó a los análisis de los materiales de referencia, que tienen un promedio de poco menos de 570,000 cuentas en el caso de SRM 1107.

de percutores tampoco fueron incluidos en el promedio del cascabel al que pertenecían.

- 16) De esta tabla consolidada se seleccionaron los elementos Cr-K_α, Fe-K_α, Cu-K_α, As-K_β, Ag-K_α, Sn-K_α, Sb-K_α y Pb-L_β para su normalización y conversión a concentraciones.
- 17) Para calcular las composiciones semicuantitativas de los cascabeles se normalizaron las intensidades de los análisis de la muestra de referencia SRM 1107 y se calculó el promedio de 56 resultados para los elementos Fe-K_α, Cu-K_α, Zn-K_α, Sn-K_α y Pb-L_β. Por sus muy similares sensibilidades (k_i), se juntaron los valores de Cu-K_α y Zn-K_α como si fuesen el mismo elemento. Las sensibilidades (Picazo 2005) son un factor que determina la eficiencia del sistema de XRF para excitar un determinado elemento.
- 18) Con esta información y la concentración conocida de la muestra de referencia, se pudieron calcular las concentraciones de hierro, cobre, estaño y plomo de los cascabeles,⁸ utilizando la siguiente fórmula y los valores normalizados (Rousseau *et al.* 1996):

$$I_{i(c)} C_{i(r)} / I_{i(r)} = C_{i(c)}$$

C_{i(r)} = Concentración elemento *i* (muestra de referencia)

I_{i(m)} = Intensidad elemento *i* (muestra de referencia)

I_{i(c)} = Intensidad elemento *i* (cascabel)

C_{i(c)} = Concentración elemento *i* (cascabel)

Para el análisis de elementos que no se encuentran en las referencias se lleva a cabo una corrección al considerar el cociente de sensibilidades de un elemento conocido de la referencia y uno no presente en ésta. Así para calcular las concentraciones de cromo se utilizó la concentración e intensidad del cobre con el factor 0.66. Para el arsénico se utilizó la concentración e intensidad del plomo con el factor 2.5. El antimonio fue calculado con la concentración e intensidad del estaño, sin ningún factor de conversión por la similitud en su sensibilidad. Con base en estos cálculos se establecieron factores para la conversión directa de las intensidades de los elementos (I_{i(c)}) a las concentraciones de los elementos (C_{i(c)}) de los cascabeles.

⁸ El *Comparison Standard Method* (Moens *et al.* 2000:63).

- 19) Al final de estas operaciones se normalizó y multiplicó por 100 las concentraciones para llegar a tener la composición de los cascabeles en porcentaje. Este procedimiento implica que la composición (los 100 %) solamente representa a las cantidades relativas de los elementos presentados y no a la composición real. No están representados los elementos ligeros que son difíciles de cuantificar con la técnica de XRF y algunos de los elementos traza que no se convirtieron a porcentajes por falta de materiales de referencia. Aunque debido al proceso de depuración estadístico aplicado se considera que la influencia de estas es mínima, y las concentraciones reportadas son cercanas a las reales cuando se tienen los conteos más altos de rayos X. De hecho el criterio de conteo puede considerarse como parámetro para evaluar el estado de deterioro de una pieza.
- 20) El último paso fue la reintegración de la información sobre la composición de los cascabeles analizados en la tabla general que contiene la información de los 3,389 cascabeles del Templo Mayor.

La muestra

Se realizaron un total de 1632 puntos de análisis en los cascabeles. En total se analizó el 23.0 % de la colección (ver **Tabla 9.3.**). Para la selección de estos cascabeles, el **estado de conservación** fue un criterio de gran importancia. Se intentó revisar el mayor número de cascabeles en estado *Regular*, *Bueno* o *Muy Bueno* y se logró analizar un total de 97.4 % (los cascabeles restantes resultaron inaccesibles al momento del análisis).

Tabla 9.3. Cantidad de cascabeles analizados por estado de conservación

	Total	Analizado	Porcentaje	Analizados válidos	Porcentaje válidos (del total)	Porcentaje válidos (de analizados)
Muy Bueno	94	93	98.9 %	93	98.9 %	100.0 %
Bueno	123	120	97.6 %	105	85.4 %	87.5 %
Regular	327	317	96.9 %	201	61.5 %	63.4 %
Malo	1,507	193	12.8 %	130	8.6 %	67.4 %
Muy Malo	940	50	5.3 %	32	3.4 %	64.0 %
Fragmentos	398	8	2.0 %	6	1.5 %	75.0 %
	3,389	781	23.0 %	567	16.7 %	72.6 %

Los cascabeles en un estado de conservación *Malo*, *Muy Malo* o *Fragmento* en pocos casos ofrecían mucha información a nivel macroscópico y además muchas veces presentaban dificultades con el análisis XRF por registrar conteos muy bajos y poco confiables. De estos cascabeles solamente se analizó 8.8 %. Aun con este énfasis en

cascabeles de estado de conservación aceptable, solamente 72.6 % de los analizados (16.7 % de total de cascabeles) tenían intensidades arriba de 350,000 cuentas (un total de 567 cascabeles). Los restantes 223 analizados (28.2 %) no tenían ni un análisis por encima de esta marca (de los dos análisis que se realizaron en la mayoría de casos por cada cascabel) y fueron descartados. Los más altos porcentajes de análisis válidos tuvieron, como era de esperarse, los cascabeles en estado *Regular*, *Bueno* o *Muy Bueno*. En las categorías *Malo*, *Muy Malo* y *Fragmentos* estas distinciones no parecieron seguir una lógica clara. Eso indica que el estado de conservación juzgado con base en una observación macroscópica muchas veces no es suficiente para seleccionar objetos para análisis instrumental. Existen formas de corrosión que mantienen la integridad morfológica (el cascabel no aumenta o cambia de volumen debido a afloraciones de óxidos y es clasificado con *Regular* o incluso *Bueno* estado de conservación) aun si no dejan mucho metal sano para análisis. Por otro lado, hay que señalar que el hecho de tener valores de análisis válidos tan –comparativamente- altos indica que se logró escoger los mejores ejemplares. En el caso de los cascabeles *Globulares*, el promedio de conteo más alto lo tienen los cascabeles de *Mal* estado de conservación, mientras que entre los cascabeles *Olivoides* lo son los de *Muy Mal* estado. Eso puede deberse a categorizaciones equivocadas o a un comportamiento de oxidación especial. Este último podría estar vinculado a las, a veces, muy delgadas paredes, especialmente de los cascabeles *Globulares*.

Aunque se revisaron la casi totalidad de los cascabeles ‘analizables’, es importante confirmar si los subgrupos que se están manejando en esta investigación están suficientemente representados, aun después de excluir los análisis no válidos.

Una unidad de referencia potencialmente muy relevante para la investigación es la **etapa constructiva** (ver **Tabla 9.4.**).

Tabla 9.4. Cantidad de cascabeles analizados por etapa constructiva

	Total	Analizado	Porcentaje	Analizados válidos	Porcentaje válidos (del total)	Porcentaje validos (de analizados)
II	1	1	100.0 %	1	100.0 %	100.0 %
III	0	0	0.0 %	0	0.0 %	0.0 %
IVa	26	19	73.1 %	14	53.8 %	73.7 %
IVb	1,594	398	25.0 %	326	20.5 %	81.9 %
V	91	17	18.7 %	13	14.3 %	76.5 %
VI	313	60	19.2 %	36	11.5 %	60.0 %
VII	1,129	188	16.7 %	85	7.5 %	45.2 %
MSD	235	98	41.7 %	92	39.1 %	93.9.0 %
	3,389	781	23.0 %	567	16.7 %	72.6 %

Se puede observar que los 3,154 cascabeles atribuibles a una etapa constructiva están representados con más de 20 % de cascabeles analizados. Con excepción de la etapa III, que no presenta ningún cascabel, de todas las etapas constructivas se tomó más de 16 y hasta 73.1 % de los cascabeles para el análisis (sin contar la etapa II, que solamente está representada con un cascabel). Después de la selección de los análisis de mayor intensidad, se puede ver que las etapas constructivas VI y VII son las que perdieron las mayores cantidades de cascabeles (especialmente la etapa VII, que es representada con apenas 7.5 %). Eso puede deberse, como se va a notar al revisar los resultados con relación a las formas básicas, a la gran cantidad de cascabeles *Globulares* que dominan en las últimas etapas constructivas y los cuales no tenían conteos suficientes para ser incluidos en los próximos pasos del análisis. Este hecho se debe probablemente a las muy delgadas paredes de los cascabeles *Globulares*.

Otra unidad de muestreo lo constituyeron las **formas básicas** de los cascabeles: *Globular*, *Olivoide*, *Periforme*, *Tubular* y *Otra* (ver **Tabla 9.5.**). También aquí se puede ver que de cada uno de estos grupos se ha analizado más de 16 % y hasta 31.8 % del total (sin contar los cascabeles de forma *Indefinida* u *Otra*). Aquí se reconfirma la dificultad de analizar los cascabeles *Globulares* arriba mencionada, probablemente debido a sus muy delgadas paredes que en muchos casos no permitieron la sobrevivencia de metal sano. Las a veces complejas ornamentaciones de los cascabeles *Periformes* permiten una categorización adicional y más detallada (tipo y subtipo) de 504 de la totalidad de los cascabeles. 365 de éstos (72.4 %) fueron analizados, garantizando así un buen entendimiento de la relación entre los grupos morfológicos y los grupos formados por aleaciones usadas o elementos traza encontrados. Con la eliminación de los análisis de bajas intensidades, este número se reduce muy poco, generalmente debido al buen estado de conservación de los cascabeles que permiten ver los detalles de su ornamentación: 340 (93.2 %) de estos cascabeles tienen análisis válidos.

Tabla 9.5. Cantidad de cascabeles analizados por forma básica

	Total	Analizado	Procentaje	Analizados válidos	Porcentaje válidos (del total)	Porcentaje válidos (de analizados)
Globular	1,343	215	16.0 %	88	6.6 %	40.9 %
Olivoide	263	46	17.5 %	30	11.4 %	65.2 %
Periforme	1,543	491	31.8 %	433	28.1 %	88.2 %
Tubular	83	20	24.1 %	12	14.5 %	60.0 %
Otra	13	6	46.2 %	2	15.4 %	33.3 %
Indefinida	144	3	2.1 %	2	1.4 %	66.7 %
	3,389	781	23.0 %	567	16.7 %	72.6 %

Entre los cascabeles con análisis válidos se encuentran 18 que contienen su **núcleo** parcial o entero, cinco cascabeles que contienen **percutor** y 154 cascabeles que presentan una **falta de fundición**.

Los resultados

Los resultados de análisis de XRF aportaron las cantidades relativas (en porcentajes normalizados) de los elementos cromo (Cr), hierro (Fe), cobre (Cu), arsénico (As), plomo (Pb), plata (Ag), estaño (Sn) y antimonio (Sb). La presencia de cromo se detectó solamente en 8 cascabeles en cantidades muy bajas (entre 0.017 % y 0.122 %) y no parece aclarar los patrones de composición (ver **Tabla 9.6.**). El cobre por otro lado, es el mayor componente en todos los casos. Considerando que los dos elementos no aportan mucha información y para facilitar el análisis y la presentación gráfica de los resultados, se eliminaron estos dos elementos de los siguientes exámenes. Los intervalos de concentraciones de los seis elementos restantes varían entre 0.882 y 37.822 %.

Tabla 9.6 Intervalos de concentración de la composición de los cascabeles del Templo Mayor

Elemento	Mínimo (%)	Máximo (%)	Promedio	Intervalo
Cr	0.00	0.12	0.00	0.12
Fe	0.03	0.91	0.14	0.88
Cu	53.4	99.8	90.4	46.3
As	0.00	36.65	2.92	36.65
Ag	0.00	8.86	0.44	8.86
Sn	0.00	28.37	2.34	28.37
Sb	0.00	1.11	0.12	1.11
Pb	0.00	37.82	3.86	37.82

En la **Tabla 9.6.** y en la **Figura 9.7.** se puede ver que hierro (Fe), plata (Ag) y antimonio (Sb) son, en su mayoría, elementos menores o de traza, mientras que los elementos plomo (Pb), arsénico (As) y estaño (Sn) llegan con mayor frecuencia a ser elementos mayores de aleación (para los resultados de todos los análisis ver **Anexo IV**).

La diferenciación, regularmente encontrada en la literatura, en elementos mayores, menores y de traza es arbitraria y sirve para facilitar el análisis de los datos. Solamente al vincular estos términos a los conceptos de a) mezcla de elementos procedentes de un mismo mineral, o b) aleación, cobran un sentido con implicaciones tecnológicas. Sin embargo, resulta problemático diferenciar entre los dos casos si no se conocen los minerales que dieron origen a los metales. Incluso conociendo ejemplos del mineral utilizado en la fundición de un metal, éstos no tienen que ser representativos para toda la

mina o el yacimiento del cual fueron extraídos (Öztunali 1989 y ver **Subcapítulo 6.2.2.**)⁹ También existen diferencias en los posibles intervalos de variabilidad de elementos traza entre diferentes minerales. Los minerales de cobre, por ejemplo, pueden contener cantidades elevadas de arsénico (Dayton 1971:53), mientras que la presencia de estaño en cantidades apreciables es poco probable¹⁰ (Dayton 1971:55; Ottaway 1994:139). Torres y Franco (1996:89) indican que en el territorio mexicano no existen minerales de estanita, que es una mezcla natural de cobre (Cu) con estaño (Sn).

Sin embargo, se puede suponer que los elementos presentes en pequeñas o muy pequeñas cantidades fueron introducidos al metal por vía –y como parte– del mineral de cobre. Si otro elemento está presente en el metal en importantes cantidades (por ejemplo estaño, arsénico plomo), no se puede excluir la posibilidad que éste (como mineral o metal) aportó algunos de los elementos traza o aumentó su cantidad (ver Berthoud *et al.* 1980:93).

Cambios de cantidades de elementos durante el proceso (por ejemplo, volatilización) y la posibilidad de mezclar minerales, como se menciona arriba, o reciclar y reutilizar metal de diferentes fuentes, hace difícil utilizar la composición del metal como indicador de, por ejemplo, su procedencia¹¹ (ver Tylecote *et al.* 1977; Berthoud *et al.* 1980; Henderson 2000:250). Estas consideraciones demuestran también los problemas en la definición del término ‘aleación’. Las diferentes cantidades que pueden formar parte de la composición natural del metal (dependiendo del elemento y de la procedencia) hacen imposible una exacta definición del término utilizando solamente la concentración del aleante. El elemento de

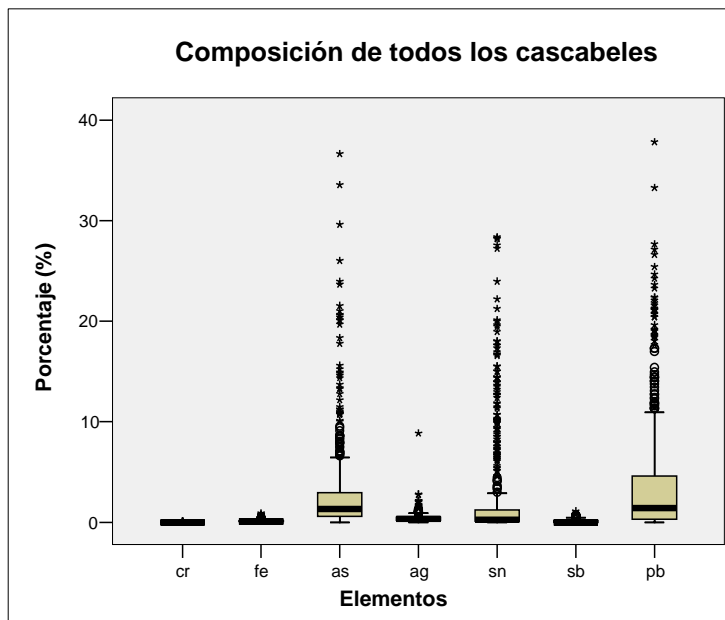


Figura 9.7. Porcentajes de todos los elementos de composición en todos los cascabeles analizados (n = 567)

⁹ Para la discusión de las posibilidades de identificar la procedencias de cobre nativo, ver Rapp *et al.* (2000).

¹⁰ Los yacimientos en Almería (España) representan el caso extraordinario donde el mineral de cobre contiene entre 0.08 y 0.25 % de estaño que puede haber resultado en ‘bronces naturales’ con entre 2 – 4 % de estaño (Dayton 1971:55).

¹¹ En inglés el término *provenience* hace referencia a la procedencia del objeto, mientras que *provenance* se refiere al lugar de origen de la materia prima con la que se produjo el objeto (ver Rapp *et al.* 2000:4).

intencionalidad, que muchas veces se menciona para separar las mezclas naturales de las aleaciones (ver Ottaway 1994:129), es muy difícil de establecer, especialmente si las cantidades del elemento de aleación son pequeñas o si existen minerales que forman aleaciones 'naturales'. También resulta difícil definir aleaciones como metales cuyas propiedades han sido cambiadas por la adición de un segundo metal. La falta de claridad resulta de la gran variedad de propiedades que tienen los metales, algunas de las cuales no tenían importancia en tiempos prehispánicos y otras la perdieron en tiempos modernos, por ejemplo, conductividad eléctrica en el primer caso y el olor en el segundo. Además hay una falta de consenso sobre la manera de medir estos cambios, tanto como la definición del umbral a partir del cual son perceptibles o relevantes y para quien. Por eso el término 'aleación' tiene que ser utilizado con cuidado y estar consciente de sus posibles implicaciones. No parece posible una definición rígida del término sino que se puede hablar solamente de probabilidades de intencionalidad.¹²

En esta investigación se utilizó una diferenciación arbitraria de los elementos en menores (con un promedio ≤ 1 %) y mayores (con un promedio > 1 %). Eso no implica que ninguno de los elementos menores pueda aparecer en cantidades mayores o al revés. Tampoco se puede decir que plata, antimonio y hierro siempre aparecen solamente como

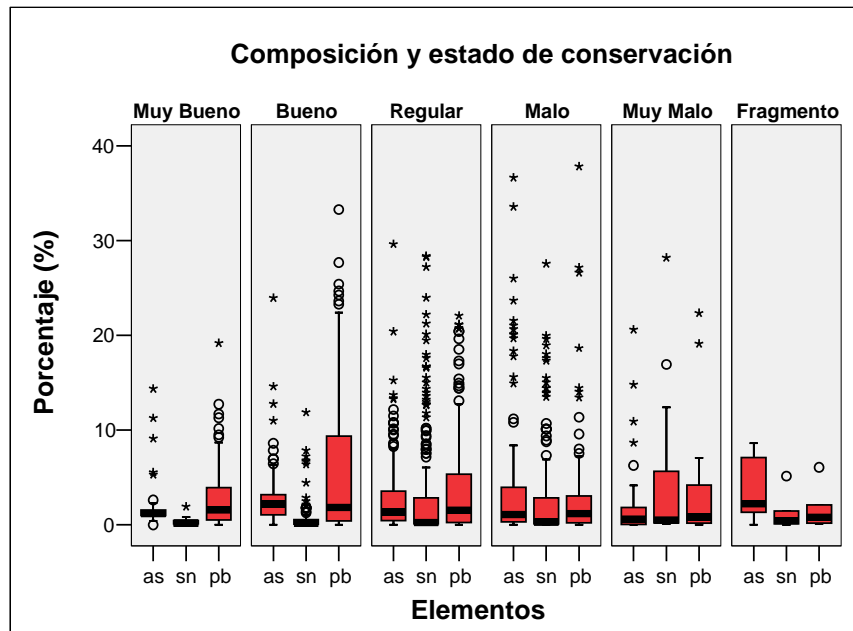


Figura 9.8. La composición (elementos mayores) de todos los cascabeles en función del estado de conservación (n = 567)

elementos traza, ni que plomo, arsénico y estaño siempre forman aleaciones intencionales (tampoco tiene que ser el caso si están presentes en concentraciones arriba de 1 %). Sin embargo, los intervalos y promedios de concentración indican que los

¹² Hosler y Stresser-Pean (1992:1220, nota 24) definen cobres con ≥ 0.5 % de arsénico o ≥ 1.0 % de estaño como aleaciones. Ponting (1999:1312) menciona 2 % de estaño como mínimo para poder hablar de un bronce, y 5 % de plomo para referirse a una aleación plomífera. Señala explícitamente que esta definición solamente tiene valor para su caso de investigación.

elementos mayores fueron utilizados en cantidades que hacen más probable un uso intencional, como elementos de aleación para cambiar las propiedades del metal (sean propiedades con importancia en el proceso de producción, en el uso del objeto o en su significado). Considerando que los elementos menores pueden ser la 'huella digital' del mineral y / o del proceso metalúrgico (no intencional), y las cantidades de los elementos mayores, el reflejo de una decisión tecnológica,¹³ se tratará los dos grupos de elementos por separado.

Los resultados de los análisis de XRF presentados en la **Figura 9.7.** demuestran que los elementos mayores tienen promedios tan elevados (entre 2.3 y 3.9 %) que un uso de los metales como elementos de aleación para cambiar intencionalmente las propiedades del metal o del objeto resultante parece probable. Sin embargo, la imagen no es suficientemente clara para concluir que los promedios de la composición relativa, como se presenta en la **Figura 9.7.** (o sea, una aleación de cobre con arsénico, estaño y plomo en cantidades alrededor de 3 %), representa a todos los cascabeles. La existencia de diferentes grupos morfológicos, cronológicos, etcétera, hace probable que también la composición se deje diferenciar en grupos (con mayor o menor grado de definición) que no coinciden con el promedio. Los grandes intervalos de porcentajes de los elementos mayores parecen indicar la existencia de pequeños grupos morfológicos o cronológicos de cascabeles con composiciones marcadamente distintas al promedio. Si hay una clara concordancia de los grupos morfológicos o cronológicos con grupos de composición metálica, se puede concluir que los resultados reflejan agrupaciones reales y no son invalidados por una de estas razones:

- a) fluctuaciones instrumentales,
- b) capas de corrosión que cambian los resultados arbitrariamente,
- c) heterogeneidad interna de los metales.

Aun si estas agrupaciones basadas en las composiciones metálicas de los cascabeles representan diferencias reales en las cantidades relativas de materias primas o procesos de producción utilizados, no necesariamente tienen que representar las composiciones reales de los metales (ver discusión arriba y, por ejemplo, Tylecote *et al.* 1977; Berthoud

¹³ Rapp (1988:25) considera que contenidos arriba de 1 % de plomo en metales o aleaciones de cobre son intencionales, mientras que antimonio, aun en concentraciones arriba de 1 %, siempre son no-intencionales (eso no es válido para todas las regiones del mundo, ver Maclean 1993), y también el arsénico podía ser no-intencional aun en concentraciones arriba de 1 %. Cuesta y Rovira (1982), siguiendo a Rivet y Arsandaux (1946), suponen que cobre con menos de 2 % de estaño no tiene que ser una aleación intencional.

et al. 1980; Henderson 2000:250). Análisis más detallados de representantes de los grupos de composición pueden acercarnos a la composición 'real' posteriormente.

Para entender mejor el impacto de las capas de corrosión sobre los resultados, se hizo una serie de observaciones. La **Figura 9.8.** muestra los promedios de composición para los elementos mayores subdivididos por estados de conservación. Los datos indican que no existe una clara tendencia de aumento o disminución de algún elemento en función del estado de conservación del cascabel (por ejemplo, relacionado con el grosor de la capa de corrosión).

Aun en el caso del estaño (Sn), que se puede enriquecer en algunas áreas de las capas de corrosión (ver Geilmann 1967:90; Scott 1991:45; Hughes 1993:5), no se observa un marcado aumento del promedio. Solamente el intervalo de concentraciones se amplía.

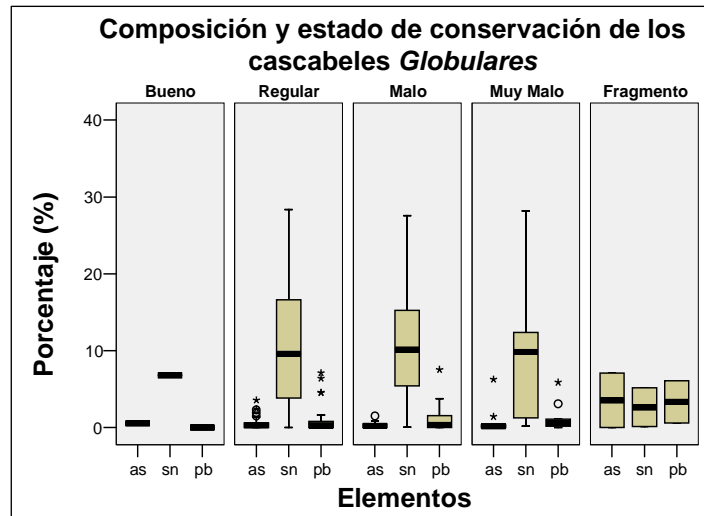


Figura 9.9. La composición (elementos mayores) de los cascabeles *Globulares* en función del estado de conservación (n = 88)

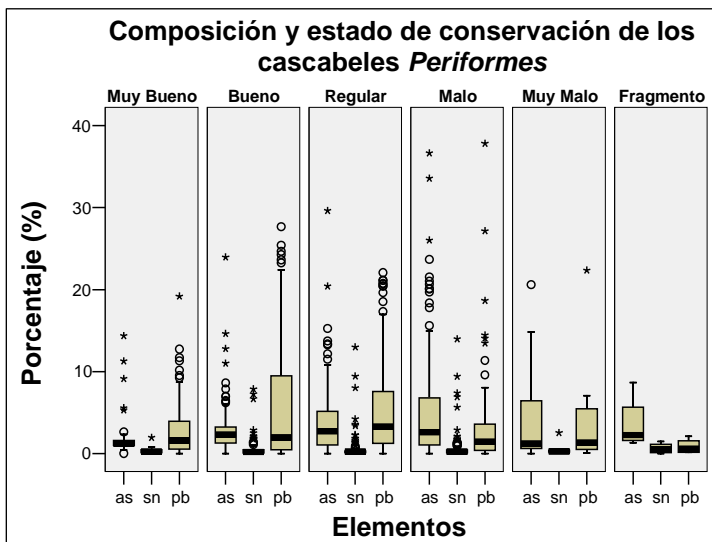


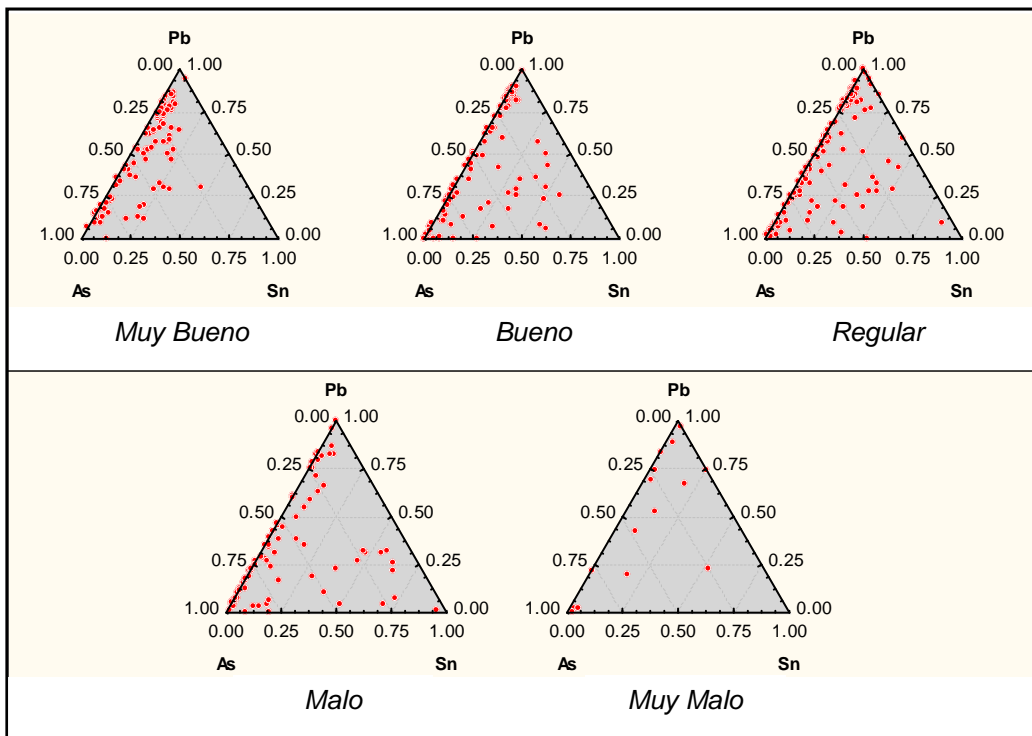
Figura 9.10. La composición (elementos mayores) de los cascabeles *Periformes* en función del estado de conservación (n = 433)

Este efecto se debe, por lo menos en parte, a las diferentes composiciones que distinguen los grupos morfológicos y la desequilibrada representación de estos grupos en los diferentes estados de conservación. Los dos grupos morfológicos más grandes, los cascabeles *Periformes* y *Globulares*, son casi complementarios: mientras que los cascabeles *Periformes* analizados encajan en su gran mayoría en la categoría *Muy*

Buen, Buen o Regular estado de conservación, los *Globulares* se encuentran en *Regular, Mal* o *Muy Mal* estado.

La falta de una tendencia en la composición se ve con más claridad al separar los cascabeles por su forma. En los cascabeles *Globulares*, que aportan la mayor parte del estaño al promedio de los resultados, no se puede detectar ningún aumento constante (ver **Figura 9.9.**) en la concentración de este metal. En el caso de los cascabeles *Periformes*, la imagen es un poco más dinámica. En la **Figura 9.10.** se puede observar el aumento de los valores extremos en general (que no es resultado de un aumento de casos), el comportamiento algo errático del plomo y un ligero aumento del arsénico conforme empeora el estado de conservación. Especialmente en la presentación de gráficas ternarias (ver **Figura 9.11.**), que muestran las cantidades relativas de tres elementos, se nota además un ligero aumento de estaño.

Figura 9.11. La composición (elementos mayores) de los cascabeles *Periformes* en función del estado de conservación (n = 433), gráficas ternarias



La influencia de la corrosión

Para entender mejor la influencia de la capa de corrosión en los resultados de los análisis, se aprovecharon los cascabeles que fueron preparados para exámenes como parte de otra investigación (Méndez 2003). Los once cascabeles incluidos en esta muestra tenían

una o dos áreas de aproximadamente 5 mm² liberadas de corrosión, dejando al descubierto el metal.¹⁴ Para detectar las diferencias entre los análisis de metal con y sin una capa de corrosión, y para identificar las tendencias de pérdidas y enriquecimientos de metales en la capa de óxidos, se calculó el promedio de los resultados de análisis del metal sano (si había dos áreas liberadas) y se comparó, elemento por elemento, con los resultados de la capa de óxidos (óxido-metal) (ver **Tabla 9.7.**). Para comparar los datos de los diferentes elementos se los convirtió a índice porcentual de diferencia:

$$O = (\text{Metal sano promedio} - \text{Óxidos}) / [(\text{Metal sano promedio} + \text{Óxidos}) / 2] * 100$$

El índice de diferencia porcentual llega a 114.6 % para el estaño, y tiene un promedio, para los siete elementos, de 62.4 % (ver **Tablas 9.7.** y **9.8.**). A primera vista, estas diferencias parecen grandes. Sin embargo, no hay tendencias claras que indiquen que un elemento siempre se enriquece o se elimina de la capa de corrosión. El estaño, por ejemplo, que tiene el más alto índice de cambio, tiene un valor positivo del saldo de las diferencias, que indica un enriquecimiento en la capa de corrosión. Esto coincide con los resultados de otros estudios del comportamiento de este metal (por ejemplo Geilmann 1967:90; Hughes 1993:5). Sin embargo, de los once cascabeles solamente cuatro tienen una diferencia positiva (con valores altos), mientras que siete la tienen negativa, con más estaño en el metal sano que en la capa de corrosión (ver **Tabla 9.7.**).

En el paso posterior se compararon los dos análisis de metal sano (de los nueve cascabeles que tenían dos áreas liberadas de óxidos), calculando después un índice promedio para cada elemento (ver **Tabla 9.8.**):

$$M = (\text{Metal sano 1} - \text{Metal sano 2}) / [(\text{Metal sano 1} + \text{Metal sano 2}) / 2] * 100$$

En el siguiente paso se confrontaron los datos de la comparación de la capa de óxidos con el metal sano (óxido-metal) contra los resultados de la comparación de los análisis de dos áreas limpias en el mismo cascabel (metal-metal). Se observaron algunas coincidencias: ambas series de índices (ver **Tabla 9.8.**) tienen un amplio espectro de variación, que llega a 114 %, en ambos casos para el estaño.

¹⁴ Ver descripción del proceso en Méndez (2003:129-131). Los cascabeles no fueron pulidos de nuevo para la presente investigación y, aunque el metal estaba macroscópicamente 'limpio', hay que asumir que tenía una delgada pátina de óxidos. Swann *et al.* (1992:501-2) mencionan que aun metal pulido (después de remover una capa de óxidos) muestra evidencia de enriquecimiento de metales como estaño, y que solamente repulimientos repetidos, removiendo hasta medio milímetro de material cada vez, permitieron eliminar los efectos de la corrosión. Los cascabeles, con sus delgadas paredes, no permiten procedimiento similar.

Tabla 9.7. Comparación de la composición de metal y capa de oxidación en un mismo cascabel

Número ID	Estado de Cons.	Tipo	Comentarios	No. de Análisis	Fe (%)	Cu (%)	As (%)	Ag (%)	Sn (%)	Sb (%)	Pb (%)
323	Malo	3-C	Óxidos	1	0,183	96,4	2,00	0,34	0,12	0,13	0,80
			Metal	2	0,06	92,5	6,08	0,49	0,04	0,04	0,82
	Óxidos - Metal				0,123	4,0	-4,08	-0,15	0,07	0,09	-0,02
	$(\text{óxidos-metal}) / [(\text{óxidos+metal})/2] * 100$				101,2	4,2	-100,8	-34,8	90,0	109,3	-3,0
683	Bueno	3-A	Óxidos	1	0,081	98,4	0,63	0,46	0,34	-	0,11
			Metal	2	0,275	98,0	0,87	0,21	0,08	-	0,50
	Óxidos - Metal				-0,194	0,4	-0,24	0,25	0,26	-	-0,39
	$(\text{óxidos-metal}) / [(\text{óxidos+metal})/2] * 100$				-109,0	0,4	-31,9	75,3	124,6	-	-125,9
929	Regular	3-A-b	Óxidos	1	0,245	78,6	3,16	0,53	0,30	-	17,14
			Metal	1	0,077	96,1	0,44	0,16	-	-	3,25
	Óxidos - Metal				0,168	-17,4	2,73	0,37	0,30	-	13,89
	$(\text{óxidos-metal}) / [(\text{óxidos+metal})/2] * 100$				104,3	-20,0	151,5	107,8	200,0	-	136,2
940	Malo	x	Óxidos	1	0,074	95,3	1,19	0,43	1,58	0,25	1,15
			Metal	2	0,054	93,8	2,87	0,34	1,70	0,23	1,02
	Óxidos - Metal				0,02	1,5	-1,68	0,09	-0,12	0,02	0,13
	$(\text{óxidos-metal}) / [(\text{óxidos+metal})/2] * 100$				31,3	1,6	-82,9	22,3	-7,2	9,3	12,0
941	Regular	3-A-c	Óxidos	1	0,131	72,0	19,84	0,17	1,30	0,23	6,33
			Metal	2	0,052	94,1	2,87	0,32	1,31	0,17	1,22
	Óxidos - Metal				0,079	-22,1	16,97	-0,15	-0,01	0,06	5,11
	$(\text{óxidos-metal}) / [(\text{óxidos+metal})/2] * 100$				86,3	-26,6	149,4	-59,6	-0,8	31,9	135,4
1086	Regular	3-A	Óxidos	1	0,072	86,1	3,83	0,60	0,13	0,43	8,88
			Metal	2	0,058	81,1	10,12	0,44	0,23	0,49	7,55
	Óxidos - Metal				0,014	4,9	-6,29	0,16	-0,10	-0,06	1,33
	$(\text{óxidos-metal}) / [(\text{óxidos+metal})/2] * 100$				21,5	5,9	-90,1	30,9	-54,7	-13,3	16,2
1999	Bueno	3-D-a	Óxidos	1	0,059	96,0	2,28	-	-	-	1,65
			Metal	1	0,069	96,4	2,28	0,22	0,11	-	0,89
	Óxidos - Metal				-0,01	-0,4	-	-0,22	-0,11	-	0,76
	$(\text{óxidos-metal}) / [(\text{óxidos+metal})/2] * 100$				-15,6	-0,4	0,1	-200,0	-200,0	-	60,0
2000	Bueno	3-A-e	Óxidos	1	0,143	93,7	1,75	-	0,28	-	4,11
			Metal	2	0,062	90,0	1,68	0,32	0,46	0,09	7,42
	Óxidos - Metal				0,081	3,7	0,08	-0,32	-0,18	-0,09	-3,31
	$(\text{óxidos-metal}) / [(\text{óxidos+metal})/2] * 100$				79,0	4,1	4,4	-200,0	-48,2	-200,0	-57,4
3270	Muy B.	3-A-e	Óxidos	1	0,38	97,2	1,50	-	-	-	0,96
			Metal	2	0,056	97,1	1,62	0,28	0,07	-	0,85
	Óxidos - Metal				0,324	-	-0,12	-0,28	-0,07	-	0,12
	$(\text{óxidos-metal}) / [(\text{óxidos+metal})/2] * 100$				148,6	-	-7,7	-200,0	-200,0	-	12,7
3271	Muy B.	3-A-e	Óxidos	1	0,135	94,2	2,89	0,30	0,22	-	2,22
			Metal	2	0,055	96,6	1,68	0,29	0,04	-	1,30
	Óxidos - Metal				0,08	-2,4	1,21	0,01	0,18	-	0,92
	$(\text{óxidos-metal}) / [(\text{óxidos+metal})/2] * 100$				84,2	-2,5	53,2	3,4	135,4	-	52,4
3272	Bueno	3-A-e	Óxidos	1	0,074	96,1	2,15	0,19	-	-	1,53
			Metal	2	0,079	96,9	1,47	0,31	0,06	-	1,22
	Óxidos - Metal				-0,005	-0,8	0,68	-0,13	-0,06	-	0,31
	$(\text{óxidos-metal}) / [(\text{óxidos+metal})/2] * 100$				-6,5	-0,8	37,4	-50,2	-200,0	-	22,4
					3 x neg	5 x neg	5 x neg	6 x neg	7 x neg	2 x neg	3 x neg
					8 x pos	6 x pos	6 x pos	5 x pos	4 x pos	3 x pos	8 x pos
Saldo total de diferencias entre Óxidos y Metal					0,68	-28,5	9,26	-0,35	0,16	0,03	18,85
Promedio absoluto del porcentaje de la diferencia					71,6	6,1	64,5	89,5	114,6	33,1	57,6

El promedio de todos los elementos de los dos índices da como resultado 62.4 % para la diferencia entre áreas de metal sano y la capa de corrosión (óxido-metal), y 48.6 % para la comparación de las dos áreas de metal sano (metal-metal). Aunque notable, esta diferencia no es tan importante como se supondría, considerando que los dos análisis de metal sano provienen del mismo cascabel y deberían aportar resultados iguales o muy

parecidos. Por lo tanto la variación observada representa el orden de variabilidad intrínseca del material. Las diferencias mayores, al comparar los análisis de la capa de óxidos con el metal sano (aparte del estaño), se calcularon para los elementos plata y hierro, que en la gran mayoría de los casos solamente aparecen como elementos menores y no tienen gran impacto sobre la identificación de las aleaciones. Comparando, por otro lado, las dos series de índices con una tercera, generada a partir de la muestra de referencia (SRM 1107), se nota una diferencia más importante. Para calcular el índice de la muestra de referencia se compararon los resultados extremos –altos y bajos– de los 54 análisis (ver **Tabla 9.8.**):

$$R = (\text{Resultado alto} - \text{Resultado bajo}) / [(\text{Resultado alto} + \text{Resultado bajo}) / 2] * 100$$

Aplicando la fórmula, se calcula un índice con promedio de 10.5 % para las muestras de referencia. Ambos índices de las piezas arqueológicas expresan una variabilidad que es considerablemente más alta que la del caso de la muestra de referencia.

Tabla 9.8. Las series de índices: comparación de los índices porcentuales para los elementos encontrados

(M) Comparación de dos análisis de metal sano	(O) Comparación de análisis de capa de óxidos y metal sano	(R) Comparación de valores extremos del material de referencia SRM 1107
Sn (114.1 %)	Sn (114.6 %)	Pb (13.7 %)
As (54.6 %)	Ag (89.5 %)	Zn (10.0 %)
Sb (54.2 %)	Fe (71.6 %)	Sn (9.9 %)
Pb (47.3 %)	As (64.5 %)	Cu (9.6 %)
Ag (42.6 %)	Pb (57.6 %)	Fe (9.2 %)
Fe (18.0 %)	Sb (33.1 %)	
Cu (09.3 %)	Cu (06.1 %)	
Promedio 48.6 %	Promedio 62.4 %	Promedio 10.5 %

Este ejercicio nos enseña, por un lado, que la capa de óxidos sí influye en los resultados de los análisis, sobre todo para ciertos elementos (por ejemplo estaño). Eso era lo que la literatura sobre el tema hizo suponer de todas maneras. Lo que es más sorprendente es que los análisis de áreas liberadas de corrosión todavía tienen una muy alta variabilidad (intrínseca al material), a la par de la de la capa de óxidos para un elemento como el estaño. Con respecto al análisis de objetos arqueológicos, estos resultados hacen llegar a la conclusión de que la heterogeneidad de las piezas arqueológicas y la corrosión intergranular no permiten confiar en análisis individuales, a pesar de que existía la posibilidad de preparar las superficies.

Eso implica que la única manera de aumentar la confiabilidad de los resultados es analizar grandes cantidades de objetos que permitan verificar si las agrupaciones que aportan las composiciones de los metales tienen un significado arqueológico en su contexto social, económico, tecnológico e ideológico. Por eso parece válido trabajar con los promedios totales (con todos los estados de conservación) teniendo en mente que los resultados probablemente no reflejen las composiciones 'reales' de los objetos, sino que sirven principalmente como criterio de agrupación. La discusión de las decisiones tecnológicas que toma el artesano, también tiene que tomar en cuenta esta incertidumbre. Se pueden resumir los puntos arriba mencionados de la siguiente manera:

- El análisis superficial es válido, aun con capas de corrosión, si se evita basarse en las interpretaciones de resultados individuales.
- Sin embargo, es importante reconocer la influencia del estado de conservación en los resultados del análisis de composición para poder formular interpretaciones con respecto al manejo de aleaciones.
- La información cualitativa (ausencia o presencia de elementos) es más confiable que la información cuantitativa absoluta.
- Es importante entender las agrupaciones de los objetos antes de efectuar los análisis para no mezclar grupos que pueden tener diferentes procedencias, usos, significado etcétera, lo que resultaría en una imagen poco clara de los patrones de composición. Esto significa que la información arqueológica, incluyendo la morfología de las piezas, es un aspecto muy importante a considerar.

Los elementos menores

Con los puntos anteriores en mente se pueden empezar a analizar e interpretar los datos de análisis de los cascabeles. Iniciamos con los elementos menores.

Al ver los patrones de los promedios de los elementos menores por etapa constructiva del Templo Mayor, se nota una simetría (ver **Figuras 9.12.** y **9.13.**) que hace posible agrupar algunas de las etapas (ver **Tabla 9.9.**).

Al comparar estos datos con la distribución cronológica de las formas básicas de los cascabeles (**Tabla 9.10.**), se puede observar que el Grupo 1 (etapas II, VI y VII) tiene fuerte presencia de cascabeles *Globulares*. El Grupo 2 (etapas IVa y V) destaca por la presencia de los cascabeles *Olivoides*, mientras que el Grupo 3 (etapa IVb), que tiene presencia de cascabeles de todas las formas, está dominado por los cascabeles *Periformes*. Entonces, comparando las concentraciones de los elementos menores en

cada etapa con los promedios de las cantidades por forma básica de los cascabeles (Figura 9.13.) se notan coincidencias importantes.

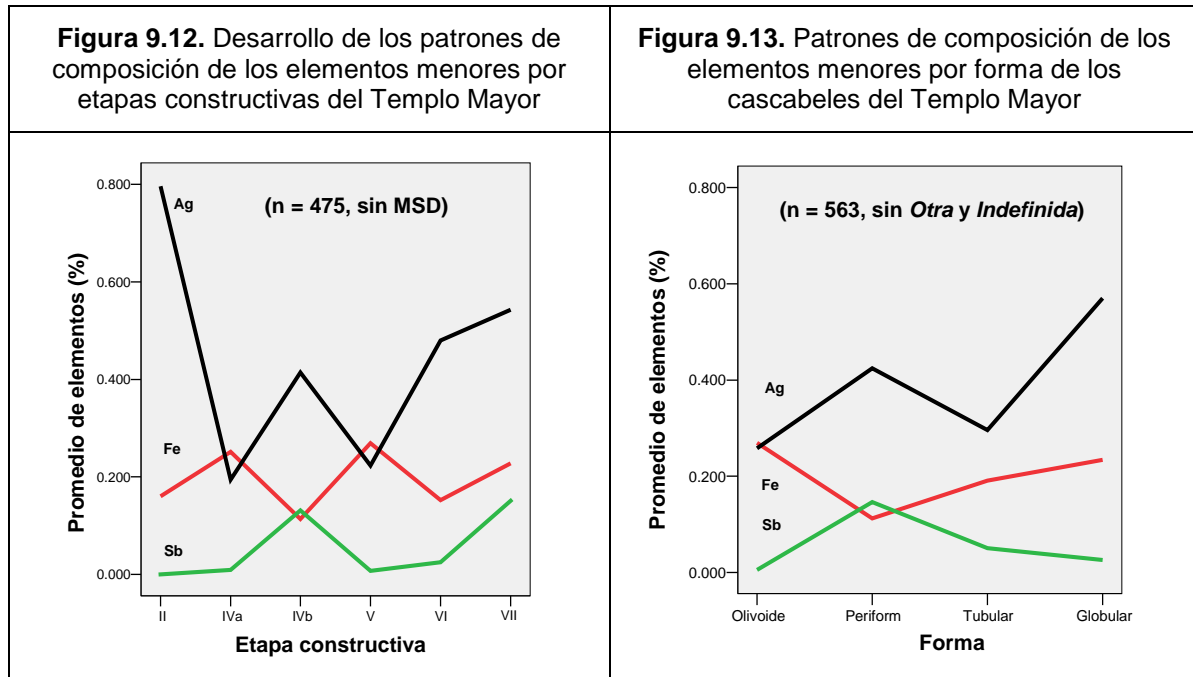


Tabla 9.9. Patrones de composición de los elementos menores por etapa constructiva

Grupo	Etapa constructiva	Patrón de composición de elementos menores
1	II, VI, VII	Altos niveles de plata (Ag), medianos niveles de hierro (Fe) y bajos niveles de antimonio (Sb). Ag > Fe > Sb
2	IVa, V	Medianos niveles de hierro (Fe) y plata (Ag), este último por debajo del hierro (Fe), y muy bajos niveles de antimonio (Sb). Fe > Ag > Sb
3	IVb	Altos niveles de plata (Ag), medianos niveles de antimonio (Sb) y hierro (Fe), con este último por debajo del antimonio (Sb). Ag > Sb > Fe

Tabla 9.10. Distribución de cascabeles analizados por forma básica y etapa constructiva (n = 475), sin MSD

	II	III	IVa	IVb	V	VI	VII
Periforme			6	290	4	21	27
Globular	1			10	1	13	58
Olivoide			8	13	7	1	
Tubular				11			
Otra				2			
Indefinida					1	1	

Las influencias de los diferentes grupos de formas básicas en la conformación de la composición de los elementos menores a través de las etapas constructivas parecen claras. Asumiendo que los elementos menores en su gran mayoría son aportados por el mineral del cobre, se pueden sugerir, tentativamente, tres diferentes fuentes de materia prima (ver **Tabla 9.11.**).

Tabla 9.11. Separación tentativa de la materia prima (mineral de cobre) en tres diferentes grupos

Grupo	Forma básica	Patrón de composición de elementos menores
1	Globular Tubular	Altos niveles de plata (Ag), medianos niveles de hierro (Fe) y bajos niveles de antimonio (Sb). Ag > Fe > Sb
2	Olivoide	Medianos niveles de hierro (Fe) y plata (Ag), este último por debajo del hierro (Fe), y muy bajos niveles de antimonio (Sb). Fe > Ag > Sb
3	Periforme	Altos niveles de plata (Ag), medianos niveles de antimonio (Sb) y hierro (Fe), con este último por debajo del antimonio (Sb). Ag > Sb > Fe

Sin embargo, al ver estos datos en otra presentación (**Figura 9.14.**) que no solamente muestra el promedio sino todo el intervalo de concentraciones, se presenta una imagen algo más compleja. Tres de los cuatro grupos de formas se componen de cascabeles con una gran gama de diferentes concentraciones de hierro y plata, por un lado, y algunos cascabeles con antimonio en adición a los primeros dos elementos, por otro. Especialmente en el caso de los cascabeles *Periformes*, los objetos parecen formar dos grupos, divididos por la presencia / ausencia de antimonio. Los cascabeles *Globulares* y *Tubulares* muestran una distribución de concentraciones parecida. Este patrón, más que las diferencias de los promedios de las agrupaciones formales, parece determinar una separación en subgrupos composicionales, indicando la procedencia de la materia prima para los cascabeles *Periformes*, *Globulares* y *Tubulares* de dos yacimientos diferentes:

- (a) Ag>Fe
- (b) Ag>Sb>Fe

Los cascabeles *Olivoides* solamente contienen plata y hierro y parecen compartir la materia prima con los cascabeles del grupo (a), aunque tienen en promedio las cantidades de plata y hierro más equilibradas. Los niveles de los elementos de los cascabeles *Periformes* tienen intervalos de concentración muy amplios. Por el gran número de cascabeles que conforman este grupo y la heterogeneidad morfológica que el grupo presenta, se tiene que tomar en cuenta la posibilidad de una gama de diferentes fuentes de materia prima para su elaboración, o uno o dos yacimientos con gran

Figura 9.14. Patrones de composición de los elementos menores por forma básica, gráficas ternarias (n = 567)

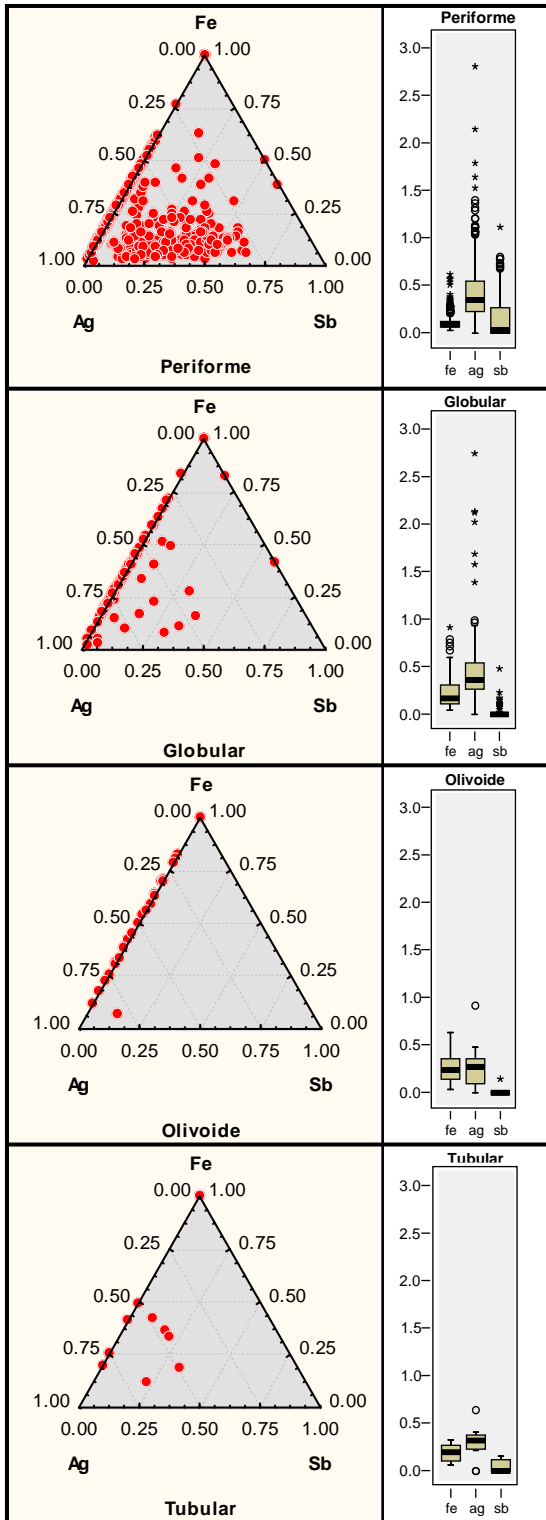
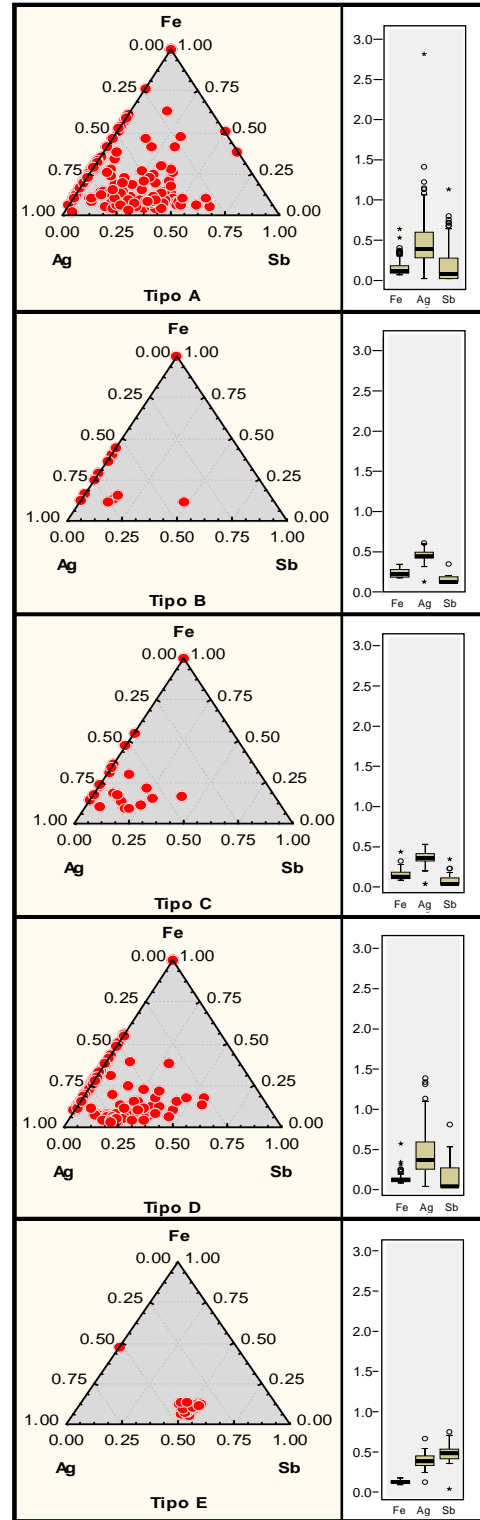


Figura 9.15. Composición de elementos menores de los cascabeles *Periformes* por tipo, gráficas ternarias (n = 433)



variabilidad interna. Además, no hay que perder de vista que la tecnología de hornos en Mesoamérica parece favorecer el trabajo de pequeñas cantidades de material. Eso implica una mayor variabilidad de los metales utilizados para elaborar objetos, porque se pierde el efecto 'homogenizador' de una gran carga de horno o de grandes crisoles.

Al observar la **Figura 9.15.**, que muestra las concentraciones de los elementos menores por cada tipo de los cascabeles *Periformes*, se nota que los tipos A, B, C y D parecen tener una composición muy parecida, aun si A y D se distinguen por intervalos más amplios (en términos absolutos) de los elementos plata y antimonio. El tipo E (ver **Figura 9.15.**) es marcadamente diferente (parece un caso extremo del grupo (b) arriba mencionado) de los otros tipos por los consistentemente altos niveles de

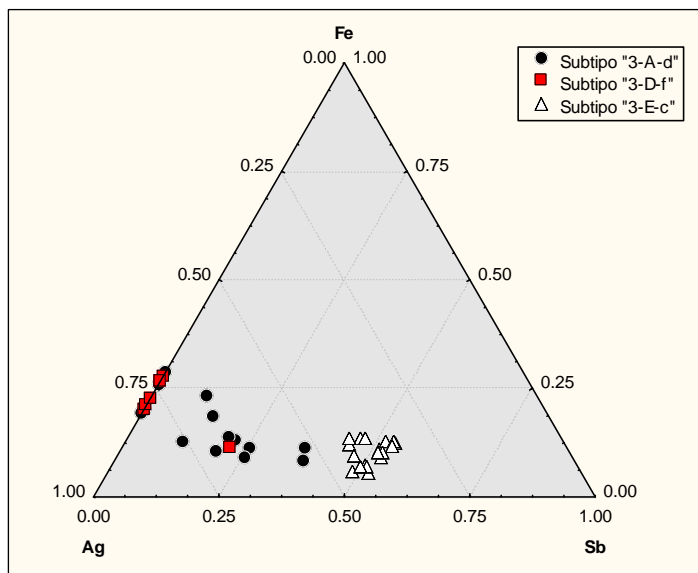


Figura 9.16. Composición de elementos menores en subtipos de cascabeles *Periformes* (3-A-d; 3-D-f; 3-E-c)

antimonio. Eso puede indicar que, aunque la mayoría de los cascabeles *Periformes* fueron elaborados con materia prima de dos yacimientos, el material para los 19 cascabeles del tipo E tenga una procedencia diferente o que simplemente representa el patrón del grupo (b) de manera muy pronunciada, por provenir de un lugar específico del yacimiento, que se caracterizaba por altos contenidos de antimonio. Otra explicación sería el uso, en el caso de los cascabeles del tipo E, de una técnica de fundición que evita la pérdida de antimonio. Aunque las agrupaciones a nivel de subtipo en general no son muy claras, existen subtipos que están bien definidos por su composición (**Figura 9.16.**). Grupos que se distinguen, aparte del subtipo 3-E-c, son 3-A-d y 3-D-f. Parece muy probable que los cascabeles de cada uno de estos grupos por separado fueron elaborados al mismo tiempo, utilizando la misma materia prima. Aunque la presencia / ausencia de antimonio parece hacer posible postular la procedencia de la materia prima de dos fuentes diferentes (diferentes minerales y / o yacimientos),¹⁵ mucho más trabajo sobre el tema será necesario antes de poder llegar a conclusiones confiables.

¹⁵ Tampoco se puede excluir la posibilidad del empleo de procesos con diferente impacto sobre la concentración del antimonio, aunque la forma de la nube de puntos parece indicar más bien un patrón de presencia / ausencia, con una clara separación de los cascabeles sin antimonio.

Los elementos mayores

Pasando de los elementos menores a los de mayor concentración, se repiten algunos de los patrones antes identificados, incluso con mayor claridad (**Figura 9.17.**). Se distinguen

Tabla 9.12. Los promedios de la concentración de los elementos de composición por forma general

	Fe (%)	Cu (%)	As (%)	Ag (%)	Sn (%)	Sb (%)	Pb (%)
Periforme	0.11	90.5	3.64	0.42	0.59	0.15	4.58
Globular	0.23	87.4	0.56	0.57	10.27	0.03	0.97
Olivoide	0.27	94.1	0.52	0.26	1.22	0.01	3.64
Tubular	0.19	88.7	0.78	0.30	9.84	0.05	0.11

claras diferencias de las aleaciones utilizadas para las diferentes formas generales de los cascabeles. Aunque también aquí hay intervalos amplios de concentraciones y especialmente en los cascabeles *Periformes* un gran número de valores extremos y *outliers*, se presenta la siguiente división (ver **Tabla 9.12.**): los cascabeles *Periformes* consisten de una aleación que, en promedio, se conforma de 3.6 % de arsénico, 4.6 % de plomo y el resto de cobre y elementos menores. Los cascabeles *Globulares* son de bronce, con 10.3 % de estaño, y justo debajo de 1.0 % de plomo, el resto de la aleación se conforma de cobre y elementos menores. Los cascabeles *Olivoide*s contienen en pro-

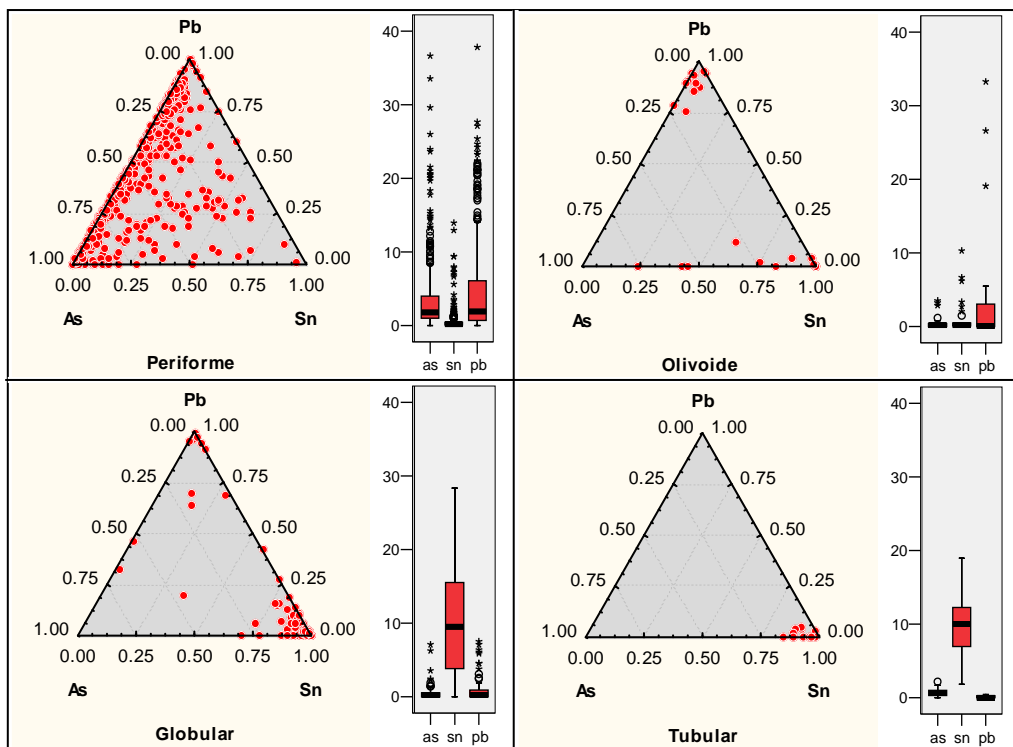
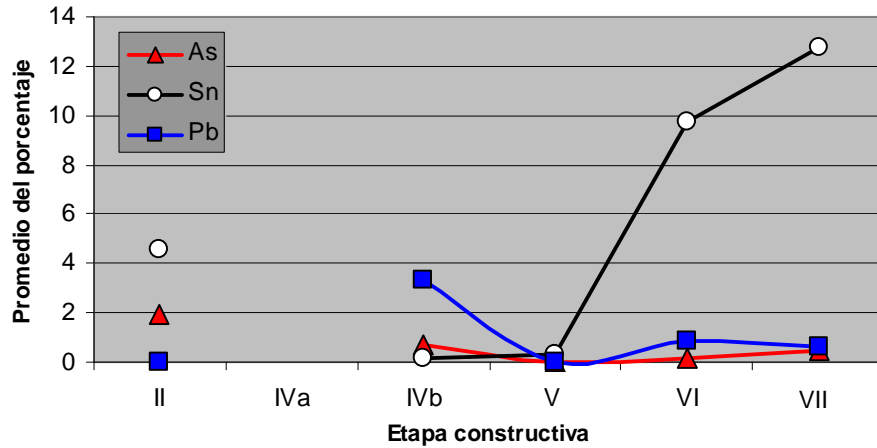
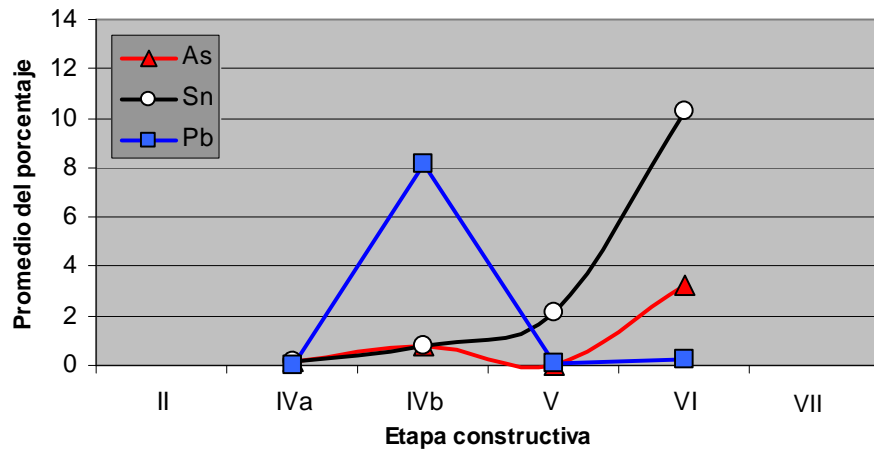


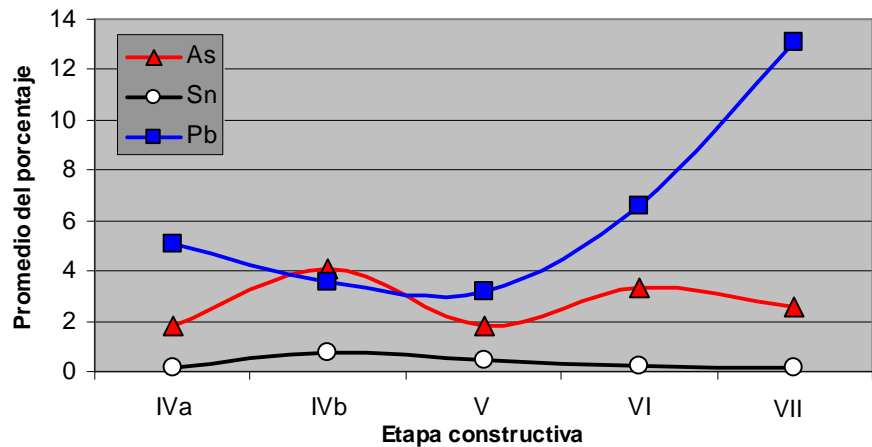
Figura 9.17. Patrones de composición de los elementos mayores por forma básica (n = 567), gráficas ternarias



Figuras 9.18. Desarrollo cronológico del patrón de los elementos mayores en los cascabeles *Globulares* (n = 83)



Figuras 9.19. Desarrollo cronológico del patrón de los elementos mayores en los cascabeles *Olivoides* (n = 29)



Figuras 9.20. Desarrollo cronológico del patrón de los elementos mayores en los cascabeles *Periformes* (n = 348)

medio 3.6 % de plomo y 1.2 % de estaño. El resto de la aleación se compone, otra vez, de cobre y elementos menores. Hay que mencionar que el alto porcentaje de plomo de estos cascabeles se debe, en parte, a dos ejemplares con concentraciones con más de 25.0 % de este metal. Probablemente se trata de un proceso de segregación que influyó los análisis. En general, los cascabeles *Olivoideas* tienen las menores cantidades de elementos de aleación, con 36.7 % de los objetos con más de 98.0 % de sólo cobre. La composición de los cascabeles *Tubulares* sigue el patrón de los cascabeles *Globulares* constituidos de un bronce de estaño con 9.8 % del aleante. La concentración de plomo, sin embargo, es más baja (0.1 %) que en los cascabeles *Globulares*.

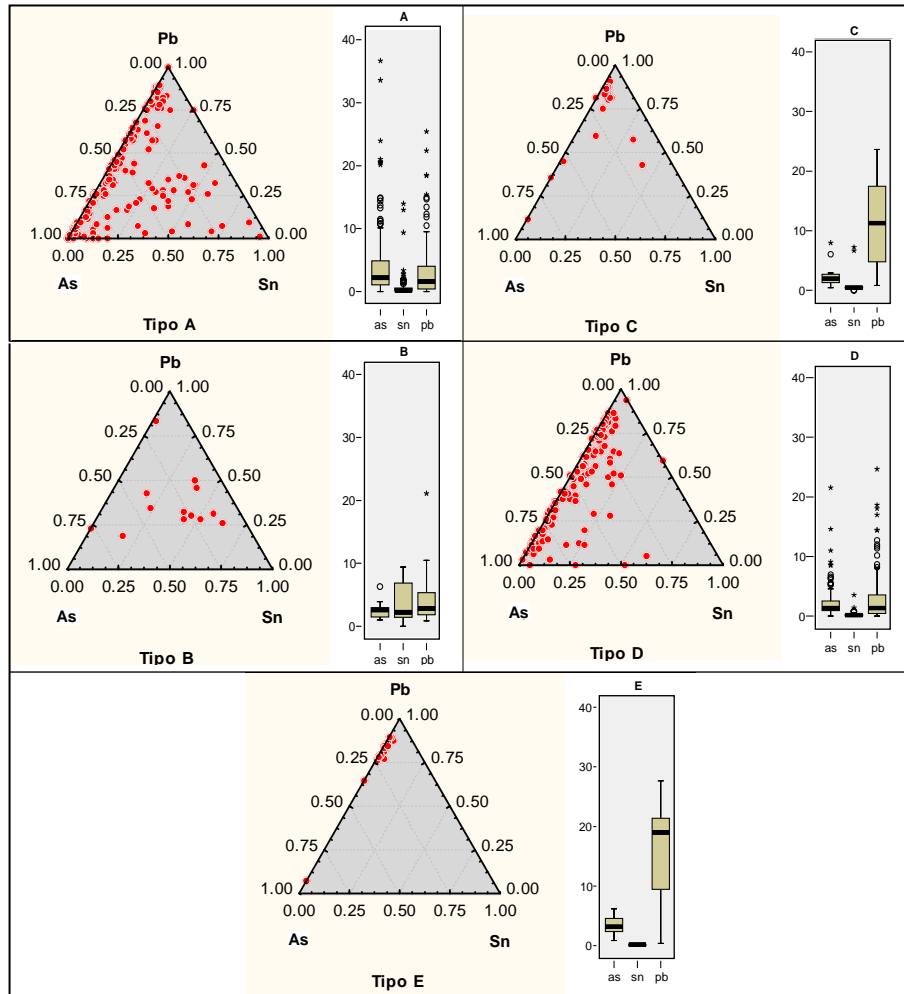
Estos patrones, sin embargo, no necesariamente se mantuvieron estables durante todo el tiempo que se encontraron estas formas de cascabeles en las ofrendas del Templo Mayor. Los cascabeles *Globulares*, por ejemplo, parecen haber tenido moderados o bajos contenidos de estaño hasta la etapa constructiva VI (descontando la etapa II que solamente está representada por un cascabel) (**Figura 9.18.**), cuando alcanzó un promedio de casi 10.0 %, creciendo aun más en la etapa VII (arriba de 12.0 %).

Este aumento del uso de estaño también se puede detectar en los cascabeles *Olivoideas* (ver **Figura 9.19.**), que además presentan un incremento del promedio de arsénico. Los cascabeles *Tubulares*, que parecían compartir su composición con los cascabeles *Globulares*, existían solamente en la etapa constructiva IVb –cuando los cascabeles *Globulares* todavía tenían un promedio de estaño por debajo de 1.0 %.

Los cascabeles *Periformes* (ver **Figura 9.20.**) mantienen muy bajos niveles de estaño, pero en las etapas constructivas VI y VII aumenta considerablemente el uso del plomo en las aleaciones, subiendo de alrededor de 4.0 % en las etapas IVa, IVb y V, hasta arriba de 12.0 % en la etapa VII.

A grandes rasgos, se pueden identificar en total dos aleaciones ternarias (cobre-arsénico-plomo y cobre-estaño-plomo) y una binaria (cobre-estaño) (ver **Tabla 9.12.**). Diecisiete de los 567 cascabeles contienen más de 99.0 % de cobre y 57 no contienen ningún elemento arriba de 1.0 %. Por otro lado, 151 cascabeles tienen elementos de aleación arriba de 10.0 %. Cinco de estos cascabeles tienen dos aleantes con más de 10.0 %. Es notorio que el total de los 38 cascabeles con más de 10.0 % de arsénico son *Periformes*. De igual manera 63 de los 66 cascabeles con más de 10.0 % de plomo son *Periformes*, los 3 restantes son *Olivoideas*. Cincuenta y dos cascabeles tienen más de 10.0 % de estaño, de los cuales 42 son *Globulares*, seis *Tubulares*, dos *Periformes*, uno *Olivoide* y uno *Indefinido* (ver también **Subcapítulo 11.4.**).

Figura 9.21. Patrones de composición de los elementos mayores por tipo de cascabel, gráficas ternarias (n = 433)



Al dividir los cascabeles *Periformes* por tipos, se pueden identificar por lo menos tres subgrupos composicionales (ver **Figura 9.21.**). Los tipos A y D (que representan en conjunto 83.8 % de los 340 cascabeles que se dejan adscribir a un tipo) reflejan la composición de los cascabeles *Periformes*, en general, con moderadas cantidades de arsénico y plomo. Los tipos C y E contienen arsénico en cantidades parecidas al grupo anterior, pero con promedios de más de 10.0 % demuestran niveles mucho más altos de plomo. Estas coincidencias en el tipo de aleación utilizada parecen interesantes, considerando las diferencias de los patrones de los elementos menores que tentativamente indican distintas procedencias de la materia prima. El único cascabel del tipo E que tiene una concentración de plomo por debajo de 1.0 % es un cascabel del subtipo 3-E-a, perteneciente a la etapa constructiva IVb, mientras que todos los demás son del subtipo 3-E-c y pertenecientes a la etapa constructiva VII. Sin embargo, aun si ambos tipos (C y E) tienen niveles altos de plomo, el tipo E tiene un promedio

sustancialmente más alto que el tipo C (11.4 % comparado con 15.3 %). Por último, el tipo B se distingue del primer y del segundo grupo por un contenido alto (en relación con los demás elementos) de estaño, que falta en casi todos los demás grupos (solamente el tipo A contiene algunos cascabeles con altos valores de estaño). Aunque los promedios de los grupos sugieren una separación en tres grupos, las gráficas ternarias indican que los tipos B, C, D y E podrían ser subgrupos del tipo A o que éste se compone de diferentes subgrupos composicionales.

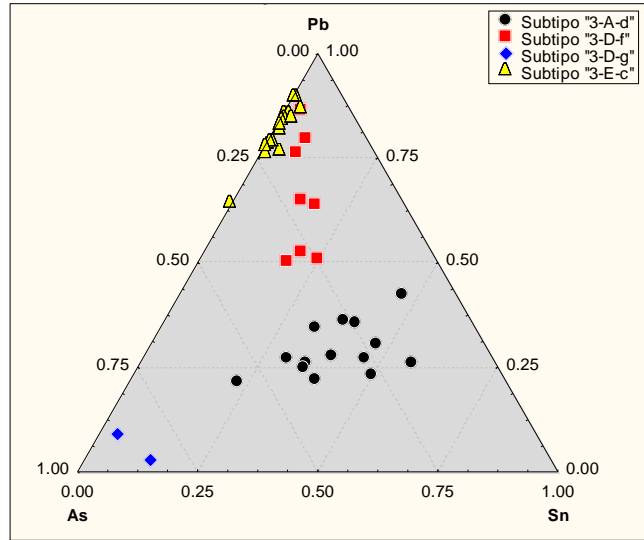
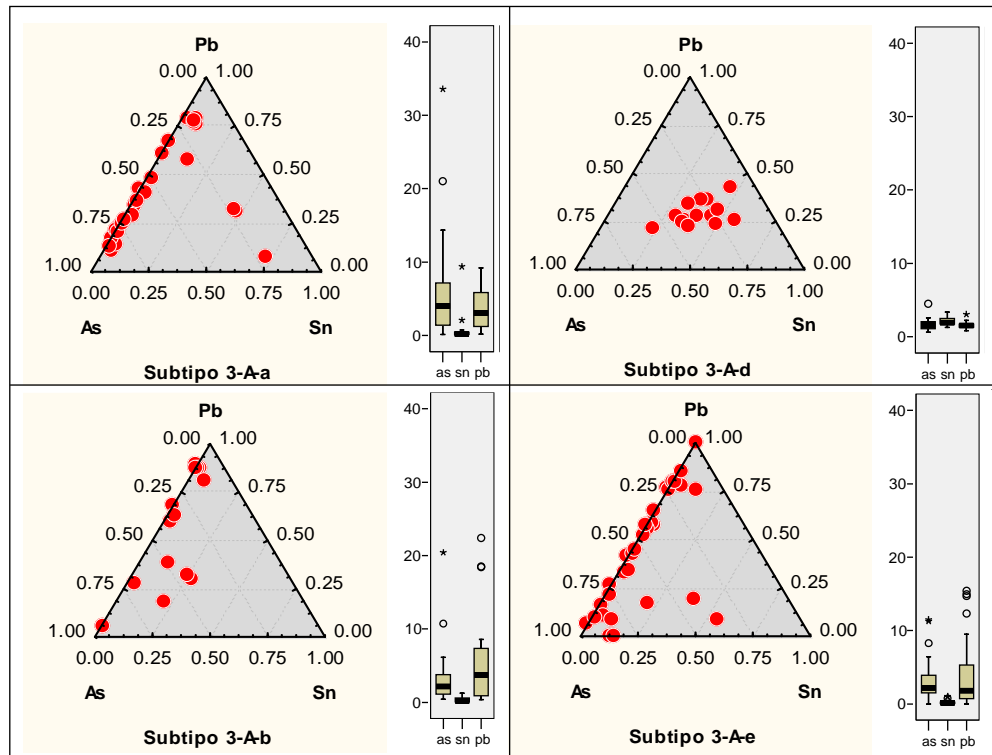


Figura 9.22. Composición de elementos mayores en subtipos de cascabeles *Periformes*

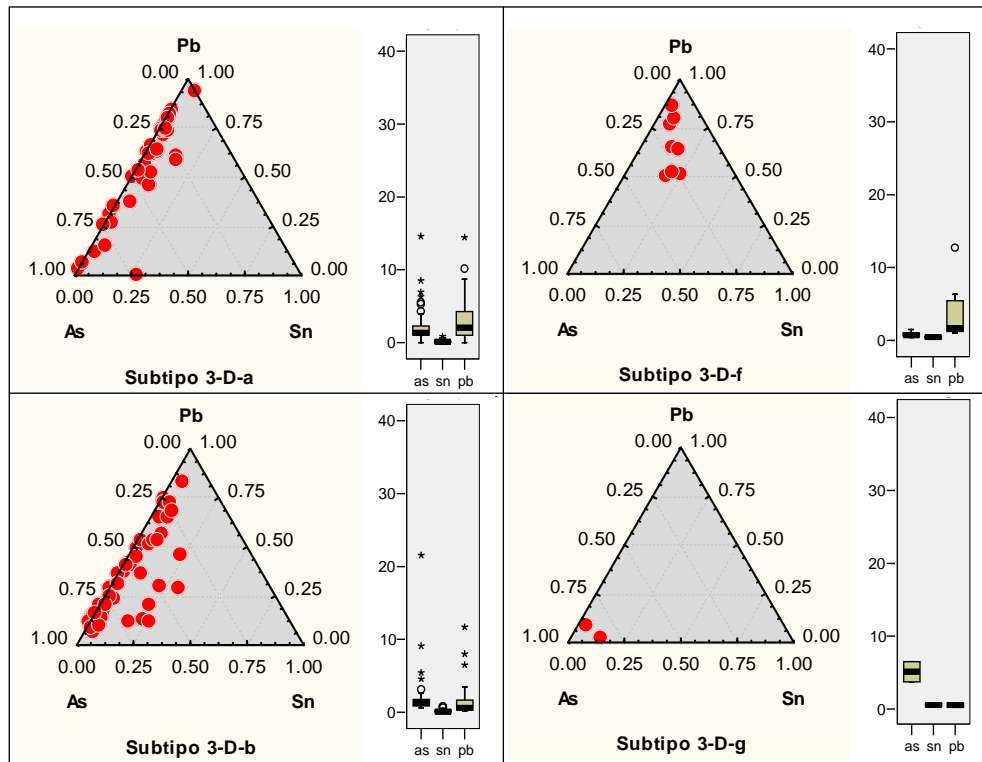
Las composiciones de los elementos mayores de los subtipos (a–g) de los tipos A y D parecen confirmar esta última hipótesis. Los subtipos 3-A-a, 3-A-b y 3-A-e parecen seguir el patrón de tipo en general y los subtipos 3-A-c, 3-A-g y 3-A-f son representados por un

Figura 9.23. Patrones de composición de los elementos mayores por subtipo de los cascabeles *Periformes* tipo A (n = 163)



máximo de tres casos y no presentan tendencias muy claras. El subtipo 3-A-d, por otro lado, se distingue de los demás grupos porque solamente contiene mínimas cantidades de arsénico y plomo, pero tiene el nivel más alto de estaño de todo el tipo (ver **Figuras 9.22. y 9.23.**).

Figura 9.24. Patrones de composición de los elementos mayores por subtipo de los cascabeles *Periformes* tipo D (n = 122)



El tipo 3-D (**Figura 9.24.**) también tiene dos subtipos que siguen el patrón general (3-D-a y 3-D-b) y otros subtipos que no muestran tendencias claras por ser representados por un máximo de cuatro casos. El subtipo 3-D-g tiene niveles de arsénico muy altos y una falta casi completa de plomo y estaño, pero también es solamente representado por dos casos. El subtipo 3-D-f, sin embargo, se distingue por sus bajos niveles de arsénico y estaño.

Las a veces claras distinciones entre diferentes subtipos de diferentes tipos se puede observar bien en los grupos 3-A-d, 3-D-f, 3-D-g y 3-E-c, que se distinguen principalmente por su nivel de plomo (ver **Figura 9.22.**). Por otro lado, también existen coincidencias de composición entre subtipos de diferentes tipos, por ejemplo tipo B y 3-A-d (ver **Figura 9.25.**). Las diferencias observadas pueden ser el intento de crear diferentes aleaciones con propiedades especiales o los diferentes subtipos de los cascabeles *Periformes* fueron elaborados con una misma 'receta', pero sin la posibilidad (o la ambición) de controlar bien las aleaciones.

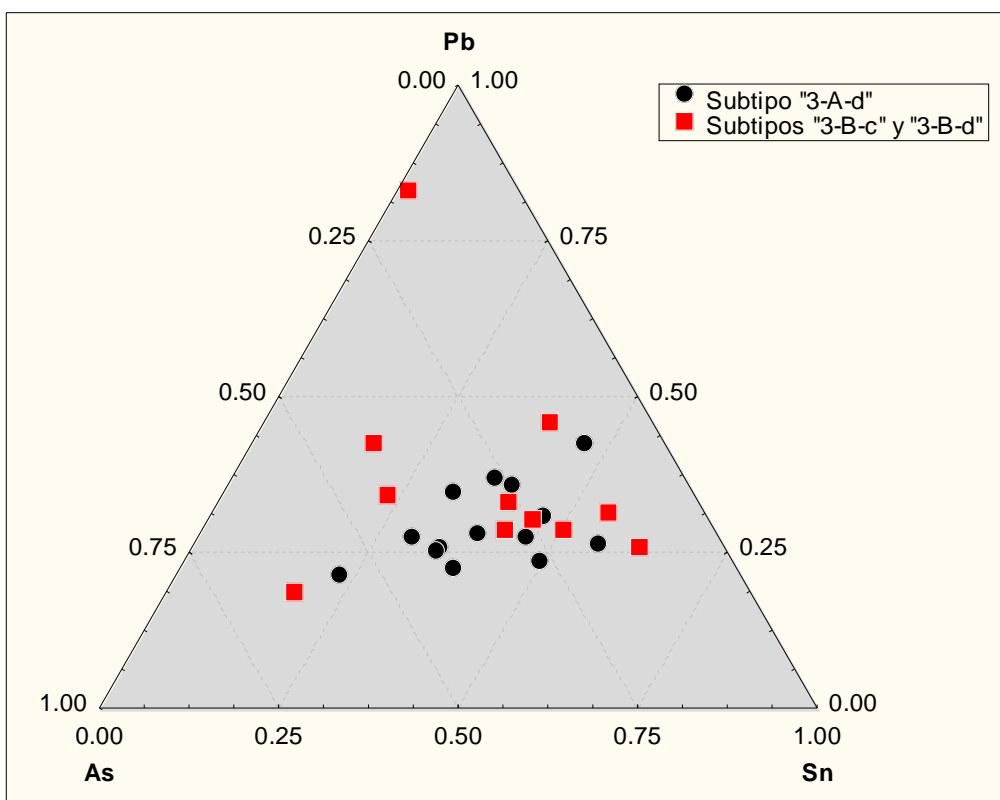


Figura 9.25. Comparación de la composición de elementos mayores entre los subtipos de cascabeles Periformes de 3-A-d, por un lado, y 3-B-c y 3-B-d por otro

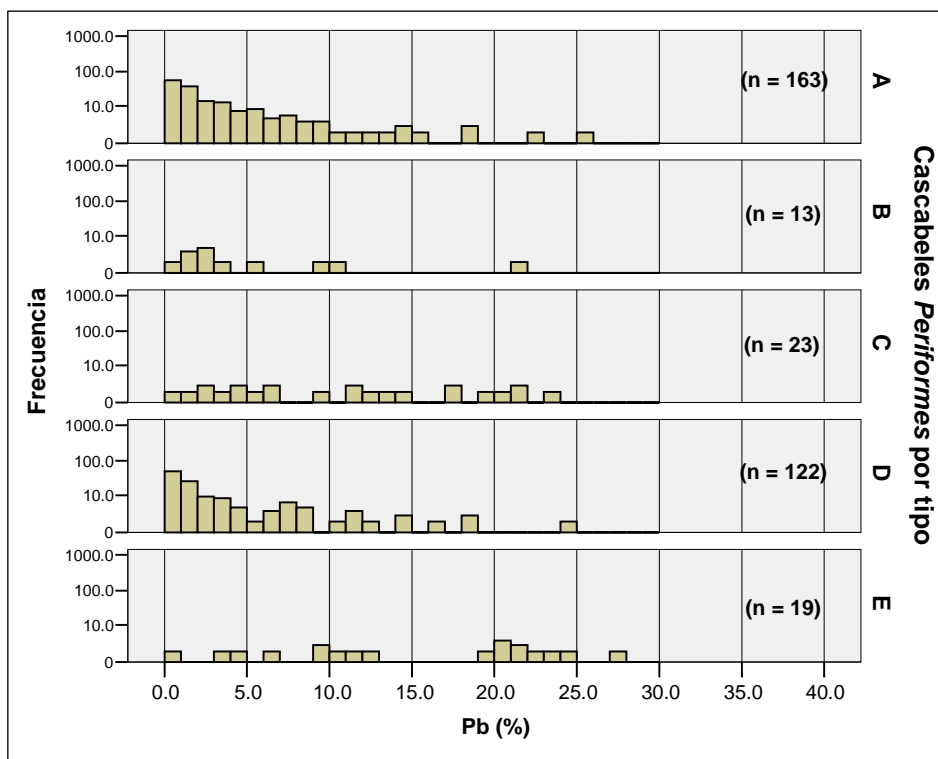


Figura 9.26. Patrones de concentración de plomo (Pb) por tipo de los cascabeles *Periformes* del Templo Mayor

La concentración del plomo en los diferentes tipos de los cascabeles *Periformes* ilustra bien este punto (ver **Figura 9.26.**). En todos los tipos existe un amplio intervalo de diferentes concentraciones de este metal sin que se puedan detectar grupos con intervalos bien definidos. Aunque aquí se propone que esta falta de definición refleja una falta de control sobre las concentraciones de los aleantes, hay que tener en mente que especialmente el plomo tiende a segregarse y puede así causar grandes diferencias en los resultados de los análisis. Sin embargo, la falta de patrones de intervalos de concentración se repite en el estaño, por ejemplo, en los cascabeles *Globulares* (ver **Figura 9.27.**).

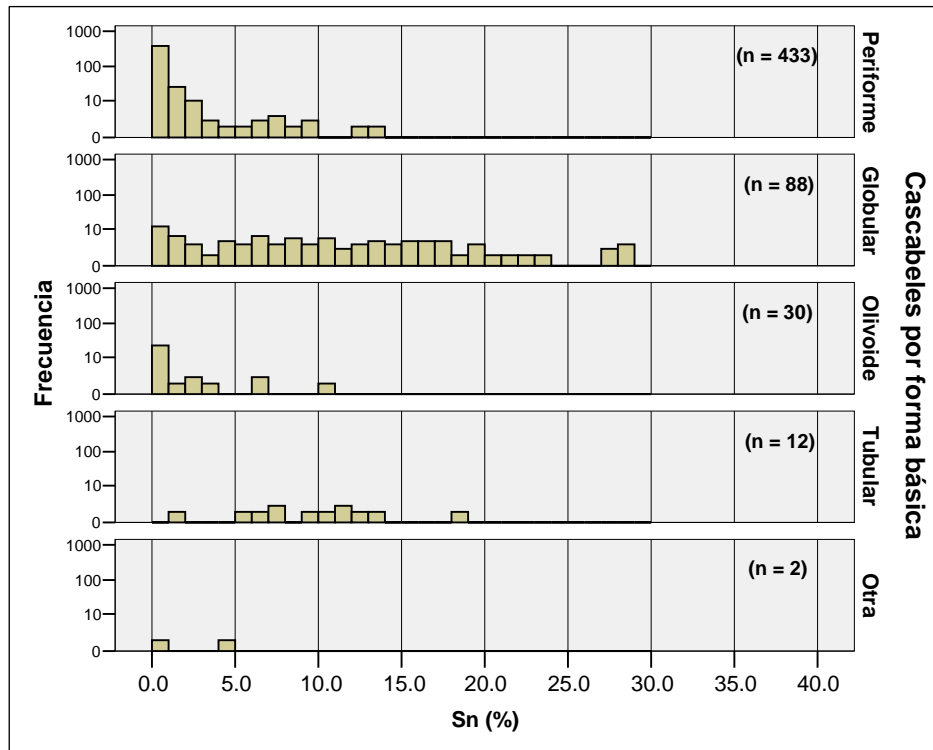


Figura 9.27. Patrones de concentración de estaño (Sn) por forma básica de los cascabeles del Templo Mayor

Esta falta de control de las aleaciones –así llamada desde un punto de vista actual, porque a los artesanos prehispánicos el control que había puede haberles parecido más que suficiente– posiblemente no ha causado ningún efecto importante en la mayoría de los casos. Además, se tiene que dudar que existiera la posibilidad de medir con gran exactitud los componentes de las aleaciones si se trata de la cofundición, y tampoco se sabe de un sistema suficientemente exacto –y de amplia distribución– para la medición de peso o volumen de metales en el postclásico mesoamericano (ver **Subcapítulo 6.1.1.2.**). Además, varios de los metales de aleación bajan el rango de fusión del metal, ayudan a

eliminar los gases, aumentan la colabilidad (ver **Subcapítulo 6.1.2**) y así resultan 'provechosos', sin depender de una concentración exacta.

La dureza, flexibilidad o tenacidad del metal no tiene gran importancia, especialmente en ornamentos no trabajados por martillado. Otras propiedades como el olor o el color de las aleaciones cambian lentamente, y un control minucioso de las aleaciones no sería necesario.

Sin embargo, el hecho de la existencia de algunos grupos bien definidos, tanto en términos de tipo / subtipo morfológico como de composición, hace posible la presencia de diferentes tradiciones tecnológicas, ejercidas por diferentes talleres en diferentes lugares o tiempos. Tampoco se puede excluir la posibilidad de que las diferencias hicieran visible el trabajo de diferentes artesanos, incluso en un mismo taller. Además parece posible que la materia prima de los cascabeles proviniera de por lo menos dos fuentes diferentes.

9.2. LOS ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN DE LOS CASCABELES DE LA BODEGA DE DECOMISOS

Los días 20, 21 y 22 de enero de 2003 se llevó a cabo el análisis de una muestra importante de cascabeles de la Bodega de Decomisos, utilizando el equipo de *Emisión de Rayos-X Inducida por Partículas* (PIXE). Los análisis se llevaron a cabo en las instalaciones del Instituto de Física Experimental de la UNAM, bajo la supervisión del doctor José Luis Ruvalcaba.

La muestra

En el caso de los cascabeles de la Bodega de Decomisos, se hizo una selección para por lo menos contar con:

- a) dos análisis de cada grupo morfológico;
- b) en por lo menos un caso, todos los cascabeles de un grupo morfológico;
- c) un lote entero con diferentes grupos morfológicos.

En el caso de los cascabeles de la Bodega de Decomisos se tuvo el permiso de preparar las piezas para el análisis, limpiando un área de aproximadamente $1.5 \times 1.5 \text{ mm}^2$ con la ayuda de una fresa de dentista con cabeza de diamante (ver **Figura 9.28.**). Dependiendo del tamaño del cascabel, uno o dos puntos fueron preparados para el análisis (ver **Figura 9.29.**). En algunos casos se tomaron análisis de la capa de óxidos. Los puntos de análisis fueron colocados (cuando fue posible) en el mismo lado del cascabel y con el mayor respeto a la integridad de la pieza. Si dentro de un lote había fragmentos identificables como pertenecientes al mismo grupo morfológico de cascabel que el resto de las piezas del lote, éstos fueron preparados y analizados. Los cascabeles con restos grandes de textil fueron excluidos del muestreo.



Figura 9.28. Taladro con fresa de dentista con cabeza de diamante. El cascabel es artesanal contemporáneo y no forma parte de la colección de los cascabeles de la Bodega de Decomisos.



Figura 9.29. Cascabel preparado para el análisis por PIXE (cascabel 3487-73-2)

Tabla 9.13. Los cascabeles analizados de la colección de la Bodega de Decomisos

Decomiso	Lote	No. de cascabeles	Comentarios	Cantidad de cascabeles analizados
352-972		4		4
697-72		10		8
JE	JE-1	2		2
	JE-2	5		4
JS	JS-2	29	incluye fragmentos	5 + dos fragmentos
	JS-3	4		2
	JS-4	16	incluye fragmentos	4
	JS-5	8	incluye fragmentos	3
	JS-6	28		4 + un fragmento
	JS-7	35	incluye fragmentos	4
M10	M10-1	24		6
	M10-2	46		2
	M10-3	44	incluye fragmentos	5
130-70		3		3
VN	VN-1	1		1
	VN-2	2		2
	VN-3	28	+ 2 cuentas	2
SAP-957		1		1
3487-73		3		3
Total		293		65 + 3 fragmentos

De los cascabeles de la Bodega de Decomisos de la Viga se analizaron un total de 68 cascabeles utilizando PIXE (ver **Tabla 9.13.**). En total, se analizó 23.2 % de la colección y entre 8.4 y 53.7 % de las formas básicas (ver **Tabla 9.14.**).

Tabla 9.14. Los cascabeles analizados por forma básica

	Total	Analizado	Porcentaje analizado (%)
Globular	119	10	8.4
Olivoide	87	26*	29.9
Periforme	41	22	53.7
Otra	46	10	21.7
Total	293	68	23.2

* Incluye tres fragmentos que no están considerados en el conteo total

El proceso de análisis PIXE de los cascabeles y de los espectros fue el siguiente:

- 1) Se seleccionaron y prepararon los cascabeles por analizar bajo los criterios arriba presentados.
- 2) Todos los análisis fueron tomados sin mover o desarmar el PIXE y bajo las mismas condiciones (solamente con una fluctuación de la temperatura ambiental). Los objetos fueron fijados frente al haz con unas pinzas instaladas en un trípode.

- 3) Como referencia, se utilizaron las dos muestras certificadas *Naval Brass B* (SRM 1107) y *Naval Brass C* (SRM 1108).
- 4) La muestra fue colocada frente al haz de protones (ver **Figura 9.30.**), de manera que el haz incidiera en el área preparada.
- 5) La geometría de detección-excitación del haz y del detector es de 45° (el haz incide a un ángulo perpendicular a la superficie de la muestra, y el detector a 45° respecto al haz incidente). La irradiación fue de 300 segundos en promedio.
- 6) La determinación del área de los picos de rayos X de los espectros se realizó con la ayuda del programa AXIL.
- 7) Utilizando las muestras certificadas como referencia (ver arriba) se calcularon las eficiencias de detección para los elementos involucrados con el programa PIXEINT. Con base en este parámetro se llevó a cabo un análisis iterativo automático para calcular a partir de las áreas de los espectros las concentraciones de los elementos hierro (Fe), níquel (Ni), cobre (Cu), arsénico (As), plomo (Pb), *plata* (Ag), estaño (Sn) y antimonio (Sb) (Johansson *et al.* 1995).

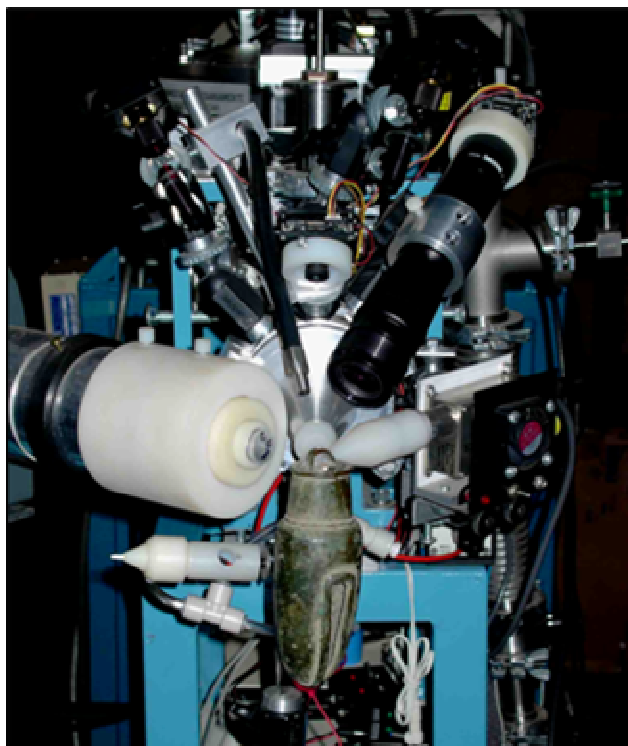


Figura 9.30. Análisis PIXE del cascabel 130-70-1 de la Bodega de Decomisos

Resultados

Los resultados de análisis de PIXE aportaron las cantidades relativas (en porcentajes normalizados) de los elementos hierro (Fe), níquel (Ni), cobre (Cu), arsénico (As), plomo (Pb), plata (Ag), estaño (Sn) y antimonio (Sb). Cobre (Cu) es el mayor componente en todos los casos (ver **Tabla 9.15.**) y, como en el caso de los cascabeles del Templo Mayor, se eliminó de los subsecuentes análisis. También se eliminó níquel (Ni), porque este elemento no ha sido incluido en el estudio de los cascabeles del Templo Mayor y por eso no sirve para efectos comparativos. Los intervalos de concentraciones de los seis elementos restantes varían entre 0.00 y 17.13 puntos porcentuales.

Tabla 9.15. Intervalos de concentración

Elemento	Mínimo (%)	Máximo (%)	Promedio	Mediano	Intervalo
Fe	0.01	2.06	0.22	0.13	2.05
Ni	0.02	0.08	0.03	0.03	0.06
Cu	82.7	99.7	95.5	96.7	17.0
As	0.02	9.20	1.32	0.53	9.17
Ag	0.00	2.93	0.11	0.04	2.93
Sn	0.00	17.13	2.50	0.17	17.13
Sb	0.00	2.00	0.08	0.00	2.00
Pb	0.00	6.44	0.19	0.00	6.44

En contraste con los resultados de análisis de los cascabeles del Templo Mayor, la colección de la Bodega de Decomisos tiene solamente dos elementos cuyos promedios indican un uso más frecuente como elementos de aleación: estaño y arsénico. Los más altos valores de porcentajes máximos se encuentran también en estos dos elementos. El plomo, que en el Templo Mayor representa el tercer metal importante de aleación, también tiene un valor máximo alto, pero un promedio considerablemente más bajo que los dos metales anteriores (para los resultados de todos los análisis ver **Anexo IV**).

En general, con valores entre 6 y 17 %, los porcentajes máximos de estos tres metales no llegan a los niveles de concentraciones (entre 28 y 37 %) de los aleantes en los cascabeles del Templo Mayor. Solamente los valores máximos (alrededor de 2 %) de hierro y antimonio son más altos en los objetos de la Bodega de Decomisos que en el Templo Mayor.

Los cascabeles de la Bodega de Decomisos son, en general, más diversos morfológicamente que los del Templo Mayor: existen formas que no se han encontrado en el Templo (por ejemplo, los cascabeles de forma *Oblonga*). Eso tiene como resultado que el porcentaje de cascabeles de *Otra* forma sea mucho más grande que en el Templo Mayor. Además, no existe la misma homogeneidad dentro de los grupos de las formas

básicas que se puede observar en el Templo; el espectro de formas y tamaños de los cascabeles incluidos en *Globular*, por ejemplo, es mucho mayor que en el Templo Mayor. Estos datos y la procedencia de los cascabeles de decomisos de diferentes lugares de México hicieron pensar que los resultados del análisis de composición también serían muy variados.

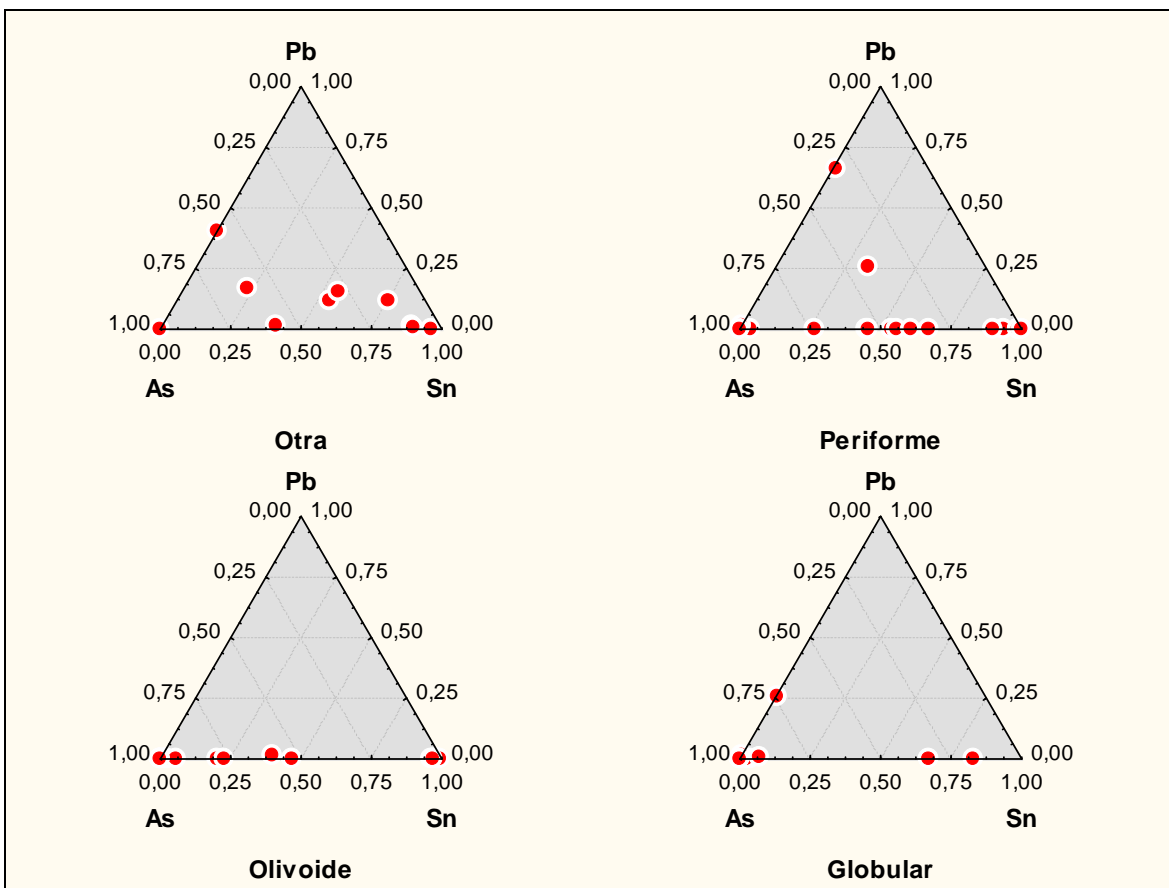


Figura 9.31. Los elementos mayores de los cascabeles de la Bodega de Decomisos, diferenciados por forma básica (n = 68)

La presentación en gráficas ternarias de los elementos mayores,¹⁶ arsénico, estaño y plomo, no arroja mucha luz, dado que el plomo no ha sido utilizado como aleante tanto como en los objetos del Templo Mayor (ver **Figura 9.31**). Las gráficas ternarias de los elementos menores, hierro, plata y antimonio, tampoco muestran patrones muy claros (ver **Tabla 9.32**), pero se puede detectar por lo menos un grupo de cascabeles *Olivoides* que se distinguen de los demás por sus niveles de antimonio.

¹⁶ Se mantiene esta terminología por razones de comparabilidad con la colección del Templo Mayor, aun si no parece muy adecuada en estos casos.

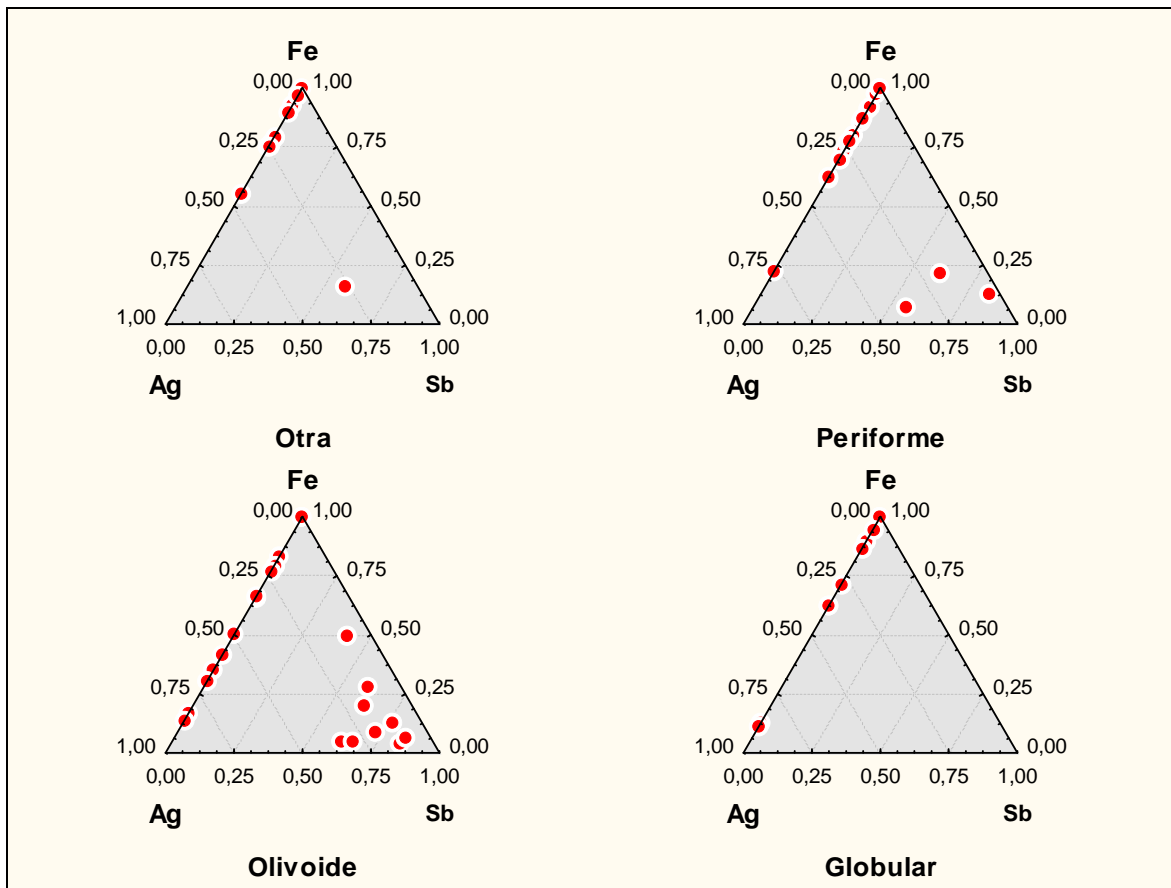


Figura 9.32. Los elementos menores de los cascabeles de la Bodega de Decomisos, diferenciados por forma básica (n = 68)

En general, se puede decir que el número reducido de muestras y la gran variabilidad de la colección ocasionaron más dificultades en la identificación de grupos de composición que en la colección del Templo Mayor. Sin embargo, la presencia de claros grupos morfológicos hizo suponer la existencia de grupos de composición elemental, mientras que las diferentes procedencias de los cascabeles hicieron suponer claras diferencias entre estos grupos.

Al ver los elementos cobre, arsénico, plata, estaño, antimonio y plomo en una gráfica logarítmica se notó que no existía la homogeneidad relativa dentro de los grupos de formas básicas que se podía observar en el Templo Mayor.¹⁷ Aun así se puede distinguir que existen claras agrupaciones de composición, que reflejan la gama de diferentes morfologías. Los grupos se pueden identificar en la **Figura 9.33.** y son descritos en la **Tabla 9.16.**

¹⁷ No se utilizó este modo de presentación en el caso de los cascabeles del Templo Mayor debido al gran número de objetos analizados.

Composiciones de los cascabeles de la Bodega de Decomisos *

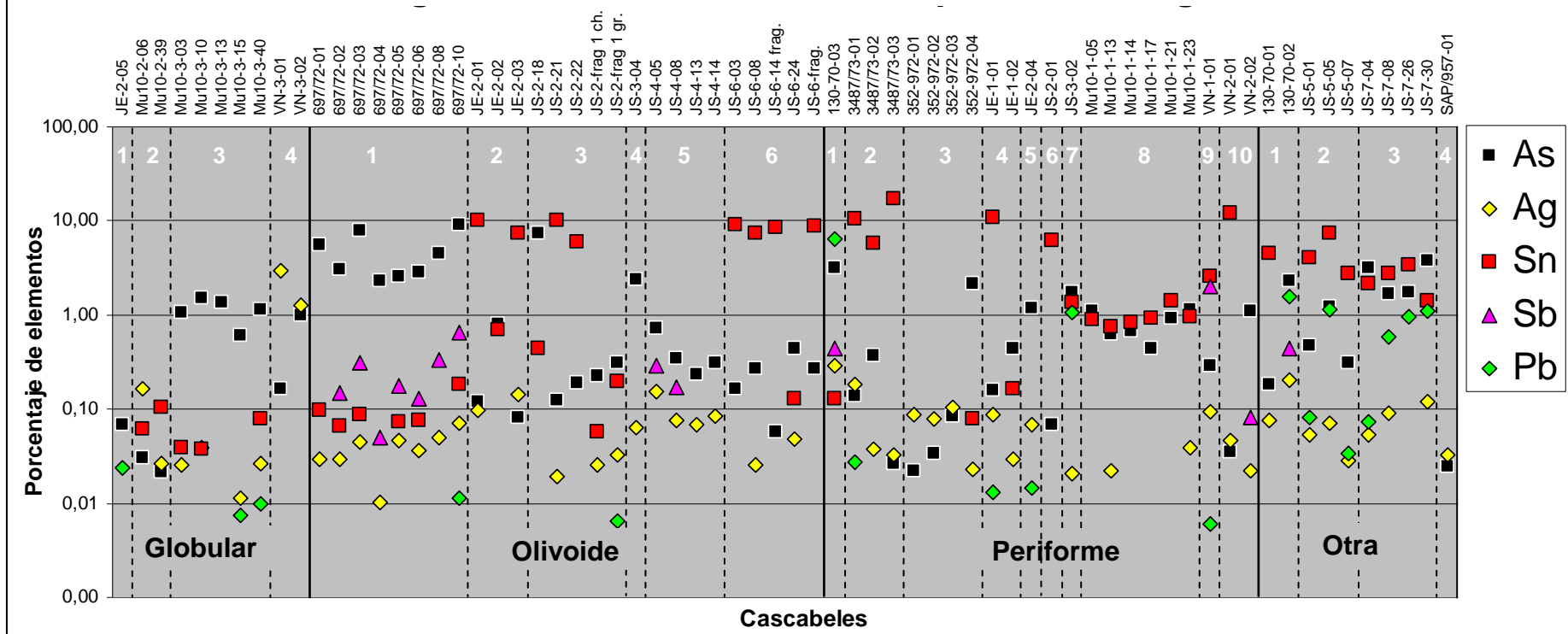


Figura 9.33. Gráfica logarítmica de la composición elemental de los cascabeles de la Bodega de Decomisos, diferenciados por su forma básica y los lotes de los decomisos (n = 68)

* No se incluyeron las concentraciones de hierro (Fe), debido a que son muy erráticas y no parecen aportar a la formación de los grupos composicionales.

Tabla 9.16. Descripción de los patrones de composición de los lotes de cascabeles de la Bodega de Decomisos				
Forma	Grupo	Lotes	No. de cascabeles	Descripción
Globular	1	JE-2	1	Un cascabel especial que se distingue de los demás por ser de cobre muy puro, que contiene solamente bajos niveles de arsénico y plomo.
	2	M10-2	2	La composición de este grupo no es homogénea, pero se distingue de otros grupos por ser de cobre casi puro con solamente trazas de los elementos plata, estaño y arsénico.
	3	M10-3	5	Se caracteriza por niveles medianos (~ 1 %) de arsénico y bajos niveles de los demás elementos. Un grupo bastante homogéneo, aun si la presencia de plata y plomo no es constante.
	4	VN-3	2	Se distingue de los otros grupos <i>Globulares</i> y del resto de los cascabeles por altos niveles (> 1 %) de plata y la ausencia de otros elementos, aparte de niveles medianos de arsénico.
Olivoide	1	697/72	8	Grupo muy homogéneo con altos niveles de arsénico, niveles medianos o bajos de antimonio y niveles bajos o medianos de estaño y plata. Solamente un cascabel contiene un bajo nivel de plomo.
	2	JE-2	3	Un grupo muy poco homogéneo en términos morfológicos y de composición. Tiene a veces muy altos niveles (~ 10 %) de estaño. Parecido a los Grupos 2 y 5 de los cascabeles <i>Olivoides</i> .
	3	JS-2	5	Un grupo poco homogéneo en términos morfológicos y de composición. Tiene a veces muy altos niveles (~ 10 %) de estaño, medianos niveles de arsénico y bajos niveles de plata en algunos de los cascabeles. Un cascabel contiene plomo en muy baja concentración. Parecido al Grupo 6 de los cascabeles <i>Olivoides</i> .
	4	JS-3	1	Un solo cascabel, sin estaño y parecido en aspecto y composición al Grupo 5, pero con un valor de arsénico alto (> 1 %).
	5	JS-4	4	Grupo que se caracteriza por la ausencia de estaño. Dos de los cascabeles contienen niveles medianos de antimonio, que ningún otro de los cascabeles de este grupo contiene.
	6	JS-6	5	Grupo bastante homogéneo con altos niveles de estaño y un amplio intervalo de arsénico a un nivel mediano. Dos ejemplares contienen un bajo nivel de plata. Parecido al Grupo 3 de los cascabeles <i>Olivoides</i> .

Tabla 9.16. continuada

Forma	Grupo	Lotes	No. de cascabeles	Descripción
Periforme	1	130/70	1	Un cascabel que se distingue de los demás de la colección por el valor más alto de plomo.
	2	3487/73	3	Un grupo de cascabeles con muy altas (~ 10 %) concentraciones de estaño. Morfológicamente muy heterogéneo.
	3	352/972	4	Grupo morfológicamente muy heterogéneo, aunque tres cascabeles forman un grupo muy homogéneo de cobre muy puro con bajos niveles de plata y arsénico. No contienen estaño. El cuarto cascabel presenta altas concentraciones de arsénico y contiene estaño en baja concentración.
	4	JE-1	2	Un grupo muy poco homogéneo. Uno de los cascabeles se parece morfológicamente a los del Grupo 10, pero tiene un nivel de estaño considerablemente más bajo.
	5	JE-2	1	Parece un caso único y no se parece en su composición a otros cascabeles.
	6	JS-2	1	El cascabel tiene un alto nivel de estaño y una baja concentración de arsénico. Composición parecida a la de algunos cascabeles <i>Olivoides</i> (Grupos 3 y 6) que pertenecen al mismo lote.
	7	JS-3	1	Tiene una composición parecida a la de algunos cascabeles de <i>Otra</i> forma (Grupo 3).
	8	M10-1	6	Grupo muy homogéneo que contiene medianos o altos niveles de estaño y arsénico. Los niveles de estos dos metales son muy parecidos en todos los cascabeles. Dos ejemplares contienen bajos niveles de plata, pero ningún otro elemento traza.
	9	VN-1	1	Parece un caso único y no se parece en su composición a otros cascabeles. Tiene la más alta concentración de antimonio de la colección.
	10	VN-2	2	Dos cascabeles morfológicamente distintos y con composiciones muy poco homogéneas.
Otra	1	130/70	2	Dos cascabeles morfológicamente parecidos pero con composiciones muy poco homogéneas.
	2	JS-5	3	Grupo no muy homogéneo con altos niveles de estaño, un amplio intervalo de arsénico y bajos niveles de plata. Los tres casos contienen plomo en altos o bajos niveles.
	3	JS-7	4	Todos los cascabeles contienen altos niveles de arsénico y estaño, un amplio intervalo de plomo y bajos niveles de plata. Solamente un cascabel no contiene plata. Composición parecida a la del cascabel <i>Periforme</i> del Grupo 7.
	4	SAP/957	1	Un cascabel que es de cobre casi puro y solamente contiene niveles bajos de plata y arsénico.

Los cascabeles de la Bodega de Decomisos muestran un espectro de diferentes composiciones (ver **Tablas 9.17.** y **9.18.**), tan diverso como los grupos morfológicos, los cuales manifiestan gran variabilidad también al interior de las agrupaciones de formas básicas. Este alto grado de variabilidad era de esperarse, considerando las diferentes procedencias y probablemente distintos momentos de producción de los cascabeles. En consecuencia, el espectro de aleaciones (con componentes > 1 %) también es grande (**Tabla 9.17.**).

Tabla 9.17. Espectro de aleaciones (componentes > 1 %)

Metal puro	Aleaciones binarias	Aleaciones ternarias	Aleaciones cuaternarias
Cobre	Cobre-estaño	Cobre-estaño-arsénico	Cobre-estaño-arsénico-plomo
	Cobre-arsénico	Cobre-arsénico-plomo	
	Cobre-plata	Cobre-estaño-antimonio	
		Cobre-hierro-plata	

Como se puede ver en la **Tabla 9.18.**, no existen aleaciones que predominan una forma básica, como es el caso en los cascabeles del Templo Mayor, por ejemplo entre los cascabeles *Globulares* (ver **Subcapítulo 11.4.**).

Tabla 9.18. Formas básicas y aleaciones utilizadas en los cascabeles de la colección de la Bodega de Decomisos.

Forma básica	Aleaciones y sus frecuencias elementos de aleación > 1 %, otros elementos < 1 %		
	Aleación	No.	%
Periforme (22)	Cobre (ningún elemento > 1 %)	7	31.8
	Cobre-estaño	7	31.8
	Cobre-arsénico	5	22.7
	Cobre-arsénico-plomo	1	4.5
	Cobre-estaño-antimonio	1	4.5
	Cobre-estaño-arsénico-plomo	1	4.5
Globular (10)	Cobre (ningún elemento > 1 %)	4	40.0
	Cobre-arsénico	4	40.0
	Cobre-plata	1	10.0
	Cobre-hierro-plata	1	10.0
Olivoide (26)	Cobre-arsénico	10	38.5
	Cobre (ningún elemento > 1 %)	8	30.8
	Cobre-estaño	8	30.8
Otra (10)	Cobre-estaño	3	30.0
	Cobre-estaño-arsénico	3	30.0
	Cobre-estaño-arsénico-plomo	2	20.0
	Cobre (ningún elemento > 1%)	1	10.0
	Cobre-arsénico-plomo	1	10.0

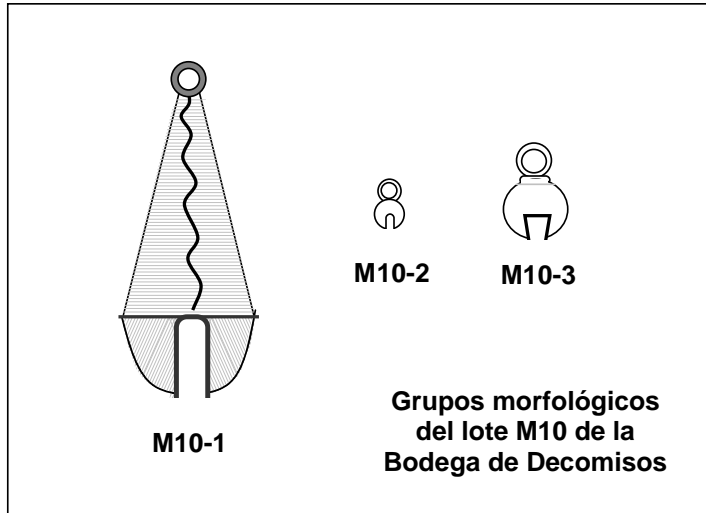


Figura 9.34.

Veinticinco de los 68 cascabeles analizados son aleaciones con más de 1 % de estaño. El uso de esta aleación no parece reducido a una forma específica. Existe un cascabel *Periforme* con más de 17 % de estaño, mientras que varios cascabeles contienen alrededor de 10 % de este aleante. Un grupo de cascabeles de *Otra* forma (oblonga) contiene alrededor de 3 % de estaño.

Veintisiete de los cascabeles

contienen más de 1 % de arsénico, número que se reduce a 15 si se eleva la cantidad de aleante necesario para indicar una aleación intencional al 2 %. Varios cascabeles *Globulares* contienen entre 1 – 2 % de arsénico, pero ninguno arriba de 2 %. Existen seis cascabeles que contienen más de 1 % de arsénico y al mismo tiempo más de 1 % de estaño. Casi todos estos cascabeles (cinco) son *Oblongos*, el restante es *Periforme*. Solamente cinco cascabeles contienen más de 1 % de plomo y de éstos solamente hay uno que contiene más de 2 %. Dos cascabeles contienen más de 1 % de plata y un cascabel contiene más de 1 % de antimonio. Un cascabel contiene, aparte de algo de plata, más de 2 % de hierro. Es difícil concluir si estas cantidades pueden ser intencionales o no. En el caso del hierro, esto parece poco probable. Trece cascabeles son 99 % de cobre y 20 cascabeles no contienen ningún elemento traza arriba de 1 %.

A pesar de la gran variación, existen agrupaciones morfológicas que muestran claros patrones de composición. La existencia de estos grupos de composición se puede demostrar con el análisis de un lote con varios sublotes y diferentes formas morfológicas (ver también **Figura 9.33.**).

El lote M10 (ver **Figura 9.34.**) contiene tres sublotes que coinciden con dos formas básicas (*Globular* y *Periforme*) y tres grupos morfológicos. En la **Figura 9.35.**, que muestra las distribuciones por tamaño de estos cascabeles, se puede ver que los grupos morfológicos forman cúmulos densos, que indican un alto grado de control en la elaboración de los objetos.

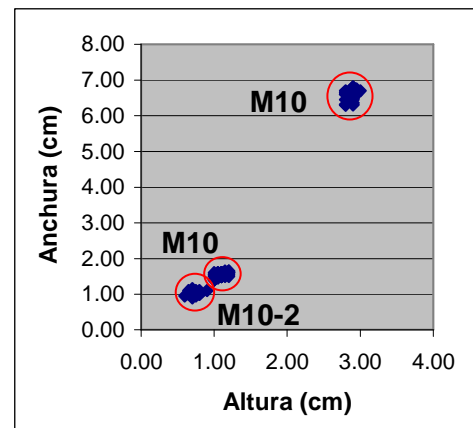


Figura 9.35. Dimensiones de los cascabeles del lote M10 de la Bodega de Decomisos (n = 114)

En la **Figura 9.36**, se comparan las composiciones de los tres grupos. En vez de plomo, que era un componente importante en los cascabeles del Templo Mayor, se utilizó plata y se alcanza una separación completa de los tres grupos, aun si el sublote M10-2 no tiene gran homogeneidad.

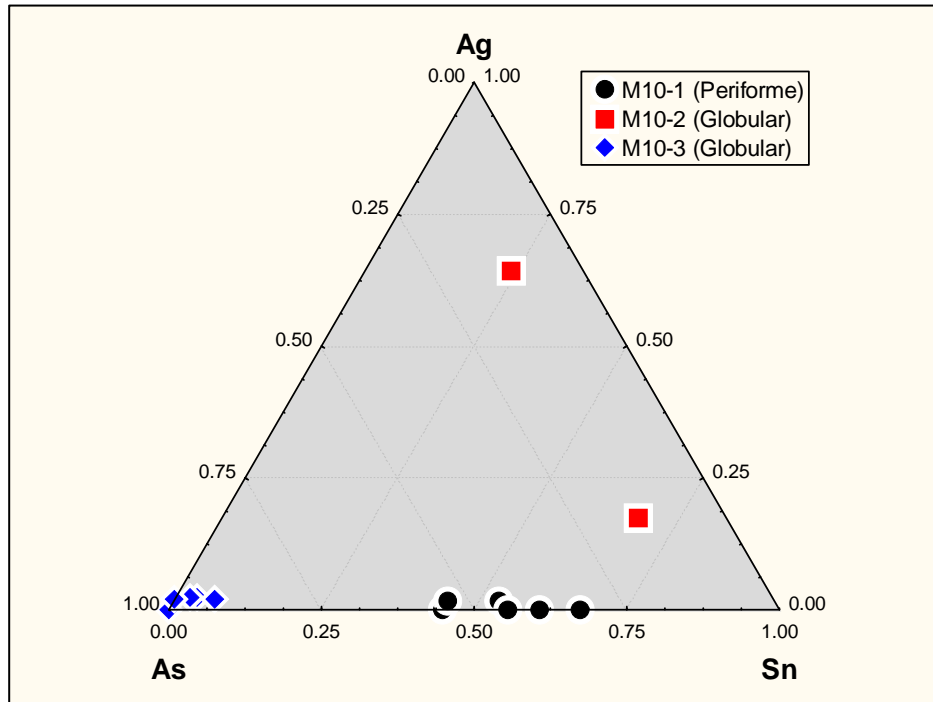


Figura 9.36. Composición de los cascabeles del lote M10 de la Bodega de Decomisos (n = 13)

En los cascabeles de la Bodega de Decomisos existe un amplio espectro de aleaciones. Debido a las dificultades que se encuentran al analizar objetos metálicos procedentes de contextos arqueológicos (ver inicio de este capítulo), una mayor variabilidad de formas morfológicas y el menor número de muestras, no hay patrones tan claros como en el Templo Mayor. Sin embargo, las tendencias que se pueden discernir parecen indicar el uso de un amplio espectro de diferentes materias primas y probablemente un alto número de diferentes talleres donde se elaboraron estos cascabeles.

10. COMPARACIÓN DE LOS CASCABELES DE LAS DOS COLECCIONES

Las diferencias entre las dos colecciones son notorias. Los cascabeles del Templo Mayor provienen de excavaciones arqueológicas y en la mayoría de los casos su procedencia espacio-temporal es conocida. Los cascabeles de la Bodega de Decomisos provienen de descubrimientos fortuitos o saqueos ilegales y no existe ninguna documentación que arroje luz sobre su lugar de origen o el momento de su fabricación. Además, no se conocen los criterios de selección con los que se formaron las colecciones decomisadas. Muy probablemente había un criterio estético que influyó en la conformación del rango de formas diferentes y cierta parcialidad en favor de cascabeles en regular o buen estado de conservación. Aunque estas características reducen considerablemente las posibilidades de análisis de esta colección, en esta investigación sirve como muestra aleatoria (aunque probablemente no en un sentido estadístico estricto) que representa la gran variedad de cascabeles que existía en el territorio mexicano. Se considera que la selección de los objetos siguió los criterios de diferentes coleccionistas y tratantes, y por eso parece poco probable que en todos los casos hubiera la misma parcialidad a favor o en contra de ciertos rasgos particulares. En este caso, los cascabeles decomisados se utilizan para detectar y resaltar las particularidades de la colección del Museo del Templo Mayor.

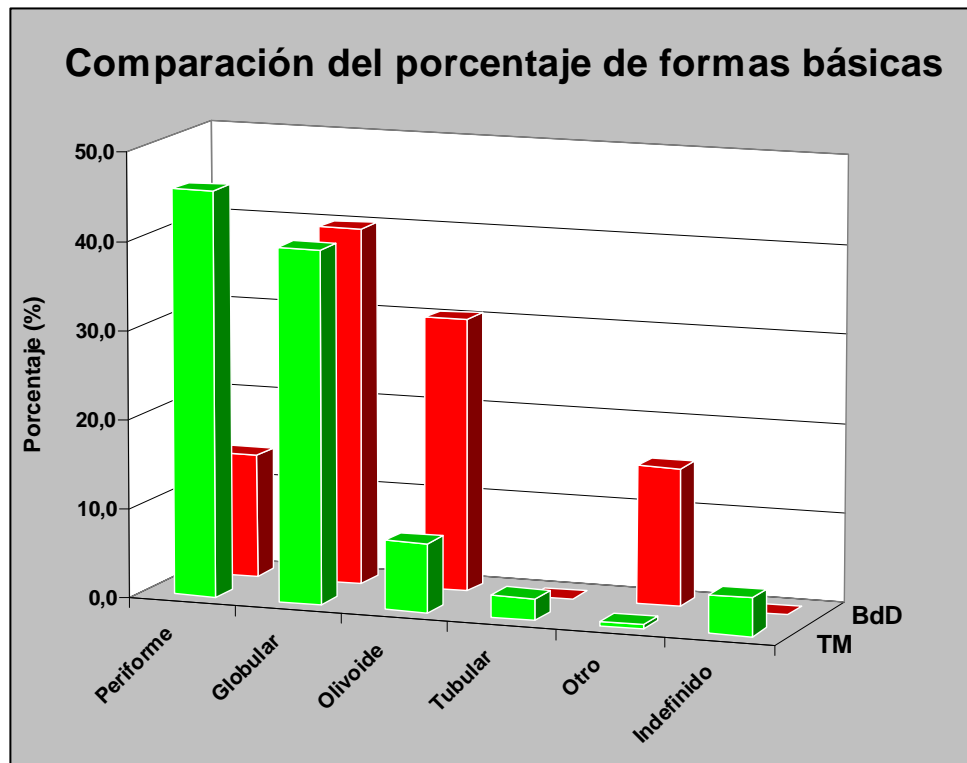


Figura 10.1. Comparación entre las dos colecciones del porcentaje de los cascabeles pertenecientes a las diferentes formas básicas

10.1. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

Al comparar los porcentajes de las formas básicas de los cascabeles (ver **Figura 10.1.**), se nota que en la colección del Museo del Templo Mayor los cascabeles de *Otras* formas solamente representan un 0.4 %, mientras que en la Bodega de Decomisos constituyen 15.5 %. Otra diferencia consiste en que en el Templo Mayor los cascabeles *Periformes* (45.5 %) y *Globulares* (39.6 %) son los más comunes, mientras que en la Bodega de Decomisos los *Globulares* (40.1 %) y los *Olivoideas* (30.6 %) son los más representativos (ver **Tabla 10.1.**). En el Templo Mayor parece especialmente notable un muy alto porcentaje de cascabeles *Periformes* (45.5 %, comparado con 13.8 % en la Bodega de Decomisos).

Tabla 10.1. Comparación de cantidades de formas básicas entre las dos colecciones

Forma básica	Templo Mayor		Bodega de Decomisos	
	No.	%	No.	%
Periforme	1,543	45.5	41	13.8
Globular	1,343	39.6	119	40.1
Olivoide	263	7.8	87	30.6
Tubular	83	2.4	0	0.0
Otra	13	0.4	46	15.5
Indefinido	144	4.2	0	0.0
Total	3,389		293	

Otra particularidad de la colección del Museo del Templo Mayor es la presencia de cascabeles *Tubulares* (2.4 %), aunque sea solamente en un número pequeño y restringidos a una etapa constructiva (IVb). La gráfica de distribución por altura y anchura, que compara las dos colecciones, ilustra el muy reducido rango de variabilidad de tamaños de los cascabeles del Templo Mayor (ver **Figura 10.2.**). En resumen, se puede decir que la colección del Museo del Templo Mayor no refleja todo el espectro de formas realizadas en territorio mexicano en tiempos prehispánicos, sino, más bien, se caracteriza por su reducida gama de formas básicas de cascabeles (con muy poca variabilidad interna como lo muestran los densos cúmulos), el énfasis en los cascabeles *Periformes*, y la presencia de los cascabeles *Tubulares* (que no se identificaron en la colección de la Bodega de Decomisos).

Los porcentajes de falta de fundición siguen un patrón parecido en ambas colecciones, con cierto énfasis en los cascabeles *Periformes* y *Olivoideas*, formas que a menudo tienen filigrana falsa como ornamento. El muy bajo porcentaje de falta de fundición en los cascabeles *Globulares* del Templo Mayor puede deberse al hecho de que los casca-

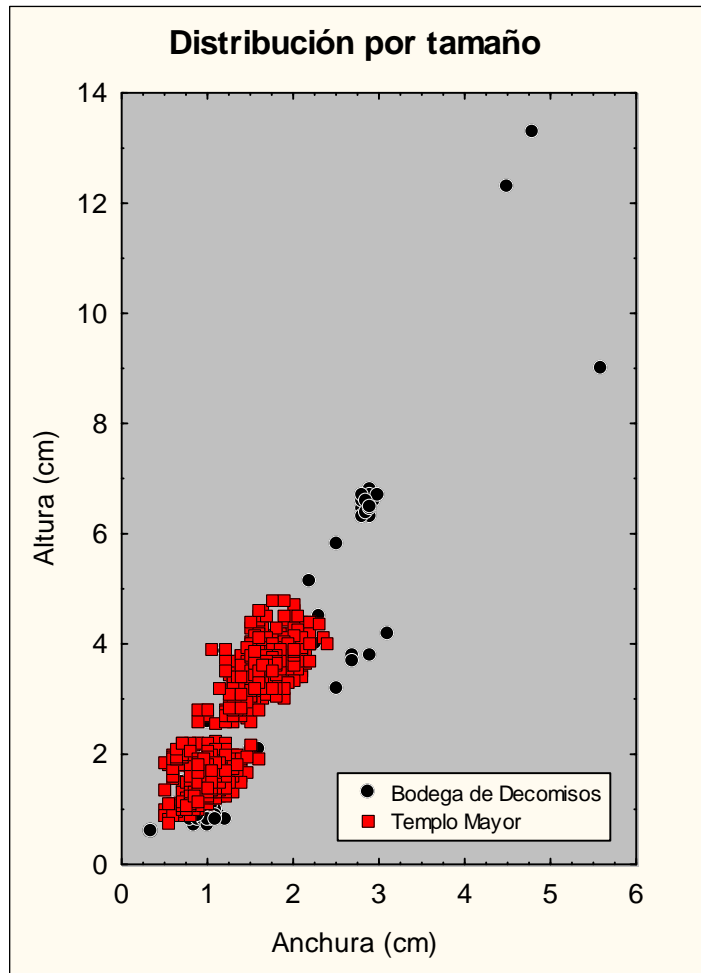


Figura 10.2. Distribución por tamaño de los cascabeles de la Bodega de Decomisos y del Museo del Templo Mayor

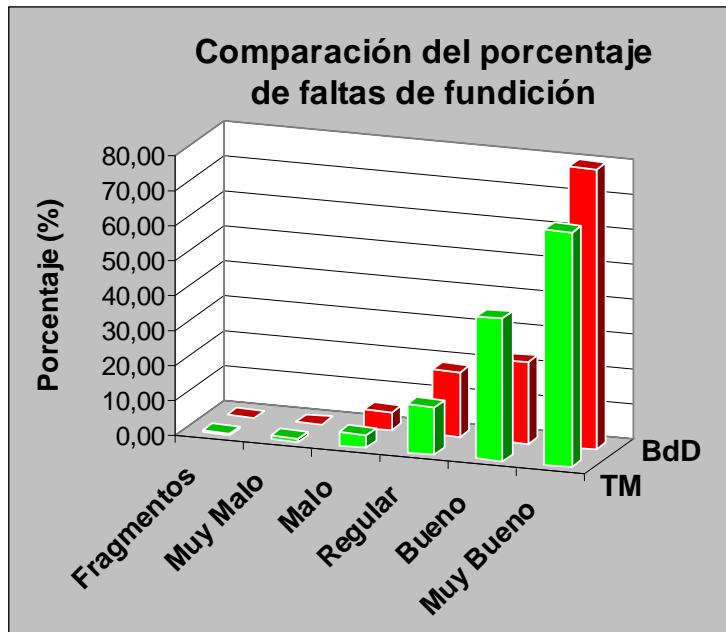


Figura 10.3. Comparación entre las dos colecciones de los porcentajes de faltas de fundición por estado de conservación

beles de la misma forma en la Bodega de Decomisos son un grupo mucho más heterogéneo, de varios tamaños y diferentes diseños. En general, el reducido porcentaje de faltas de fundición en los cascabeles *Globulares* puede ser resultado de su tamaño pequeño, que probablemente disminuye la posibilidad de la existencia de faltas de fundición que no llevan el cascabel a ser descartado al final del proceso de producción.

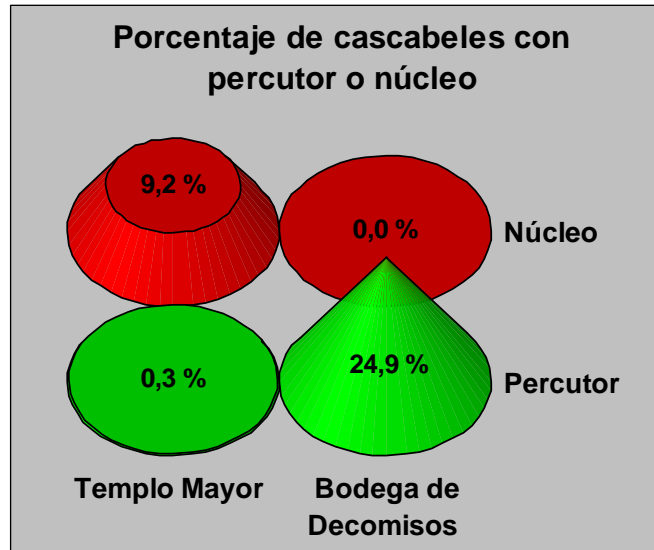


Figura 10.4. Comparación de los porcentajes de cascabeles con núcleo o percutor entre el Templo Mayor (n = 3,389) y la Bodega de Decomisos (n = 293)

En ambas colecciones se puede apreciar que el porcentaje de faltas de fundición está estrechamente ligado con el estado de conservación (ver **Figura 10.3.**) y el número de faltas detectadas aumenta con la mejora del estado de conservación, debido a una mayor facilidad de detección. Por eso no sorprende que de los cascabeles del Templo Mayor solamente 6.7 % padezcan faltas de fundición, mientras que entre los mejor conservados cascabeles de la Bodega de Decomisos sean 20.1 %.

Otra diferencia notable entre las dos colecciones es la presencia / ausencia de núcleos de fundición y percutores (ver **Figuras 10.4.** y **11.11. – 11.13.**). Los cascabeles de la Bodega de Decomisos no contienen núcleo, pero casi un cuarto de la colección presenta un percutor, sea de piedra (58.1 %), metal (12.2 %) o indefinido (29.7 %). En el Templo Mayor, 9.2 % de los cascabeles (casi todos *Globulares*) contiene un núcleo como vestigio del proceso de fundición y solamente 0.3 % contiene percutor (ninguno *Globular*), en su mayoría elaborado de metal. Eso contrasta marcadamente con los hallazgos de cascabeles globulares en Amapa que contienen (la mayoría de los del tipo IA1a-i y todos los del tipo IA5a) percutor de piedra (Pendergast 1962a:372).

10.2. ANÁLISIS INSTRUMENTAL

El problema con los análisis de objetos arqueológicos de metal es que la heterogeneidad de las piezas –causada, por ejemplo, por los procesos de producción y la corrosión intergranular– hace imposible un mayor grado de confiabilidad de un análisis individual. Eso implica que la única manera de aumentar esta confiabilidad sea analizando grandes cantidades de objetos que permitan verificar si las agrupaciones que aportan las composiciones de los metales tienen sentido en su contexto arqueológico. Por eso parece válido trabajar con los promedios totales e intervalos de variación, que incluyen cascabeles en todos los estados de conservación, aunque los resultados en muchos casos probablemente no reflejen las composiciones ‘reales’ de los objetos, sino representen principalmente un criterio de agrupación. Por eso, sin embargo, resulta de gran importancia entender bien las agrupaciones morfológicas, cronológicas, entre otras, antes de empezar los análisis.

Los resultados de los análisis, entonces, representan grandes tendencias del uso de diferentes metales de aleación, que reflejan de una u otra manera las decisiones tecnológicas que el artesano tomó en el momento de la elaboración del objeto, influenciado por las opciones y necesidades que ofrecían o exigían sus contextos social, económico, ideológico y tecnológico.

Los cascabeles de la Bodega de Decomisos permiten apreciar conexiones directas entre las morfologías y las composiciones. El hecho de no tener conocimiento de la procedencia ni la cronología de los cascabeles no permite mucho más que una descripción de los grupos que se pueden detectar. En general, se puede decir que el menor número de muestras y la mayor variabilidad dentro de los grupos de las formas básicas –que implica un mayor número de formas morfológicas– resultan en una interpretación de los datos de la colección, por sí sola, muy especulativa. Sin embargo, en comparación con los otros resultados aquí presentados, se pueden señalar algunas diferencias que subrayan la particularidad de la colección del Templo Mayor.

En el caso de los cascabeles del Templo Mayor, se puede decir que las formas básicas de éstos son indicativas de diferentes patrones de composición, tanto con respecto a los elementos mayores (diferentes aleaciones) como en relación con los elementos menores, aunque en menor grado (probablemente indicativos de diferentes fuentes de materia prima). Estos patrones, sin embargo, no necesariamente se mantuvieron estables durante todo el tiempo en que se encontraron estas formas en las ofrendas del Templo Mayor.

Después de la etapa IVb y en mayor grado en las etapas VI y VII se observa un aumento notable en el uso del estaño en los cascabeles *Globulares* y *Olivoides*, y del plomo en los *Periformes*. Los cascabeles *Tubulares*, que parecían compartir su composición con los cascabeles *Globulares*, existían solamente en la etapa constructiva IVb y tenían un alto porcentaje (casi 10 %) de estaño, en un momento en que los cascabeles *Globulares* tenían un promedio de estaño por debajo de 1.0 %.

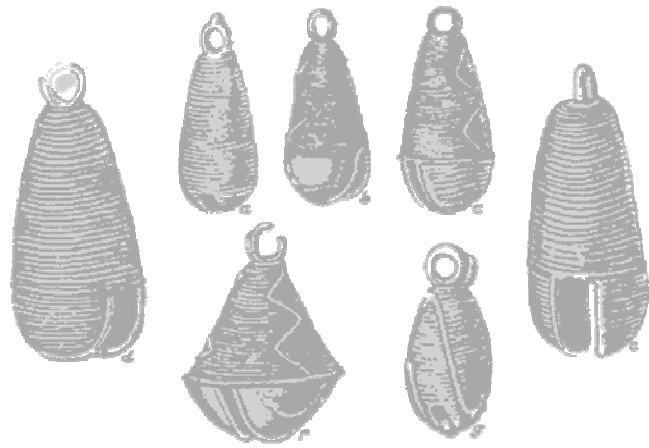
Los cascabeles *Periformes* no solamente son el grupo más grande, sino también el más variado, tanto en términos morfológicos como en composición metálica. Diferentes tipos de los cascabeles *Periformes* están elaborados en composiciones con, a veces, marcadas diferencias de cantidades de plomo, arsénico y en menor grado estaño. Así que, aun si los cascabeles *Periformes* se distinguen bien de los demás por la aleación empleada principalmente (cobre-arsénico-plomo), existe una variabilidad entre los diferentes tipos y subtipos que puede indicar variaciones de 'recetas', falta de control sobre el proceso o –en algunos casos– incluso aleaciones diferentes (por ejemplo cobre-arsénico o cobre-plomo-arsénico-estaño). Los elementos menores indican que los cascabeles *Periformes* probablemente fueron elaborados de materia prima principal –el mineral de cobre– de dos o más yacimientos diferentes.

Ambas colecciones contienen pequeños grupos de cascabeles que –entre sí– claramente comparten rasgos morfológicos y de composición. La existencia de estos grupos comprueba que los resultados de los análisis instrumentales no son aleatorios. No se puede excluir la posibilidad de que estos grupos de cascabeles se elaboraron de un mismo lingote de metal. En el Templo Mayor, además, se pueden identificar tendencias de uso de ciertas aleaciones para cascabeles de una forma básica (por ejemplo, el cobre con estaño para los cascabeles *Globulares*), que –muy probablemente– no proceden del mismo momento de producción. Esta constancia de uso de una aleación permite ver la gran variabilidad de composición (por ejemplo, la cantidad de estaño utilizado) en diferentes momentos productivos, aun siguiendo una misma tradición de producción. Eso se puede deber a una falta de posibilidad o necesidad de controlar mejor las composiciones.

En general, se puede decir que la colección del Templo Mayor se distingue de la de la Bodega de Decomisos, por un lado, por un espectro más reducido de formas morfológicas en general, y por otro, por formas (*Tubular*) y aleaciones (por ejemplo, altos contenidos de plomo) que no se encuentran en la colección de la Bodega de Decomisos. Además, el uso de aleaciones es mucho más predecible en el Templo Mayor que en la Bodega de Decomisos. Eso se debe a la vinculación más constante

entre formas y aleaciones, y a la presencia de agrupaciones más grandes que definen tendencias claras. La homogeneidad de la colección del Templo Mayor –que se puede deber a un reducido número de talleres en los que se produjeron los cascabeles– es destacada por la gran variabilidad de las formas y composiciones de los cascabeles de la Bodega de Decomisos, que probablemente reflejan sus múltiples procedencias y temporalidades.

PARTE 5: LA INTERPRETACIÓN



11. IMPLICACIONES IDEOLÓGICAS, ECONÓMICAS, SOCIALES Y TECNOLÓGICAS

En todas las culturas del mundo, el descubrimiento del metal permitió la concepción de novedosos diseños de artefactos (más delgados y complejos) e introdujo nuevas cualidades sonoras (las propiedades del material hacen que aguante golpes fuertes y mantiene vibraciones) y visuales (tiene colores y brillo que no se encuentran en otros materiales en la naturaleza). Las posibilidades creativas que el metal ofrece para producir objetos, darles forma e influenciar directamente algunas de sus propiedades físicas (por ejemplo color, dureza y brillo), tuvieron importantes repercusiones sobre las sociedades. En términos básicos este impacto se deja explicar por tres factores: los metales (a) tienen propiedades altamente deseables (del punto de vista práctico y ornamental), y (b) solamente se encuentran en lugares selectos. Por último (c) se necesita un conocimiento especializado, tanto para procurar la materia prima (encontrar el mineral y extraer el metal) como para producir objetos. Debido al acceso restringido, así como por las propiedades que no son comparables con las de otros materiales antes utilizados, los metales empezaron a ser indicadores de alto estatus social y / o sacralidad en muchas sociedades del mundo:

“Metals [...] possess notable qualities that afford a unique potential for ritual marking and mystification. This is due partly to the complexities of the various technological processes that must be mastered in order to produce finished objects. These are matched in the symbolic realm by the nature of metals as something cold and hard made from something hot and liquid and something that can be shaped into an endless variety of cultural forms from lumps of raw material via technological ingenuity and the mediation of fire [...]” (Saunders 2003:23).

La importancia del metal se aprecia plenamente al observar los efectos que ha tenido su extracción, procesamiento y uso sobre la tecnología, la vida social, la ideología y la economía humanas. Esta relación, sin embargo, no es unidireccional dado que las sociedades humanas con sus diferentes estructuras sociales y económicas, conocimientos tecnológicos y creencias, formaron los procesos metalúrgicos, usaron y dieron sentido al metal de muchas maneras diferentes.

En las próximas páginas se presentarán algunas de estas interacciones con respecto a los cuatro ámbitos de la vida humana arriba mencionados. Es importante ver esta separación como un paso en el proceso de la investigación y no como una realidad. De hecho, en muchos casos será difícil separar la discusión de los temas y habrá traslajos. Aun así pareció útil hacer esta diferenciación, no para ‘compartmentalizar’ la vida humana, sino para ver el mismo tema desde diferentes perspectivas, estructurando el

discurso y evitando la dominación de una sola temática. Se emplearán ejemplos de otras culturas y regiones del mundo, pero esta información tiene como fin alimentar e informar el análisis y la interpretación de los cascabeles del Templo Mayor. Los cascabeles y su contexto son resultado de un proceso de producción y uso a lo largo del cual mineros, metalúrgicos, orfebres, comerciantes y sacerdotes actuaron y tomaron decisiones. Aunque el poder del individuo de hacer funcionar o echar a perder un proceso o una acción siempre está presente, no actúa en aislamiento de las necesidades y posibilidades físicas y culturales de su contexto. El hecho de hallar los cascabeles (con sus formas y composiciones particulares) en las ofrendas del Templo Mayor nos informa sobre las decisiones tomadas a lo largo de su proceso de producción y uso, y, con eso, sobre la cultura que los creó. Esta información arqueológica se puede corroborar, completar y contrastar con información de otras fuentes.

Al final de estos cuatro **Subcapítulos (11.1. – 11.4.)** se podrá ver qué es lo que los cascabeles del Templo Mayor nos pueden decir sobre la ideología, economía, sociedad, y tecnología de los mexicas. Por supuesto no se trata de reconstruir toda la cultura a partir solamente de los cascabeles (comparable a un Sherlock Holmes que nos puede resolver los casos con nada más que el zapato izquierdo del asesino como evidencia, y su mente brillante), sino que la meta es aportar información sobre diferentes aspectos de la vida en el centro de México en tiempos postclásicos; información que después tiene que ser comparada con estudios sobre otros tipos de material y puesto en un contexto general de las investigaciones sobre la cultura mexicana.

11.1. EL VALOR IDEOLÓGICO DE LOS METALES Y LOS CASCABELES

La noción de ideología es central para la reproducción del orden social, en el sentido de representar una serie de creencias que permite a todos los grupos de la sociedad vivir sus vidas (Burke 1999:14). Por eso el término ideología se puede entender como:

“[An] organizing social force, which actively constitutes human subjects at the roots of their lived experience and seeks to equip them with forms of value and belief relevant to their specific social tasks and to the general reproduction of the social order” (Eagleton 1991:221, citado en Burke 1999:14).

Estas ideas que estructuran la vida de una sociedad son transmitidas en una gran gama de diferentes maneras. La cultura material –los objetos con su forma, color, sonido,

ornamentación y uso– sirve para expresar estas ideas y es un elemento importante en la comunicación y el mantenimiento de una ideología (ver **Capítulo 5**).¹

En Mesoamérica la introducción y el desarrollo de la metalurgia alrededor de 600 d.C. fueron eventos relativamente tardíos (Hosler 1994a:45, 46) y los metales llegaron a tener una importancia principalmente ornamental,² muchas veces estrechamente relacionada con el mundo divino. Estos factores ideológicos podían llegar a tener influencias directas sobre el trabajo de los metales:

“ ... la religión y la política no ofrecieron únicamente el contexto de consumo, sino que determinaron las normas generales de elaboración. La producción orfebre prehispánica no fue una actividad que se dejara a la libre iniciativa y al arbitrio de los artesanos individuales. En todas las épocas y en cada una de las sociedades orfebres existieron normas rígidas que determinaban qué tipo de metales y aleaciones se usaban, cómo se trabajaban, qué formas y funciones debían tener los objetos y, sobre todo, qué iconografía se plasmaba en ellos” (Lleras 2005b:14).

En general se puede decir que oro y plata, aunque presentes, juegan un papel secundario en el contexto arqueológico mesoamericano.³ Saunders (2003:29) explica este hecho con la ya mencionada llegada tardía de la metalurgia a Mesoamérica, que no había permitido todavía la sustitución de otros materiales de elite por los metales preciosos. Snarskis (2003:161) describe este tipo de cambio para Costa Rica, donde los metales habían sustituido al jade como material de elite alrededor de 700 d.C. Según Snarskis (2003:159), esta transición es un ejemplo claro de la correspondencia entre ideología y cultura material –lejos de ser un mero cambio tecnológico– que llevo consigo profundos reajustes sociales e ideológicos (Snarskis 2003:194):

“Thus, in this hypothesis jade represented an expression of an ethos and, likely, a reality of widespread, small-scale communities attempting to live in harmony with their environment and their fellow humans. In contrast, the flashy brilliance of gold became an expression of the aggressive, expansionist goals of elites in hierarchical systems likely under demographic and environmental stresses”.

Hasta qué grado procesos parecidos tomaban lugar en Mesoamérica, es difícil de decir, en parte porque se presenta el problema de que, aunque las fuentes mencionan casi exclusivamente el uso y significado de los metales preciosos (oro y en menor grado la plata), los contextos arqueológicos indican una predominancia del cobre.

¹ Salas *et al.* (2001:155) define los objetos de metal como *hierofánicos* o *cultuales*.

² Aunque Saunders (2003:27) menciona este hecho con respecto a toda América, en otras áreas (por ejemplo, Perú) se daba más uso práctico a los metales que en Mesoamérica.

³ Aguilar (1946:69) enfatiza este punto con respecto a la plata.

Si bien en México la gama de objetos elaborados de diferentes metales y sus aleaciones (especialmente cobre, estaño, arsénico y plomo) era grande, el cascabel de cobre (y sus aleaciones) ocupó un lugar prominente (Hosler 1986:49).

La importancia de los metales –especialmente en su presentación de cascabel– en la comunicación o relación con los dioses es palpable en las ofrendas excavadas en el Templo Mayor de México Tenochtitlan. Éstas contenían un total de aproximadamente 3,389 cascabeles de metal con una variedad de formas, tamaños y ornamentaciones.

El significado ideológico de estos cascabeles puede concentrarse en uno o varios de los siguientes puntos:

- 1) Material (el valor y significado del material, sea por sus propiedades o procedencia, y / o la manera de producción y su carga simbólica);
- 2) Simbolismo (el valor simbólico del cascabel con sus propiedades visuales y auditivas);
- 3) Uso práctico y asociaciones (el valor práctico del cascabel como instrumento, ornamento, marcador de estatus etcétera);
- 4) Contexto (el valor que proporciona el contexto puede resultar en una alteración o redefinición de los significados anteriores).

Estos cuatro puntos, por si solos o en combinación, formaban la influencia ‘ideológica’ sobre los artesanos al elaborar los cascabeles. Estas necesidades y posibilidades ideológicas tienen que ser conciliadas con las realidades tecnológicas, económicas y sociales en las decisiones tecnológicas (Sillar y Tite 2000; Schiffer *et al.* 2001) que toma el artesano.

No existen muchos trabajos sobre el valor y el significado material, simbólico o práctico de los cascabeles mesoamericanos.⁴ Por ejemplo, las interpretaciones de atavíos de deidades mesoamericanas muchas veces mencionan los cascabeles, pero no dan aclaraciones sobre la simbología y significado de ellos (ver Aguilera 1978; López Austin 1979; Matos Moctezuma 1991). Caso semejante es la total exclusión de los casi 200 cascabeles de cobre en la interpretación ritual de la ofrenda 98 del Templo Mayor (Olmo 1999:104-8). Tampoco existen estudios a fondo sobre el valor y significado del cobre y los demás metales empleados como materia prima para los cascabeles.

⁴ Los trabajos de Dorothy Hosler son la más importante excepción.

Tratar de entender el sistema de valores de una sociedad del pasado y no juzgar y valorar desde nuestro punto de vista moderno es de gran importancia en la arqueología. Una investigación de este tipo se complica además, porque “el mensaje es una configuración de significados simbólicos que es más que la mera suma de sus partes”⁵ (Bray 2003:304, traducción del autor). Por esta razón Bray admite, acercándose más de lo que quisiera a una posición postmoderna, que la búsqueda de un significado definitivo puede ser fútil:

“These configurations of meanings, or clusters of symbols, interpenetrate, and are overlapping rather than discrete. Any individual element may appear in more than one cluster, and every important supernatural has a wide range of responsibilities. Which role he plays at any particular moment depends on context. In this setting, the search for a single, definitive meaning is doomed to fail, and mythology becomes a dark pool in which each investigator sees only a reflection of himself. This view brings me closer than I would like to the postmodern position that “Truth” is both personal and context-dependent and that all interpretations have validity of a sort. This may well be the Kogi position too. To quote Reichel-Dolmatoff again, ‘the Kogi easily switch back and forth between levels of interpretation or images of different categories, and often enough the lack of, what we would call, consensus, and the little importance attached to it by the Kogi, is disconcerting’ (Reichel-Dolmatoff 1990:16)” (Bray 2003:315-6).

Sin embargo, Ian Hodder mencionó en una de sus pláticas en el IIA/UNAM, en noviembre de 2002, que al buscar este “valor ajeno” hay que tener cuidado de no alejarse demasiado de los hechos, o sea los fenómenos observables en el registro arqueológico, para no hacer de la “explicación” una mera “suposición”.

La arqueometalurgia ofrece muchas posibilidades de investigar y ‘ver’ los resultados de las decisiones tecnológicas. Para entender las razones que motivaron la selección de materiales y técnicas de producción (conciente o inconscientemente) hay que entender bien los procesos de producción de los cascabeles, la estructura material de los artefactos, así como las propiedades que resultan y dependen de esta estructura. Finalmente hay que revisar y entender las actividades de desempeño que incluyen *Distribución, Uso y Función* en el más amplio sentido de la palabra (ver Kingery 1996, y ver **Figura 5.1.**).

La información que puede ayudar a indagar el significado de los cascabeles se deriva entonces de su forma, ornamentación, color, sonido, material y (contextos de) uso. Sin embargo, en muchos casos el mal estado de conservación no permite ver los colores ni

⁵ Bray dice eso con respecto a atavíos de caciques de los taínos y basado en una investigación de Oliver (2000).

oír el sonido original y aún en casos de objetos perfectamente conservados los problemas en el análisis del significado de los cascabeles son múltiples. Las apreciaciones del valor simbólico de los objetos probablemente nunca fueron 'normadas', o sea, variaban con respecto a la preparación del receptor (ver Aguilera 1978:81, López Austin 1985:267; Barrett 1987:471). Además había cambios a través del tiempo, por ejemplo en el atavío de Coyolxauhqui en el Templo Mayor (Matos Moctezuma 1991; ver también López Austin 1983 sobre el carácter dinámico de los dioses mesoamericanos). Sin embargo, no se trata de un sistema arbitrario, sino la "tradición de la cultura mesoamericana" con su *núcleo duro*, que solamente sufre cambios muy lentos (López Austin 1992:173), permite vincular conceptos de la cosmovisión con ciertos aspectos de la cultura material.

Otro problema es la identificación de los cascabeles en las fuentes. En la mayoría de los textos etnohistóricos se mencionan casi únicamente cascabeles de oro. Como mencionado líneas arriba, eso contrasta drásticamente con los hallazgos en el contexto arqueológico, donde la gran mayoría de los cascabeles son de cobre o sus aleaciones (en el Templo Mayor la relación 'oro:cobre' es aproximadamente 1:340). No queda claro si la información etnohistórica refleja la situación real y hasta que grado la información que existe con respecto a los cascabeles de oro es válida para los cascabeles de cobre. Este punto se discutirá en más detalle en las próximas páginas. Cascabeles de plata o de color plateado no se mencionan en las fuentes, situación que está reflejada en su casi ausencia en el contexto arqueológico.

11.1.1. Los procesos metalúrgicos

La existencia de una dimensión mágica-religiosa en los procesos mineros y metalúrgicos se muestra claramente en las palabras del cronista e historiador del siglo XVII Antonio de la Calancha sobre la situación en Perú (citado en Carcedo y Vetter 1999:177):

"Usavan los Indios que van a las minas de plata, de oro o de azogue, adorar los cerros o minas, pidiéndoles metal rico, i para esto velan de noche, beviendo i baylando, sacrificio que azen a la riqueza; ...".⁶

Saunders (2003:26) y Cooke *et al.* (2003:110) citan ejemplos de rituales asociados a procesos de extracción de oro en Suramérica y el Caribe. Estos rituales en general se

⁶ La cita es más larga y Carcedo y Vetter (1999:177) la comparan con otra cita parecida del padre Bernabé Cobo, encontrando inconsistencias y contradicciones. Sin embargo ambas citas demuestran claramente la dimensión espiritual que incluye el trabajo metalúrgico.

enfocan en pedir permiso y éxito para las labores a los seres sobrenaturales que controlan el acceso a los metales o minerales.

Los procesos de producción de hierro en África⁷ (Collett 1993) y de cobre en algunos lugares de Suramérica (Falchetti 2003; Saunders 2003:26) están equiparados a la procreación y los ciclos de vida humana. En eso existen paralelos con la ‘embriología mineral’ de los alquimistas europeos. En algunos hornos metalúrgicos africanos esta conexión con la procreación está enfatizada por la decoración con atributos femeninos, como por ejemplo, pechos (Collett 1993:503). Rowlands y Warnier (1993:513) también subrayan que entre los metalúrgicos africanos existía la convicción de participar en procesos naturales (y no ‘tecnológicos’):

“... smelters and smiths appear to have regarded themselves as facilitators in what we would call a natural process by which certain materials in nature transformed themselves into a substance which could be adapted to culturally useful ends. Humans were there to facilitate this process and help remove impediments, and protect against sources of danger to the natural process. By achieving these ends, humans could direct a natural process into a socially useful direction, i.e. could come to believe that they were participating in a natural process of transformation, which was equally their image of the relation of persons to things in general” (Rowlands y Warnier 1993:541).

Otro aspecto relacionado que se encuentra en África es la importancia de la transformación por calor (por ejemplo en los procesos metalúrgicos) de lo natural, o ‘crudo’, a lo cultural, o ‘cocido’, y con eso el control del cruce de la frontera entre los dos (ver Collett 1993:505 para más referencias).

En Europa los ritos mineros sobrevivieron hasta finales de la Edad Media y la extracción y el manejo de los minerales y metales fueron (y son) procesos altamente cargados de sacralidad como en la mayor parte del mundo (Eliade 2001:55). Que esta transformación también tenía una dimensión religiosa en América indican las ofrendas en asociación con los hornos en Huaca del Pueblo Batán Grande, Perú (Shimada y Merkel 1991:82, ver **Subcapítulo 7.3.2.3.**), y un estudio etnográfico en el altiplano Boliviano (Nash 1979). Se describe el precario equilibrio entre dos divinidades a los que se apacigua, pide o agradece con ofrendas de llamas blancas o fetos de llama y rituales que incluyen danzas, bebidas y masticar coca (Carcedo y Vetter 1999:178, con

⁷ Saunders (2003:23) resalta la diferencia de la actitud entre los europeos (tanto del siglo XV como de tiempos modernos) y las sociedades indígenas de América frente a los metales. Indica que la visión de los indígenas americanos es más afín con otras sociedades tradicionales, incluyendo algunas africanas.

referencia a Nash 1979). Un estudio que se elaboró entre 1958 y 1970 (Valencia 1978, descrito en Carcedo y Vetter 1999:179) sobre los plateros de San Pablo en el departamento de Cuzco, Perú, indicó que existe todo un cuerpo de rituales y creencias conectados tanto con las materias primas (metal, arcilla para moldes, etcétera) como con las herramientas.

Tanto con respecto a los procesos de producción como a los productos mismos de estos procesos, los investigadores modernos tienden a disociar y analizar en aislamiento los diferentes aspectos que conforman los procesos y sus productos. Collett (1993:499) indica que el acercamiento 'científico' muchas veces lleva a la separación de la parte 'tecnológica' del proceso de otros elementos considerados 'mágicos' o 'simbólicos'. Sin embargo, esta separación en muchas ocasiones no refleja la visión de los actores. Budd y Taylor (1995:133, traducción del autor) consideran que en el estudio de la metalurgia existe mucha "proyección anacronista al pasado de nociones modernas de cambio tecnológico motivado por la ciencia racional".⁸ Ellos mencionan que en sociedades no literarias la ritualización de procesos con secuencias complejas sustituye la anotación en un 'manual científico' (Budd y Taylor 1995:139) y sugieren darle a la dimensión ritual y mágica un lugar central en la interpretación y construcción de hipótesis, y colocar esta en una perspectiva amplia de desarrollo social (Budd y Taylor 1995:133).

Saunders (2003:15, 17) enfatiza que el mundo es un lugar multisensorial para los indígenas contemporáneos y del pasado reciente, donde las dimensiones olfatorias, auditorias y táctiles formaban una unidad holística. Este sinesteticismo les permite integrar los aspectos de la valoración espiritual y física de experiencias fenomenológicas. Saunders supone que eso deriva de una actitud indígena pan-americana frente a materiales resplandecientes y el poder creativo de la luz, que probablemente tenía sus raíces en tiempos prehispánicos. Para sociedades indígenas, según Saunders (2003:17), por eso no existe la separación de sociedad, tecnología y objetos:

"Behind the physicality of existence for any society are guiding metaphysical principles that shape and give meaning to the technologies of material culture as well as to social and spiritual life. For Amerindian societies, these three aspects of culture appear not to have been separated or compartmentalized, but inextricably bound so that society, its technologies, and objects formed a unity."

⁸ Culpan a Childe (por ejemplo, 1944) de enfatizar el aspecto 'científico' de la metalurgia y de conectar la supresión de los elementos mágico-religiosos con la noción de progreso (Budd y Taylor 1995:134).

Estos ejemplos demuestran que en varias regiones del mundo es o era muy difícil o incluso imposible separar la parte ‘tecnológica’ de los aspectos rituales, tanto en lo que concierne a los procesos de producción como en el significado de los objetos. Lleras (2005b:18, 21) sugiere con respecto a la región andina, que los procesos metalúrgicos allí estaban igualmente cargados de significados como en otras regiones del mundo:

“Cada fase del trabajo orfebre estuvo imbuida de significados sociales y religiosos profundos que vinculaban la ideología política y la cosmovisión con la manipulación práctica, de suerte que trabajar metales terminaba siendo un medio de manipular las fuerzas del cosmos y de la sociedad. Las opciones técnicas resultaron siendo, en el fondo, opciones culturales y el resultado de su aplicación produjo un universo de estilos y objetos que refleja tanto una concepción del universo como el dominio de un repertorio de métodos de trabajo”.

Aunque no existen muchas informaciones de los cronistas o del registro arqueológico sobre el valor y significado de los metales o procesos metalúrgicos mesoamericanos, se puede asumir que desde la extracción de los minerales hasta la elaboración y el uso de los objetos de metal había fuertes elementos rituales y simbólicos presentes en cada momento. Un indicio de eso puede ser el fragmento de escoria (no. de entrada 4053) que se encontró en la ofrenda 54 de la etapa constructiva V del Templo Mayor. También hay que considerar la posibilidad de una procedencia sagrada de las materias primas. Eso podría tener un impacto directo sobre el uso de material de ciertos yacimientos considerados ‘sagrados’, e influenciar los patrones de abastecimiento y uso, haciéndolos diferir de una lógica puramente económica y / o tecnológica. Para el contexto mesoamericano no existe investigación detallada de estos aspectos y las fuentes etnohistóricas guardan silencio al respecto.

Lejos de llenar este vacío la investigación de la metalurgia prehispánica por arqueólogos americanos se apegó mucho a una visión moderna, basada en el valor económico intrínseco del metal precioso y menos en los valores culturales adscritos al material por la cultura productora (ver Carcedo y Vetter 1999:175; Saunders 2003:23).

11.1.2. Significado de los cascabeles

La carga mágica-religiosa del proceso de la metalurgia, que hace cambiar el material de trabajo de estado y aspecto varias veces –de mineral sólido a metal líquido a objeto sólido y brillante– es evidente. La corrosión natural añade un cambio más, al convertir el objeto de cobre sólido y brillante en opaco verduzco. Los objetos, producto de estos procesos, participan del valor que ha generado el proceso. En las próximas páginas se

va a reunir información sobre el aspecto ideológico de los metales, el simbolismo de los cascabeles y los valores que tienen por su uso práctico y sus asociaciones. Los cascabeles aquí investigados además son especiales por su contexto de deposición: el Templo Mayor de Tenochtitlan.

11.1.2.1. Significado del metal

El valor de algunos metales preciosos, especialmente del oro y, en menor grado, de la plata, ha sido la motivación de muchas empresas humanas, entre ellas la conquista del 'Nuevo Mundo'. A veces el 'hambre de oro' hizo olvidar a los aventureros las reglas básicas de la humanidad por un lado, y de la precaución por otro (**Figura 11.1.**).

El grado en que el oro ha preocupado la mente de los hombres también encontró su expresión en la alquimia, que tenía como una de sus metas "transmutar" otros metales en oro. En los experimentos alquimistas con minerales se reunían "la concepción arcaica de la embriología mineral" con las "especulaciones astrológicas babilónicas" (Eliade 2001:49). Se partía de la idea de que cualquier metal finalmente se convertirá en oro dentro de la matriz de la tierra; este proceso, sin embargo, era influenciado por los astros: la plata creció bajo la influencia de la Luna, oro bajo la del Sol y cobre era influenciado por el planeta Venus (Eliade 2001:48, con referencia a Das Bergbüchlein 1505).

El valor ideológico o el significado del material 'metal' –a diferencia de otros materiales como la piedra o los materiales orgánicos– por un lado, y los metales individuales por otro,⁹ es difícil de descifrar e imposible de reducir a un significado único. Eso se debe en parte a la poca información detallada que existe al respecto, y además a la polisemia de los metales que aún esta poca información permite entrever.

López Austin (1998a:347) menciona que los metales en general pertenecen al lado frío del cosmos, que incluye, por ejemplo, lo femenino, el pulque, la tierra, la muerte y el inframundo. Mientras que algunos metales por las asociaciones que evocan parecen caber sin problemas en la definición del 'lado frío del cosmos' otros, como el oro que es

⁹ En el caso de Japón, la tecnología de la elaboración de artefactos de hierro y de cobre llegó aproximadamente al mismo tiempo a finales de la fase yayoi temprana (II siglo a.C.) desde China y de la península coreana. Parece que en los primeros tiempos la materia prima (los metales) también se importó, dado que no hay evidencia de fundición de minerales. Desde el inicio había una separación del uso de los metales, con el hierro fundamentalmente empleado para la producción de armas y herramientas, mientras que el bronce sirvió para la fabricación de objetos rituales, entre ellos campanas, vaciadas en moldes de piedra (más tarde de arcilla) con núcleo de arena (Morita 2004a:196-200; Negita 2004:152).

asociado con el sol y la virilidad (ver abajo), parecen salirse de la categorización de los metales en general. Eso ya indica que no hay una simple separación del cosmos en dos lados, sino que se trata de posiciones relativas.



Figura 11.1. Orfebres de Panamá utilizando canutos para fundir oro en preparación de verterlo por las gargantas de los voraces europeos (Benzoni 1565, en Craddock 1995:179)

Un indicio de la carga cosmovisional que tienen los metales se encuentra en las *Relaciones Geográficas de Michoacán*. En el año 1579 Diego Garcés, corregidor por su Majestad del pueblo de Ajuchitlan, Michoacán, reporta la siguiente información con respecto a la creación de los humanos:

“Las adoraciones eran en muchas maneras, porque adoraban al Sol, a la Luna, y a ídolos de piedra, de barro y de madera, de diversas hechuras y tamaños. Y dicen que entendían [que] había un dios principal que estaba en el cielo y lo había criado todo, y que ha de haber juicio final; y que el mundo tuvo principio, y que hizo Dios un hombre y una mujer de barro, y q[ue] se fueron a bañar y se deshicieron en el agua; y que los volvió a hacer, de ceniza y [de] ciertos metales, y los envió al río a bañar, y que no se deshicieron; y q[ue], de aquéllos, empezó el mundo” (Acuña 1987:36).

Otro mito, que conecta a los metales con la creación de los humanos, se encuentra en Perú, y es relatado por Falchetti (2003:348):

“... in the mythology of certain ancient communities from the central coast of Peru, chiefs descended from a golden egg, and their wives from a silver egg, while commoners were born from a copper egg (Calancha 1982 [1638]vol.3:934). This must symbolize the mortality of the common people and the immortality of divine rulers”.

En Mesoamérica oro y plata se llaman *coztic teucujtlatl* y *jztac teucujtlatl* en *náhuatl*, lo que significa en traducción literal amarillo y blanco excremento (*cujtlatl*) de dios (*teotl*) (ver **Figura 11.2.**). Eso hace los metales productos divinos que son posesión y propiedad de los gobernantes. Específicamente con respecto al oro, se puede leer en el *Códice Florentino*, que es considerado medicina contra pústulas. Así se conecta este metal con el sol, dado que Nanauatzin, el dios que se convirtió en sol, tenía pústulas. Por eso su ‘excremento’, el oro, es considerado medicina contra el mal¹⁰ (Anderson y Dibble 1950-82 vol.XI:234).



Figura 11.2. Oro y plata, sol y luna (*Códice Florentino* XI:215v)

En la *Relación de las ceremonias y ritos y población y gobierno de los indios de la provincia de Michoacán* (1541) (citado en Hosler 1994a:229) también se encuentran indicaciones de la asociación del oro con el sol, e incluso se conecta directamente la plata con la luna:

¹⁰ Es interesante notar que en el *Códice Florentino* se menciona que el *tepoztlalli*, el mineral del cobre (Anderson y Dibble 1950-82 vol.XI:235), también parece haber sido utilizado como remedio contra pústulas, *nanahuatl* (Anderson y Dibble 1950-82 vol.X:157).

“Viendo aquel oro amarillo y la plata blanca dijo Hiripan, ‘Mirá, hermanos, que esto amarillo deber ser estiércol del sol que echa de si; y aquel metal blanco estiércol de la luna, que echa de si ...”

La asociación también se basa en los colores de los astros, dorado y plateado. Sin embargo, para la discusión del significado de los cascabeles hay que mencionar que en las descripciones de la luna y del sol no se les adscribe solamente un color, sino se enfatiza la naturaleza cambiante, especialmente de la luna:

“CAPÍTULO I, *del Sol*

El Sol tiene propiedad de resplandecer y de alumbrar y de echar rayos de sí. [...] A las veces cuando sale el Sol parece de color de sangre; y a las veces parece blanquecino; y a las veces sale de color enfermizo por razón de las tinieblas o de las nubes que se le anteponen. [...]” (Sahagún 1989:478).

“CAPÍTULO II, *de la Luna*

Cuando la Luna nuevamente nace, parece como un arquito de alambre delgado. Aún no resplandece; poco a poco va creciendo. A los quince días es llena; y cuando ya es llena, sale por el oriente a la puesta del Sol. Parece como una rueda de molino grande, muy redonda y muy colorada. Y cuando va subiendo, se para blanca o resplandeciente; parece como un conejo en medio della. Y si no hay nubes, resplandece casi como el Sol, casi como de día. Y después de llena cumplidamente, poco a poco se va menguando, hasta que se va a hacer como cuando comenzó. Dicen entonces: ‘Ya se muere la Luna; ya se duerme mucho’. Esto es cuando sale ya con el alba. Al tiempo de la conjunción dicen: ‘Ya es muerta la Luna’” (Sahagún 1989:479).

Simmons (2006:3-4) nota que en maya chontal contemporáneo la palabra *ta k’in* significa ‘dinero, metal o literalmente: el excremento del sol’, también vinculando lo precioso, valorado con la expresión ‘excremento del sol’.

Carmona (2004:325), en sus trabajos sobre la orfebrería de Oaxaca, México, indica que los nobles se cubrían en oro para deslumbrar al pueblo con los reflejos del sol. El simbolismo y los ornamentos de los objetos de oro no eran reconocibles para los espectadores, por ejemplo de un acto ritual público, pero el brillo de los objetos, y con eso de sus portadores, sí lo era. Solamente otros nobles, con los que los portadores de los ornamentos tenían un trato más directo, eran recipientes de los mensajes simbólicos. Por otro lado, también hay ejemplos en América donde el metal está cubierto en algunos lugares con otros materiales –como cinabrio, incrustaciones de piedras, concha o plumas– y por eso no resplandece (Carcedo y Vetter 1999:181; ver también Lechtman 1984a:12; Shimada 1996:37).

Con respecto al significado de los metales, oro y plata han recibido la mayor parte de la atención en la literatura y especialmente con respecto a la zona Andina se puede identificar claras tendencias. Alva y Donnan (1993:223) sugirieron que los metales simbolizan las dualidades básicas humanas como masculino / femenino o sol / luna. Falchetti (2003:246) propone que estas asociaciones se encuentran en la cosmología de pueblos que se especializaron en la metalurgia de los dos metales. Aparentemente oro y plata además fueron asociados respectivamente con el lado derecho e izquierdo del cuerpo, hecho que ha sido demostrado en contextos funerarios (ver **Figura 11.3. y 11.4.**) en Sipán, Perú, por Alva y Donnan (1993:221-3). En Loma Negra, Perú, este uso de los diferentes metales y sus colores se puede observar en narigueras elaboradas de láminas de oro y plata que fueron unidos por soldado por martillado (Schorsch *et al.* 1996:148; Lleras 2005b:33).



Figura 11.3. Cuchillos en oro y plata de la tumba 1 en Sipán, Perú (tomado de Alva y Donnan 1993:96)

Cosmologías centradas en cultos lunares, según Falchetti (2003:248), pueden ser relacionadas con un mayor énfasis en el uso de plata o de bronce arsenicales con sus colores plateados. Eso se puede observar en algunas comunidades preincaicas, mientras que los incas, con su culto solar, prefirieron el bronce de estaño con sus tintes dorados (este punto se discutirá más adelante).

Carcedo y Vetter (1999:200) indican que el simbolismo de oro (o aleaciones doradas) y plata (o aleaciones plateadas) para la época de los incas siempre fue interpretado como asociado con el sol y la luna respectivamente. Lechtman (1984a:14, ver también 1977:9) enfatiza esta conexión simbólica de los metales preciosos con el sol y la luna, y por extensión con la dinastía inca:

“... gold and silver played a prominent role. They were his [the Inca’s] birthright, for the Inca dynasty began with the offspring of the sun and the moon. The first Inca was the son of the sun. In Inca cosmology, gold represented the sweat of the sun, silver the tears of the moon. Thus these two metals were intimately associated with the origin myth of the ruling dynasty ...”

En Mesoamérica no se han identificado tendencias tan claras en el registro arqueológico, aun si en el ámbito mixteco, en México, Caso (2002 [1965]:399-400)

identificó dos anillos (*artificial fingernails*), uno elaborado de plata, con símbolos nocturnos, y el otro de oro, con símbolos diurnos.



Figura 11.4. Tumba 1 en Sipán, Perú (tomado de Alva y Donnan 1993:92)

Carmona (2004:324) propone en su trabajo sobre la metalurgia de Oaxaca, México, que “el principal destino de la plata era fundirse con el oro” que aparte de ofrecer ventajas técnicas significaba la unificación de sol y luna y con eso la recreación de la unidad primordial. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que en muchos casos el oro contenía naturalmente un cierto porcentaje de plata y que no (siempre) se trataba de aleaciones intencionales (Rivet 1923:184). Parecido a Carmona (2004:324) Falchetti (1997) propone que la tumbaga puede ser la mezcla balanceada entre propiedades masculinas, representados por el oro, y femeninas. Sin embargo, ella sugiere que estas últimas propiedades no fueron representadas por la plata, sino por el cobre, que en la mayoría de los casos constituye una adición intencional a la aleación.

Aunque la visión dualista parece tener un gran poder de explicación en muchas situaciones, Shimada *et al.* (1999:307) advierten de las dificultades de interpretar el simbolismo de los colores más allá de su uso para asemejarse al color real de, por ejemplo, el blanco de los ojos en una máscara:

“... Sicán metalworkers had the means to produce a correspondingly diverse range of hues and tints, from reddish and pale gold to whitish silver. But, what role did the metal color play in Sicán alloying? Was the mechanical property of a given alloy secondary to the color or vice versa? Although gold and silver are commonly linked to the sun and the moon (e.g. Emmerich 1977; Kauffman 1989; Lechtman 1984a, b), what hues and tints represented them? Was color variation meant to mimic similar variation in the sun and the moon? In fact, the sun’s color may be described as white, yellow, orange and / or red by different cultures with correspondingly different symbolic meanings. The complexity of symbolism of the two metals, one white and one yellow, among the Tukanoan tribes of Colombian Amazonia recorded by Reichel-Dolmatoff (1981) effectively illustrates the difficulty of deciphering color symbolism.”

Estas consideraciones hacen recordar la descripción de sol y luna por Sahagún (1989:478-9; ver también Pineda 2005:83), que también enfatiza la naturaleza cambiante de los dos astros. En el mundo mesoamericano un monolito conocido como la cabeza de Coyolxauhqui lleva cascabeles en las mejías. Aunque se trata de una diosa lunar, el símbolo del oro identifica los cascabeles como elaborados de este metal precioso. Esta combinación parece indicar que no existe una sencilla división luna / plata y sol / oro. También las investigadoras Carcedo y Vetter (1999:200) indican que “[q]uizás, ..., la simbología vaya más allá de [una] simple conjetura” de las parejas oro / sol y plata / luna. Shimada (1996:52) advierte que por lo menos en tiempos preincaicos el simbolismo de los colores con sus diferentes tonalidades y las razones por el uso de las diferentes aleaciones es probablemente mucho más complejo de lo que hoy se logra entrever:

“It would be difficult to determine what constituted prestigious gold color to prehispanic Andean people. We are still a long way from understanding *emic* perceptions of the relative importance of the multiple factors that contribute in producing given colors in precious metals”.

La información etnológica también ayuda a matizar la imagen. Los desana de Colombia se refieren a un gran espectro de tonalidades de rojo al decir ‘color de cobre’. Estos colores normalmente están asociados con propiedades femeninas y a un nivel cosmológico con el nacimiento de la humanidad. Los uwá, también de Colombia, asocian rojos con sangre y el inframundo femenino (Falchetti 2003:350). El olor que el

cobre sí tiene –mientras que el oro es sin olor– está asociado con una rana que representa la fertilidad femenina, transformación y procreación (Falchetti 2003:350, con referencia a Reichel-Dolmatoff 1981:22).

Falchetti (2003:350) llega a la conclusión que oro y cobre, por sus asociaciones primarias parecen representar conceptos opuestos y complementarios, representando calidades masculinas y femeninas. En el proceso metalúrgico la combinación indicada asegura la fusión que ‘da vida’ al nuevo metal. El proceso metalúrgico representa una transformación embriónica que está simbolizada por los cambios de la luna una vez fertilizada por el sol (Falchetti 2003:350, con referencia a Reichel-Dolmatoff 1981:22), que representa el ciclo completo de la vida: concepción, desarrollo, madurez, nacimiento, enfermedad, deterioro, muerte y renacimiento (Falchetti 2003:353).

La costumbre de meter piezas de cobre en las bocas de los difuntos entre los moche y algunas otras culturas en el norte de Perú, también indica que no solamente oro, sino también el cobre era cargado de un valor que iba más allá del valor práctico (Olsen 1994:183).

Aparte de la visión prehispánica de los metales oro y plata, el *Códice Florentino* ofrece una perspectiva sobre el valor de los metales preciosos que parece ya muy influenciada por la avidez de oro y plata de los españoles y que señala el cuidado que hay que ejercer al utilizar información etnohistórica (Anderson y Dibble 1950-82 vol.XI:234):

This – gold, silver – is perfection, the leader of all. It leads all riches on earth. It is that which is sought, that which is desirable, that which is cherished, that which deserves being guarded, that which deserves being stored. [This] for the reason that it is the instrument of torment, because it is a deadly thing. It excites one; one is provided solace; it provides restitution. It is (truly it is said) a deceiver.

Las menciones de otros metales en el *Códice Florentino* son menos detalladas y ofrecen menos posibilidades de entender el significado que tenían los metales antes de la llegada de los españoles. El cobre, *tepuztli* o *tepoztlí*, es descrito de un punto de vista técnico, y solamente se menciona que en tiempos prehispánicos se utilizaba solamente el cobre rojo de Chile (*chili-red copper*), mientras que los españoles trajeron el cobre amarillo y negro (Anderson y Dibble 1950-82 vol.XI:235). *Tepoztli* también puede significar hacha de cobre (Anderson y Dibble 1950-82 vol.IX:13), hierro o metal en general (Simeón 1994).¹¹ El hecho de que ‘cobre’ llegó a significar ‘metal’ indica la

¹¹ Hosler (1994b:96) propone que en *náhuatl* la palabra para ‘metal’ y ‘campana’ es la misma (sin especificar cual es).

amplia distribución y uso que el cobre debe haber tenido comparado con los demás metales.¹²

Probablemente por ser tan común el cobre, los indígenas no le daban mucho valor a unas monedas de este metal que fueron usadas por los españoles:

'Hubo otra moneda que fue de cobre, como se vía en España y en la isla de Santo Domingo, cuartos y medios cuartos, de a cuatro y de a dos maravedís, y comenzó esta moneda a correr por los españoles e indios; pero parecióles tan mal a los naturales que hacían burla de tan baja cosa, y no estimándola, ni pudiéndola sufrir (porque decían que denotaba muy grande pobreza), no quisieron tratar con ella ni recibirla; ... (Torquemada 1975 vol.II:370)

La información en el *Códice Florentino* sobre el estaño, *amochitl*, es igualmente pobre (Anderson y Dibble 1950-82 vol.XI:235). Sin embargo, un hallazgo interesante en el cenote de Chichén Itzá era un disco de estaño casi puro. Este metal blanco se parece a la plata y el disco fue adornado con un glifo lunar maya (Lothrop 1952:27, fig. 62, a).

Una sorpresa ofrece la descripción del plomo, que en *náhuatl* se llama *temetztl*, que se compone de *tetl* (piedra) y *metztli* (luna). El metal está descrito como “blanco, pero un poco oscuro”, hecho que sirve como explicación para el nombre. El plomo es considerado ser, parecido a la plata, excremento de la luna (Anderson y Dibble 1950-82 vol.XI:234-5):

“*Temetztl*

Its name comes from *tetl* [stone] and *metztli* [moon], because sometimes it is seen, it appears, at night like *atole* resting [on the ground]. They say it is the excrement of the moon, white, but a little dark; its name is taken from this.

Para el mundo maya, Lothrop (1952:27) señala una conexión tanto de plomo como de estaño con la luna. Ambos metales son conocidos como blanco y negro *tau*, que significa excremento de la luna. Lothrop duda de los significados celestiales del plomo, pero opina que el estaño sirvió a los mayas como sustituto de la plata, que no abundaba en la región.

Lothrop (1952:27) además nota que el cobre se llama *mazcab*, combinando *cab*, que significa tierra u ocre rojo, con *maz* que se puede traducir como insecto, más

¹² Fenómenos parecidos existen hoy día con nombres de productos de una marca que llegan a significar el producto (por ejemplo, en México el plumón de tinta indeleble *Esterbrook* o en Alemania la cinta adhesiva *tesa Film*).

específicamente grillo, un tintineo de hierro, metal en general o de piedra, o un brote de una semilla. Con esta información Lothrop llega a la conclusión que el cobre fue percibido como algo rojo que crece en la tierra. Lothrop supone que los metales que están vinculados por sus nombres con cuerpos celestes fueron encontrados en la superficie, mientras que el cobre había que sacarlo de minas.

En algunos de los metales las asociaciones parecen ser claras y los mismos nombres del metal dan información valiosa. El cobre, sin embargo, es uno de los metales que en el mundo mesoamericano, según las fuentes etnohistóricas, no parece haber poseído un valor ideológico-religioso definido, ni restricciones sociales sobre su uso. Eso explica porque Carmona (2002:130) describe el metal como meramente utilitario y fuera de la categoría de lo sagrado (ver también Barba y Piña Chan 1989:118). Sin embargo, aun si las fuentes mesoamericanas no parecen indicar un alto valor ideológico del material, el hecho de que en las zonas Intermedia (Falchetti 2003) y Andina (Olsen 1994:183) este metal sí parece haber tenido valores y significado más allá de lo utilitario (ver arriba) por lo menos genera la duda si las fuentes sobre los mexicas nos dicen todo.

Con base en la escasa información que existe, se puede llegar a la conclusión de que el significado del metal en el mundo americano, a diferencia de la visión europea, no residió en el valor intrínseco (por ejemplo el valor del oro por ser oro), sino más bien en “lo que a través de él se expresa a los ojos de quien lo contempla (terrenal o sobrenatural)” (Carcedo y Vetter 1999:181). El valor práctico del metal, por tener propiedades mecánicas y físicas como dureza y flexibilidad que lo diferencian de otros materiales más blandos (por ejemplo, madera) y / o quebradizos (por ejemplo, piedra), podría haberle dado un estatus divino. Sin embargo, especialmente en América, el significado de los metales parece estar vinculado principalmente con las propiedades visuales y sonoras. Otras características que distinguen a los metales de otros materiales son su olor (tumbaga y latón), su inalterabilidad (oro y platino) o –por el contrario– su cambio y transformación con el tiempo (por ejemplo, cobre).

Una calidad de algunos metales, que en contextos europeos no ha jugado un papel importante, es el olor (ver también **Subcapítulo 7.2.2.**). Los textos de los cronistas indican que no fueron las propiedades mecánicas, sino la esencia simbólica, lo que representó la atracción del metal para los taínos del Caribe. El latón de los españoles y el *guanín* compartían el olor ácido:

“Daban también por precio ciertas hojas de guanín, que era cierta especie de oro bajo que ellos olían y tenían por joyas preciosas, para ponerse colgadas de las orejas ... y en tanto grado era estimado este guanín, la última luenga, destas

gentes, por el olor que en él sentían, o por alguna virtud que haber en él creían, que acaeció valer aquellas hojas, que no pesaban sino lo que digo, entre los mismos españoles, para dallas a la hija de algún cacique y señor de aquéllos, porque el señor les diese a ellos lo que pretendían, ciento y más castellanos. Llamaban en su lengua estas hojas y joyas de la orejas “taguaguas” (Bartolomé de las Casas, citado en Bray 1997:47).

Como arriba mencionado, también para los uwá de Colombia el olor del cobre es importante y lo asocian con una rana, que representa la fertilidad femenina, transformación y procreación (Falchetti 2003:350, con referencia a Reichel-Dolmatoff 1981:22).

Aquí se trata de una propiedad que difícilmente se deja observar en objetos arqueológicos con capas de corrosión. Sin embargo, es importante reconocer que los materiales pueden tener propiedades que no son fáciles de experimentar y que no parecen tener valor hoy en día.

Otra característica que fue valorada en algunos metales es su inalterabilidad. Falchetti (2003:348) señala la inmortalidad de los dioses y la conecta con la inalterabilidad del oro¹³ y el sol. En contraste la luna crece, mengua y desaparece (muere) durante tres días cada mes. Falchetti (2003:348) utiliza la interpretación de Reichel-Dolmatoff (1981) de la mitología de los desana de Colombia para analizar las asociaciones simbólicas del cobre. Éste, probablemente por su capacidad de transformarse, está vinculado con algunas propiedades consideradas femeninas y las transformaciones de la luna. El cobre, que cambia de color y deteriora,¹⁴ tiene características de mortalidad que lo vinculan con los humanos, mientras que el oro, inalterable, esta conectado con los dioses y por extensión con los gobernantes. Las propiedades divinas de la luna, representadas por su renacimiento después de su muerte cada mes, se vinculan con la plata. La luna entonces combina propiedades humanas y divinas.

11.1.2.2. Simbolismo de los cascabeles

La definición de cascabel en el *Diccionario de Uso del Español Actual* es: “Bola metálica, hueca y con una abertura en su parte inferior, que encierra pequeños trozos de hierro o de latón para que suene al moverla”. Se distingue de una campana, que está

¹³ Estévez de Romero (1998) enfatiza que la inalterabilidad cumple con un papel relevante como símbolo y realidad también con respecto al uso del platino en La Tolita, Ecuador.

¹⁴ Otro ejemplo de la importancia del deterioro son unas estelas mortuorias (*funerary carvings*) de madera de los malagan de Nueva Irlanda (Papua Nueva Guinea), que fueron intencionadas a pudrirse, hecho que los vinculaba con la muerte (Miller 1994:414).

descrito de la siguiente manera: “Instrumento metálico, generalmente en forma de copa invertida, que suena al ser golpeado por el badajo que cuelga en su interior o por un martillo”. Los cascabeles prehispánicos se distinguen de las campanas por la forma y por no tener badajo colgado en su interior, sino un percutor. Sin embargo, aún si el uso común es llamar los artefactos prehispánicos cascabeles, no todos son ‘bolas’ ni siempre tienen un percutor en su interior.¹⁵ En *náhuatl* los cascabeles tienen una serie de diferentes nombres y no es posible aclarar completamente si estos términos son sinónimos o si se refieren a diferentes formas, materiales o usos. Se puede encontrar *coyolli*, *oyohualli*,¹⁶ *tetzilacatl*¹⁷ y *tzitzilli*.¹⁸

Coyolli: En el diccionario *náhuatl* de Simeón (1994) se encuentra ‘cascabel pequeño’ como traducción del término *coyolli*. Buzo Flores (2001:36-7) indica que el término es “genérico para cascabeles o sartales de cuentas, conchas, capullos que se ponían en brazos y piernas”. En la iconografía de algunos topónimos, como por ejemplo Coyolapan, la sílaba ‘coyol’ es representada con un cascabel (**Figura 11.5.**).



Figura 11.5. Ejemplo de un cascabel en el *Códice Mendoza* (Coyolapan – Folio 44r)

Oyohualli: *Oyohualli* parece ser un tipo especial de *coyolli*, como se puede ver en varios lugares en el *Códice Florentino*:

- *inin coyolli mihtoāya oyohualli* – ‘Estos cascabeles (*coyolli*) se llamaban ‘*oyohualli*’ (Anderson y Dibble 1950-82 vol.III:3).
- *mochi teōcuitlatl in coyolli mihtoā oyohualli yehhuātl inic xaxamacatiuh inic tzitzilicatiuh inic caquizti* – ‘Todo de oro son los cascabeles que se llaman ‘*oyohualli*’, con ellos matraquea, con ellos suena y se da a escuchar’ (Anderson y Dibble 1950-82 vol.II:69). Con esta frase se describe la encarnación de Tezcatlipoca.

¹⁵ Dájer (1995:45, 47) define *sonajas* como cuerpos huecos y cerrados con varios percutores en el interior. Los cascabeles sin percutor en su definición son *sonajeros*, o sea “pequeñas partes sonoras” que producen el sonido chocando entre sí.

¹⁶ Olmo (1999:183-4; ver también López Luján 1994, 2006 vol.II:89) usa la palabra *oyohualli* para describir un pendiente de concha en forma de gota.

¹⁷ Sinónimo de *tezcatzintli* (<http://nahuatl.ifrance.com/>, sitio visitado 25.04.2007).

¹⁸ Para las traducciones ver también <http://nahuatl.ifrance.com/> (sitio visitado 25.04.2007).

Tetzilacatl: *Tetzilacatl*, por otro lado, es traducido en el diccionario de Simeón (1994) como ‘especie de cascabel de cobre que se usaba en los *areytos* o danzas religiosas’.¹⁹

Tzitzilli: *Tzitzilli* (ver también Schultze-lena 1950:388), muchas veces se encuentra en la combinación *tzitzilli oyoahualli*, que se supone son sinónimos. En muchas ocasiones son asociados a las pantorrillas, tobillos o pies de deidades o sus encarnaciones. Un ejemplo es la descripción de los atavíos de los dioses del pulque, que contiene la siguiente frase: “*tzitzilli, oyoalli in icxic contlaliticac, ...*” – “tiene campanillas, cascabeles en sus piernas, ...” (León-Portilla 1992:118-9).

Forma

Los cascabeles del Templo Mayor se pueden agrupar en cuatro grupos de formas básicas: *Periformes*, *Globulares*, *Olivoides* y *Tubulares* (ver **Subcapítulo 8.1.**). Los cascabeles *Tubulares* y *Globulares* tienen cuerpos lisos y no llevan ningún tipo de ornamentación visible. Los cascabeles *Periformes* y *Olivoides* presentan en su mayoría una filigrana falsa. En la parte superior del cuerpo esta filigrana falsa es horizontal y en la parte baja puede ser horizontal, vertical o circular (o semicircular). Solamente los cascabeles *Periformes* tienen otros elementos ornamentales (líneas onduladas y espirales) sobrepuestos a la filigrana falsa (ver dibujos esquemáticos de la tipología en **Subcapítulo 8.1.**). Ningún cascabel de cobre del Templo Mayor tiene ornamentación zoomorfa o antropomorfa, como los que se conocen en la zona Intermedia.²⁰ Esta relativa pobreza de elementos que se prestan a interpretación probablemente explica la ausencia casi completa de intentos de descifrar el significado de los cascabeles.

Los cascabeles del Templo Mayor representan un espectro muy reducido de formas y tamaños, comparado con el resto de América o aun solamente el resto de Mesoamérica (representado en este trabajo por los cascabeles de la Bodega de Decomisos; ver gráfica de comparación de tamaños en el **Subcapítulo 10.1.**). La decisión de no abrir las ofrendas a un número más grande de diferentes diseños de cascabeles posiblemente era conciente e intencional. Esta impresión se solidifica al notar que en las últimas etapas constructivas del Templo Mayor el espectro de formas se reduce cada

¹⁹ En algunas páginas web sobre instrumentos mexicanos se encuentra *tetzilacatl* traducido como una especie de gong: “The *tetzilacatl*, the ‘vibrator’ or ‘resounder’, was a sheet of copper suspended by a cord, which was struck with sticks or with the hand. It appears to have been principally confined to the sacred music in the temples” (<http://www.bookrags.com/ebooks/12219/7.html>, sitio visitado 25.04.2007). Pero no hay otra confirmación de este uso.

²⁰ Hosler (1986:96) menciona unos cascabeles en Occidente del subtipo 5b que muestran un diseño de Tláloc.

vez más, hasta que más de 90 % de los cascabeles son de una sola forma básica, *Globular*.

En este contexto es interesante el caso de las campanas en Japón. Mientras que en la etapa yuyoi temprano medían generalmente alrededor de 20 cm llegaron a medir más de 100 cm en la etapa yuyoi tardía (la más grande mide 144 cm y pesa 45 kg). Tenían un carácter público y no se encontraron en tumbas de individuos sino en *caches*. Probablemente tenían importancia por su sonido y superficie reflectante y decorada (Morita 2004a:197, 2004b:159). Harunari (2004:183) interpreta el cambio como un desarrollo de “campanas para escuchar” a “campanas para ver”. Además, el hecho de encontrar trazas de uso en algunas de las campanas mientras que otras, procedentes de otra región, parecen no haber sido tañidas, indica un espectro de usos diferentes (Nanba 2004:166).

Aun si se trata de campanas y no cascabeles, y los contextos culturales no son comparables, estas observaciones sensibilizan para advertir los cambios de uso que los objetos pueden sufrir, y que a veces son acompañados por cambios de algunas de las características, como por ejemplo el tamaño y la ornamentación.



Figura 11.6. La piedra de Tizoc con formas amigdaloides en la franja terrestre (tomado de Gutiérrez 1983: fig. 131)

En los cascabeles mexicanos las formas básicas en general son muy sencillas y, como ya indicado, dificultan interpretaciones claras. Carmona (2002:273), que principalmente hace referencia a cascabeles de oro o tumbaga, postula que los cascabeles periformes, y especialmente los que ella llama alargados (que probablemente incluirían los cascabeles *Tubulares* del Templo Mayor) representan una figura fálica, la imagen, en su opinión, reforzada por la abertura o ‘boca’ de los cascabeles. Eso, a su opinión, los convierte en símbolos de la fecundidad. Los cascabeles globulares, por otro lado, simbolizan, en la opinión de la misma autora, el sol fecundante.

Otra perspectiva, que esta vez posiblemente vincula a los cascabeles *Periformes* con la tierra, son las así llamadas ‘formas amigdaloides’ que se encuentran en algunas representaciones, tanto en códices como en escultura de piedra. Estas formas siempre parecen estar asociadas a la tierra o *cipactli*, y fueron identificados por Beyer (1965a) como las protuberancias del lomo del cocodrilo o del monstruo de la tierra. En la piedra de Tizoc marcan la franja terrestre (**Figura 11.6.**). Es notable que los cascabeles denominados periformes tengan exactamente la misma silueta que estas protuberancias (¿o al revés?). Sólo basándose en esta similitud de forma no se puede establecer que los objetos amigdaloides representan o *son* cascabeles, pero la forma general y la línea que separa el cuerpo superior del cuerpo inferior y las líneas horizontales o verticales en el cuerpo inferior que parecen indicar filigrana falsa, son sugestivos.

Los ornamentos en los cascabeles *Periformes* tampoco permiten una lectura única, y aquí solamente se mencionarán unos ejemplos de interpretaciones. Miller (2003:283-4), basado en el trabajo de Reichel-Dolmatoff (1985:26-7) sobre los espirales en la cestería de los tukano en Colombia, llega a formular la hipótesis de que las espirales y trenzas en la orfebrería precolombina son iconos no figurativos del concepto de creación. Carmona (2002:264), opina que “el simbolismo de la espiral está relacionado con la luna y se refiere a las fases de ésta”. López Luján (1994:263) interpreta las espirales de cerámica que se encontraron en las ofrendas del Templo Mayor como una reproducción de una zona liminal a través de la cual los fluidos divinos están distribuidos en la tierra.

En los cascabeles de cobre del Templo Mayor las espirales nunca aparecen solas, sino siempre en combinación con una línea ondulada que cubre la mayor parte del cuerpo superior del cascabel. Las líneas también se presentan sin la espiral. De las líneas onduladas, Carmona (2002:263) dice:

“Simbólicamente este diseño del clásico meandro estaría relacionado con el movimiento eterno, por ende y por semejanza, con las ondas acuáticas, y también con el diseño que marca la serpiente al reptar”.

Aunque estas observaciones son más descriptivas que interpretativas, en otro lugar dice claramente que “las líneas onduladas sencillas representan una hierofanía lunar” (Carmona 2002:264). Hosler (1994a:236, traducción del autor) por otro lado indica que la línea zigzagueante es una “convención visual del relámpago”.

No hay consenso en las interpretaciones sobre el significado de la forma y ornamentación de los cascabeles, y los diferentes investigadores los vinculan directa o indirectamente con la tierra, la luna, el sol, los relámpagos, la reproducción de una zona

liminal, serpientes y ondas acuáticas. Especialmente los vínculos con la tierra y la luna parecen interesantes, dado que hay otra evidencia que también señala en esta dirección (ver abajo).

Color

Taçon (1999:121) propone que los colores siempre han tenido importancia para los humanos y adquirieron significado simbólico con la aparición de los humanos modernos. Los colores son y eran en muy pocas ocasiones socialmente neutrales y regularmente han sido utilizados de manera metafórica (Jones y Bradley 1999:113). El color como una propiedad no mecánica de los metales tenía gran importancia en muchas regiones del mundo. El color del metal se pudo influenciar por la selección de la aleación, pero no son muchas las investigaciones arqueológicas que se hayan enfocado en él (ver Jones y Bradley 1999:112, para ejemplos europeos ver Bayley 1992; Maclean 1993; Dungworth 1997). En Japón, sin embargo, hay una importante tradición de crear aleaciones por sus colores:

“*Shakudo* is a copper-gold alloy and has a purplish-black surface, *shibuichi* is a copper-silver alloy and has a greyish-brown surface. [...] Colour is one of the most important attributes of Japanese traditional artefacts and they are famous for their sophisticated techniques and range of colour. The main representatives of Japanese traditional alloys are *shakudo* and *shibuichi*” (Murakami 1993:85).

En el contexto americano, la mayor preocupación de los metalúrgicos andinos fue enfocada en la creación de los colores metálicos dorado y plateado, utilizando una gran variedad de aleaciones basadas en cobre (por ejemplo cobre-oro, cobre-plata y cobre-oro-plata) (Lechtman 1977:8).

“But if we look for the locus of attention of the metallurgy, for that arena in which both the expectations of metal performance and the realization of such performance were highest, we find it not in the realm of utility but in the realm of the symbolic. In the Andes, metals carried and displayed the content or message of status, wealth, and political power and reinforced the affective power of religious objects (Lechtman 1984a). [...] it was their color as much as, if not more than, their form that acted as the carrier of such symbolic information. From the earliest involvement of Andean peoples with metal up to the time of the Spanish conquest of the Inka empire, the two colors that were paramount in the metallurgical spectrum were gold and silver” (Lechtman 1988:369).

Lechtman (1984a:29) cita los casos de objetos de tumbaga cubiertos con lámina de oro de Panamá, Costa Rica, Guatemala y Yucatán (ver Root 1951) para argumentar que, en

oposición a eso, en la metalurgia andina la incorporación del elemento más importante (por ejemplo, oro o plata para formar la superficie y dar el color) en el cuerpo del objeto era esencial. Esta necesidad, creada por la creencia que el exterior solamente puede expresar algo que está contenido en el objeto, también se encuentra en textiles andinos que, aunque existen maneras más sencillas de lograr el mismo efecto, están hechos de tal modo que el mensaje del textil sea incorporado y expresado por la estructura (Lechtman 1984a:32-3; ver también 1977:9). Helms (1981:220, énfasis en original) invierte el argumento e indica que cubrir objetos o personas con oro era una señal de que también la esencia interior tenía estas calidades doradas o celestiales:

“ ... to cover or sheath a wall or object or person in golden color or to entirely create an object from segments of golden (or gilded tumbaga) sheets was simply to state that the structure, object, or person internally contained, or was composed of, golden (celestial) qualities. In other words, the realm of the Inca nobility, including the nobility themselves and all that surrounded them, was not just *associated* with celestial goldness but was considered as *inherently* ‘golden’ in essence, quality, and concept by virtue of being composed or constructed of goldness. In this interpretive context, then, Incaic golden objects are not viewed simply as golden imitations of nature or as beautiful utilitarian or decorative items but as tangible expressions of the political ideology legitimizing the superiority of the elite of the Inca state.”

En la tradición europea de la arqueometalurgia muchas veces los únicos criterios para juzgar si un metal aleado era ‘bueno’ o ‘malo’ (y con eso implícitamente se juzgaba si sabían bien su oficio los antiguos metalúrgicos e incluso que tan ‘avanzada’ era la tecnología de una cultura) eran las propiedades mecánicas del metal o de la aleación producida: dureza, flexibilidad, etcétera. Estas conclusiones –inadecuadas, hay que señalar, para una tecnología enfocada en la producción de artefactos ornamentales– pueden tener serias repercusiones sobre el análisis y la percepción de la organización del trabajo, el valor de los objetos y su valor simbólico. En América uno de los aspectos más importantes de los metales era la superficie con su color y brillo. Esta calidad es difícil de apreciar en objetos arqueológicos de cobre o sus aleaciones, debido a las capas de corrosión que normalmente destruyen las superficies. Aún así, las técnicas analíticas de la arqueometalurgia pueden aportar los datos necesarios para ‘reconstruir’ (por lo menos en la mente) los objetos con su brillo y sus colores.

Según Saunders (2003:21), en las culturas americanas las características cromáticas y reflectantes de los objetos presentaban la base para la adscripción de valor y de la noción de lo sagrado. La combinación del mito, del conocimiento ritual y de la destreza

individual del artesano permitió ‘atrapar’ y ‘convertir’ la energía fertilizante de la luz en una forma sólida, a través de un acto de creación transformativa.

El trabajo más importante sobre el aspecto simbólico de los cascabeles fue realizado por Dorothy Hosler en su tesis doctoral (Hosler 1986) y desarrollado en publicaciones posteriores (por ejemplo, Hosler 1988a, b, c, 1994a, b, c, d, 1995, 1997, 1998, 1999, 2002, 2003, 2004). Las investigaciones de Hosler (1994a) sobre los artefactos metálicos procedentes del Occidente de México incluyeron 3196 artefactos de diferentes tipos, almacenados en el Museo Regional de Guadalajara (MRG). Entre ellos había 1934 cascabeles de los cuales 125 fueron seleccionados para análisis de laboratorio. Análisis cuantitativos de la composición por *Absorción Atómica* y *Activación de Neutrones* fueron realizados sobre 74 cascabeles, analizando 13 de ellos con los dos métodos (un total de 87 análisis cuantitativos). Análisis cualitativos de *Espectrografía de Emisiones* (*Emission Spectrography*) también se realizaron sobre los materiales, pero están publicados en otro lugar (Hosler 1986). Los resultados demostraron que algunos de los cascabeles fueron producidos de cobre puro, mientras que otros consistían de aleaciones de cobre y estaño (hasta 19.98 % de estaño) o cobre y arsénico (hasta 23.47 % de arsénico). En algunos de los casos el uso de aleaciones en vez de cobre puro fue necesario, según Hosler, para mejorar las propiedades de fundición y / o mecánicas del metal (pero ver **Subcapítulo 11.4.**). Eso permitió producir cascabeles más grandes con ornamentos más complejos y paredes más delgadas (Hosler 1994a:55). En ciertos casos, sin embargo, la cantidad de metal de aleación con relación al cobre fue tan exagerada que las razones mecánicas no pueden haber sido el motivo. Hosler explica este fenómeno con referencia al tinte plateado de las aleaciones con alto porcentaje de arsénico y la coloración dorada del cobre con una gran cantidad de estaño (Hosler 1994a:229), y da una explicación simbólica, conectando lo dorado al sol, y lo plateado a la luna, y los dos colores juntos a ‘lo sagrado’ en general (Hosler 1994a:228-33).

“Achieving golden and silvery metallic colors, a primary technical objective of West Mexican smiths, was a means of visually creating and recreating the sacred, the essence of the deities” (Hosler 1995:107).

En Europa a finales de la edad de cobre hay ejemplos de uso de aleaciones semejante: espadas producidas de una aleación de cobre y antimonio que reproduce el color de hierro, sin tener las propiedades mecánicas apropiadas para una espada, y mucho menos propiedades comparables con las de una espada de hierro o acero. De hecho, estas ‘armas’ eran tan endebles y quebradizas que solamente tenían un valor simbólico

(Maclean 1993).²¹ Aparte del aspecto simbólico de los colores de aleaciones, Dungworth (1997:907) indica que las coloraciones de los metales probablemente también permitieron a los metalúrgicos identificar diferentes aleaciones.

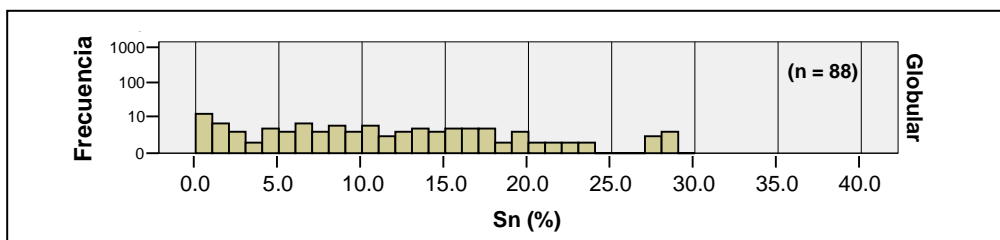


Figura 11.7. Concentración de estaño (Sn) en los cascabeles *Globulares* del Templo Mayor

Como las investigaciones en otras regiones mostraron claramente (ver arriba), los colores, la reflexión y el brillo de los metales son importantes características que en algunos casos fueron hábilmente manejados por los metalúrgicos. Se puede asumir que el color de los cascabeles del Templo Mayor también representaba un factor importante.

Tabla 11.1. Cambios en el promedio del porcentaje de estaño (Sn) en los cascabeles *Globulares* del Templo Mayor.

Etapa constructiva	Promedio de porcentaje (%) de Sn	Número de cascabeles
II	4.6	1
III	-	0
IVa	-	0
IVb	0.2	10
V	0.3	1
VI	9.7	13
VII	12.8	58

Sin embargo, mientras que, por un lado, existen tendencias claras de uso de aleaciones que distinguen diferentes formas básicas o incluso subtipos de cascabeles (ver **Subcapítulo 9.1.**), por otro lado no hay intervalos muy claramente definidos de cantidades de aleantes que podrían vincularse con un color en particular. Un buen ejemplo son los cascabeles *Globulares*, que tienen cantidades de estaño entre 0.0 y 28.4 %. Este intervalo cubre todas las tonalidades entre rojo cobrizo y casi blanco, pasando por variaciones de amarillo. El histograma de la distribución de las composiciones no muestra claras preferencias que se podrían vincular con un color específico (**Subcapítulo 9.1.**, ver **Figura 11.7.**). Aún si se puede observar un claro

²¹ Para más información sobre la importancia del color de aleaciones ver, por ejemplo, Bayley (1992), Dungworth (1997), y Delange *et al.* (2005).

aumento en el promedio del uso de estaño en los cascabeles *Globulares* empezando en la etapa constructiva VI del Templo Mayor (ver **Tabla 11.1.**), no se puede identificar un énfasis en una determinada concentración de estaño.

Las mayores cantidades de arsénico se encuentran en los cascabeles *Periformes*. El promedio del porcentaje de arsénico oscila alrededor de los 3 % a partir de la etapa constructiva IVa (antes no se han detectado cascabeles *Periformes*), con concentraciones entre 0.0 y 36.7 %. Aunque haya ofrendas que contienen cascabeles *Periformes* con consistentemente bajos niveles de arsénico –por ejemplo las ofrendas 17 (23 cascabeles con un promedio de 1.6 % de arsénico) y 81 (siete cascabeles con un promedio de 0.8 % de arsénico)– las ofrendas con cascabeles con promedios de arsénico más altos cubren intervalos largos. En el caso de arsénico, que en general no se presenta en su forma metálica, resultaba más difícil medir con exactitud las cantidades de aleante, y por eso era difícil o imposible producir cascabeles de un determinado color de una manera controlada (ver **Capítulo 6.1.2.**). Incluso considerando esta dificultad, parece posible vaciar cascabeles utilizando una gran gama de diferentes cantidades de aleante y escoger los cascabeles con determinada coloración (después de su producción) para agruparlos en las ofrendas. En el caso de los cascabeles de arsénico parece poderse identificar lotes (grupos identificados por el arqueólogo en el momento de la excavación) con diferentes cantidades de aleante: De la ofrenda 13 se analizaron 31 cascabeles, de los cuales 22 son *Periformes*. Estos cascabeles *Periformes* se encuentran en tres lotes diferentes (13-032, 13-146 y 13-167). El lote 13-146 solamente contiene un cascabel. El lote 13-032 contiene 11 cascabeles que tienen un promedio de 1.1 % de arsénico. El lote 13-167 contiene 10 cascabeles que tienen un promedio de 7.9 % de arsénico (con solamente un cascabel con menos de 4.5 % de arsénico). Aunque esta diferencia podría ser intencional, reflejando una separación de los cascabeles por las diferentes coloraciones que por sus diferencias en aleación probablemente tenían (sin llamarlas ‘dorado’ o ‘plateado’), es difícil determinar la procedencia espacial y con eso las asociaciones de estos lotes dentro de la ofrenda, debido a un registro en algunas ocasiones poco claro. Excavaciones mejor controladas que las de las primeras ofrendas del Templo Mayor (la calidad del registro mejoró considerablemente en las ofrendas excavadas más recientemente) pueden permitir en algún momento estudiar con más detalle los colores de lotes de cascabeles y sus asociaciones. Solamente a este nivel de enfoque (con la contemporaneidad y asociación espacial de los objetos establecidos) cobran sentido las diferencias de colores, formas o asociaciones.

En resumen se puede decir que no se deja establecer claramente si el aumento del uso de estaño en los cascabeles *Globulares* está vinculado al color de la aleación resultante. De igual manera resulta difícil decidir si los cascabeles *Periformes* con diferentes aleaciones de arsénico fueron separados intencionalmente dentro de una ofrenda (y quizás asociados a objetos específicos). Sin embargo, por el amplio intervalo de las aleaciones y el gran espectro de colores que son creados así, se puede excluir la existencia de una simple dicotomía en el Templo Mayor que parte de la idea que los cascabeles con estaño son ‘dorados’ y los que contienen arsénico son ‘plateados’.

Aunque no se puede decir que el uso de arsénico y estaño son mutuamente exclusivos, se puede mencionar que solamente hay 16 cascabeles con 2 % o más de estaño y arsénico al mismo tiempo. Si se busca cascabeles con 2 % o más de arsénico y 1 % o más de estaño, el número aumenta a 29. Estos 29 casos incluyen cascabeles de las cuatro formas básicas. Pero la situación en el Templo Mayor es aún más complicada, debido a la existencia de un tercer aleante, plomo, que se encuentra en concentraciones de hasta 37.8 %. En 71 cascabeles, el plomo es el único aleante que conforma 1 % o más de la composición (y hasta 18.7 %). Hyne (1995:62-3) indica que sus experimentos visuales indicaron que la adición de plomo a un bronce de estaño no cambia el tono de color (*hue*), sino solamente parece bajar la intensidad cromática. Una composición de cobre con 24 % de plomo y 6 % de estaño da una apariencia moteada a la superficie. Hyne (1995:64) hace referencia al Libro XXXIV de Plinio (Pliny: Natural History 1961:98) que menciona que la adición de plomo a bronce resulta en el ‘color Griego’. En otro lugar, Plinio menciona que “the addition of lead to Cyprus copper produces the purple colour to be seen on the bordered robes of statues” (citado en Craddock 1977:108). En los experimentos de Schulze (1999:51) con la coloración de diferentes aleaciones, se confirma la disminución de la intensidad cromática y la aparición de un tono descrito como ‘pink’ en algunas aleaciones con plomo. Generalmente los cobres con 10 % o más de plomo fueron diferenciados por su aspecto como grupo aparte de las aleaciones no plomíferas. Aunque no resulta muy claro todavía, no se debería descartar la posibilidad de que el plomo fue añadido para alterar la apariencia de los cascabeles en algunos casos.

Otro factor que influye en la apariencia de los cascabeles es el tratamiento superficial. Los objetos vaciados muchas veces salen del molde con una delgada capa de óxidos, que les quita el brillo. Especialmente si se supone que los moldes mesoamericanos no tenían respiradero (ver **Capítulo 6.** y **Subcapítulo 11.4.**), sino que había un intercambio de gases a través de las paredes del molde, parece poco probable que el ambiente dentro del molde fuera estrictamente reductivo. Para hacer los cascabeles brillar era

necesario quitar esta capa, sea mecánicamente o químicamente (ver **Subcapítulos 6.1.3.3. y 11.4.3.**).

Por otro lado hay que considerar que aunque antes en varios lugares se subrayó la importancia del brillo metálico para el significado de los objetos de metal, eso no significa que el brillo tenía esta importancia en todas las situaciones. Plazas y Falchetti (1978:34-5) reportan que en Colombia la mayoría de los objetos de oro y sus aleaciones fueron bruñidos, pulidos y en ocasiones dorados. Los objetos empleados como ofrendas, por otro lado, no recibieron este tratamiento. Buen ejemplo de esta práctica son los tunjos, que no fueron terminados ni pulidos (Plazas y Falchetti 1978:44).

Por lo arriba detallado queda claro que el manejo del color en los cascabeles del Templo Mayor se distingue de lo descrito por Hosler (1994a) para el Occidente: No hay una dicotomía sino una gran variedad de colores. Sin embargo, en los próximos párrafos se va a hacer una reevaluación del concepto de los ‘colores del poder’ presentado por Hosler –concepto que se volvió paradigmático para Mesoamérica– y se mostrará que la situación de los cascabeles del Occidente no es ni tan clara, ni tan distinta a la de los cascabeles del Templo Mayor.

Dorothy Hosler (ver, por ejemplo, 1986, 1994a) ha presentado la posición más elaborada con respecto al significado de los cascabeles. Sin embargo, no distingue entre los cascabeles de (aleación de) cobre y los de oro y plata, y utiliza la mayor cantidad de información disponible con respecto al uso y significado de estos metales preciosos para explicar el significado de los objetos de cobre y sus aleaciones. Justifica este paso con el alto contenido de los metales de aleación de arsénico o estaño, que dan al metal un tinte plateado o dorado, y que fueron en su opinión añadidos al cobre por los orfebres del Occidente con la intención de cambiar el color. Hosler con eso adapta el concepto de la importancia de los colores metálicos de la zona Intermedia y Andina para su uso en Mesoamérica (ver los trabajos de Lechtman). Según ella, en contraste a los orfebres suramericanos los del occidente de Mesoamérica no utilizaron los metales oro y plata porque estaban creando objetos cuyas “propiedades de diseño no permitían el uso de oro o plata puros” (Hosler 1994a:229, traducción del autor, ver **Subcapítulo 11.4.**).

En su tesis de doctorado Hosler menciona la influencia de las aleaciones sobre el color. Sin embargo, solamente hace referencia a altos contenidos de metal de aleación para ciertos subtipos de cascabeles (Hosler 1986:93-4) y habla de la creación de diversidad, tanto en el sonido (*pitch*) por diferentes tamaños, como en el color por una gran gama

de diferentes aleaciones (Hosler 1986:97). Aunque sigue hablando del gran espectro de sonidos y colores, en publicaciones posteriores enfatiza los dorados y plateados y habla de los cascabeles en general:

“However, the alloying elements were used in concentrations far higher than necessary to meet the mechanical demands of the new designs. They were combined with copper for color – in the golden hues that develop with increasing amounts of tin, and for the silvery colors of the high-arsenic copper-arsenic alloys” (Hosler 1988c:833).

En otro lugar enfatiza:

“West Mexican tools exhibit extensive technical knowledge and skill, but the sheer volume of brilliantly colored golden and silvery ritual objects, especially bells made from bronze and other alloys, reveals that these artisans’ real interests lay in the varied pitches and myriad colors the new material provided” (Hosler 1994a:228).

El acercamiento era muy novedoso y abrió las puertas para una apreciación más adecuada de la metalurgia mesoamericana. En sus trabajos Hosler postula que existe una dicotomía entre un grupo de artefactos de colores dorados y otro con colores plateados, creados a propósito por los metalúrgicos de Occidente por razones ideológicas. Ella indica que así el ejemplo del oeste de México demuestra claramente como factores ideológicos pueden formar una tecnología:

“The West Mexican case strikingly demonstrates the ways in which symbolic and ideological factors can shape technologies” (Hosler 1998:116).

Las reseñas del libro "*The Sounds and Colors of Power: The Sacred Metallurgical Technology of Ancient West Mexico*" (Hosler 1994a) celebran el éxito de Hosler de mostrar las influencias culturales sobre el desarrollo de la tecnología y lo llaman “una obra de referencia” sobre metalurgia prehispánica (Pollard 1996:628-9; Hirth 1997:178-80; Pigott 2000:193-5; Jones 2004:332; más cauteloso Childs 1997:503-5).

Casi todos los trabajos que mencionan metalurgia prehispánica de cobre en México hacen referencia a Hosler y los colores ‘dorados’ y ‘plateados’ creados con las aleaciones de cobre con estaño y arsénico. A lo largo de los años la posición se ha convertido de una muy novedosa e interesante propuesta a un estándar *sine qua non* de la arqueometalurgia mesoamericana.

Sin embargo, el problema básico de la posición de Hosler se puede concentrar en dos puntos:

- 1) Aún si es fácil demostrar que los colores dorados y plateados tienen mucha importancia simbólica e ideológica, no solamente en Suramérica sino también en Mesoamérica, resulta más difícil demostrar que realmente eran los factores ideológicos los que influenciaron a los artesanos en su toma de decisiones tecnológicas (y no otros factores como por ejemplo razones económicas, tecnológicas o sociales).
- 2) Una reevaluación de las composiciones de los cascabeles del MGR hace dudar de que los datos analíticos realmente apoyan la postulada dicotomía (dorado y plateado).

Hosler nunca realmente considera otras opciones aparte de la influencia ideológica y el fin de crear objetos con cierta coloración. Eso es sorprendente, especialmente considerando que los materiales utilizados para este fin parecen ser sustitutos. Oro y plata eran materiales accesibles para los mesoamericanos y hubieran cumplido con los requerimientos de coloración aún mejor. El argumento que estos metales eran inadecuados para los diseños de los objetos del Occidente (Hosler 1994a:229 y ver **Subcapítulo 11.4.**) no parece convincente.

Para poder hablar de un dualismo de los colores dorado / plateado creado por aleaciones de cobre con arsénico o estaño también sería útil poder mostrar ejemplos de contextos arqueológicos que demuestran la existencia de una práctica cultural que hace la fabricación de los objetos de diferentes colores necesaria. En Suramérica parecen existir claras asociaciones de oro y plata con el lado derecho e izquierdo del cuerpo, hecho que ha sido demostrado en contextos funerarios en Sipán (Alva y Donnan 1993:221-3) y Loma Negra (Schorsch *et al.* 1996:148; Lleras 2005b:33).

Sin embargo, aún sin estos apoyos contextuales se podría argumentar por la expresión de elementos ideológicos a través de los objetos, si estos cumplen con ciertas condiciones:

- 1) Para poder hablar de una dicotomía sería necesario establecer la contemporaneidad de los dos grupos. Con objetos de museo que en gran parte no provienen de excavaciones controladas como en el caso de la colección estudiada por Hosler, eso puede presentar problemas. Hosler, sin embargo, nunca cuestiona la contemporaneidad de sus materiales que, aún si se habla solamente del

'Periodo 2' (1200/1300 – 1521 d.C.) de su cronología, provienen de un horizonte temporal de alrededor de 300 años.

- 2) Para comprobar la presencia de una dicotomía además hay que demostrar que realmente existen dos grupos de materiales que tienen las propiedades que son las portadoras del valor ideológico postulado.

Con los datos generados por Hosler, los dos puntos son difíciles de demostrar. No se establece en que rango de porcentajes las aleaciones alcanzan los colores dorados o plateados supuestamente buscados por los orfebres de Occidente. Hosler (por ejemplo, 1988a:332, 2003:167) solamente menciona que los dos grupos de objetos son integrados por ejemplos con "altos contenidos" de estaño o arsénico. Tampoco indica cuantos cascabeles analizados de su colección pueden ser considerados 'dorados' o 'plateados'. En su tesis solamente menciona que un análisis estadístico de los resultados rebasa los objetivos de su trabajo (Hosler 1986:82). Esa falta hace su discurso difícil de verificar a simple vista. El problema es complicado aún más por el hecho de que no existe un uso común del concepto de 'alto contenido' de arsénico o estaño en la literatura. Esta descripción se puede referir al grupo con el contenido más alto de, por ejemplo, estaño en un sitio, una región o un horizonte temporal. En este caso 'alto contenido' solamente tiene sentido en relación con el otro grupo de 'bajo contenido', y no se refiere a valores absolutos. Para eso hay que definir bien el universo de casos, que otra vez es difícil con una colección de cascabeles que en gran parte no tienen procedencia asegurada. Si se habla de una aleación con alto contenido de estaño en términos absolutos, se trata muchas veces de concentraciones del aleante considerablemente arriba de su límite de solución sólida. Aún así existen diferentes interpretaciones del porcentaje exacto donde empieza el 'alto contenido'. Normalmente este tipo de aleación se define como bronce con un contenido arriba de 14 % (Jueming 1993:35; Meeks 1993:63; Bourgarit *et al.* 2003:112) o incluso arriba de 19 % de estaño (Higham 1988:147; Stech y Maddin 1988:171; White 1988:177; Hyne 1995:55). La definición exacta del intervalo de composiciones que son incluidas en el grupo de los de 'alto contenido' de aleante es más que un problema terminológico, dado que los colores de las aleaciones no cambian solamente una vez al aumentar la concentración del aleante. El bronce de 'alto contenido' de estaño, el metal dorado de Hosler, cambia a un color plateado o blanco arriba de 20 % de estaño.

Este cambio se debe al aumento del compuesto intermetálico δ ($\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$ que contiene 32.6 % de estaño) (Meeks 1993:63). Un uso que se ha dado a este tipo de aleaciones es para espejos (Meeks 1993:63; ver también 1988:126):

“Bronze with 20 % or more tin in the alloy is silver coloured, hard and takes a fine polish, so that it is ideally suited to the manufacture of mirrors”.

Hyne (1995:41), quién realizó experimentos acerca del color de bronce de estaño, indica claramente que las composiciones arriba de 20 % de estaño producen metales blancos.²² Hasta este punto la aleación “cambia de color de un rojo-naranja del cobre pasando por tintes más pálidos de naranja hasta a los 8 % de estaño la aleación parece más amarilla que roja. [...] Al continuar el incremento del contenido de estaño la aleación tiene un color cada vez más pálido” (Hyne 1995:59, traducción del autor). Aleaciones con 1 – 5 % de estaño son descritas por Dungworth (1997:905) como “*pinkish*” y los cascabeles producidos experimentalmente por Maldonado (2005) con 4.5 % de estaño son descritos por ella como plateados. Los experimentos de Schulze (1999) coinciden con los resultados de Hyne (1995) en que indican el intervalo de 7 – 15 % de estaño como el más probable de ser considerado ‘dorado’.

Otro problema que hay que considerar es que cobre y sus aleaciones en contacto con la atmósfera rápidamente cambian de color por cubrirse con una pátina. Horcasitas (1981:18-9) menciona que el cobre puro adquiere “ciertos reflejos rosáceos por una oxidación incipiente, lo que le da el tono amarillento que lo hace aproximarse al color del oro”. Hyne (1995:39, con referencia a una comunicación personal de Paul Budd), por otro lado, indica que aproximadamente 12 % de arsénico dan un aspecto blanco a la aleación con cobre, pero que este metal adquiere rápidamente una pátina color cobre.

Estas opiniones, en parte contradictorias, indican la complejidad del tema de los colores de los metales. Para resolver el problema y establecer qué color se acerca más al ‘dorado’ y ‘plateado’ sería necesario conducir experimentos con un Espectrofotometro que, con diferencia a un Colorimetro, puede compensar el metamerismo (un cambio en la apariencia de la muestra debido a la luz utilizada para iluminar la superficie) (ver <http://www.optronik.de>, sitio visitado 02.05.2007). En el experimento sería interesante comparar los resultados de los análisis de una serie de diferentes muestras de aleaciones de cobre con los resultados de unos análisis de oro y plata puros. Los resultados de las aleaciones de cobre que más se acercan a los valores de oro y plata pueden llamarse ‘dorado’ y ‘plateado’. Con eso se establecen intervalos de composiciones que se dejan vincular con colores, hecho que hace un análisis ‘indirecto’ de los objetos arqueológicos posible: las composiciones detectadas en los objetos se

²² Higham (1988:147) por otro lado coincide con Hosler cuando dice que los bronce con 19 - 21 % de estaño tienen un color dorado (*goldlike*).

pueden comparar con las muestras cuyo color ha sido determinado. Sin establecer estos intervalos resulta muy difícil ‘comparar’ y ‘clasificar’ colores de metales oxidados.

Arriba de 10 % de estaño las propiedades mecánicas de un bronce se deterioran, de modo que hacen difícil trabajar el metal por martillado y el artefacto resulta quebradizo. En el caso de aleaciones con arsénico este punto se encuentra en 7 – 8 % (ver Hosler *et al.* 1990:fn.2). Aunque arriba se ha podido ver que varios autores coinciden en llamar bronce con alto contenido de estaño a estos que tienen alrededor de 15 % del metal de aleación, se puede considerar a los que tienen arriba de 8 % de arsénico y 10 % de estaño como fuera del rango ideal para un trabajo por martillado, o sea de ‘alto contenido’. Con este marco definitorio se pueden reapreciar los datos de análisis del Museo Regional de Guadalajara.

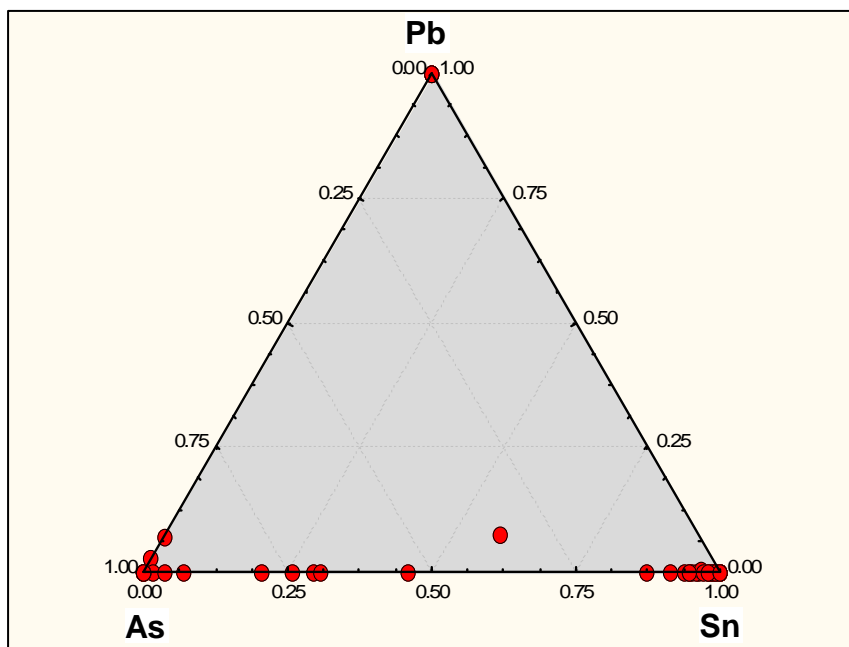


Figura 11.8. Presentación ternaria (plomo, arsénico, estaño) de las aleaciones de los cascabeles del Museo Regional de Guadalajara analizados por Hosler (1994a).

Las gráficas y la tabla (ver **Figuras 11.8., 11.9a., 11.9b.** y **Tabla 11.2.**) presentan los resultados de análisis cuantitativos por *Absorción Atómica* y / o *Activación de Neutrones* realizados por Hosler en 74 cascabeles de cobre²³ (datos tomados de Hosler 1994a). Hosler no utilizó gráficas para hacer visible la estructura de sus datos. Sin embargo, al

²³ Hosler presenta 87 resultados de análisis de 74 cascabeles. Para los 13 cascabeles con dos análisis se calcularon aquí los promedios para los datos de la tabla y la gráfica. Aún si los dobles análisis en general coinciden, hay casos con hasta más de 8 % de diferencia en los resultados (Id. 1473).

ver la gráfica ternaria (**Figura 11.8.**) parece confirmarse la idea de dos grupos de aleaciones. Pero, hay que considerar que la acumulación de los puntos en una esquina de la gráfica ternaria no necesariamente indica la alta cantidad de un metal presente, sino más bien la ausencia de los dos otros que forman el triángulo. Los histogramas de las concentraciones de arsénico y estaño (**Figura 11.9a.** y **11.9b.**), por otro lado, no muestran la existencia de dos grupos de aleaciones que pueden asociarse con los colores plateado y dorado. Se puede ver que relativamente pocos cascabeles tienen valores altos de arsénico o estaño y que no existen agrupaciones claramente definidas, que podrían indicar un control estrictamente ejercitado sobre la concentración de los aleantes.

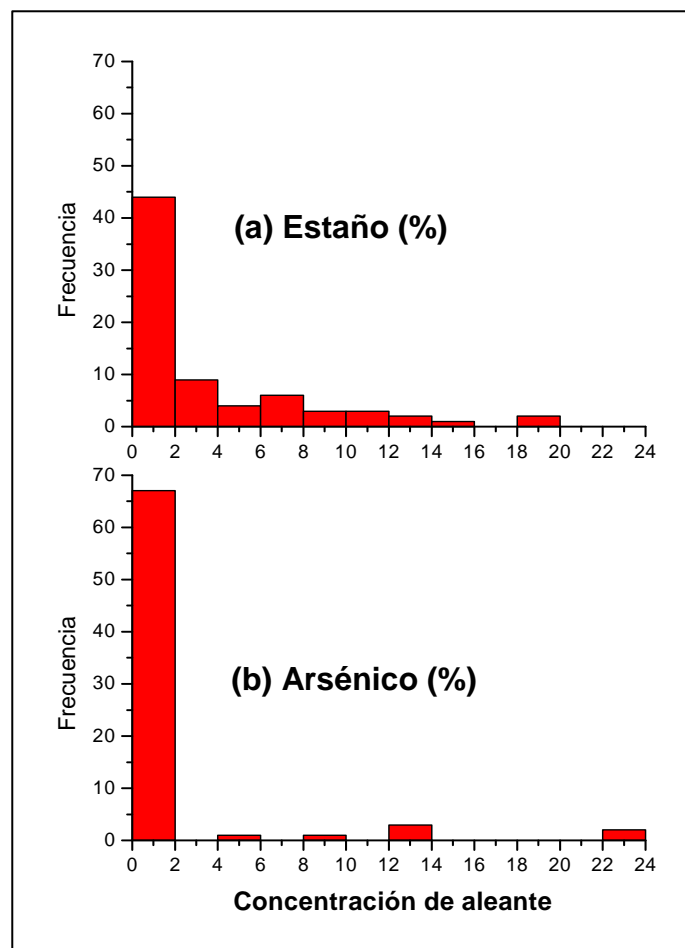


Figura 11.9. Contenidos de (a) estaño y (b) arsénico de los cascabeles del Museo Regional de Guadalajara (n = 74)

También la **Tabla 11.2.** resalta el hecho de que la mayoría de los cascabeles contienen concentraciones del metal de aleación bajas o muy bajas.

Tabla 11.2. Concentraciones de los principales aleantes en los cascabeles del MRG

	< 1 %	≥ 1 % y < 5 %	≥ 5 % y < 10 %	≥ 10 %* y < 15 %	≥ 15 %
Arsénico	60	8	1	3	2
Estaño	43	13	10	6	2

* Se utiliza $\geq 10\%$ para arsénico y estaño aún si los cambios de las propiedades mecánicas empiezan alrededor de 8% para arsénico. Solamente un cascabel cae en el intervalo entre 8% y 10% .

El grupo de los cascabeles con contenidos de metal de aleación que se pueden considerar como ‘altos’ ($\geq 10\%$) es reducido (13 cascabeles en total)²⁴ y –que es aún más importante– muy heterogéneo, como se puede ver en los histogramas (**Figuras 11.9a.** y **11.9b.**).

Algunos de estos cascabeles de la colección pueden pertenecer al ‘Periodo 1’ de la metalurgia de Occidente, que, según Hosler (1994a:45), estaba caracterizado por el uso de cobre puro. Veintinueve cascabeles no contienen ningún elemento individual que rebasa 1% . Sin embargo, en su lista de resultados de análisis, Hosler no incluye la información qué objetos adscribe a qué periodo. Si no se quiere suponer que con la supuesta llegada del conocimiento de las aleaciones en el ‘Periodo 2’ el uso del cobre puro terminó, es difícil hacer una separación de estos datos.

En resumen se puede decir que los datos del MRG tienen una estructura que indica que había:

- un uso de los elementos de aleación arsénico y estaño que parecen ser casi mutuamente exclusivos, con solamente un cascabel que contiene 2% o más de arsénico y 1% o más de estaño,
- un espectro completo y continuo de diferentes concentraciones de estaño como aleante desde 0% a 14% (más dos cascabeles con más de 15% de estaño),
- una falta de claras agrupaciones alrededor de cantidades determinadas que se pueden conectar con propiedades definidas de la aleación (por ejemplo, color).

Aunque el punto a) parece indicar la existencia de una dicotomía, los puntos b) y c) hacen pensar que no había un valor ideal al que los orfebres ‘atinaban’ y el cual estaba conectado a un tono particular de color. Las composiciones indican que los cascabeles deben haber tenido todo el espectro de coloraciones, desde el rojizo del cobre puro hasta aleaciones doradas o plateadas –la diversidad mencionada por Hosler (1986:97) en su tesis doctoral. Esta distribución de composiciones se puede deber a la búsqueda

²⁴ Si se utiliza la definición más estricta de ‘alto contenido’ ($\geq 15\%$), solamente queda un grupo de cuatro cascabeles.

intencional de una gran diversidad o a la falta de capacidad o necesidad de controlar las aleaciones más estrictamente. Por otro lado, no parece justificado hablar de una intención de crear cascabeles dorados y plateados.

Sonido

Los sonidos y la música –esta última especialmente en conexión con el baile– siempre han sido de gran importancia para las culturas humanas. Los instrumentos rituales pueden inducir cambios en la conciencia y visiones (Both 2005; Pineda 2005:61) y por eso juegan un papel importante en los rituales y la comunicación de los humanos con sus dioses.

Los metales, tanto por las posibilidades de diseño que ofrecen como por las propiedades físicas que facilitan la generación de sonidos, han sido utilizados para dar forma a una gran variedad de instrumentos musicales en todo el mundo. El metal más frecuentemente utilizado es el cobre, seguido por bronce, plata y también existen ejemplos de oro (Flores Dorantes 1977:49):

“Finalmente, hay que recordar otra propiedad muy especial del cobre: su sonoridad, su capacidad de recibir y propagar vibraciones y de amplificarlas bajo la forma de ondas sonoras muy intensas. El sonido de cascabeles y de trompetas, que se asocia fácilmente a ritos, batallas o fiestas, hizo que se divulgara el uso del cobre para exteriorizar los sentimientos más diversos” (Horcasitas 1981:20).

Muchos de los instrumentos metálicos son de percusión, también llamados autófonos o idiófonos (siguiendo la clasificación de Hornborstel y Sachs 1914; ver también Flores Dorantes 1977:52 y Dájer 1995). Los idiófonos son instrumentos formados de cuerpos sólidos y suficientemente elásticos para poder sostener un movimiento vibratorio, que produce el sonido. Campanas, cascabeles, sonajas y gongs son buenos ejemplos: un badajo que pende en el interior, por ejemplo de una campana, o un percutor suelto (interno o externo) impacta el cuerpo del instrumento y causa la vibración que genera el sonido.²⁵

La interpretación del significado de los sonidos de instrumentos musicales procedentes de contextos arqueológicos tiene varios problemas. Aún más que el aspecto de los instrumentos, su sonido es fuertemente afectado por el deterioro de los materiales que los integran. Eso es el caso con instrumentos metálicos, cuyas propiedades vibratorias son directamente afectadas por la corrosión. Capas gruesas de productos de oxidación

²⁵ Dájer (1995) clasifica los cascabeles como *idiófonos de agitación*.

pueden hacer imposible producir sonidos con los instrumentos, por un lado por miedo de que se desintegren y por otro por la pérdida de las propiedades vibratorias del material. Pero incluso capas delgadas de oxidación o corrosión interna (intergranular) pueden afectar el sonido. Por eso no queda claro si las descripciones de los sonidos de cascabeles del suroeste de E.E.U.U. como “midway between that of a sleigh bell and that of a rattle” (Hawley 1953:99), o los de la cueva de cascabeles de Quemistlán, en Honduras, como que tienen “a clear ringing note” (Blackiston 1910:538) realmente representan los sonidos originales de los cascabeles.

Aún si el uso de metal para crear sonido se encuentra en todo el territorio americano, el significado de los sonidos depende directamente de sus contextos culturales y la ausencia de significados universales implica que no es suficiente conocer el instrumento y su sonido para inferir qué ha significado:

“Different societies may attach quite different meanings to the same sounds. [...] The virtual absence of universals means that the character of behaviours associated with sound-related archaeological evidence must always be considered as a matter of inquiry and may not be assumed” (d’Errico y Lawson 2006:42).

Además, sonidos con un significado cultural no siempre son generados por artefactos que podrían fácilmente clasificarse como ‘instrumentos musicales’, y el sonido muchas veces no es un fenómeno que se deja analizar en separación de otros aspectos, por ejemplo visuales. Con la técnica del laminado los metalúrgicos andinos lograron “crear sonido y dar movimiento” (Carcedo y Vetter 1999:181) a sus objetos (por ejemplo, los colgantes (*danglers*) que cubren las superficies en algunas máscaras, placas o tocados, ver Lothrop 1954:33, 35; Shimada y Griffin 1994) y evitaron la solidez y rigidez de las piezas vaciadas (Carcedo y Vetter 1999:181). Carcedo y Vetter (1999:181) indican que probablemente el orfebre buscaba de relacionar las piezas con la naturaleza y darles un espacio en la cosmovisión:

“Con los sonidos [...] buscan imitar el canto de los pájaros, el tintineo del objeto bajo la acción del viento, el murmullo del mar, o el grito de un animal, es decir, de alguna manera se intentó infundir en ellos un sentido cosmológico.”

Jones (1979:85) indica que es notable que una gran gama de muy diferentes objetos de metal (incluyendo ornamentos de collares y las bases de vasos) de los mochica tenían la propiedad de producir sonidos. Además, el hecho de que todos los vasos-sonajas, cascabeles y sonajas que se utilizaron en las culturas mochica y sicán, algunos cosidos a los trajes ceremoniales, tenían sonidos o timbres musicales muy diferentes, permitía

identificar el personaje que produce el sonido con sus movimientos (Carcedo y Vetter 1999:183).

Para el área colombiana Fray Pedro Simón (citado en Plazas y Falchetti 1978:52) reporta que se utilizaban planchas de oro en las puertas como adorno y para que sonaran al entrar y salir la gente:

“... a las puertas de las casas estaban por la parte de afuera colgadas planchas de oro fino que por aquí se llaman chagualas... las cuales tenían allí por el gusto que les daba ver al salir o poner el sol daba en ellas y causaba resplandores y también le tenían de oír el son que hacían... dando unas con otras cuando abrían y cerraban las portezuelas.”

En Mesoamérica existe un caso paralelo, que fue notado por Antonio de Herrera y Tordesillas (1559 - 1625, citado en Aguilar 1946:25-6). Él nota que en la provincia de Tlaxcala “no existían puertas y ventanas, sino esteras hechas de carrizo, postizas que se quitaban y ponían y colgaban de ellas cascabeles de cobre, de oro o de otros metales”. Aguilar (1946:25-6) supone que servían para anunciar la entrada o salida de personas.

Los cascabeles se elaboraban con el proceso de la fundición a la cera perdida (ver **Subcapítulo 6.1.3.1.**), el cual hace imposible utilizar el mismo molde o modelo en más de un cascabel. Por eso resulta muy poco probable tener dos cascabeles con el mismo sonido. Eso coincide con la descripción de Blackiston (1910:538), que indica que cada cascabel procedente de la Quemistlán Bell Cave en Honduras, tenía su propio tono y que se podía producir la escala completa de notas utilizando una variedad de cascabeles. Aún si había esta variedad de tonos, en el ámbito mesoamericano, ésta no parece haber sido bien controlada.²⁶

Aún sin este control directo sobre el tono, la forma de los cascabeles mesoamericanos está expresamente diseñada para producir sonido. La mayoría de las características de los cascabeles como portadores de simbolismos, sea en los ornamentos o el color, también podría transmitirse utilizando formas más sencillas. Este hecho resalta la importancia del sonido en la interpretación de los cascabeles. Aunque había ejemplos de cascabeles en otros materiales antes de la llegada de la metalurgia a Mesoamérica (ver Borhegyi 1957; Hammond 1972:223), y todavía hoy en día los danzantes utilizan

²⁶ Un ejemplo de un perfecto control sobre los tonos de campanas existe en la provincia de Hu-bei, en el sur de China, donde se encontró un juego de 65 campanas del quinto siglo a.C. que abarcaba cinco octavas y cada campana tenía la capacidad de producir dos tonos diferentes, dependiendo donde se tocaban (Shen 1987:94).

semillas, conchas o caracoles (por ejemplo González Torres 1987; Sánchez Ventura 1987; Rostas 1994), el metal tiene propiedades especialmente bien adaptadas para la creación y propagación de sonido.²⁷

Para la determinación del tono y de su calidad, las características de los materiales que conforman los idiófonos son de gran importancia (Hansen 1995:25). En Europa (Strafford *et al.* 1996) y China (Shen 1987; Jueming 1993), por ejemplo, se entendió la influencia de la composición del metal de campanas sobre su sonido. Shuyun (1994:31-3) reporta el uso de aleaciones de cobre con alrededor de 23 % de estaño y hierro, zinc, plomo, entre otros, como elementos traza como la aleación adecuada para elaborar instrumentos de percusión. Aparte de la aleación menciona el tratamiento del metal con un martillado en caliente y el rápido enfriamiento (*quenching*) como importante para mejorar las calidades musicales de los instrumentos. Jueming (1993:35) menciona aleaciones de cobre con alrededor de 14 % de estaño y entre 2 y 4 % de plomo como las mejores para campanas. Strafford *et al.* (1996:25), por otro lado, notan claramente con respecto a las campanas europeas, que la calidad del tono empeora con la adición de plomo.

Mientras que las campanas mantienen la vibración (y el tono) durante un tiempo prolongado, los cascabeles, por su pequeño tamaño y cuerpo casi cerrado, emiten un tono solamente en el momento del choque con el percutor u otro cascabel. Por eso resulta menos probable que las aleaciones tengan gran impacto en el sonido: Root (1952b:16) nota que los pequeños cascabeles no deberían ser comparados con campanas de iglesia²⁸ y duda de una influencia del plomo en el sonido. Arsandaux y Rivet (1921:272) por otro lado, asocian el sonido particular de los cascabeles con la presencia de plomo (“... donner une qualité particulière à leur son; ...”). Grinberg y Franco (1980b:176) opinan que los cascabeles pueden sonar bien o mal independientemente de la presencia de plomo y consideran si no puede ser el arsénico el metal responsable de la sonoridad de los cascabeles. En la descripción de los cascabeles del cenote de Chichén Itzá estos mismos autores (Franco y Grinberg 2001:Tabla 2) utilizan las categorías de sonido ‘bueno’, ‘regular’ y ‘malo’ para clasificar los cascabeles ‘especiales’,²⁹ sin que quede claro de qué manera se establecieron estas clasificaciones.

²⁷ Cushing (1894:98) menciona que el nombre en Zuñi para el cobre de comercio (*copper of commerce*) es *te'-si-li-li he'-we*, que significa ‘metal de ollas que suenan’ (*ringing vessel metal*).

²⁸ En una de sus primeras publicaciones Hosler (1985:73, con referencia a Schad y Warlimont 1984) también adscribe al tipo de aleación una influencia sobre el sonido de los cascabeles. En publicaciones posteriores ya no da mucha importancia a este factor.

²⁹ Se refieren a cascabeles globulares con ornamentación alrededor de la argolla.

Muchos de los cascabeles mesoamericanos producen el sonido con un percutor que se mueve libremente en el interior del cuerpo del cascabel. Hay ejemplos de percutores de piedra, cerámica y metal (Hosler 1994a:53, ver **Subcapítulo 8.2.**). Lothrop (1952:86) sugiere que los percutores fueron introducidos en el interior del cascabel antes de la fundición y liberados al retirar el núcleo,³⁰ o después de la fabricación abriendo y cerrando un poco la boca del cascabel. Otra manera de los cascabeles de producir sonido, aún si no contienen percutor, es chocar entre sí.³¹ Para eso se necesitan grupos de por lo menos dos cascabeles. Ignorando esta manera de producir tonos, Lothrop (1952:86) sugiere que el hecho de que muchos de los cascabeles del *Estilo A* (cascabeles globulares) del cenote de Chichén Itzá no contienen percutor puede significar que fueron intencionalmente ‘silenciados’ antes de ser sacrificados. Franco y Grinberg (2001:19), por otro lado, notan que más de 25 % de los cascabeles que estudiaron provenientes del cenote sagrado conservaban todavía, total o parcialmente, su núcleo. Estos cascabeles no fueron silenciados, sino más bien nunca adquirieron su capacidad de producir sonido, parecido a algunos de los cascabeles *Globulares* del Templo Mayor (ver **Subcapítulo 8.1.**)

En general se puede decir que el tono que los cascabeles producen es determinado principalmente por el volumen interior del cuerpo resonador y su forma (ver por ejemplo Hosler 1988a:332), pero otros factores como el tamaño de la apertura (Hosler 2003:162), la porosidad del metal (Hosler 1994a:57), el tipo de ornamentos, el grosor de las paredes (ver Strafford *et al.* 1996:22 con respecto a campanas) tanto como la presencia y el material del percutor también pueden jugar un papel importante.

Hosler (1988a:332) describe la característica típica del sistema musical indígena de América como el ‘sonido texturado’ (*textured sound*) creado, por ejemplo, por cascabeles de diferentes tamaños sonando en conjunto. Ella opina que “la fabricación de una gran diversidad de tamaños y formas de cascabeles [...] es consistente con las normas de estos sistemas musicales” (Hosler 1988a:332, traducción del autor). En otro lugar indica que (Hosler 2003:162):

“These people were particularly interested in the pitch of bells, casting bells that varied in those design parameters (internal volume and width of resonator opening) crucial to pitch.”

³⁰ Franco y Grinberg (2001:119) ven esta teoría confirmada con un cascabel fragmentado que existe en el Museo de Historia Natural de Nueva York.

³¹ Hammond (1972:223) indica que estos objetos se llaman *tinklers* en vez de *bells*. Como arriba mencionado, Dájer (1995:45, 47) los define como *sonajeros*, o sea “pequeñas partes sonoras” que producen el sonido chocando entre sí.

Hosler apoya su opinión con una referencia a tumbas (sin citar ejemplos) donde los enterrados llevan conjuntos de cascabeles de diferentes tamaños y –con eso– diferentes sonidos (Hosler 2003:162). Sin embargo, específicamente con respecto a los cascabeles hay que mencionar que la técnica de manufactura (fundición a la cera perdida) hace difícil, o incluso imposible con la tecnología prehispánica, producir cascabeles que coinciden en todos los aspectos que determinan el sonido. Entonces, el ‘sonido texturado’ de los cascabeles probablemente fue más una ‘realidad de la vida’ que una propiedad intencionalmente seleccionada. Hosler indica que los metalúrgicos de ‘Periodo 1’ estaban especialmente interesados en el sonido, hecho que se expresa, según ella, en la existencia de cascabeles con diferentes tonos. Solamente en el ‘Periodo 2’ y con la adición del conocimiento de las aleaciones a la caja de herramientas de los metalúrgicos era posible producir una aún más grande variedad de formas e incluso cascabeles más grandes que producían tonos más profundos (Hosler 1994a:136). El interés en las propiedades acústicas del metal representa, según Hosler (1997:20) “un enfoque netamente mexicano”. Aún así, aparentemente en el contexto mesoamericano nunca hubo cascabeles o campanas afinados en un tono específico como en China (Shen 1987; Jueming 1993) o Europa (Strafford *et al.* 1996), y nunca se desarrollaron campanas más grandes, como por ejemplo en Chile (ver González 2004, 2005:70, ver **Figura 7.3.**).



Figura 11.10. Músicos y sus instrumentos
(Códice Florentino VIII:30r)

El concepto mesoamericano de la música incluía una amplia gama de efectos sonoros y / o musicales. Según Buzo Flores (2001:36-7), la música buscaba:

“... por medio de una amplitud de sonidos, imitar fenómenos de la naturaleza como el trueno, el silbido del viento, la caída de la lluvia, los aullidos de animales,

los cantos de aves, etc. para agradar a los dioses e intentar reproducirlos utilizando semillas, palos o instrumentos. Entre los más comunes estuvieron el chicahuaztli, bastón de madera terminado en una sonaja; el teponaztli, tambor horizontal hecho con un tronco ahuecado; el huéhuatl, tambor vertical hecho con tronco ahuecado que se tocaba con las manos; el áyotl, o caparazón de tortuga para la percusión; el coyolli, nombre genérico para cascabeles o sartales de cuentas, conchas, capullos que se ponían en brazos y piernas; además de silbatos, entre otros” (Buzo Flores 2001:36-7).

Un dibujo en el *Códice Florentino* (**Figura 11.10.**) muestra dos músicos con algunos de sus instrumentos, pero sin cascabeles.

Hosler (2003:162) enfatiza la importancia de los sonidos metálicos producidos por los cascabeles en la cosmovisión mesoamericana. Ella indica que estos sonidos son las reproducciones de los ruidos de trueno y lluvia, engendrando la fertilidad humana y agrícola. También (Hosler 1997:23) imitan a los sonidos de la víbora cascabel y el rugido del jaguar. Además nota que los sonidos de los cascabeles protegen a sus portadores, por ejemplo en la guerra, y que crean o evocan el “jardín florido”, que ella equivale con el “paraíso azteca” (Hosler 1994a:242).

“Bell sounds and the sounds of composite bell instruments played a significant role in several sacred contexts. One is in ritual celebrating human and agricultural fertility and regeneration. Another is in warfare, where bell sounds could protect. The third is in the sacred paradise, which was created through song and sound. One of those sounds, the sound of bells, is associated with shimmering, colourful, singing birds and with human voices that represent deities and their human transformations.

The power accorded to bell sounds also determined the course of West Mexican metallurgy. Our best information comes from central Mexican descriptions of ritual in which these instruments are played. Rites for Tlaloc, Xipe Totec and Quetzalcoatl, three central Mexican deities, invariably require bells or instruments containing them” (Hosler 1995:107).

Sin embargo, con respecto al “paraíso azteca” parece importante indicar que los textos en los que Hosler se basa están escritos en *náhuatl* para comunicar contenidos cristianos en una forma accesible para los indígenas. El *flowery heaven* probablemente es el paraíso cristiano descrito en términos indígenas. Aunque se mencionan cascabeles en varios de los textos citados por Burkhart (1992), solamente describen la calidad de un sonido o canto. No son los cascabeles el origen del brillo y del sonido, como implica Hosler (1994a:242), sino ricas plumas de aves, flores y canto.³²

³² Ver el ejemplo de Sahagún traducido y citado en Burkhart (1992:95, énfasis añadida): “May there be chattering, may your songs resonate *like bells!*”.

Más allá de la interpretación de su significado, se puede llegar a la conclusión de que el sonido de los cascabeles fue visto como agradable en el mundo mexica. La descripción del buen canto de un pájaro como parecido al sonido de cascabeles es un ejemplo:

“Hay otra ave que se llama *coyoltótotl*. Son como los turdos ya dichos, salvo que tienen las gargantas coloradas, y los pechos, y también las alas, y las plumas de a par de la cola. Algunos dellos tienen el pecho amarillo, y los codillos de las alas blancos. Y cantan muy bien. Por esto se llama *coyoltótotl*, que quiere decir ‘ave que canta como cascabel’. Crían entre las espadañas” (Sahagún 1989:711).³³

Parece difícil reconciliar la asociación del sonido de los cascabeles con el buen canto, con la otra asociación, propuesta por Hosler (2003:162), con el sonido del trueno. Los sonidos de metal o campanas están descritos de la siguiente manera en el diccionario de Molina (1977:152):

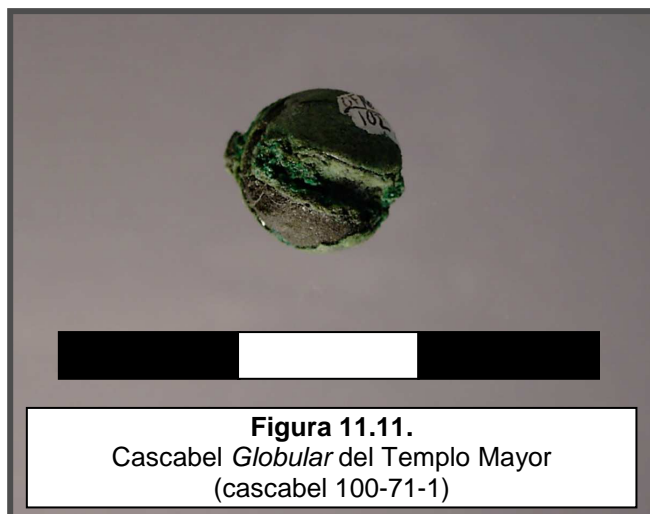
Tzilictic: cosa que tiene claro sonido. s. la campana o cosa semejante

tzilini: sonar, o reteñir el metal

tzilinia: tañer campana o cosa semejante

El trueno se llama *tlatlatziniliztli*, que contiene la palabra *tlatzini*, lo cual significa “sonar algo rebentando, assi como hueuo quando lo asan, o cosa semejante” (Molina 1977:115, 143). Estas diferencias indican que la evidencia lingüística no señala una conexión. También se puede decir que el sonido de una sonaja (por ejemplo una calabaza con piedras como percutores) suena más como trueno que los sonidos metálicos de los cascabeles.

Mientras que Hosler (1994a:235-40) argumenta exitosamente la vinculación del *chicahuaztli* (*rattlestick*) y del *ayauchicahuaztli* (*mist rattle-board*) con los complejos de la fertilidad y regeneración (ver también Duverger 1993:149; Broda 1971:285; López Luján 1994:259), la guerra y el ‘paraíso azteca’, el *flowery heaven* (ver Burkhart 1992), y más particularmente los dioses Tláloc, Xipe Totec y Quetzalcoatl, no



³³ Hosler (1994a:242) cita ejemplos de Bierhorst (1985) y Burkhart (1992) que también fundamentan la asociación de canto y el sonido de cascabeles.

siempre es evidente la conexión con los cascabeles. Hosler (1994a:235) se refiere al *chicahuaztli* y al *ayauchicahuaztli* como “composite percussion instruments containing bells”, pero debe la prueba de la incorporación de los cascabeles en estos ‘instrumentos compuestos’. En los textos de Sahagún faltan referencias a cascabeles en conexión con el *chicahuaztli* y Seler (1992b vol.III:64) describe el instrumento ritual como sonaja, sin mencionar cascabeles.

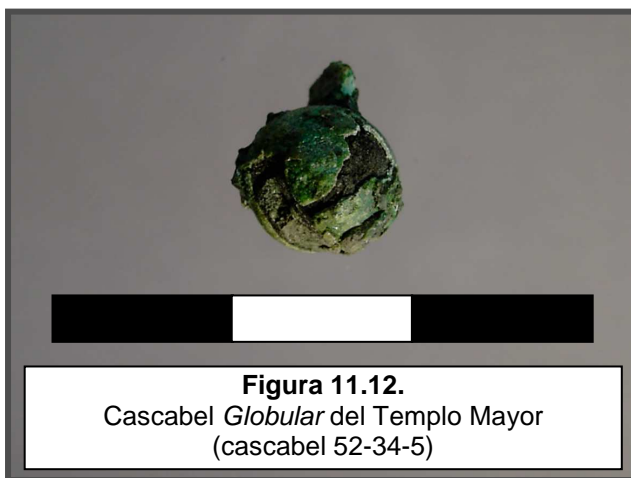


Figura 11.12.
Cascabel *Globular* del Templo Mayor
(cascabel 52-34-5)

También para el *ayauchicahuaztli* faltan las referencias a los cascabeles y no existe una descripción clara del ‘instrumento’.³⁴ El sonido que producen las sonajas no está descrito con la misma palabra que el sonido de los cascabeles (*tzilin*). En el *Codice Florentino* (Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:81) se hace referencia al sonido de sonajas, específicamente del

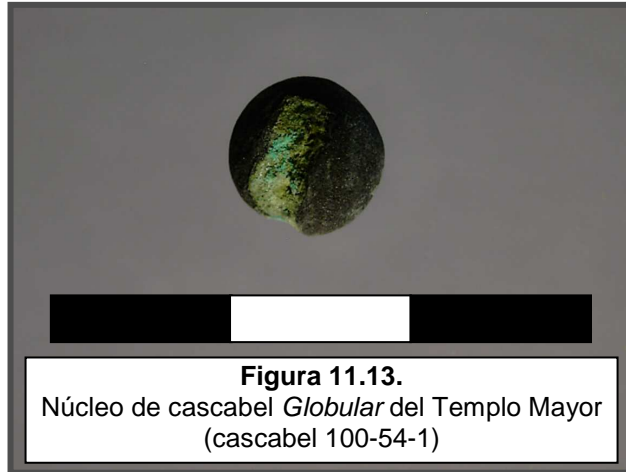
ayochicahuaztli, con la palabra *cacalaca* (*it rattles*). El instrumento *cacalachtli* es una sonaja de barro.

Por estas diferencias parece riesgoso equiparar el sonido que generan los *chicahuaztli* (*rattlestick*) y *ayauchicahuaztli* (*mist rattleboard*) con el de los cascabeles y transferir los significados que tienen estos instrumentos, por su uso y su simbología, directamente a los cascabeles.

La colección de cascabeles del Templo Mayor presenta una selección particular y muy reducida de formas de cascabeles, con un marcado énfasis en cascabeles *Globulares* y *Periformes*. Las proporciones relativas de las formas no son constantes, sino cambian a través del tiempo, con los respectivos cambios del sonido que los cascabeles pueden producir. Aunque en las ofrendas de las primeras etapas constructivas que contenían cascabeles había un espectro de diferentes formas y tamaños de cascabeles para producir el ‘sonido texturado’ que menciona Hosler (1988a:332), en las últimas etapas constructivas esta diversidad de formas y sonidos se perdió en gran parte. El espectro de formas se reduce hasta que casi 90 % de los cascabeles son pequeños objetos

³⁴ El *ayochicahuaztli*, que parece ser utilizado en situaciones similares al *ayauchicahuaztli*, es posiblemente un raspador elaborado de un caparazón de tortuga (*ayotl*).

globulares sin ornamentación alguna. Además, un alto porcentaje (> 20 %) de estos cascabeles *Globulares* de paredes muy delgadas es ‘silenciado’, porque contiene todavía el núcleo, que normalmente es extraído después de la fundición, para darle la propiedad de sonido al cascabel (ver **Figuras 11.11.**, **11.12.** y **11.13.**).



Considerando el reducido tamaño de los cascabeles y las observaciones hechas arriba, parece poco probable que los cambios de composición (el aumento de la concentración de estaño en el caso de los cascabeles *Globulares*) que los cascabeles habían sufrido a lo largo del tiempo, estaban vinculados con el sonido.

En general se puede decir que estos datos parecen indicar que el sonido perdió importancia y los cascabeles en las ofrendas se convirtieron en objetos no funcionales, meros iconos de cascabeles. Eso puede deberse a cambios en el significado de los cascabeles o el desarrollo de un canon que ya no hacía necesario ni una diversidad de formas ni un buen sonido en los cascabeles.³⁵

11.1.2.3. Uso práctico y asociaciones de los cascabeles

Es muy difícil, si no imposible, hacer un análisis cuantitativo de todas las representaciones y menciones de cascabeles en las fuentes de información. El tamaño del universo de investigación es desconocido y no estaba dentro de los objetivos de esta investigación el revisar y evaluar todas las fuentes conocidas y posibles. Sin embargo, aún con una revisión somera de la información disponible fue posible identificar diferentes ámbitos donde los cascabeles son usados frecuentemente. Se utilizaron una gama de diferentes fuentes de información –etnohistóricas, etnológicas, pictográficas y arqueológicas– que identificaron un amplio espectro de aplicaciones prácticas y contextos de uso de los cascabeles:

³⁵ Shimada y Merkel (1991:83), con referencia al mundo andino, observan que los chimú y los incas no mantuvieron los pisos de los talleres limpios de basura como lo hacían los sicán, y proponen que había un cambio en el significado de la metalurgia en general, que perdió parte de su carácter ritual. Quizás se experimentaba un fenómeno parecido en el mundo mexicana.

- I. Cascabeles como parte de atavíos
 - a) de dioses o sus encarnaciones
 - b) de guerreros y nobles
 - c) de danzantes
- II. Cascabeles como ofrendas
- III. Cascabeles en otros contextos

Cascabeles como parte de los atavíos de dioses o sus encarnaciones

En los textos etnohistóricos se mencionan los cascabeles como parte de atavíos de dioses o sus sacerdotes, la elite, de guerreros y ‘danzantes’ sin especificaciones más detalladas. En la gran mayoría de los casos se mencionan cascabeles de oro, aunque por las razones mencionadas arriba (ver **Subcapítulo 7.2.5.**) parece posible que se tratara de cascabeles elaborados de cobre y sus aleaciones. En las representaciones pictográficas los cascabeles globulares o periformes son comúnmente identificados por la incisión de la boca. El color asociado con estos artefactos es amarillo, que puede señalar oro o aleaciones de cobre. El cobre normalmente está representado en amarillo, aunque hay casos en que hachas están representadas de color rojizo (**Figura 11.14.**)³⁶ Elementos de indumentaria circulares (o globulares) de color amarillo pueden o no ser cascabeles (dado que depende de la posición de la argolla si se ve la incisión de la boca), pero lo más probable parece que sean placas o cuentas decorativas. En las esculturas de piedra también se identifican los cascabeles por su incisión bucal.

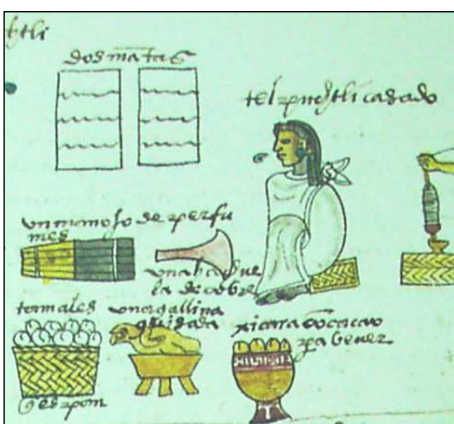


Figura 11.14. Ejemplo de un hacha de cobre representado rojizo en el *Códice Mendoza* (Folio 68r)

Reconociendo estos elementos de incertidumbre, se puede decir que en la gran mayoría de los casos los cascabeles son mencionados (en fuentes etnohistóricas) o se ven (por ejemplo, en códices y pinturas o esculturas de piedra o cerámica) atados a las

³⁶ Aguilar (1946:37), hablando de diademas en el *Códice Nuttall*, menciona que el color amarillo “... casi siempre indica que un objeto es de oro...”.

muñecas y / o a las pantorrillas o tobillos. En casos más contados se encuentran en tocados, collares o pectorales.³⁷ Con pocas excepciones las figuras que ostentan cascabeles en los códices parecen representar dioses o sacerdotes en los atavíos de dioses (por ejemplo *Códice Magliabechiano*, *Códice Matritense del Real Palacio*). Esta tendencia también se encuentra en los textos etnohistóricos. El siguiente listado de deidades que son descritos llevando cascabeles en sus atavíos no pretende ser completo, más bien se intenta documentar la gran variedad de dioses y diosas que se adornan con cascabeles:³⁸

Centzon Huitznahua (Dibble y Anderson 1950-82 vol.III:3.)
 Chalmēcacihuātl (Primeros Memoriales folio 266v.)
 Chāntico (Primeros Memoriales folio 266v.)
 Chicomecoatl (Primeros Memoriales folio 262r.)
 Coyōtl īnāhual (Dibble y Anderson 1950-82 vol.IX:83.)
 Cuatlapanqui Ome Tochtli (Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:210)
 Huitzilopochtli (Primeros Memoriales folio 261r.)
 Huixtohcihuātl (Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:92.)
 Ixcozauhqui (Primeros Memoriales folio 262v.)
 Ixteocaleh (Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:76.)
 Izquitecatl (Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:214)
 Mixcoacalli (Dibble y Anderson 1950-82 vol.VIII:45.)
 Ome Tochtli Iyauhquēmeh (Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:209)
 Opochtli (Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:213)
 Otonteuctli (Primeros Memoriales folio 262r.)
 Tezcatlipoca (Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:69; Durán 1984 vol.I:38)
 Tezcatzoncatl (Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:209)
 Tīzahuah, de Mācuīlocēlōtl y de Mācuiltōchtli (Dibble y Anderson 1950-82 vol.IX:84.)
 Tlaloc (Primeros Memoriales folio 261v.)
 Tlilhuah Ome Tochtli (Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:210)
 Totochtin (Primeros Memoriales folio 261v.)
 Xiuhtēuctli (Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:209)
 Xochipilli (Primeros Memoriales folio 266r.)
 Yahcateuctli (Primeros Memoriales folio 262r; Dibble y Anderson 1950-82 vol.II:213)

Por la gran gama de asociaciones no resulta fácil adscribir el uso de cascabeles a una deidad, ni siquiera a un grupo de deidades que los usan como elementos constantes en

³⁷ Aguilar (1946:43) resalta el uso de cascabeles en ornamentos compuestos.

³⁸ Menciones encontradas en <http://nahuatl.ifrance.com/> (sitio visitado 25.04.2007).

sus atavíos. Esta dificultad se explica además por los diferentes modos de presentación de los cascabeles en las variadas fuentes; por ejemplo, en algunos casos las imágenes de los códices dan información menos (o más) detallada –o incluso información contradictoria– sobre los atavíos que las descripciones etnohistóricas. Estas diferencias muchas veces no se pueden explicar satisfactoriamente. A veces parece haber una “relación inversa entre la gran cantidad de nombres de dioses que aparecen en las fuentes documentales y la información acerca de sus atributos, información que en muchos casos es verdaderamente raquítica y oscura” (López Austin 1983:75). Algunos dioses son mencionados en ciertos medios más (por ejemplo en estatuas o relieves de piedra) que en otros (por ejemplo descripciones etnohistóricas). Eso puede deberse a la relación de los mexicas con esta deidad, como en el caso de Tlaltecuhli, que parece no haber tenido un culto público (ver Matos Moctezuma 1999b). Además de la confusión causada por diferentes modos y medios de presentación, existen particularidades de la cosmovisión y de la iconografía religiosa mesoamericana que hacen una interpretación clara y única muchas veces difícil. López Austin (1979:135-7) detalla estos puntos de la siguiente manera:

1. Los dioses no son necesariamente personajes de unidad absoluta. Un dios puede ser, así, un ser complejo, formado por la fusión de otras divinidades. [...]
2. Los dioses no eran concebidos como seres estáticos. Se les imaginaba dinámicos, en un proceso cíclico en el que el tiempo y el espacio particularizaban sus diversas personificaciones y atribuciones.
3. [...], la función específica en el tiempo-espacio particular determinaba precisas atribuciones y dominios de cada personificación.
4. En sus tiempos-espacios míticos y en sus ciclos cósmicos, dos o más dioses podían coincidir en las características fundamentales, y tal participación producía en ocasiones una fusión transitoria de los seres divinos. [...]
5. Las distintas personificaciones daban a cada dios un agregado congruente de atribuciones y dominios cuya unidad y estructura no es fácilmente comprensible [...]. ... dominios todos que, en el fondo, están de alguna manera vinculados entre sí y no son un simple conglomerado.
6. Los agregados producen características específicas de la deidad, según los distintos dominios y atribuciones. [...]
7. Hay características que son comunes a diversos dioses, [...].
8. La iconografía refleja, obviamente, las características señaladas, [...].
9. [...] El símbolo se va cargando, de esta manera, de múltiples significados. Evoluciona no sólo hacía lo complejo, sino hacía lo polivalente, en un proceso que puede ser paralelo a la integración del agregado de atribuciones y dominios del dios. Así, un complejo simbólico puede responder –y no sólo con sus elementos separados, sino como complejo– a uno, dos o más dominios y atribuciones que forman el agregado del dios. [...].

Como punto 8. e) del listado arriba citado, López Austin (1979:137) señala:

“Que no exista una necesaria identidad o un forzoso parentesco próximo entre dioses que participan de determinados símbolos, puesto que el símbolo puede referirse simplemente a una característica común, ya definitiva, ya transitoria. Así deben ser considerados elementos como plumones, cráneos, fémures y otros que son comunes, y que aparecen en divinidades que poseen distintos ámbitos de dominio”.

Esta revisión nos indica que un atributo como el cascabel puede cargarse de diferentes significados, así evolucionando a lo largo del tiempo, y ser utilizado por dioses con dominios que no necesariamente están directamente vinculados. Los dioses, además, pueden tener diferentes características que son señaladas con el uso de diferentes atributos.

Hosler (1994a:235-40) vincula los cascabeles con los dioses Tláloc, Xipe Tótec y Quetzalcoatl y con los complejos de la fertilidad y regeneración humana y agrícola, la guerra y el ‘paraíso azteca’, el *flowery heaven*. Aunque se han criticado algunos de los elementos en la argumentación que dan soporte a estas asociaciones, específicamente con relación al sonido (ver arriba), es difícil argumentar estrictamente en su contra: los dioses mencionados se dejan, en mayor o menor grado, vincular con cascabeles (a través de menciones en las fuentes etnohistóricas o aparición en códices con cascabeles como parte del atavío). Sin embargo, estas deidades son tan multifacéticas que casi no se puede evitar una asociación con los cascabeles y un campo prácticamente omnipresente en la cosmovisión mesoamericana, como ‘fertilidad y regeneración’. Sin embargo, parecen existir otros vínculos que, al ser menos generales, probablemente pueden ofrecer una lectura un poco más específica del significado de los cascabeles.

Una revisión de la escultura de piedra mexicana resultó en la identificación de varios ejemplos de Tlaltecuhli, la deidad de la tierra, con cascabeles. La relativa constancia de esta asociación puede haber sido suficiente para postular una asociación de los cascabeles con ‘la tierra’ en el más amplio sentido (**Figura 11.15.**). Sin embargo, un escrutinio más cuidadoso de las esculturas o relieves permitió identificar la exclusividad de uso de los cascabeles en los grupos B y C de Tlaltecuhli, descritos por Matos Moctezuma (1999b:14-20), cuales son:³⁹

³⁹ Aunque la mayoría de estas representaciones parecen presentar cascabeles, existen excepciones como la lápida recientemente descubierta en el Templo Mayor (Matos Moctezuma y López Luján 2007) o las representaciones del vaso de pulque de Bilimec (Seler 1992c vol.III:199ff), donde los cascabeles no están, o no son claramente identificables.

Grupo B: figuras antropomorfas femeninas

Grupo C: figuras zoomorfas femeninas

Se excluyen los dos grupos restantes, que no presentan cascabeles en ningún caso conocido al autor:

Grupo A: figuras antropomorfas masculinas (con rasgos de Tláloc)

Grupo D: figuras con rostro de Tláloc

Eso conecta los cascabeles directamente con el aspecto femenino de Tlaltecuhltli y excluye los aspectos masculinos, vinculados a Tláloc.

Matos Moctezuma (1999b:51) propone que las Tlaltecuhltli del grupo B representan la contraparte (femenina) del sol⁴⁰ cuando ésta está en la mitad del recorrido por el inframundo. Rohde (1989:51) indica que el sol, igual a los muertos y los granos, se transforma en el inframundo:

“El sol se transforma en el inframundo como lo hacen los muertos y los granos, y por ello debe ocultarse, porque si la vida es evidente, el proceso de surgir a la existencia es secreto y el sol debe rehacerse y remodelarse bajo la tierra, en el lugar mismo donde los vivos se forman a partir de los muertos. Recordemos que los primeros hombres se formaron con huesos de difuntos, ya que el mundo inferior contiene los gérmenes de la vida, del mismo modo que todo lo que es vida contiene en sí el germen de la muerte”.

El grupo C de las Tlaltecuhltli, con los rostros zoomorfos, representa, según Matos Moctezuma (1999b:52), a la tierra devoradora-paridora, que por un lado tiene el carácter de *vagina dentata* devoradora de cadáveres y por otro transforma y pare a los muertos para que puedan ir al destino que les corresponde según su género de muerte. Estas observaciones convierten la tierra en el primer paso hacia el inframundo.

Tlaltecuhltli misma tenía que morir en los tiempos originarios para que surgieran seres que existirían en el tiempo de los hombres (López Austin 1979:143).⁴¹ Los sucesos durante su muerte conectan Tlaltecuhltli también con el cielo (*Historia de México* 1965:108):

⁴⁰ Matos Moctezuma (1999s:51) compara el rostro de Tlaltecuhltli del grupo B con el del Tonatiuh en la piedra del sol. Navarrete y Heyden (1974) por otro lado argumentan que la cara representada en esta piedra es la de Tlaltecuhltli. López Austin (1983:81) coincide con esta opinión (compara también con Graulich 1997).

⁴¹ López Austin (1979:141) hace referencia al trabajo de Jensen (1966) y su concepto de *deidades demas*.

“Dos dioses, Quetzalcóatl y Tezcatlipuca, bajaron del cielo a la diosa Tlatecuhtli, la cual estaba llena por todas las coyunturas de ojos y bocas, con las que mordía, como bestia salvaje. Y antes de que fuese bajada, había ya agua, que no saben quién la creó, sobre la que esta diosa caminaba. Lo que viendo los dioses dijeron el uno al otro: ‘Es menester hacer la tierra’. Y esto diciendo, se cambiaron ambos en dos grandes sierpes, de los que el uno asió a la diosa de junto a la mano derecha hasta el pie izquierdo, y el otro de la mano izquierda al pie derecho. Y la apretaron tanto, que la hicieron partirse por la mitad, y del medio de las espaldas hicieron la tierra y a otra mitad subieron al cielo, de lo cual otros dioses quedaron muy corridos. Luego, hecho esto, para compensar a la dicha diosa de los daños que estos dos dioses le habían hecho, todos los dioses descendieron a consolarla y ordenaron que de ella saliese todo el fruto necesario para la vida del hombre. Y para hacerlo, hicieron de sus cabellos árboles y flores y yerbas; de su piel, la yerba muy menuda y florecillas; de los ojos, pozos y fuentes y pequeñas cuevas; de la boca, ríos y cavernas grandes; de la nariz, valles y montañas. Esta diosa lloraba algunas veces por la noche, deseando comer corazones de hombres, y no se quería callar, en tanto que no se le daban, ni quería dar fruto si no era regada con sangre de hombres.”



Figura 11.15. Un monstruo de la tierra con cascabeles en los tobillos (Museo del Templo Mayor)

El hecho de que la tierra, tanto como el sol, son beneficiarios de los muertos de sacrificio humano y de la guerra también queda claro en esta oración al dios Tezcatlipoca (Sahagún 1989:313-4):

“El dios de la tierra abre la boca, con hambre de tragar la sangre de muchos que morirán en esta guerra. Parece que se quieren regocijar el sol y el dios de la tierra llamado Tlatecuhtli: quieren dar de comer y de beber a los dioses del Cielo y del Infierno, haciéndoles convite con sangre y carne de los hombres que han de morir en esta guerra. [...]

Tened otrosí por bien ¡oh señor nuestro! Que los nobles que muriesen en el contraste de la guerra sean pacífica y jocundamente recibidos del Sol y de la Tierra, que son padre y madre de todos, con entrañas de amor. Porque la verdad no os engañéis en lo que hacéis, conviene a saber, en querer que mueran en la guerra, porque a la verdad para esto los enviasteis a este mundo, para que con su carne y su sangre den de comer al Sol y a la Tierra”.

Graulich (1997:180) indica que también en el *Teocalli de la Guerra Sagrada* (expuesto en el Museo Nacional de Antropología-INAH) la tierra y el sol son indicados como recipientes de los sacrificios humanos y muertos en guerra.

Otra diosa terrestre que también está representada con cascabeles en las piernas es Coatlicue, de la cual se encontró una gran estatua que ahora se encuentra en el Museo Nacional de Antropología en la Ciudad de México.⁴² Smith (2003a:203) cuenta esta diosa al complejo de Teteoinnan que junta diosas de la tierra asociadas con la agricultura y la fertilidad sexual. Coatlicue es una de las diosas de este complejo que, según él, tiene connotaciones de la muerte. En el mito del nacimiento de Huitzilopochtli, se identifica la diosa como la madre del dios tutelar de los mexica. Coatlicue se embaraza con Huitzilopochtli al encontrar y recoger una pelotilla de pluma y con eso infamó y avergonzó a sus otros hijos, los Centzonhuitznahua y Coyolxauhqui. Estos decidieron de matar a su madre, la cual se encontraba en un lugar llamado Coatepec:

“Y la hermana, que se llamaba Coyólxauh, decíales: ‘Hermanos, matemosa nuestra madre, porque nos infamó, habiéndose a hurto empuñado.’

[...] Y después de haber acabado el consejo de matar a la dicha Coatlicue, los dichos indios *centzonhuitznáhuah* fueron a donde estaba su madre Coatlicue, y delante iba la hermana suya Coyólxauh, y ellos iban armados con todas armas y papeles, y cascabeles, y dardos en su orden. [...] Y en llegando los dichos indios *centzonhuitznáhuah*, nació luego el dicho Huitzilopochtli, trayendo consigo una rodela que se dice *tehuehuelli*, con un dardo y vara de color azul, y en su rostro como pintado, y en la cabeza traía un pelmazo de pluma pegado, y la pierna siniestra delgada y emplumada, y los dos muslos pintados de color azul, y también los brazos. Y el dicho Huitzilopochtli dixo a uno que se llamaba Tochancalqui que encendiese una culebra hecha de teas que se llamaba *xiuhcōatl*, y así la encendió, y con ella fue herida la dicha Coyólxauh, de que murió hecha pedazos, y la cabeza quedó en aquella sierra que se dice Coatépec, y el cuerpo cayóse abaxo, hecho pedazos.

Y el dicho Huitzilopochtli levantóse y armóse y salió contra los dichos *centzonhuitznáhuah*, persiguiéndoles y echándoles fuera de aquella sierra que se dice Coatépec, hasta abaxo, peleando contra ellos y cercando cuatro veces la

⁴² Frente al Templo Mayor se encontró otra estatua parecida que fue llamada Yolotlicue y que igualmente hoy en día se encuentra en el Museo Nacional de Antropología, México D.F. (para más información, ver Boone 1999).

dicha sierra. Y los dichos indios *centzonhuitznáhuah* no se pudieron defender ni valer contra el dicho Huitzilopochtli, ni le hacer cosa ninguna. Y así fueron vencidos, y muchos dellos murieron” (Sahagún 1989:202-4).



Figura 11.16. El monolito de la Coyolxauhqui del Templo Mayor (Fuente 2004:45)

Matos Moctezuma (1991:22) nota que este mito representa una lucha por el poder basada en hechos históricos y al mismo tiempo la victoria del sol (Huitzilopochtli) sobre la luna (Coyolxauhqui)⁴³ y las estrellas (los Centzohuitznahua).⁴⁴ Coyolxauhqui⁴⁵ significa ‘la que tiene cascabeles como pintura facial’ (ver por ejemplo Beyer 1965b:408) y sus representaciones se identifican por los cascabeles que tiene en la mejillas, muchas veces con un símbolo del oro (ver Aguilar 1989:73). Aguilera (1978), que hace un análisis simbólico de los rasgos y atavíos de Coyolxauhqui, describe su penacho, que la identifica como capitana y diosa guerrera y que la vincula con Coatlicue y Cihuacóatl, ambas también diosas guerreras. Además identifica elementos celestes (Aguilera 1978:84-5), que podrían reforzar el aspecto lunar de la diosa (**Figura 11.16.**). Preuss (1960) menciona otros mitos donde las estrellas son ‘matadas’ por la luna y, revividas, matan y se comen al astro. Tanto el mito del Coatepec como estos mitos representan la ‘lucha’ diaria del sol contra la luna y las estrellas, a las cuales opaca con su brillo, y la equivalente ‘lucha’ entre la luna y las estrellas, donde gana o pierde la luna según si es llena o nueva.

⁴³ Ver también Preuss (1960:6). Por otro lado Miller y Taube (1993:68) declaran que no existe evidencia explícita para esta identificación de Coyolxauhqui con la luna y hacen referencia a investigaciones que vinculan la diosa con la Vía Láctea.

⁴⁴ Taube (1997) relaciona los Centzonhuitznahua con los Centzon Totochtin, los dioses del pulque e indica que representan las fuerzas de la noche y de la oscuridad, los enemigos del Huitzilopochtli solar.

⁴⁵ La descripción de la excavación del monolito en García Cook (1986 [1978]).

Preuss compara estos mitos con un mito moderno de una comunidad de habla nahua de San Pedro, del sur de Durango. Allí un esposo (el sol) mata a su esposa (la luna) llamada Tepusilám, por querer matar a ‘todos sus abuelos’ (las estrellas) (Preuss 1960:7). Resulta interesante notar que la diosa de la luna lleva como nombre ‘La vieja de Cobre’ (Tepusilám) que puede ser una referencia a los cambios que sufre el astro y el metal que también cambia varias veces de brillante a opaco: mineral sólido y opaco – metal líquido y brillante – objeto sólido y brillante – objeto sólido y opaco verduzco (oxidado). Esto coincide con las observaciones que hizo Falchetti (2003) con respecto a la metalurgia y específicamente el cobre en la zona Intermedia (ver arriba). En este contexto también cabe mencionar que Xipe Totec, ‘nuestro señor el desollado’ era el dios de los joyeros y de la primavera, vinculado con el cambio de la ‘piel’ de la tierra, que renueva su verdor (Barba y Piña Chan 1989:139; Caso 2002 [1965]:408). También es interesante la observación de López Austin (1998b:11), que asimismo podría haberse mencionado en el capítulo sobre los colores de los cascabeles:

La superficie de la tierra, cubierta por la capa tierna y fresca del principio de las aguas, era la señal de que las fuerzas del inframundo invadían la morada del hombre. Su color era el azul-verde. Después vendría el dominio de la temporada seca, cuando los rayos del sol madurarían los frutos. Era el tiempo amarillo. La temporada de lluvias quedó incluida en el sector de la muerte generadora de vida. El par de oposiciones azul-verde / amarillo se tuvo entre los símbolos importantes en el pensamiento mesoamericano.

El azul-verde, aquí mencionado como el color del inframundo que invade el mundo de los hombres en la temporada de lluvias, también es el color de la pátina o corrosión de los cascabeles de cobre. Ellos, entonces, pueden cambiar de un tono amarillo brillante a otro azul-verde opaco –de la vida a la muerte.

Otro aspecto que conecta los cascabeles con el concepto del cambio y de la transformación relacionada a la muerte es el pulque y los dioses de esta bebida ritual embriagante. El pulque es producido a base de aguamiel, que es la sabia dulce del maguey (*Agave sp.*). El líquido contiene enzimas que causan la fermentación, y con eso el cambio de la bebida. Los dioses del pulque son colectivamente conocidos como los Centzon Totochtin o ‘400 conejos’ (Miller y Taube 1993:138; ver también Robelo 1980). Taube (1997:100) relaciona el pulque con la noche y los guerreros vencidos y sacrificados. Tanto López Austin (1979) como Taube (1997:98) siguen a González de Lima (1956) al relacionar los dioses del pulque con la luna, que también explica la nariguera lunar, *yacametzli*, de estos dioses. Selser (1992d vol.III:290) también resalta la

conexión de estos dioses con el cambio y la transformación, expresados en su asociación con la luna y la muerte y el renacimiento de la naturaleza:

“Totochtin, the rabbits, the pulque gods [...] And in fact they seem to have been regarded exactly as an expression of the death and revival of nature, since they compared the first, the death of nature, to the sleep of the drunkard, who later wakes up hale and sound. Hence these gods were painted in two colors – red and black – and denoted by a symbol that was a combination of the sun and a picture of night. For they represented the light and the dark sides of nature.

And they were related to the moon, which is also the waning and rejuvenating one, and they therefore wear in their nose the bony semicircular ring – the hieroglyph of the moon – the *yacametzli*”.

Los dioses así identificables en muchas ocasiones llevan cascabeles en sus piernas y a veces en un collar (por ejemplo, *Códice Borbónico* 36; *Códice Magliabecchi* 49-57, 59; *Códice Florentino* I:13v; *Códice Tudela* 10, 20(23), 27(31), 28(33), 29(34), 30(35), 31(37)). En el *Códice Matritense del Real Palacio* se encuentra la descripción de los elementos que los sacerdotes de los diferentes dioses *ome tochtli* tenían que reunir para vestir a las víctimas sacrificales que representaban al dios:

“*El sacerdote del dios dos conejo Tomiyauh*. El sacerdote del dios dos conejo *Tomiyauh*, su oficio consistía en lo siguiente: daba órdenes acerca de todo lo que necesitaba cuando moría el que representaba al dios dos conejo *Tomiyauh*: el papel, el copal, el hule, las campanillas, el chalequillo y todo lo dicho también para la fiesta del cerro” (León-Portilla 1992:95).

Los cascabeles (*tzitzilli*) también son mencionados al describir el atavío del dios mismo (ver León-Portilla 1992:139) y en las descripciones de las responsabilidades de otros tres sacerdotes de dioses del pulque.⁴⁶ También hay una descripción de los atavíos que era común a todos los ‘conejos’ o dioses del pulque que menciona los cascabeles explícitamente (mientras que la imagen no los muestra) como parte del atavío:

“Atavíos de (cada uno de) los conejos (dioses del pulque).
 Su cara pintada de dos colores,
 su tocado de plumas de garza,
 su nariguera en forma de luna,
 sus orejeras de papel.
 Lleva a cuestras su insignia de plumas de guacamaya,
 su collar de cuentas colgantes.
 Tiene ceñidas sus caderas con flecos torcidos,

⁴⁶ En varias otras descripciones los cascabeles no son mencionados explícitamente pero referencias a ‘todo lo ya dicho’ parecen incluir también en estos casos a los cascabeles.

tiene campanillas, cascabeles⁴⁷ en sus piernas,
 sus sandalias de dos conejo.
 Está colocado en su brazo su escudo de dos conejo,
 con una mano tiene su bastón de punta de obsidiana” (León-Portilla 1992:119).

El aspecto de la muerte (presente en los vínculos de los cascabeles con Tlaltecuhltli, la diosa guerrera sacrificada Coyolxauhqui y el pulque) también se encuentra conectado a los cascabeles en el mundo maya.



Figura 11.17. El dios de la muerte Maya, Dios A o Ah Puch⁴⁸
 (Códice Madrid, p. 23 y Códice Dresden, p. 53 (32)).

Schellhas (1904:11) menciona a los cascabeles como ornamento distintivo de la diosa de la muerte, Dios A⁴⁹ (según Schellhas no existe una contraparte masculina), que los lleva en sus antebrazos y piernas (**Figura 11.17.**). Blackiston (1910: 540-1) vincula los cascabeles con cuevas, murciélagos y últimamente con Cama-Zotz, “the Death Bat”, “the Destroyer”.

Cascabeles como parte de los atavíos de guerreros y nobles

La muerte también es un tema que conecta los cascabeles con la guerra y los guerreros. Aunque existen ejemplos de guerreros con cascabeles en los códices (*Primeros Memoriales* 72r),⁵⁰ no son muchos y las representaciones de guerreros sin cascabeles son más comunes. En las menciones textuales, por otro lado, los

⁴⁷ En el texto *náhuatl* está escrito *tzitzili, oyoalli*.

⁴⁸ En la imagen del *Códice Madrid* los cascabeles, en contraste al resto de la figura, están de color azul, hecho que hace dudar un poco de la identificación como cascabeles.

⁴⁹ Como otros nombres del dios de la muerte o del inframundo menciona *Hunhau* y *Ahpuch* (Schellhas 1904:13)

⁵⁰ Los dos ejemplos de guerreros con cascabeles de los *Primeros Memoriales* tienen los cascabeles en collares o pectorales, no en las piernas.

cascabeles parecen formar una parte integral del atavío de los guerreros como en el caso de los Centzonhuitznahua:

“...los dichos indios *centzonhuitznáhuah* fueron a donde estaba su madre Coatlicue, y delante iba la hermana suya Coyólxauh, y ellos iban armados con todas armas y papeles, y cascabeles, y dardos en su orden” (Sahagún 1989:203).

En la descripción de los guerreros huastecos Durán (1984 vol.II:167) menciona cascabeles grandes que hacían un ruido extraño:

“Y los huastecos arremetieron a ellos con un ruido de cascabeles de palo que traían por orla de las corazas y otros, con cascabeles de metal grandes, que traían a las espaldas y a los pies, con los cuales hacían un ruido extraño”.



Figura 11.18. Figura de guerrero con cascabeles en el cinturón, las pantorrillas y en un bastón (tomado de Smith 2004:231)



Figura 11.19. Guerrero huasteco con cascabeles atados a la cintura (Códice de Xicoteppec, Sección 10; tomado de Stresser-Péan 1995)

También la figura de un guerrero de metal lleva grandes cascabeles en el cinturón (ver **Figura 11.18.**) y en el *Códice Xicoteppec*, de Guerrero, se puede ver un guerrero huasteco con grandes cascabeles atados a la cintura (**Figura 11.19.**). Una poesía náhuatl llamada *Ardor Guerrero* menciona los cascabeles en conexión con la guerra:

“Oyohauilli ihcahuacan teuhtli in popoca:
ahuiltilo ipalnemohuani. (Om. Dios)
Chimalli xochitl in cuepontimani
in mahuiztli moteca molinia in tlalli”

“Donde resuenan los cascabeles el polvo sube:
 es deleitado el dios, dador de vida
 Abren corolas las flores del escudo,
 el terror se difunde, se estremece la tierra ...”
 (Garibay 1965: 95)

Lothrop (1952:42) menciona que los discos de oro del cenote de Chichén Itzá presentan guerreros en atavíos toltecas que tienen cascabeles atados a tiras (*leg bands*) de piel o textil fijados en las pantorrillas o tobillos. También los guerreros mayas en algunas ocasiones tienen un cascabel atado a una de sus piernas (**Figura 11.20.**).

En general, el tema de la muerte era de gran importancia y la presencia pasajera de los humanos en la tierra, hasta un tema de la poesía:

“¿Acaso de veras se vive con raíz en la tierra?
 No para siempre en la tierra:
 Sólo un poco aquí.
 Aunque sea jade se rompe,
 Aunque sea oro se rompe,
 Aunque sea plumaje de quetzal se desgarrar
 No para siempre en la tierra:
 Sólo un poco aquí.”
 (Poesía Náhuatl, en León-Portilla 1972:65-6)



Figura 11.20. Escena del disco H de oro, del cenote de Chichén Itzá (Lothrop 1952:1)

Pero la muerte en la guerra fue presentada como algo muy deseable. En una oración al dios Tezcatlipuca se describe la fortuna de los guerreros muertos:

“..., y con todos los demás valientes y famosos hombres que han muerto en las guerras ante éstas, los cuales están haciendo regocijo y aplauso a nuestro señor

el Sol, con el cual se gozan y están ricos de perpetuo gozo y riqueza, y que nunca se les acabará, y siempre andan chupando el dulzor de todas las flores dulces y suaves de gustar. Este es el gran deporte a los valientes y esforzados que murieron en la guerra. Y con esto se embriagan de gozo, y no se les acuerda ni tienen cuenta con noche ni con día, y no tienen cuenta con años ni con tiempos, porque su gozo y su riqueza es sin fin, y las flores que chupan nunca se marchitan, y son de gran suavidad, con deseo de las cuales se esforzaron a morir los hombres de buena casta [...].

Ruego asimismo a vuestra majestad que hagáis mercedes de vuestra larqueza a los demás soldados baxos. Dadlos algún abrigo y buena pasada en este mundo, y hacedlos esforzados y osados, y quitad toda cobardía de su corazón, para que con alegría, no solamente con alegría, reciban la muerte, pero que la deseen y tengan por suave y dulce, y que no teman las espadas ni las saetas, mas que las tengan por cosa dulce y suave, como a flores y manjares suaves, ni teman ni se espanten de la grita y alaridos de sus enemigos” (Sahagún 1989:314-5).

Los soldados que tenían la muerte por suave y dulce no eran propensos de mostrar cobardía frente al enemigo, sino deseaban la muerte a filo de obsidiana:

“No te acobardes, corazón mío:

Allí en medio de la llanura deseo la muerte a filo de obsidiana:

Sólo quieren nuestros corazones muerte en guerra.

De modo que allí junto a la guerra estoy deseando la muerte a filo de obsidiana:

Esto quiere mi corazón:

Muerte de obsidiana” (Poesía Náhuatl en Garibay 1965:95).

Es interesante notar, sin embargo, que en las representaciones de trajes de guerreros en los códices (por ejemplo, *Códice Mendoza* y *Matrícula de Tributos*) no se encuentran cascabeles. Tampoco hay mención de cascabeles en las descripciones de los atavíos de los guerreros por Sahagún (ver Selser 1992a vol.III:3-61), ni en la lista de objetos que se prepararon para la campaña de Motecuhzoma I contra la Mixteca, descrita en la *Crónica Mexicáyotl* (ver Selser 1992a vol.III:57).

Igualmente difusa se presenta la imagen con respecto a los nobles, que en algunos códices ostentan cascabeles (ver **Figura 11.21.**), por ejemplo en collares, pectorales o en las pantorrillas (*Códice Ixtlilxochitl* 105r, *Primeros Memoriales* 55v, 56r, 72r). También Durán (1984 vol.II:364), al describir las celebraciones de victoria de la guerra del rey Ahuítzotl contra los de Tecuantepec, Izuatlán, Miauatlan y Amaxtlan:

“Tras éstos salieron todos los grandes señores de la corte, vestidos de preciosas y ricas vestiduras;[...]. ... en las gargantas de los pies llevaban sus joyas atadas y cascabelitos de oro, y a las gargantas de las manos y al cuello, ricos joyeles con piedras engastadas en ellos.”

Sin embargo, muchas veces los nobles son retratados sin cascabeles. Por eso parece que los cascabeles no forman parte integral de las insignias de poder.⁵¹ Cuando gobernantes o nobles lucen cascabeles, en algunos casos también queda la duda si es por representar alguna deidad o por ser guerreros.



Figura 11.21. Noble con pectoral con cascabeles (*Primeros Memoriales*, fol. 55v)

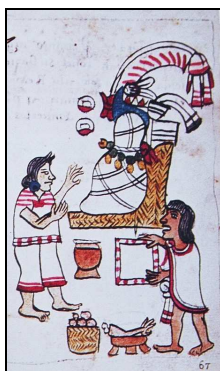


Figura 11.22. Bulto mortuario con collar con cascabeles (*Códice Magliabechiano*, fol. 67)



Figura 11.23. Pectoral con cascabeles como regalo (*Códice Florentino VIII:13r*)

Sin embargo, es notable, que las representaciones de gobernantes o nobles con cascabeles muchas veces muestran los cascabeles como parte de un pectoral, con los cascabeles alrededor de un disco de piedra azul o verde (ver también Seler 1992a vol.III:22-3), o como parte de un collar. Estos pectorales o collares con cascabeles también pueden encontrarse como ofrendas con los bultos mortuarios de gobernantes (ver **Figura 11.22.** y *Códice Tudela* 51(58); *Códice Ixtlilxochitl* 104r; *Códice Magliabechiano* 67; *Códice Tovar* 25; *Códice Durán* Apéndice-13, 1-18 y 1-24;) y además el pectoral se puede encontrar como regalo de un indígena a un español (ver **Figura 11.23.** y *Códice Florentino VIII:13r*; y posiblemente *Códice Durán* 1-29).

Cascabeles como parte de los atavíos de danzantes

Otro contexto más donde se usaban y usan cascabeles son los bailes. Según Martínez Tapia (2001:75) “la danza es el género artístico cuyos elementos principales de

⁵¹ Pero, Durán (1984 vol.II:301) describe el ascenso al trono de Tizoc y menciona las insignias que el rey de Texcoco le entrega: “Y honrándole las narices por la ternilla, le puso atravesada una esmeralda verde, del grueso de un grueso cañón de escribir, y en las orejas, unas dos esmeraldas, redondas, guarnecidas de oro, y en los molledos, que le tomaban del molledo al hombro, dos braceletes de oro muy resplandecientes, y en las gargantas de los pies unas calcetillas con cascabeles de oro al cabo, y calzóle él mismo con sus manos unos zapatos en los pies, de cuero de tigre, todos dorados, muy galanos.”

expresión son el movimiento corporal, el ritmo y la música” que en la época prehispánica “acompañaba todas las festividades como acto ritual para honrar a los dioses y propiciar su benevolencia”. Pedral Ángeles (2001:70) nota que las danzas generalmente están muy relacionadas con la cosmogonía y la cosmovisión de los que ejecutan la danza. Escobar Maldonado (2001:149) indica que la danza más allá de un movimiento corporal es una comunicación entre los hombres y dios, donde el danzante era la unión entre la tierra y el cielo.⁵²

En los bailes prehispánicos se utilizaron una amplia gama de instrumentos de percusión, incluyendo muchas sonajas y cascabeles, como también está indicado en esta poesía *náhuatl*:

“Repercute el canto,
Suenan ligeros los cascabeles;
Les responden nuestras sonajas floridas.
Derrama flores:
Deleita el canto.”
(Flores Dorantes 1977:49)

Los cascabeles y sonajas fueron utilizados tanto por los músicos como por los danzantes. Con respecto a la fiesta del quinto mes, *Tóxcatl*, Sahagún (1989:121) explica que los músicos estaban dentro de un cuarto, invisible para los danzantes, mientras que tocaban:

“Y los que hacían el son para bailar estaban dentro de una casa que llamaban *calpulco*, de manera que no se veían los unos a los otros, ni los que bailaban a los que tañían, ni los que tañían a los que bailaban. Estos que tañían estaban todos sentados. En medio dellos estaba el atabal, y todos tañían sonajas y otros instrumentos que ellos usan en los areitos”.

Mientras que no menciona cascabeles explícitamente como instrumentos músicos, los nombra como parte de la indumentaria de Tlacahuepan, que es la imagen de Huitzilopochtli, dando la impresión que son parte integral del atavío de danzantes en general:

“Llevaba también unos caxcabeles de oro atados a las piernas, como los llevan los que bailan” (Sahagún 1989:122).

⁵² Más definiciones de la danza en Cupryn (1992:51); Bonfiglioli (1995:31); Buzo Flores (2001:38); Escobar Maldonado (2001:149) y Pineda (2005:58).

A pesar de esta declaración, las menciones de cascabeles en el contexto del baile son escasas. En la descripción de la danza en honor de Xocotl Uetzi, dios de los tepanecas, Durán (1984 vol.I:121) menciona sonajas y cascabeles en las muñecas de las manos y en los tobillos de los pies:

“Llevaban por guía de su baile delante de todos un indio que iba vestido al mismo modo que este ídolo, vestido como pájaro o como murciélago, con sus alas y cresta de ricas y grandes plumas. En las gargantas de los pies y en las muñecas de las manos traían unos cascabeles de oro. Llevaba en ambas manos unas sonajas a su usanza. Con el sonido de ellas y con la boca iba haciendo tanto ruido y algazara y tantos y tan diversos meneos, tan fuera del orden y compás de los demás, dando de cuando en cuando unas voces, diciendo unos vocablos que pocos los entenderán o ningunos. Iba mostrando este indio gran contento”.

Los estudios etnográficos muestran que los cascabeles se usan de varias formas en los bailes. Según Stresser-Pean (información no publicada reportada en Hosler y Stresser-Pean 1992:1219) los huastecos todavía utilizan pequeños cascabeles de metal en sus bailes tradicionales. Los atan a las pantorrillas, y cascabeles más grandes de un tono más grave, son fijados en la espalda baja. Otros ejemplos de cascabeles en bailes son:

La danza mazahua *Las Pastoras*, Edo. de México: “... finalmente utilizan un bastón con cuatro cascabeles y listones de colores, el cual sirve para dar el ritmo a los pasos y es el símbolo del trabajo que realizan como cuidadoras del rebaño, tarea que comparten con el resto de la familia, además de seguir el ejemplo del Señor Jesús, que también es pastor” (Martínez Tapia 2001:77).

Danza *Los Arrieros*, Edo. de México: “... cruzadas a su pecho llevaba las llamadas ‘colleras’ (piezas de cuero adornadas con figuras de estambre o de lana que tenían forma de greca, y de tramo en tramo de este pedazo de cuero se colocaban unos cascabeles metálicos y una campanilla de metal)” (Elizarrarás Hernández 2001:114).

Danza *Los Concheros*: “... tanto hombres como mujeres, en los tobillos llevaban cascabeles (bolas de bronce) que se compraban en las tlapalerías y ataban con una tira de cuero, se ponían seis cascabeles en promedio en cada pie” (Álvarez Fabela 2001:139).

Esta última danza –que está extendida por todo el centro del país e incluso en la huasteca tamaulipeca aún es posible ver una variante– se llama de *Los Concheros* por la guitarra, elaborada de una concha o caparazón de armadillo que simboliza la tierra. Para asegurar un buen sonido, los maestros concheros indican que se debe usar la concha de un armadillo hembra (Álvarez Fabela 2001:137-8). Según Argueta López

(2001:173) la esencia de esta danza es “la realización del mito solar, en el cual el Sol es la representación material y espiritual de Dios, [...]. El objetivo de esta danza es armonizar cósmicamente las energías del hombre con las de los astros”. En contraste a Álvarez Fabela (ver arriba) Argueta López (2001:176) indica que los cascabeles que se usan en los tobillos están hechos con semillas huecas (codo de fraile) que son llamadas *coyoles*, *yoyotes* o *cabalongas*. No queda claro si esta diferencia de material también implica una diferencia de significado. Otra fiesta, que se celebra entre los coras, tiene elementos interesantes que ameritan una presentación más detallada.

La fiesta *Las Pachitas*: “Donde se han registrado exégesis indígenas de la acción ritual, *Las Pachitas* se interpretan como escenificaciones de mitos sobre Cristo-Sol (o Cristo-Venus), su madre, la diosa de la Luna y de la Tierra, y otros dioses astrales coras. Por su polisemia, el personaje central de *Las Pachitas*, la niña malinche, es el más enigmático. Según los informantes coras maritecos de Margarita Valdovinos (2002), se trata de una representación del Santo Entierro en su versión más oscura y femenina, ‘que está buscando esconderse [de los pachiteros] en las casas del pueblo’. En contraste, según los coras tereseños estudiados por Philip Edward Coyle (1997), la malinche y todo el grupo de los pachiteros son los que persiguen a Cristo y lo buscan en todas partes. En este caso, la malinche se opone a Cristo en su aspecto pecaminoso asociado con la Estrella de la Tarde (San Miguel Sáutari), mismo que es representado por un niño llamado el Monarca” (Neurath 2005).

La fiesta de *Las Pachitas* tiene su lugar en un ciclo anual de fiestas que representa la lucha entre la tierra, la luna y el sol:

“Así, a lo largo del ciclo cristiano, en la Navidad se representa el nacimiento del sol-Jesucristo, durante “*las Pachitas*”-Carnaval se recuerda el pecado del astro y, finalmente, en el periodo del equinoccio de primavera se celebra la fiesta más importante, que conmemora la muerte del sol a manos de las fuerzas de la oscuridad y su posterior resurrección y triunfo sobre ellas. De esta manera, en las representaciones teatral-dancísticas de la actual Semana Santa-judea (*xumuabikajetse*), a los coras —en tanto seres occidentales, acuosos y oscuros— les toca poner el énfasis en la parte argumental de enemigos y victimarios del sol. Durante los tres “días santos”, todos los varones de la comunidad se transforman en seres del inframundo, pintando su cuerpo semidesnudo, junto a fuentes de agua (ríos, arroyos, pozas), con betún de olote quemado, arcilla y polvos de colores. Este ejército invade el poblado y toma el poder, desplazando a las autoridades tradicionales, con el objetivo de perseguir al sol-Jesucristo para castigarlo por el incesto cometido con su madre, la diosa de la Tierra y de la Luna. El Sol, personificado por imágenes inertes y por un niño, es muerto en sus tres facetas: como infante (amanecer), hombre adulto (mediodía) y anciano (atardecer). A continuación, los dos bandos de “borrados”-judíos (*xumaubikari*) combaten entre sí y se autodestruyen, para luego volver a la vida y convertirse de

nuevo en compañeros. Finalmente, el Sol renace —al subir desde el inframundo— y los vence, en el drama cósmico interminable entre la luz y la oscuridad” (Jáuregui 2004:41).

En la fiesta de *Las Pachitas*, celebrada entre los coras de Jesús María, Nayarit, Jáuregui (2005) observó que la música se hace en una combinación de un instrumento con sonido "metálico" y otro con sonido "sordo". En los géneros de *Las Pachitas* los violines de cuerda de tripa llevan el sonido sordo, mientras que las campanillas y cascabeles, que están fijados a la bandera, el metálico. Las campanitas son descritas como “instrumento musical femenino por excelencia”. La calidad femenina de la bandera de *Las Pachitas* que lleva los cascabeles queda además confirmada por una característica de la fiesta en la comunidad norteña de Santa Teresa (Jáuregui 2005):

“Allí es el único caso en el que, en la parte final de la secuencia de *Las Pachitas*, no se incorpora otra niña malinche, sino un niño denominado Monarco, quien viste de color rojo y también porta una bandera. Pero, en manifiesto contraste con la de la malinche, su bandera no incluye campanitas (Coyle 1997:322). [...]

Tanto la flor blanca de campanilla, en tanto equivalente de las campanitas metálicas que tocan las malinches —a veces directamente con la mano (Coyle 1997:322; Jáuregui 2004) a veces indirectamente, cuando están amarradas en lo alto de la percha de la bandera— son réplicas de las campanas del templo y, en tanto tales, son representaciones eminentes de la feminidad de la niña-malinche (Coyle 1997:318) la cual, a fin de cuentas, remite al templo católico, que para los coras no es otra cosa sino el vientre de la Madre Tierra. De hecho, el encargado de vigilar ritualmente la puerta del templo, denominado Cha'ayaka, es considerado como la vagina... la entrada. [...]

Jáuregui (2005) advierte que la conformación del complejo ritual de *Las Pachitas*, aunque en grandes partes con cantos en *náhuatl*, no es de origen prehispánico sino resultado de una reintegración de elementos de la cosmovisión cora después de la restauración de la autonomía de las comunidades serranas en la segunda mitad del siglo XIX. Aún así es sorprendente encontrar una asociación de los cascabeles con lo femenino y la tierra, muy parecido a la interpretación que se pudo hacer con base en la evidencia prehispánica.

Cascabeles en ofrendas

Aunque probablemente la mayoría de los cascabeles prehispánicos en las colecciones y museos no tienen procedencia exacta sí hay tendencias claras. Muchos cascabeles se encontraron en entierros (ver Rubín de la Borbolla 1944:8, fig. 20; Barba y Piña Chan

1989:125; Hosler 1986:52 y 1994a:134 por unos ejemplos),⁵³ otros en ofrendas, por ejemplo el cenote de Chichen Itzá (Lothrop 1952), o en cuevas (Blackiston 1910; Lothrop 1952:24 con varios ejemplos; Bray 1977b). La conexión con la tierra y el inframundo está reflejada en todos estos contextos arqueológicos. En las fuentes etnohistóricas, sin embargo, no se encuentra mucha información sobre los cascabeles como ofrenda (ver también **Capítulo 2.**). Solamente Durán (1984 vol.II:297) los menciona en la descripción de las festividades funerarias del rey Axayácatl:

“... llegaron los de Tlaxcala, Huexotzinco, Cholula; de noche, por no ser vistos, y, entrando de secreto al retraimiento donde estaba Tlacaelel, le consolaron y dijeron que a ellos les había pesado de la muerte del rey Axayácatl y que traían las lágrimas y tristeza de todos los de sus provincias, porque lo habían sentido mucho, y que allí traían de lo que en su ciudad había, para el entierro y honras del rey Axayácatl, y ofreciéndole muchos arcos y flechas y mantas de nequén y bragueros y ceñidores de lo mismo, cueros y otras cosas, de plumas de águila y cascabeles para los pies”.

En los códices se encuentran múltiples imágenes que conectan cascabeles con ofrendas mortuorias (*Códice Tudela* 51[58] y 52[59]; *Códice Ixtlilxochitl* 104r y 104v; *Códice Magliabechiano* 67 y 68; *Códice Tovar* 25; *Códice Durán* Apéndice-13 y 14, 1-18 y 1-24), normalmente de altos gobernantes. Los cascabeles asociados a los bultos mortuorios aparecen como:

- a) parte de un sartal de piedras verdes
- b) parte de un pectoral en el cual los cascabeles están conectados a un disco de piedra verde o azul
- c) un cascabel único en una cuerda.

En las imágenes las joyas con los cascabeles pueden ser directamente asociados al bulto mortuario (por ejemplo, el sartal en el cuello del bulto) o como ofrendas con otros objetos alrededor del muerto. Es interesante mencionar que en dos de los contextos funerarios del Templo Mayor, en las urnas depositadas en las ofrendas 34 y 39, se encontraron dos cascabeles de oro (López Luján 1994:342). Estos dos depósitos funerarios pertenecen al Complejo E y están ubicados en la capilla de Huitzilopochtli, en la cúspide de la pirámide de la etapa constructiva II (López Luján 1994:225). Por la ubicación se puede suponer que se trata de personajes del más alto rango en la sociedad mexicana (López Luján 1994:237). No queda claro si los cascabeles de oro

⁵³ También existen asociaciones de cascabeles con entierros en otras regiones: sitio Conte, Panamá (Cooke *et al.* 2003:122); Cuba (Tagle 1995:785); noroeste de Argentina (González 1979:153); Colombia (Jones 1974b:30).

tienen las mismas connotaciones que los de cobre. Sin embargo, la combinación de asociaciones de que se puede adscribir a un cascabel de oro –metal (lado femenino del cosmos), oro (Huitzilopochtli-sol) y cascabel (muerte y cambio)– parece ser la indicada para un objeto que acompaña a un gobernante mexica al más allá.

Otros

Aparte de los usos y asociaciones de los cascabeles que se describieron en las páginas anteriores existen varios otros que todavía no han sido mencionados. Especialmente hay contextos que se pueden asociar con varias vías económicas:

- comercio (Sahagún 1989:511, 546, 552, 622, Tozzer 1941:94-5 Nota 415 y Nota 418; Gaspar Antonio Chi en Tozzer 1941:231),
- venta en mercados (*Códice Florentino* IX:8r y X:63v),
- tributo (*Matrícula de Tributos* 20; *Códice Mendoza* 40r; *Códice Kingsborough* 216r)
- regalo (*Códice Florentino* VIII:13r; y posiblemente *Códice Durán* 1-29)
- apuesta en el juego (*Códice Florentino* VIII:19r).

Aunque también pueden tener aspectos ideológicos, algunos de estos contextos se van a discutir con más detalle en el capítulo sobre los aspectos económicos de los cascabeles (**Capítulo 11.2.**).

Arqueológicamente los cascabeles también se han encontrado en contextos domésticos (por ejemplo Vargas 1999; Smith 2003a:89; Bray 1977b:370), pero no hay indicios para aclarar que función tenían allí.

Desde un contexto completamente diferente –y por eso con una relevancia limitada para el caso mesoamericano– vienen los cascabeles investigados por Riitta Rainio (2006). Ella analizó un grupo de campanitas y cascabeles prehistóricos de Finlandia y llegó a la conclusión que fueron usados –a un nivel de su significado– como amuletos personales para protección, especialmente durante ritos de pasaje y al cruzar los límites de fronteras culturales. La autora llegó a esta conclusión con base en tradiciones folclóricas de Finlandia:

“Another possible level of meaning is suggested in Finnish folk tradition, where bells were always regarded as amulets full of prophylactic properties. Cow bells, sheep bells and horse bells were taken into use and carried by common people in calendar rituals and rites of passage, or whenever somebody crossed the limits of cultural bounds and needed protection. Together with sharp-edged, sharp-toothed

and sharp-pointed metal weapons, the bells made up a magical barrier against evil spirits” (Rainio 2006:122).

Parece interesante que también en este contexto, cultural y geográficamente tan diferente, los cascabeles están asociados al concepto de transición y cambio.

11.1.2.4. El contexto de hallazgo de los cascabeles del Templo Mayor

La evaluación del significado contextual de los cascabeles del Templo Mayor se encuentra con una serie de problemas:

- Las ofrendas, incluso las de una misma etapa constructiva, pueden –pero no tienen que– representar un mismo momento o un mismo ritual.
- El estado de conservación del Templo Mayor, con su parcial destrucción, no permiten evaluar y comparar los cascabeles con respecto a sus asociaciones a diferentes espacios dentro del recinto sagrado. Especialmente la comparación vertical (pie de la escalinata y plataforma superior) es imposible debido a la falta de una pirámide con todas sus partes intactas y exploradas.
- El análisis de las asociaciones de los cascabeles y su distribución dentro de una ofrenda es difícil, debido a un registro arqueológico en el momento de las excavaciones (especialmente en los primeros tiempos del Proyecto Templo Mayor) a veces poco claro o poco exacto. El movimiento de las piezas (a exposiciones fuera del Mueso del Templo Mayor y dentro de la bodega de este museo) y el manejo de varios sistemas de registro a nivel nacional y del museo mismo, no facilitan el control de la colección.
- La falta de un análisis espacial completo (dentro de lo posible, ver arriba) de las ofrendas.⁵⁴ Efectuar este trabajo para todas las ofrendas rebasó las posibilidades de este proyecto de investigación.
- La falta de un análisis a fondo del significado de muchos de los demás elementos presentes en las ofrendas.

Estas limitaciones hacen difícil llegar a resultados bien fundamentados. Especialmente por la conservación diferencial de las etapas constructivas López Luján (1994:120-1) hace una llamada de atención con respecto a la comparación de ofrendas de diferentes etapas constructivas y en general la asignación de una escala cronológica a la práctica de la oblación. Además sugiere que es más probable poder hablar de cambios políticos

⁵⁴ Diego Jiménez Badillo (2004) creó un programa de computadora que puede facilitar este tipo de análisis.

o económicos que ideológicos con respecto a las ofrendas. Sin embargo, con respecto a los cascabeles el hecho de estudiar principalmente ofrendas que provienen de las etapas constructivas IVb, VI y VII, que son todas del piso y la plataforma de la pirámide, sugiere cierta comparabilidad. Finalmente, los trabajos de análisis ya realizados (especialmente López Luján 1994; Schulze 1997; Olmo 1999) permiten indicar algunas tendencias con respecto a las asociaciones de los cascabeles en el recinto sagrado y dentro de las ofrendas.

La distribución espacial de las ofrendas con cascabeles no muestra un patrón muy claro (ver **Capítulo 8.1.**). Sin embargo, se puede distinguir un énfasis en los espacios enfrente (oeste) y detrás (este) de la pirámide principal. Otros focos de cascabeles son la esquina sureste de la pirámide y el Edificio A –donde cuatro de las seis ofrendas que contiene incluyen un total de 262 cascabeles– al norte del Templo. En general se puede detectar un acento en el lado de Huitzilopochtli: En el número de ofrendas (19 vs. 11) y especialmente en el número de cascabeles (1525 vs. 178) domina el lado sur de Huitzilopochtli sobre el norte de Tláloc (ver **Tabla 11.3.**). El sur del Templo tiene un promedio de 80.3 cascabeles por ofrenda (únicamente incluyendo las que contienen cascabeles), mientras que este número solamente llega a 16.2 en el norte. Incluso las ofrendas en los edificios aledaños a la gran pirámide tienen un promedio notablemente más alto con 43.6 cascabeles por ofrenda. La densidad de cascabeles más alto, sin embargo, tienen las cinco ofrendas en el eje este-oeste que separa los dos lados del Templo Mayor. Las cinco ofrendas contienen un total de 884 cascabeles y llegan a un promedio de 176.8. Mientras que la diferencia entre el lado de Tláloc y de Huitzilopochtli parece claramente indicar una asociación de los cascabeles con esta última, es más difícil decidir si el alto número de cascabeles en el eje separador se debe a la riqueza general de estas ofrendas. Sin embargo, parece interesante notar en este contexto que los dos lados de la pirámide –las dos ‘montañas’ (ver **Capítulo 2.**)– en conjunto pueden representar las montañas que chocan en la entrada a Mictlan, el lugar de los muertos (Matos Moctezuma 1982b, 1987a, 1987b, 1988, 1992; ver también Eliade 1994a, 1994b).

Tabla 11.3. Distribución horizontal de ofrendas con cascabeles y la cantidad de cascabeles por ofrenda

	Huitzilopochtli	Tláloc	Tláloc-Huitzilopochtli	Edificios aledaños	MSD	Total
Ofrendas con cascabeles	19	11	5	13	0	48
Cascabeles	1,525	178	884	567	235	3,389
Casc./Of.	80.3	16.2	176.8	43.6		70.6

Las tendencias generales se dejan diferenciar un poco al mostrar la distribución de las diferentes formas básicas. El foco arriba mencionado en la esquina sureste de la pirámide se debe casi exclusivamente a cascabeles *Periformes*. También un énfasis en el eje este-oeste, que separa el lado de Tláloc del lado de Huitzilopochtli, se debe a la presencia de cascabeles *Periformes*. Los cascabeles *Globulares* predominan en las etapas constructivas VI y VII y siguen un patrón parecido al general, aunque es notable que hay muy pocos cascabeles *Globulares* en la esquina sureste y solamente dos ofrendas con cascabeles *Globulares* en la parte norte (Tláloc) del Templo Mayor. Mientras que los cascabeles *Tubulares* solamente se encuentran del lado de Huitzilopochtli y en el eje que separa la pirámide en la dirección este-oeste, los cascabeles *Olivoides* tienen una distribución norte-sur más equilibrada (ver **Subcapítulo 8.1.**).

Con la debida precaución se puede sugerir que hay un énfasis de la colocación de cascabeles en el eje oeste-este que separa el lado de Tláloc del lado de Huitzilopochtli y una tendencia de incluir un menor número de cascabeles, en términos relativos (por ofrenda) y absolutos, en las ofrendas en el lado de Tláloc. Si hay una conexión de los objetos ofrendados con los dioses a los que los templos en la cúspide de la pirámide eran dedicados, se puede proponer que los cascabeles no eran ofrendas comúnmente dedicadas a Tláloc.

El análisis de las distribuciones y asociaciones a nivel de la ofrenda no permite llegar a conclusiones muy claras. Eso se debe a los problemas con el registro arqueológico mencionados arriba, y a la ambigüedad del concepto de asociación dentro de una ofrenda: ¿un objeto está conceptualmente asociado a todos los otros objetos que lo rodean, o solamente a algunos? ¿Cómo decidir si es solamente una cercanía espacial en el montón de objetos que conforman la ofrenda o un vínculo significativo? Solamente repeticiones de patrones de asociación pueden señalar que se trata de más de una coincidencia.

López Luján (1994) hizo un paso muy importante en identificar este tipo de patrones en su trabajo sobre las ofrendas del Templo Mayor. Él identificó (a) complejos de objetos que aparecen en conjunto con mucha regularidad y (b) complejos de ofrendas que coinciden en importantes factores (ubicación, contenido etcétera). Señaló que dentro de las ofrendas del Templo Mayor había una frecuente asociación de los cascabeles con restos de madera y con cuchillos de sacrificio. Estos tres tipos de objetos fueron agrupados en el 'Complejo de tipos de objetos C' (ver López Luján 1994:241). En el complejo de ofrendas de consagración (Complejo A) los cascabeles de cobre se

encuentran, según López Luján (1994:243), más comúnmente en el segundo nivel, que está conectado con el inframundo.⁵⁵

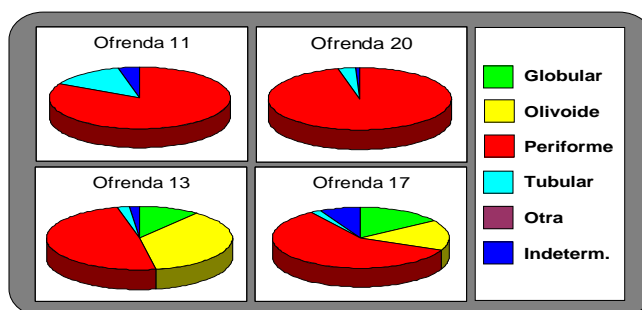


Figura 11.24. Formas básicas de cascabeles en cuatro ofrendas de la etapa constructiva IVb

Los resultados de la investigación de la ofrenda 20 (Schulze 1997:105-6) –que pertenece al Complejo A definido por López Luján (1994) y está ubicada en el eje oeste-este del Templo Mayor– indicaron que la distribución de los objetos no corresponde en todos los casos a una sencilla separación horizontal ‘Tlálloc-Huitzilopochtli’, como fue sugerido por Wagner (1982:140).⁵⁶ También la división vertical, propuesta por López Luján (1994) para las ofrendas del Complejo A, solamente se dejó aplicar como tendencia general a la ofrenda 20. Eso significa que todavía no entendemos bien el significado de todos los elementos que conforman las ofrendas y sus respectivas distribuciones, o que las distribuciones no seguían patrones estrictos, sea por falta de reglas claras o, quizás menos probable, por falta de cuidado en la realización.

Tabla 11.4. Composición de cuatro ofrendas por formas básicas

	Globular	Olivoide	Periforme	Tubular	Otra	Indefinida
Of. 11	0.0 %	0.0 %	82.8 %	13.2 %	0.0 %	4.0 %
Of. 13	10.6 %	36.7 %	48.9 %	2.2 %	0.0 %	1.7 %
Of. 17	15.6 %	16.4 %	58.6 %	2.0 %	0.0 %	7.4 %
Of. 20	0.0 %	0.0 %	96.0 %	3.1 %	0.0 %	0.9 %

El análisis de López Luján (1994) se basaba en una matriz de presencia / ausencia que no incluyó las cantidades absolutas de los objetos, y en el caso de los cascabeles no diferenció entre las diferentes formas básicas. Sin embargo, la composición de algunas de las ofrendas del Complejo A deja muy claro que las formas de los cascabeles

⁵⁵ Tapia (1999:31-2) también enfatiza la conexión de los cascabeles con el inframundo y la muerte.

⁵⁶ La concentración de las máscaras antropomorfas y de las figuras de piedra verde, que están en el lado sur asociado a Huitzilopochtli, indica que existe un orden y que la distribución no es al azar (Schulze 1997:107).

incluidos en las ofrendas no eran arbitrarias. Con respecto a su posición y al contenido de diferentes formas básicas de cascabeles, las ofrendas 11 y 13 (al oeste del templo) son la reflexión de espejo (ver **Figura 11.24.**, **11.25.** y **Tabla 11.4.**) de las ofrendas 20 y 17 (al este del templo). Las cuatro ofrendas fueron probablemente enterradas en una misma ceremonia de consagración de la nueva expansión del Templo Mayor (etapa constructiva IVb) (López Luján 1994:241). La inclusión o exclusión total de cascabeles *Globulares* y *Olivoides* indica que existe la posibilidad de que las diferentes formas de cascabel tenían diferentes significados o por lo menos eran apropiados en unas ocasiones y en otras no. La otra posible interpretación –quizá menos probable– es que las cuatro ofrendas no fueron depositadas en el mismo momento y que las ofrendas 13 y 17 son posteriores, la presencia de cascabeles *Globulares* indicando el cambio de énfasis de formas que en las etapas constructivas VI y VII se hace evidente.

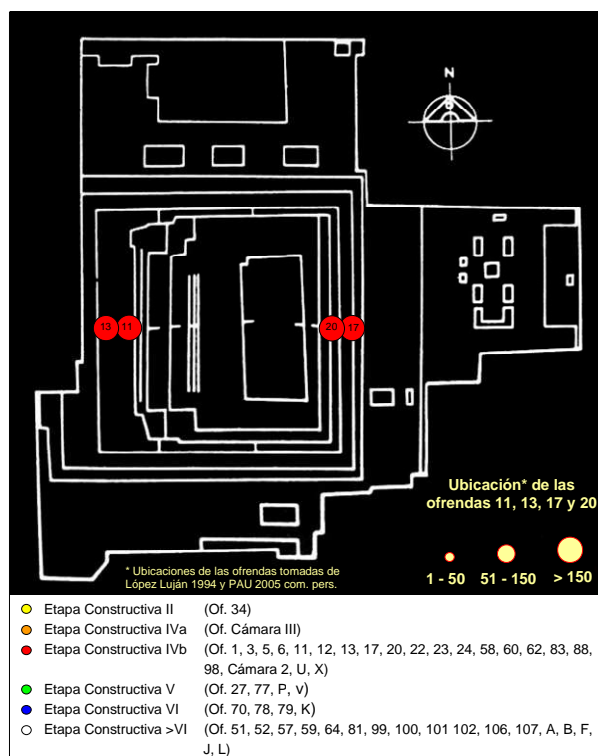


Figura 11.25. Ubicación de las ofrendas 11, 13, 17 y 20

Un análisis detallado de las asociaciones de diferentes grupos de objetos en las ofrendas 22, 58, 98 y CA (pertenecientes a la etapa constructiva IVb y al Complejo C de López Luján 1994:324ff)⁵⁷ fue realizado por Olmo (1999). Olmo identifica 26 grupos de

⁵⁷ La ofrenda 98 no está incluida en el Complejo C de López Luján (1994) porque fue excavado posteriormente. Según Olmo (1999:91-3) la ofrenda 98 es simétrica a la CA y por eso se puede concluir que probablemente cabe dentro del Complejo C. Los cascabeles de la ofrenda CA no se encontraron en la bodega del Museo del Templo Mayor y no fueron incluidos en el

cascabeles en las cuatro ofrendas y menciona once asociaciones con madera (en la mayoría fragmentos no identificables), nueve asociaciones con cuchillos (algunos asociados a máscaras-cráneo), nueve con copal (en algunas ocasiones se trata de las bolas de copal en la base de los cuchillos, en otras son figuras de copal), tres (probablemente cuatro) asociaciones directas con máscaras-cráneo, tres con el espadarte de un pez sierra, tres con un *átlatl* de concha y tres con un pendiente circular de concha. Otras asociaciones son puntas de sílex, penates de estilo mixteco, un cuchillo curvo de obsidiana, máscaras, cráneos humanos, caracoles marinos, cuentas de piedra verde, etcétera (ver **Anexo IV**). Uno de los puntos que nombra Olmo (1999:93) como elemento de coincidencia entre las ofrendas 98 y CA es la asociación de cascabeles de cobre con máscaras-cráneo. Al definir las semejanzas entre las ofrendas 22, 58, 98 y CA menciona (Olmo 1999:91) la presencia de los conglomerados de cascabeles en todos los niveles, especialmente en el más profundo. Se puede observar que las ofrendas 22 y 58, que están ubicadas en el lado de Tláloc, contienen menos conjuntos de cascabeles.

Las descripciones de las asociaciones de los objetos por López Luján (1994) son más generales, pero también ofrecen información interesante.⁵⁸

- Las ofrendas 49 y 50, que no contienen cascabeles, pertenecen al Subcomplejo F2, a la etapa constructiva VII y se encuentran del lado de la pirámide de Tláloc. Las ofrendas 52 y 57 parecen ser simétricas a las ofrendas 49 y 50, y se encuentran del lado de Huitzilopochtli, pertenecientes a la misma etapa constructiva y al Complejo G. Ambas ofrendas (ofrendas 52 y 57) contienen cascabeles y grandes cantidades de cuchillos de sílex (López Luján 1994:353, 355).
- Asociaciones con cuchillos también se detectaron en las ofrendas 64, 70, 81, 87, A y L (López Luján 1994:320, 327, 368, 358, 367, 422).
- Otras asociaciones son con máscaras-cráneo en las ofrendas 22 y 58 (como ya se mencionó arriba) y 24 (López Luján 1994:321, 327), figuras antropomorfas de copal en la ofrenda P (López Luján 1994:367) e instrumentos musicales en la ofrenda 78 (López Luján 1994:413).

análisis del presente trabajo. Por eso la ofrenda CA no aparece en el plan de las ofrendas con cascabeles (ver **Subcapítulo 8.1.**, **Figura 8.4.**).

⁵⁸ La ofrenda 111 que contiene un infante sacrificado con ajorcas con cascabeles en las piernas, es un caso especial que merece un estudio a fondo (López Luján 2007; ver **Figura 2.6.**). Los cascabeles de esta ofrenda no se incluyeron en la presente investigación, porque se excavaron después de terminar la fase de análisis instrumental en el Templo Mayor.

- En la Cámara III unos cascabeles se encontraron asociados a una lápida con un relieve de Tlaltecuhli (López Luján 1994:321).

Algunos de estos cascabeles, aparte de mostrar una asociación espacial con otros objetos, fueron aparentemente repartidos y colocados de una manera significativa dentro de la ofrenda.

- En el caso de la ofrenda 81 había dos grupos, uno al este y otro al oeste de la ofrenda, con 13 cascabeles cada uno (López Luján 1994:368). Resulta interesante que 13 de los cascabeles clasificados para este trabajo son *Globulares* y 13 *Periformes*⁵⁹ (además se identificó un cascabel de forma indefinida), aunque no se puede comprobar si fueron separados por forma.
- En la ofrenda 64 se encontraron en el nivel 1 grupos de cascabeles en las esquinas noroeste, noreste, suroeste y sureste. Cuatro cuchillos con bolas de copal y los caparazones de dos tortugas se encontraban en las esquinas en el nivel 2 (López Luján 1994:420-1).

Aparte de la madera, que por su mal estado de conservación en la mayoría de los casos no es identificable, los cuchillos de sílex son la asociación espacial más importante de los cascabeles. Estos instrumentos fueron utilizados como cuchillos de sacrificio, para abrir el pecho de los sacrificados. No obstante, Olmo (1999:125) sugiere que los cuchillos de la ofrenda 98 no fueron utilitarios, sino que fueron producidos expresamente para ser ofrendados, como representación del sacrificio (ver también Rees Holland 1989:97). Sahagún (1989:121) menciona que el cuchillo, a la mitad ensangrentado y adornado con plumas, es parte del penacho de Huitzilopochtli. Duverger (1993) conecta el sacrificio humano con la regeneración del cosmos y Nagao (1985:63) menciona la representación en los códices de cuchillos en la nariz y boca de Mictlantecuhtli y Tlaltecuhli, deidades de la muerte y de la tierra. A un nivel más profundo, sin embargo, ella ve una conexión con los conceptos de origen e inicio. Nagao (1985:64) además indica que la propiedad del sílex de producir chispas para iniciar fuegos lo asocia con la guerra y el sacrificio.

Otros elementos a los que los cascabeles están asociados, por ejemplo las máscaras-cráneo, y *átlatls*, parecen enfatizar esta conexión con guerra y muerte, mientras que las

⁵⁹ Los cascabeles *Periformes* de la ofrenda 81 tienen con 0.8 % un muy bajo nivel de arsénico. El único cascabel *Globular* que fue incluido en el análisis (los otros tenían conteos < 350.000) contiene casi 20 % de estaño.

asociaciones con los espadartes, los caparazones de tortuga y la lápida con el relieve de Tlaltecuhltli parecen señalar un vínculo con la tierra.

Aún si en el marco de este trabajo no se podía hacer un análisis a fondo de las ubicaciones y asociaciones de los cascabeles, la revisión de las descripciones existentes indicó que existen tendencias claras:

- La **distribución horizontal** de ofrendas con cascabeles parece indicar una asociación más estrecha con el lado de Huitzilopochtli y con el eje oeste-este que separa los dos lados del Templo Mayor, que con el lado de Tláloc. Esta tendencia se ve confirmada al identificar grupos de ofrendas simétricas que en contraste del lado de Huitzilopochtli contienen pocos o ningún cascabel del lado de Tláloc.
- La **colocación de los cascabeles dentro de las ofrendas** no parece ser arbitraria, dado que en algunos casos se pueden identificar grupos que marcan puntos especiales (por ejemplo, esquinas) dentro de las ofrendas.
- El hallazgo de una ofrenda con dos grupos de 13 cascabeles parece indicar que las **cantidades de cascabeles en los grupos** pueden tener un significado cosmovisional.
- La **presencia y ausencia de cascabeles de ciertas formas básicas** en unas y no en otras ofrendas simétricas parece además sugerir que estas formas tienen significados particulares.
- Aunque las **asociaciones espaciales** son difíciles de analizar, se pueden identificar tendencias que asocian los cascabeles con cuchillos de sacrificio, fragmentos de madera, copal o figuras de copal, máscaras-cráneo, espadartes de un pez sierra, *átlatls* de concha y pendientes circulares de concha. En un caso hay una asociación con un relieve de Tlaltecuhltli.
- Se puede detectar un **cambio de la frecuencia de uso de las formas básicas**. Eso se expresa en una disminución de la variedad de formas dentro de las ofrendas en las últimas etapas constructivas. Las ofrendas más tardías contienen casi exclusivamente cascabeles *Globulares*, muchos de ellos con el núcleo de fundición todavía en su lugar, hecho que hace imposible la emisión de sonido.

Ya en este momento se puede ver que los cascabeles reúnen un rico tejido de significados en sus multifacéticos aspectos de producción y uso.

Para concluir este apartado es interesante señalar que varios de los usos, simbolismos y la distribución en las ofrendas del Templo Mayor detectados para los cascabeles coinciden con los de pendientes elaborados de caracoles (géneros *Oliva*, *Polinices*,

Neritina, Olivella, Conus, Agaronia, Cassis, Marginella y *Columbella*). De las 37 ofrendas que contienen pendientes de caracoles del género *Oliva* (el más abundante con 785 objetos completos y 106 fragmentos) 31 también contienen cascabeles (Velázquez 2000:180-1). Por eso no sorprende que también se parezcan las distribuciones de las ofrendas que contienen los pendientes de estos caracoles y las que tienen cascabeles (Velázquez 2000:183): en el eje oeste-este que separa los dos lados de la pirámide principal, al pie de las dos escalinatas que llevan a los temples en la cúspide de la pirámide en la fachada poniente y en el mismo lugar en la fachada oriente. Además se pueden detectar concentraciones de ofrendas en la esquina sureste de la pirámide. Otras coincidencias son la presencia de cascabeles y pendientes de caracoles en ofrendas ubicadas en los edificios A e I.

Velázquez (2000:237), con respecto a los objetos de concha y caracoles, llegó a la conclusión que no había un solo significado, o una conexión estable entre significante y significado. Sin embargo, lejos de tratarse de “ideas sueltas” los significados del material malacológico parecen formar una unidad dentro del sistema de pensamiento mexicana, que Velázquez (2000:180-201) detectó al identificar pendientes de caracoles en los atavíos de deidades (por ejemplo, en códices) y en las asociaciones espaciales dentro de las ofrendas. Con respecto a los pendientes pertenecientes al género *Oliva* indica:

“... los pendientes de caracoles del género *Oliva* son elementos que se incluyen dentro de contextos asociados al agua, la tierra y la muerte, formando parte del inframundo, reino femenino y frío que se encontraba en el interior de la tierra, ligado a las aguas subterráneas y al mar” Velázquez (2000:182).

En general, los pendientes de caracoles muestran –además de lo ya mencionado– vínculos con la guerra y el sacrificio (Velázquez 2000:180-201). Por sus procedencias y algunas de las asociaciones se puede proponer que los caracoles tienen más vínculos con el mundo acuático, mientras que los cascabeles tienen el aspecto terrestre más desarrollado. En el futuro sería interesante ver con más detalle las diferencias y coincidencias del significado de estos dos grupos de objetos.

11.2. LA DISTRIBUCIÓN DE LOS METALES: MATERIA PRIMA Y VÍAS ECONÓMICAS

En su trabajo sobre las ofrendas del Templo Mayor, Leonardo López Luján (1994:36) indica que uno de los puntos de énfasis de futuras investigaciones debería ser el aspecto económico, que incluye la procedencia, manufactura y circulación de los objetos ofrendados.

En este subcapítulo se intentarán mostrar las posibilidades y limitaciones que el conjunto de fuentes de información existentes presentan para trazar una *historia de vida* de los cascabeles (del yacimiento a la ofrenda). Para la producción de los cascabeles es necesario reunir diferentes materiales (por ejemplo, metales, combustible, arcilla, cera) de diferentes lugares. Seguir el procesamiento y la circulación de estos materiales –y de los cascabeles mismos– da información sobre el funcionamiento del sistema económico de los mexicas en general.

Los cascabeles tienen un alto potencial para apoyar el análisis económico, dado que son objetos relativamente comunes y que existen muchas formas distintas que –especialmente en conjunto con las composiciones elementales– pueden dar información sobre sus procedencias y distribuciones. Aguilar (1946:25-6) mencionó este potencial hace más de medio siglo:

“El cascabel es el objeto más determinante de la orfebrería de las culturas mexicanas. Como en ninguna otra parte, en manos de sus orfebres adquieren las más diversas y hermosas formas, tan diversas que fácilmente se puede notar la caracterización de distintas áreas dentro de la zona de estudio que nos ocupa”.

Aunque hoy sí existen varias tipologías de cascabeles (por ejemplo, Aguilar 1946; Lothrop 1952; Pendergast 1962b; Bray 1977b; Hosler 1994a; Vargas 1995; Schulze 1997) y un creciente cuerpo de análisis de composición (por ejemplo Arsandaux y Rivet 1921; Lothrop 1952; Grinberg y Franco 1980a, 1990; Hosler 1986, 1994a; Sánchez *et al.* 1987; Palmer *et al.* 1998; Tapia 1999, 2003; Méndez 2003; López Luján 2006), todavía no se ha logrado recopilar la información existente para convertir los cascabeles en un tipo de *Leitfossil* –parecido a la cerámica– cuya posición cronológica y procedencia sea fácilmente identificable. Estos problemas se deben a la fragmentación de la información, los diferentes estándares de análisis y la falta de objetos procedentes de excavaciones arqueológicas bien controladas. Para poder aprovechar el potencial que este material ofrece para entender mejor el sistema económico de Mesoamérica, será necesario crear tipologías generales y bases de datos que incluyan las composiciones de cascabeles

procedentes de excavaciones arqueológicas de todas las subregiones. Mientras tanto, se puede utilizar éstas únicamente para identificar tendencias en la distribución de formas y composiciones.

El sistema económico mesoamericano vigente antes de la llegada de los españoles había alcanzado un alto grado de diferenciación y complejidad. Tenochtitlan recibía productos procedentes de ambas costas del continente y de regiones dentro y más allá de las fronteras del imperio azteca (ver Schulze 1997). Existían diferentes modos de producción y una amplia gama de vías económicas que permitían mover las materias primas y productos:

“Production was household-based, kin-based, or guild-based; it was ‘independent’ or ‘attached’; it was completed by one individual/group, or by more than one; and it was directed toward universal, specialized, or elite consumers. Exchange took place in a variety of marketplace settings, at international trade centers, or through tribute, and was engaged in by a mosaic of merchants and traders with small-scale goals or heightened ambitions” (Berdan *et al.* 2003:107-8).

El tipo de tratamiento (económico) que reciben los materiales y los productos que se elaboran con ellos depende en alto grado de su uso y valor (estatus). Smith, (2003c:119ff.) aplica una clasificación a las mercancías (*commodities*) que circulaban en Mesoamérica por su función y su clase de uso. Los cascabeles caen en el grupo de objetos rituales (función) y de lujo (clase de uso) y son definidos como mercancías clave (*key commodities*).⁶⁰ El valor de estos bienes fue categorizado con base en los siguientes puntos:

1. Materia prima limitada a ciertas zonas ambientales
2. Materia prima limitada a un número reducido de localidades
3. Tecnología compleja requerida
4. Largo y / o complejo proceso de producción
5. Artesanos altamente calificados
6. Alto valor en relación al peso

Todos estos puntos son aplicables a los cascabeles, hecho que los califica como los objetos de mayor valor económico –estatus que comparten solamente con otros objetos de metal que en su mayoría son productos de lujo–. Appadurai (1986:38; énfasis en

⁶⁰ Mercancías clave son productos de gran importancia para el funcionamiento del sistema económico mesoamericano (Smith 2003c:118).

original, citado en Smith 2003c:122) define la posición de estos productos de lujo como de uso principalmente retórico y social:

“I propose that we regard luxury goods not so much in contrast to necessities (a contrast filled with problems), but as goods whose principal use is *rhetorical* and *social*, goods that are simply *incarnated signs*. The necessity to which *they* respond is fundamentally political. Better still, since most luxury goods are used (though in special ways at a special cost), it might make more sense to regard luxury as a special ‘register’ of consumption (by analogy to the linguistic model) than to regard them as a special class of thing. The signs of this register, in relation to commodities, are some or all of the following attributes: (1) restriction, either by price or by law, to elites; (2) complexity of acquisition, which may or may not be a function of real ‘scarcity’; (3) semiotic virtuosity, that is, the capacity to signal fairly complex social messages (as do pepper in cuisine, silk in dress, jewels in adornment, and relics in worship); (4) specialized knowledge as a prerequisite for their ‘appropriate’ consumption, that is, regulations by fashion; and (5) a high degree of linkage of their consumption to body, person, and personality”.

Esta definición parece describir bien el estatus de los cascabeles en la mayoría de los puntos. Sin embargo, el problema con la clasificación como objetos de lujo reside en la gran gama de contextos en los que aparecen los cascabeles y que permiten una vinculación tanto con rituales y la élite que con contextos domésticos y un acceso común. Esta gama de ámbitos en los que aparecen los cascabeles indica que pueden haber tenido diferentes significados y usos, e implica una circulación por diferentes *vías económicas*.

11.2.1. Vías económicas

Smith y Berdan (2003:3, traducción del autor) señalan que toda el área de Mesoamérica era “una sola zona económica y cultural, integrada por intercambio comercial y una variedad de otros tipos de interacciones sociales“. Ohnersorgen (2006:29), por otro lado, enfatiza las diferencias que había en la administración de diferentes provincias del imperio, influenciadas no solamente por la reacción de las provincias, sino también por los objetivos imperiales.

Tanto la relación con las provincias como los objetivos imperiales tenían un impacto directo sobre las vías económicas por las que diversos bienes pueden haber sido desplazados en Mesoamérica. Se pueden categorizar en cinco grupos (ver por ejemplo Chang 1975:214; Dalton 1975:104-9; Olmedo y González 1986:83-91; Schulze 1997:37):

- Botín de guerra
- Tributo (para eventos recurrentes o para eventos especiales)
- Regalo
- Comercio (local, regional o de larga distancia)
- Extracción directa

Las vías económicas por las que llegaron los objetos de oblación a Tenochtitlan y a las ofrendas del Templo Mayor han sido tratadas por varios autores. Broda (1987:86, 100) menciona principalmente el tributo, mientras que Berdan (1992:319) enfatiza la importancia del comercio. Olmedo (1993:164) menciona la posibilidad de que las figuras antropomorfas y máscaras estilo mezcala fueran entregadas a los gobernantes de Tenochtitlan como regalos. Urueta Flores (1990:74-5, 78, 51) señala que las figuras antropomorfas mixtecas probablemente fueron elaboradas expresamente para las ofrendas del Templo Mayor y regaladas en ocasión de ceremonias especiales o que llegaron como parte del tributo regular. Jiménez Badillo (1991:196-8), en su trabajo sobre los moluscos de la ofrenda H, hace una clara diferenciación de las vías económicas que fueron utilizadas para abastecer el Templo Mayor en los diferentes momentos de la expansión del imperio azteca. En las primeras fases, sugiere, el comercio local y regional fueron las maneras más importantes para el movimiento de bienes, y solamente con la expansión del imperio ganaron importancia el comercio a larga distancia y el tributo. Él llega a la conclusión de que los moluscos de las costas del Golfo y del Caribe llegaron por el comercio, mientras que los moluscos de la costa del Pacífico fueron entregados como tributo.

Botín de guerra

La conexión entre la expansión del imperio y el influjo de bienes a Tenochtitlan también se puede apreciar en la descripción de Durán de la llegada del ejército mexica a la capital después de la guerra:

“Llegados los mexicanos a la ciudad de México fueron de toda la ciudad muy bien recibidos, con muchos regocijos y fiestas de los sacerdotes, que salieron con sus braseros en las manos o incensarios, e incensándoles y diciéndoles muchas palabras de loor y cantares de alabanza los festejaron y llevaron al templo, donde ofrecieron grandes ofrendas de los despojos y de las cosas que de la guerra traían, juntamente ofreciéndoles de aquellos hombres que traían presos de la guerra, para que después fuesen víctimas de los sacrificios de las fiestas” (Durán 1984 vol.II:153).

El tipo y la cantidad de botín que así llegaba a la ciudad dependía naturalmente de los bienes que la provincia donde tuvo lugar la pelea podía ofrecer, y del tipo de relación que los gobernantes del imperio pretendían mantener con sus nuevos súbditos en el futuro. Durán no deja duda de que una buena parte del botín fue utilizado directamente para ser ofrendado en el templo. Sin embargo, no hay información más detallada sobre frecuencia, cantidades y calidad de estas ofrendas.

Tributo⁶¹

También la cantidad y calidad del tributo estaban estrechamente vinculadas a la expansión del imperio. A la llegada de los españoles, 38 provincias conquistadas mandaban tributo de bienes cada año, medio año o cuarto de año al centro del imperio azteca. Con 17 provincias más había una relación de 'cliente' (*client relations*). Los bienes tributados incluían víveres y materias primas, pero la gran mayoría de los productos eran manufacturados. Con el crecimiento del imperio y el aumento del número de personas pertenecientes a la élite en la capital, aumentó la demanda de productos de lujo. Además, estos productos, en general, tenían un alto valor y al mismo tiempo un tamaño pequeño, hecho que permitió su traslado aun desde provincias lejanas (Berdan *et al.* 2003:104-5; Berdan y Smith 2003:69).

Los tributos que llegaron a Tenochtitlan en parte fueron utilizados directamente para el suministro de las personas asociadas al palacio del gobernante, incluyendo los artesanos, los trabajadores de las obras públicas y el ejército. Otra parte se utilizó como regalo, para el intercambio, la recompensa de guerreros destacados o altos funcionarios y el acopio de víveres para situaciones de emergencia (Durán 1984 vol.II:368; Sahagún 1989:517; ver también Berdan 1975:120-30; Carrasco 1978:45). Carrasco (1978:45) supone que con el tributo regular también llegaron los objetos de culto, mientras que Berdan (1977:95) sugiere que los templos fueron abastecidos con un tributo especial (ver por ejemplo Zorita 1994:261). Por otra parte, había tierras que pertenecían a los templos, *teotlalpan* (Litvak 1965:3; Carrasco 1978:25), y donaciones por parte de los nobles. Todos estos bienes fueron almacenados en bodegas de los templos y utilizados para el abastecimiento de los sacerdotes y en las ceremonias religiosas (Zorita 1994:262). Otro ejemplo del uso de tributos para fines religiosos lo constituye la distribución de tierras después de la victoria de Itzcóatl contra Azcapotzalco. Los barrios

⁶¹ "... prestación dada a un superior por razón de sometimiento político. Lo puede dar un individuo o una colectividad; en trabajo, especie o dinero; a un señor o estado propios o a un poder extranjero" (Carrasco 1978:30, nota 11).

recibieron tierras para comprar, con las ganancias, materiales que se usaron en las ceremonias (por ejemplo papel, color, hule y copal):

“También dieron a sus barrios para el culto de sus dioses, a cada barrio su suerte, para que lo que de allí se cogiese, se emplease en cosas y ornato del culto de aquel dios que en aquel barrio o colación se celebraba. Y lo que más se compraba era papel, hule, copal, almagre y colores de azul y de amarillo, con que pintaban las capas y mitras o tiaras que ponían a sus ídolos, y en esto se expendían lo que de aquellas suertes de tierra se cogía” (Durán 1984 vol.II:83).

Los tributos especiales –y aquí se borra la línea entre tributo y regalo– se ofrecían en ocasiones solemnes, como la inauguración de una nueva etapa del Templo Mayor, para la cual Motecuhzoma I. pidió objetos para ofrendas:

“Viendo el rey Motecuhzoma la prisa con que su templo se hacía, mandó a todos los señores de la tierra que, para que su dios fuese más honrado y reverenciado, que se recogiesen por todas las ciudades mucho número de piedras preciosas, de piedras de hijada verdes –que ellos llaman chalchihuites–, y viriles, y piedras de sangre, esmeraldas, rubíes y cornerinas. En fin, de todo género de piedras ricas y preciadas joyas, y muchas riquezas y que a cada braza que el edificio creciese, fuesen echadas, entre la mezcla, de aquellas piedras preciosas y ricas joyas. Y así, echando por cabezas aquel tributo, cada ciudad acudía con sus joyas y piedras a echar su lecho de ellas, por su rueda y tanda, de suerte que, a cada braza del edificio, echaban tanta cantidad de joyas y piedras ricas, que era cosa de admiración, diciendo que, pues Dios daba aquellas riquezas, que no era inconveniente se empleasen en su servicio, pues era suyo” (Durán 1984 vol.II:228).

Otro ejemplo son los tributos especiales para las fiestas de ascenso de Tizoc al trono:

“... enviaron a todas las ciudades, villas y lugares, donde tenían sus mayordomos y gobernadores los mexicanos, a decirles que proveyesen de todo lo necesario para esta fiesta, de lo que en aquellas provincias había, y que todos se hallasen a esta fiesta. Y así, luego empezó a entrar en la ciudad gran multitud de cargas de mantas muy galanas, unas mejores que otras, joyas, plumas, que no tuvieron número; [...]. Con lo cual venían los calpixques y factores que en los pueblos había” (Durán 1984 vol.II:306).

Una convocatoria similar se hizo para juntar los materiales para la coronación de Ahuítzotl:

“Y así, convidados todos los grandes y avisados de que hubiese cuenta con la provisión, especialmente daban este aviso a los prepósitos, mayordomos, factores y tesoreros que había en todas las ciudades, amenazándoles que si en alguna cosa hiciesen falta, que serían privados de sus oficios, desterrados de la tierra, ellos y sus deudos y parientes. Juntamente a los lapidarios que se diesen prisa a labrar las piedras preciosas que para la fiesta eran necesarias; a los plateros para los joyas [sic.], a los oficiales de componer pluma, para los plumajes galanos y para los bailes; a los olleros para la loza necesaria; a los oficiales de hacer humazos, a los componedores de rosas, a todos apercibían y amenazaban, si en algo ellos faltasen, de les castigar y desterrar de la ciudad a ellos y a su generación, y que de todo hubiese gran abundancia.

Andaban sobre ellos muchos mandoncillos, que no los dejaban descansar ni parar, tan solícitos y diligentes, que parecía irles la vida en ello, y causábalo el gran temor que tenían a sus señores y reverencia. [...]” (Durán 1984 vol.II:323).

También en el caso de la inauguración de una nueva etapa del Templo Mayor, en tiempos de Ahuítzotl llegaban los representantes de todas las provincias a entregar sus tributos, que después fueron redistribuidos a los sacerdotes y artesanos:

“Todo lo cual fue entregado al tesorero real o mayordomo mayor, para que él lo repartiese, conforme a la orden que le estaba dada; especialmente, proveyese de todo lo que los sacerdotes pidiesen para el culto de los dioses y solemnidad presente. Y segundo, a los oficiales de plateros y lapidarios y a los componedores de plumas, que se les diese todo lo necesario para las joyas, plumajes, coronas y cosas preciosas que a los reyes y grandes señores se habían de dar y presentar, para que con ello no solamente mostrasen la grandeza y suntuosidad de México, pero también para que solemnizasen la gran fiesta de la renovación y fin del templo” (Durán 1984 vol.II:341).

Durán (1984 vol.II:297) además menciona en su descripción de las festividades funerarias del rey Axayácatl que los invitados de otras ciudades le ofrecían, entre otros materiales, cascabeles (cita completa en **Subcapítulo 11.1.**). Estas citas son especialmente interesantes, no solamente porque indican que aparte del tributo regular había un flujo de objetos hacía Tenochtitlan que eran destinados específicamente a ser ofrendados en el Templo Mayor, sino porque informan (a) sobre la manera en que algunos artesanos eran abastecidos con sus materiales, (b) que estos artesanos respondían directamente al rey, (c) que probablemente sus talleres no estaban lejos del palacio, y (d) que producían objetos específicamente “para que solemnizasen la gran fiesta de la renovación y fin del templo” (Durán 1984 vol.II:341). Esta última cita, aunque no lo diga explícitamente, parece indicar que algunas piezas fueron producidas expresamente para ser ofrendadas.

Matrícula de Tributos, fol. 20



Códice Mendoza, fol. 40r

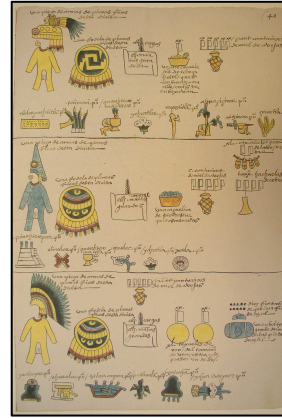
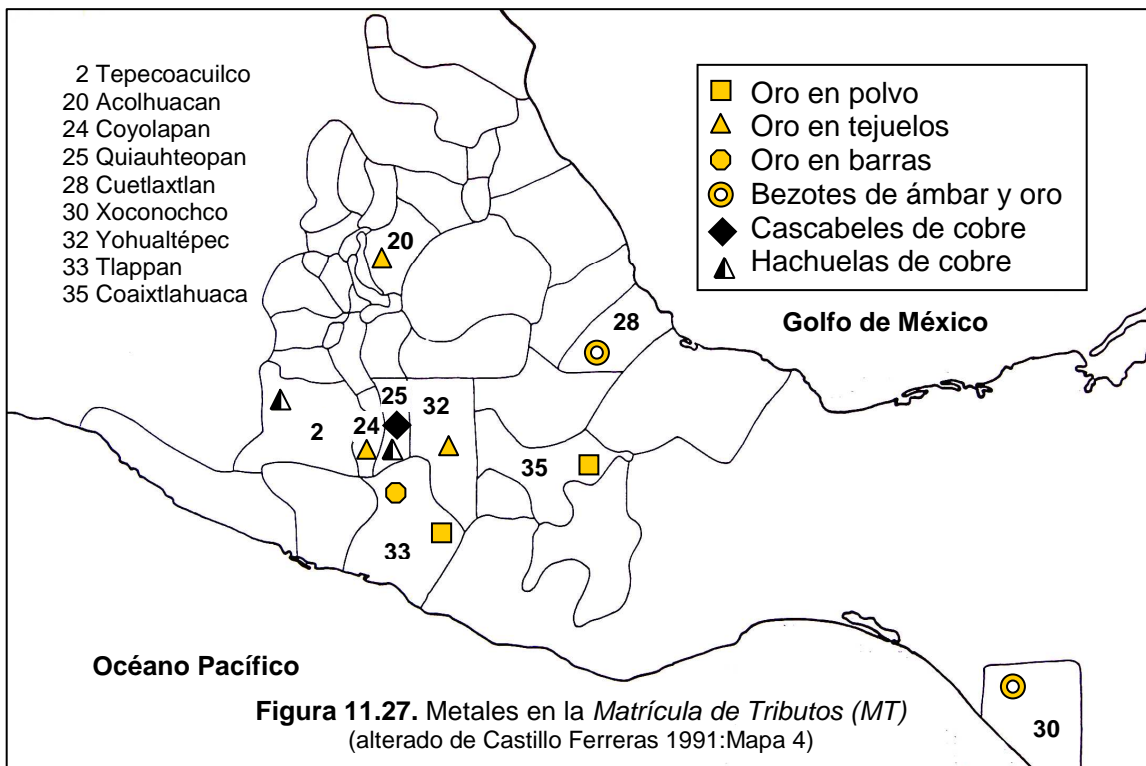


Figura 11.26. Listas de tributo con cascabeles de Quiauhteopan

A pesar de lo interesante que es esta información, en la mayoría de los casos no se mencionan directamente cascabeles o cobre. Con respecto a estos materiales y objetos, existe más información en las listas de tributo regular.



El cobre y / o sus aleaciones llegaron a Tenochtitlan como tributo. La provincia Tepecoacuilco (*MT* lámina 17, *CM* folio 39r) tenía que entregar cada 80 días 100 hachuelas de cobre. Quiauhteopan (*MT* lámina 20, *CM* folio 42r) pagaba un tributo de 80 hachuelas de cobre más 40 cascabeles (ver **Figuras 11.26.**, **11.27.** y **Tabla 11.5.**). Ambas provincias están ubicadas en el norte del estado actual de Guerrero. La

temporalidad de los tributos de Quiauhteopan no se menciona en la *Matrícula de Tributos*, pero en el *Código Mendoza* se cita una entrega cada seis meses. Otras diferencias importantes se pueden encontrar con respecto a las descripciones en español y *náhuatl* que se encuentran en los códigos. En la *Matrícula de Tributos* el texto menciona 40 cascabeles sin especificar el material, mientras que en la traducción española dice “*Quarenta cascaveles a el parecer de oro*”. En el *Código Mendoza*, por otro lado, se identifican como cascabeles de cobre o latón. También se pueden encontrar discrepancias en las descripciones de las hachuelas, que son descritas en la *Matrícula de Tributos* como “*Instrumentos de yerro para cortar*”, mientras que el *Código Mendoza* identifica el material como cobre.

Tabla 11.5. Tributos de metal marcados en la *Matrícula de Tributos*
(tomado de Castillo Ferreras 1991:Cuadro 7)

Cabeceras de Provincias	Oro en polvo (jicaras)	Oro en tejuelos	Oro en barras	Bezotes de ámbar y oro	Cascabeles de cobre	Hachuelas de cobre
2 Tepecoacuilco						100
20 Acolhuacan						
24 Coyolapan		20				
25 Quiauhteopan					40	80
28 Cuertlaxtlan				40		
30 Xoconochco				2		
32 Yohualtépec		40				
33 Tlappan	20		10			
35 Coaixtlahuaca	20					
Total	40	60	10	42	40	180

Berdan (1975:168; 1977:93-4) se refiere a la *Relación de Guatulco y su partido* (PNE IV:241) cuando señala que la gente de Pochutla tenía que intercambiar los productos locales de algodón por cobre para poder efectuar el pago de tributo que les fue pedido.⁶² Barlow menciona una situación parecida con respecto al tributo de oro bajo, que tenía que pagar el pueblo de Iztepexi (Barlow 1992:176) y el oro que pagaba Ycatepec (Barlow 1992:154), ambos situados en Oaxaca. Estos casos indican que no siempre tenía que haber una coincidencia entre la producción local y los tributos exigidos, hecho que se puede explicar por las prioridades imperiales (Berdan *et al.* 1996:129).

En resumen, se puede señalar que como tributo, tanto regular como especial, se pudo aportar cobre y sus aleaciones –probablemente en forma de hachas, que también se

⁶² Probablemente se trata del tributo a Tututepec (PNE IV:238) pagado por Pochutla, pueblo localizado en las cercanías de Huatulco (Gerhard 1993:124).

utilizaron como lingotes (Torres y Franco 1996:97)– o cascabeles para abastecer los templos. En algunas ocasiones, el tributo fue directamente ofrendado en el Templo Mayor, en otras entregado a los artesanos para que ellos elaboraran objetos para una amplia gama de ocasiones, algunas relacionadas con los rituales religiosos.

Spence (1981:184) nota que el impacto del tributo, aunque sin duda un mecanismo muy importante para el movimiento de bienes en Mesoamérica, puede haber sido sobreestimado debido a la parcialidad de las fuentes etnohistóricas, que en muchos casos son un reflejo de los intereses de la élite mexica y de los españoles en los centros urbanos. Spence también sugiere que sistemas de tributos locales, menos centralizados, tanto como el comercio en sus diferentes formas pueden haber jugado un papel más importante de lo que las fuentes dejan suponer, y que estos merecen más atención en el futuro.

Regalo

Los regalos entre representantes de entidades políticas pueden ser considerados como un tipo de tributo, si un gobernante inferior lo obsequia a su superior, y como reconocimiento, por ejemplo de lealtad, si se trata de lo contrario. Berdan *et al.* (2003:106) suponen que esta costumbre de dar obsequios permitió un flujo de bienes de lujo por toda Mesoamérica, sin necesidad de mercados o comerciantes. Consecuentemente, este tipo de bienes y sus cantidades tampoco aparecen en las listas de tributos y no hay información suficiente para cuantificarlas. No obstante, deben de haber representado un importante volumen del movimiento de bienes de lujo (Berdan *et al.* 2003:105), dado que entregar obsequios era parte integral de cualquier visita:

“... pues jamás, cuando van a saludar o a visitar a alguna persona saben llevar las manos vacías y el llevarlas vacías tienen por afrenta, así los que saludan, como los saludados” (Durán 1984 vol.II:526).

El valor de los regalos dependía tanto de la posición social del que obsequiaba como del que recibía el regalo. Además, era importante el tipo de relación que existía entre los dos actores:

“Había otra sala que se llamaba *coacalli*. En este lugar se aposentaban todos los señores forasteros que eran amigos o enemigos del señor, los cuales venían por convidados, y dábales muchas cosas ricas, como mantas labradas y mastles muy curiosos, y unos barbotos de oro que usaban poner en los agujeros de la barba, y las orejeras de oro que ponían en las orejas agujeradas, y otros barbotos de

pedras preciosas, de chalchihuites, engastados en oro, y unas cuentas de chalchihuites y otras cuentas de las mismas pedras para las muñecas, que usaban traerlas” (Sahagún 1989:520).

“El señor tenía aparejado comida y plumajes y mantas y mastles, y otras joyas para dar a los convidados, a cada uno según su manera de dignidad ...” (Sahagún 1989:529).

Unos cascabeles aparecen como parte de un pectoral que se puede encontrar como regalo de un indígena a un español (*Códice Florentino* VIII:13r; y posiblemente *Códice Durán* 1-29), indicando que este grupo de objetos podía representar parte del intercambio de obsequios a alto nivel. No obstante, el elemento de más importancia es el impulso que este intercambio de artículos de lujo dio a la producción de artesanías en general. Durán (1984 vol.II:341, ver arriba) señala que los artesanos recibían “todo lo necesario” para producir lo “que a los reyes y grandes señores se habían de dar y presentar”. Berdan *et al.* (2003:106) suponen que había una relación de patrocinio (*patron relationship*) del gobernante con los artesanos para asegurar un abastecimiento oportuno.

Comercio

Berdan *et al.* (2003:104), como Spence (1981:184, ver arriba), opinan que el tributo no era suficiente para satisfacer por sí solo el estilo de vida de los nobles, aun si muchos de los objetos y materiales necesitados aparecían en las listas de tributo. Por otro lado, Berdan (1988:639; ver también Berdan *et al.* 2003:102) indica que el comercio realizado por los glamorosos *pochtecas*,⁶³ los mercaderes de largas distancias que tenían apoyo por parte del estado, era solamente un aspecto de la economía Mesoamericana y que los comerciantes que actuaban en un nivel inter-imperial, regional o local probablemente eran responsables del movimiento del mayor volumen de bienes. Aun así las mercancías podían viajar largas distancias, pasando de un comerciante a otro (*down-the-line trade*)⁶⁴ (Berdan 2003:93).

Bray (1989:255) menciona que el movimiento de artefactos elaborados borra hasta cierto nivel las distinciones entre áreas de diferentes estilos. No solamente había el

⁶³ Con respecto a la organización y los usos y costumbres de los gremios de *pochtecas*, ver Sahagún (1989:538-82); Torquemada (1975 vol.IV:383-4); Zorita (1994:134, 181). Ver también Acosta Saignes (1945); Thompson (1966); Zantwijk (1970); Berdan (1975, 1977:96, 1988, 1992:306) y Berdan y Smith (2003:69).

⁶⁴ Ver también Renfrew (1975).

movimiento de bienes de las provincias hacia Tenochtitlan, sino también los comerciantes mexicas, los *pochtecas*, transportaban artefactos de metal –incluso cascabeles– como lo describen en un discurso dado en una fiesta de despedida, antes de salir a un viaje (Sahagún 1989:546):

“ ... antes que dexé este barrio y este pueblo, porque ya tengo compradas las cosas con que tengo de rescatar por los pueblos por donde fuere. Tengo compradas muchas navajas de piedra, y muchos cascabeles, y muchas agujas, y grana, y piedra lumbre”.

Según Bray (1989:255), Sahagún indica que este intercambio empezó a cobrar importancia durante el reino de Cuacuahzín de Tlatelolco (aproximadamente 1372-1418 d.C.) y fue puesto bajo el control estatal por Ahuítzotl de Tenochtitlan (1486-1502 d. C.).

En su descripción de lo que llevan los mercaderes de larga distancia a lugares como Xicalanco, Sahagún menciona productos de oro para los gobernantes y otros de cobre, entre ellos cascabeles, para la gente común (Sahagún 1989:550-1):

“Y luego también los mercaderes sacaban las joyas de oro y piedras que sabían que eran preciosas en aquella provincia, una de las cuales se llama *tepeyo teucúitlatl*, que era como corona de oro; y otra que se llama *teuchitlaixcuaámatl*, que era una plancha de oro delgada y flexible que se ceñía a la frente; y otra que se llamaba *teucuitlatlancózcatl*, y otra que se llamaba *pitzáhuac teucuitlacózcatl*. Todas estas joyas eran para los señores. Llevaban también otras para las señoras. Una dellas eran vasitos de oro donde ponen el huso cuando hilan; otras eran orejeras de oro; otras orejeras de cristal. También llevaban para la gente común orejeras de la piedra negra que se llama *itztli*, y otras de cobre, muy lucias y polidas; también llevaban navajas de la piedra negra que se llama *itztli*, para raer los cabellos y pelos, y navajitas de punta para sangrar, que llamaban *huitzauhqui*. También llevaban cascabeles como ellos los usaban, y agujas como las usaban, y grana de tunas, y piedra lumbre, y *tochómitl*. Llevaban también una cierta yerba muy olorosa que llaman *tlacopatli*, y otra que llaman *xochipatli*.”

Aunque todos estos productos parecen ser manejados por los propios *pochtecas*, aquí sí se hace referencia a los diferentes recipientes de los productos. También en la descripción de otros comerciantes Sahagún menciona varios lugares que venden productos de oro, igual que cobre, sartaes de vidrio y navajuelas labradas. Asimismo indica que son los mismos metalúrgicos los que venden sus productos de metal en el mercado:

“El que vende cuentas de oro, plata o cobre, o trata en cadenas o collares de oro, y en sartales de las muñecas de las manos, el que es deste oficio suele ser platero” (Sahagún 1989:609).

“El buhonero que vende sartales de vidrio [sic] vende sartales de navajuelas labradas y cristal blanco y morado, y del beril, y de azabache, y de otras cuentas de fuslera, y joyas fundidas de oro, como canutillos y como bodoquillos” (Sahagún 1989:621).

“El que trata en agujas fúndelas y las limpia, acicalándolas muy bien. Hace también cascabeles y aguixillos, punzones, clavos, hachas y destraes, azuelas y escoplos” (Sahagún 1989:622).

También Cortés (1989:71) y Díaz del Castillo (1979 vol.I:188) mencionan que se vendían metales o artefactos de metal en el mercado de Tlatelolco.⁶⁵

“... y vendían [en el mercado de Tlatelolco] hachas de latón y cobre y estaño, y jícaras, y unos jarros muy pintados, de madera hechos” (Díaz del Castillo 1979 vol.I:188).

Eso indica que aparte del artesano dependiente de un señor, deben de haber existido artesanos libres que vendían sus propios productos en el mercado.

No se mencionan restricciones sobre la venta de oro ni hay indicación de la existencia de sistemas de mercado paralelos, que separaran los materiales y productos de élite de los destinados para la gente común. Berdan *et al.* (2003:101) en la descripción del mercado de Tlatelolco, que era el o uno de los más grandes y diversos de Mesoamérica, se refiere a éste como de ‘múltiple propósito’ (*multipurpose*), cubriendo al mismo tiempo las necesidades y deseos de los nobles y de la gente común. Parece posible que en el postclásico tardío la separación del oro y los demás objetos de lujo, como material de élite, se realizaba más por los precios, que solamente los ricos nobles podían pagar, que por restricciones sociales o religiosos.

Una explicación de la distribución no exclusiva de objetos de lujo, o sea la aparición de oro y cascabeles en contextos de élite y comunes, puede ser el cambio de la economía postclásica a un grado más alto de comercialización (*marketplace economy*), que implica una disminución del control de las élites sobre la producción y el comercio de los bienes de prestigio (Hirth 1998; Smith 1999 *et al.*; ver también Smith y Berdan 2003:7; Berdan *et al.* 2003:102; Smith 2003c:123). Como ejemplo, Smith menciona la presencia

⁶⁵ Ver también Torquemada (1975 vol.IV:349).

de bienes exóticos de importación –entre ellos objetos de bronce– en los basureros de dos sitios del postclásico tardío A en Morelos, Capilco y Cuexcomate (Smith 2003d:249-50). Masson (2003) da un ejemplo de esta falta de separación en el norte de Belice.

El análisis por estilo y composición de la cerámica decorada (*decorated serving dishes*) en las regiones de Texcoco, Ixtapalapa y Chalco-Xochimilco indicó que las distribuciones correspondían a los límites de confederaciones políticas independientes. Este patrón parece haberse mantenido constante, tanto en el periodo azteca temprano (1150 – 1350 d.C.) como en el azteca tardío (1350 – 1521 d.C.), solamente que en la fase más reciente había una reducción a dos sistemas grandes de mercado que dominaban el valle de México, pertenecientes a Tenochtitlan y Texcoco (Hodge 1998:219; ver también Minc 2006:110-1).

La expansión del imperio y la conquista de las provincias de Anáhuac en tiempos del *tlatoani* Ahuítzotl también tuvo un impacto directo sobre el abastecimiento de productos exóticos y la producción artesanal, como señala Sahagún (1989:582):

“Y antes que tuviesen noticia de las plumas ricas de que se hacen las divisas y armas arriba dichas, estos tultecas labraban plumajes para bailar, de plumas blancas y negras de gallinas, y de garzotas, y de ánades. No sabían entonces aún los primores deste oficio que agora se usan. Toscamente componían la pluma, y la cortaban con navajas de *itztli* encima de tablas de *ahuéhuatl*. Las plumas ricas parecieron en tiempo del señor que se llamaba Ahuítzotl, y truxéronlas los mercaderes que llamaban *tecuhnenenque* cuando conquistaron a las provincias de Anáhuac. Entonces comenzaron los amantecas a labrar cosas primas y delicadas”.

La apertura de nuevas fuentes de materia prima en tiempos de Ahuítzotl dio un impulso a la artesanía de pluma y aumentó la calidad de los productos de los *amantecas*. La expansión del imperio azteca hasta las costas del Pacífico también abrió el acceso a regiones ricas en minerales. Eso puede haber promovido un cambio en las aleaciones empleadas. Como se menciona líneas arriba, también fue este *tlatoani* quien aumentó el control estatal sobre el intercambio (Bray 1989:255).

Pero el imperio azteca no creció sin límites. Un caso que permite bien el estudio de la (im)permeabilidad de las fronteras políticas es la frontera tarasca. Bray (1989:254) clasifica esta frontera como ‘dura’, y la compara a la *cortina de hierro* en la Europa de la guerra fría del siglo XX. Sin embargo, en términos generales, Berdan (2003:93) señala que con el avance del postclásico el intercambio que cruzaba las fronteras políticas aumentaba, y Smith y Berdan (2003:9; ver también Berdan y Smith 2003:71) reafirman

este hecho incluso para la frontera entre los tarascos y aztecas. Pollard y Smith (2003:90) indican que este intercambio probablemente fue llevado a cabo por comerciantes locales y regionales que operaban fuera del control de ambos imperios. Fuentes etnohistóricas indican que comerciantes tarascos que trataron en nombre de sus gobernantes llegaron hasta la frontera, por ejemplo, a la fortaleza de Taximaroa y allí intercambiaron bienes con sus contrapartes aztecas. Las fuentes mexicas, por otro lado, no mencionan este intercambio, probablemente por razones ideológicas (Pollard y Smith 2003:89).

Unos hallazgos de objetos de cobre y bronce en Morelos fueron relacionados con fuentes en el área tarasca por medio de análisis de isótopos de plomo (Hosler y Macfarlane 1996), pero una ampliación posterior de ese estudio indicó que no era posible excluir otras fuentes, por ejemplo en Guerrero:

“These [new] data and data gained from other geochemical studies of Mexican ores now indicate convincingly that ore lead isotopic values alone will not allow us to distinguish copper deposits that are located along a north-south axis (between, for example, Jalisco, Michoacán, and Guerrero)” (Hosler 2003:166).

Aun si estos objetos no necesariamente provienen del área tarasca, es probable que las fronteras prehispánicas en el postclásico tardío no fueran *cortinas de hierro*. Gasco y Berdan (2003:112-5) describen varios centros de intercambio que conectan diferentes circuitos económicos y donde se encontraron indicaciones para el intercambio de metal o productos de metal:

- Tetellan (frontera entre el territorio azteca y tarasco)
- Cholula (México central)
- Coaixtlahuaca (Mixteca Alta)
- Xoconochco (costa del Pacífico / región del Istmo)

Aun en este ambiente de ‘liberalización’ de la economía mesoamericana, se pueden encontrar indicios de un aumento de control sobre el ingreso de cascabeles a las ofrendas del Templo Mayor. Para eso es necesario revisar el espectro de formas y la gama de composiciones de los cascabeles mesoamericanos (ver abajo).

Berdan (1988:649) opina que solamente con una amplia gama de diferentes modos de intercambio –del comercio de larga distancia hasta el mercado local– era posible cubrir adecuadamente las necesidades de todos los estratos sociales del imperio azteca.

Las fuentes, además, indican el uso de metal –e incluso de cascabeles– no solamente como objetos de intercambio, sino como medio de pago, comparable a mantas de algodón, cacao, sal, conchas rojas (probablemente *Spondylus sp.*) y piedras preciosas (Berdan 2003:94, 102). Los medios de pago con metal que se mencionaron son de estaño (Cortés 1989:219-20), (polvo de) oro (Berdan 2003:94) o cobre. Los más comunes, especialmente en Oaxaca,⁶⁶ son los hacha-monedas, que son delgadas láminas de cobre (ver Easby *et al.* 1967; Bray 1989:255 reunió información de las fuentes; Hosler *et al.* 1990). Para la zona Maya hay indicaciones, en las fuentes etnohistóricas, de que los cascabeles fueron utilizados como medio de pago:

“The money which they used was little bells (of copper) ... and they were valued according to their quantity or size; ...” (Gaspar Antonio Chi, en Tozzer 1941:231).

Otra indicación del comercio con cascabeles en la zona Maya (aunque no hay mención de que fueran usados como moneda) es el avistamiento, en 1502, de Colón de una canoa cerca de las Bay Islands de Honduras, cargada con textiles, macanas, cacao, hachas y cascabeles de cobre y crisoles para fundir cobre, entre otras cosas (ver Casas 1951 vol.II:274). Bray (1977b:394) suponía que el grupo de personas que acompaña la mercancía eran metalúrgicos.

Simmons (2006:3-4) menciona además que en el diccionario tzotzil el término campana o cascabel es *tak'in*. Esta misma palabra se utiliza para ‘dinero’. En el maya chontal contemporáneo *tak'in* se traduce como, “money, metal, literally: the sun’s excrement.”

Aunque es tentador ver los cascabeles como medio de intercambio –diferentes tamaños y formas representando diferentes valores– no existe evidencia, para el área del imperio azteca, que sustente esta teoría. Hay que suponer que el uso de cascabeles como moneda era un sistema local, que nunca se formalizó para volverse de uso común.

Extracción directa

Renfrew (1975:41) define la extracción directa como el acceso de un grupo al yacimiento de una materia prima sin pagar a la población local (comercio) o sujetarla (tributo). Las fuentes no dejan muy claro qué tanto los mismos mexicas se ocupaban de la extracción de las materias primas que necesitaban, en este caso los metales. Una

⁶⁶ Bray (1989:256) compara la distribución de los hacha-monedas con la distribución de cerámica del estilo mixteca-puebla, objetos de metal del *South Mexican International Style* (SMIS) y el sistema tributario de los aztecas.

gran parte de estos materiales seguramente llegó a la capital como tributo o por intercambio, como lo sugieren Berdan *et al.* (1996:126). Gómez de Méndez (1977:59), por otro lado, propone que los metales llegaron directamente de las minas.

Sin embargo, no queda claro si los mismos mexicas hicieron el trabajo de la extracción de las materias primas en las minas. Los informantes de Sahagún describen el proceso de la extracción del mineral de cobre, la aleación con el estaño y el trabajo con el bronce resultante:

“There are also its mines; it is from mines, from fissures. And there is also its mother. Like gold, it forms veins in the rocks, the crags, the tepetate. When taken, it is still just earth; its name is “copper earth”. (The copper) is washed, heated, liquefied, cast; stretched, extended.

Some copper is red; it is called, it is given the name “chili-red copper”. Here in New Spain, there used to exist, there used to be, only the chili-red. The Castilian copper is the yellow, the black.

I cast copper. I liquefy copper. I spread it. I alloy it. I solder it. I add tin to it. I harden it” (Anderson y Dibble 1963 vol. XI:235).

Los testimonios de Sahagún (1989:653) indican claramente que ya los toltecas, esos míticos iniciadores de la gran mayoría de las artes, conocían y trabajaban un amplio espectro de metales, y que sabían extraerlos de sus minas.⁶⁷

“Ellos [los toltecas] mismos también, como eran de buen conocimiento, con su ingenio descubrieron y alcanzaron a sacar y descubrir las dichas piedras preciosas y sus calidades y virtudes; y lo mismo las minas de la plata y del oro y de metales de cobre, y plomo, y oropel natural, y estaño, y otros metales; que todo lo sacaron, labraron y dexaron señales y memoria dello; ...”.

Qué tanto de esto es descripción de una realidad histórica es difícil de aclarar. Sin embargo, parece seguro suponer que nunca se comercializaban los minerales, sino los metales, o como objetos o como lingotes, por ejemplo en forma de hachas (Torres y Franco 1996:97). La pregunta entonces es: ¿quién tenía el control sobre la extracción?

Se pueden imaginar expediciones de extracción de metales, como están documentadas entre los indios de la región de los grandes lagos en E.E.U.U.: Clark y Martin (2005:120) sugieren que la búsqueda de cobre normalmente se hacía simultáneamente a

⁶⁷ En su descripción del oro y su extracción, el *Códice Florentino* (Anderson y Dibble 1950-82 vol.XI:233) especifica que los mexicanos, antes de la llegada de los españoles, solamente lavaban la arena de los ríos para extraer oro y plata.

actividades de subsistencia.⁶⁸ Por otro lado, los exploradores Samuel Hearne y Sir John Franklin, citados en Miles (1951:244-5), describen viajes que los indios hacían anualmente para abastecerse de cobre. Eso, por supuesto, es más fácil si se trata de metales nativos, especialmente cobre en la región de los grandes lagos de E.E.U.U., u oro en Mesoamérica. Langenscheidt (1985:56) indica que no se sabe de minas explotadas propiamente por los mexicas, aparte de algunas de obsidiana, y que procuraban los minerales o metales por comercio o tributo.

Durán describe que Motecuhzoma I. mandó a sus mensajeros a Guazacualco “para pedir a los señores le hiciesen la merced de enviarles algún polvo de oro [...]” (Durán 1984 vol.II:225). Eso indica que el control –y el trabajo– de la extracción se mantuvo en manos de la población local. Ésta, sin embargo, tenía que cumplir con los mandados del *tlatoani*, si no quería arriesgarse a ser reprimida. Berdan *et al.* (2003:106) reafirman esta propuesta al indicar que el control sobre las industrias extractivas, que muchas veces se encontraban en los márgenes de las zonas de influencia de los poderes políticos, normalmente no era directo:

“An interesting aspect of the Postclassic Mesoamerican economy is the apparent lack of direct political control of certain key resource-extraction zones. This is the case with mines in western Mexico (Hosler 2003), obsidian throughout Mesoamerica (Braswell 2003), and high quality salt in northern Yucatán (Kepecs 2003). While local polities may have exercised some control over production arrangements, larger polities do not seem to have made major efforts to gain control over these resource areas” (Berdan 2003:94-95).

Berdan *et al.* (2003:106) mencionan el control del imperio tarasco sobre las minas de cobre en el Occidente como una posible excepción. Grinberg (2001:56) informa que el *Legajo #1204* indica que los trabajadores que vivían cerca de las minas eran los que tenían el conocimiento para sacar el mineral. Los fundidores, que también habitaban en las cercanías de las minas, preparaban el cobre por pedido del gobernante tarasco. Grinberg (1996:433) señala que el trabajo en las minas se concentraba en la temporada de sequía, evitando así las inundaciones de las minas a cielo abierto y dejando tiempo para el trabajo agrícola. Eso sugiere que los mineros no tenían que ser forzosamente especialistas de tiempo completo.

⁶⁸ Eso contrasta con la opinión de Lleras (2005:14), que habla de la necesidad de una sociedad que tenga la capacidad de mantener a los mineros y metalúrgicos que “normalmente no trabajan en la producción de alimentos para ellos y sus familias ...”

Como ejemplo de la separación de los sitios de extracción y de elaboración de los objetos de metal (y la implícita separación de responsabilidades y poderes), Bray (1972:34; 1974b:43) menciona a Dabeiba, que es una comunidad de orfebres y el centro minero de Buritica, ambos en Colombia. Él opina que el minero era necesariamente atado a sus minas y yacimientos. Eso haría una extracción directa, como la define Renfrew (1975:41), muy poco probable.

No obstante, hay ejemplos de un alto grado de control sobre todo el proceso, como en el caso de la metalurgia de metales preciosos que se puede observar en el mundo andino. Allí el oro y la plata no fueron usados en el trueque o intercambio, sino que pertenecían al estado (Bray 1972:35). Bray describe muy bien la organización y el control estatal sobre la extracción y transformación en objetos del metal:

“This considerable production was achieved by part-time miners using the simplest possible technology. The extraction of gold and silver was a state monopoly in the Inca Empire. The mines were worked for only four months of the year, and the miners came from the nearby provinces in groups of twenty to fifty men to perform their annual labour service (*mit'a*). All precious metals were the property of the state, and were collected by officials at the mining sites to be handed over to the government for redistribution to smiths and jewellers. The state also set the production targets” (Bray 1972:32-3).

En el ámbito mesoamericano se puede suponer, entonces, que la mayor parte de los metales no fue extraída por los mexicas mismos, sino ‘pedido’ a las poblaciones locales. La extracción directa solamente pudo haberse realizado en yacimientos en la cercanía de la capital o en lugares lejos de la influencia de otros poblados. Sin embargo, es de suponer que las fuentes de metales fácilmente extraíbles cerca de Tenochtitlan se habían agotado relativamente rápido. Por otro lado, el creciente imperio conquistó cada vez más regiones donde había ricos yacimientos de metal, cuya extracción se podía ‘pedir’ a la población local. Hallazgos arqueológicos de sitios mineros y de metalurgia extractiva podrán, probablemente, proporcionar más información en el futuro.

Aunque en esta discusión de las vías económicas el énfasis se centraba en los minerales, metales y cascabeles, muchos más materiales tenían que ser movilizados para hacer posible el trabajo metalúrgico y la producción de los cascabeles. Se necesitaban piedras y arcilla para la producción de hornos, combustible (probablemente carbón vegetal), fundente, arcilla refractaria para los moldes y crisoles (con el desgrasante indicado), cera de abeja y copal para los modelos de cera, ácidos y

abrasantes para el tratamiento de los objetos terminados (ver también **Capítulo 6.** para más información sobre el uso de estos materiales en la metalurgia).

La mayoría de los materiales mencionados se utilizaron en tiempos prehispánicos en una gran variedad de procesos, como por ejemplo la preparación de comida y la alfarería, por mencionar algunos. Fueron materiales que de una u otra forma eran accesibles en la mayor parte de Mesoamérica. Las fuentes etnohistóricas los mencionan de una manera muy general, lo cual no ofrece mucha información de relevancia para esta investigación. Sin embargo, existen datos interesantes sobre la cera y el copal que sí son mencionados como tributo (Anderson y Dibble 1950-82 vol.XI:93-4; Sahagún 1989:189; *Codex Mendoza* folio 36r y 37r; *Matrícula de Tributos* lámina 16 y 17; PNE I:163, 255) en tiempos prehispánicos y coloniales. Provincias que pagaban tributo en copal, miel y cera son, por ejemplo, Tlachco y Tepequacuilco (Berdan y Anawalt 1992:76-82). Especialmente, la importancia de la cera para el proceso de producción metalúrgica a la cera perdida es tal que Bird (1979a) sugiere que la distribución geográfica de esta técnica en América estaba relacionada directamente con la distribución de la abeja sin aguijón *Meliponidae*. También Northover (1989:218; ver también Patiño 1992:127) sugiere una coincidencia entre la existencia de ceras y el uso de la técnica. Patiño (1992:128) menciona que en el contexto colombiano también se utilizó la cera de *Bombus spp.* en los procesos metalúrgicos, y sugiere la posibilidad de emplear ceras vegetales, por ejemplo de *Myrica*. Sin embargo, sin estudios de procedencia de estos materiales, encontrados específicamente en contextos de producción metalúrgica, es muy difícil llegar a conclusiones más concretas.

11.2.2. Los cascabeles mesoamericanos y los yacimientos de metal

Los cascabeles de aleaciones de cobre eran los objetos metálicos más ampliamente comercializados en la Mesoamérica postclásica (Smith 2003c:124), aparecen en todas las regiones y presentan una amplia gama de estilos. Con énfasis especial en los objetos de oro, Bray (1989:243; ver también Caso [1965] 2002:395-6) identifica un estilo que a veces es llamado 'mixtec', pero que se puede identificar en piezas desde Tenochtitlan hasta la frontera de la zona Maya, y lo denomina *South Mexican International Style* (SMIS). Bray (1989:253-4) señala que no hay indicios para la existencia de un estilo metalúrgico propiamente azteca, pero sugiere que objetos de estilo SMIS también fueron elaborados en el valle de México. No queda muy claro si estas propuestas tienen validez únicamente para los objetos de oro y sus aleaciones, o si también incluyen los productos de cobre y sus aleaciones.

En la descripción del desarrollo de la metalurgia en las diferentes regiones mesoamericanas (**Capítulo 7.**) se muestra que existen tendencias que marcan diferencias en el volumen del trabajo de los metales, en las técnicas usadas, los objetos elaborados y las aleaciones usadas. Aun con este conocimiento, no existen criterios claros para poder adscribir cascabeles en sus regiones de origen. Eso seguramente se debe, por lo menos en parte, a que los cascabeles de cobre y sus aleaciones eran los objetos de metal más intercambiados en Mesoamérica y que este movimiento ‘borró’ los límites entre diferentes regiones de procedencia (Bray 1989:255; Smith 2003c:124).

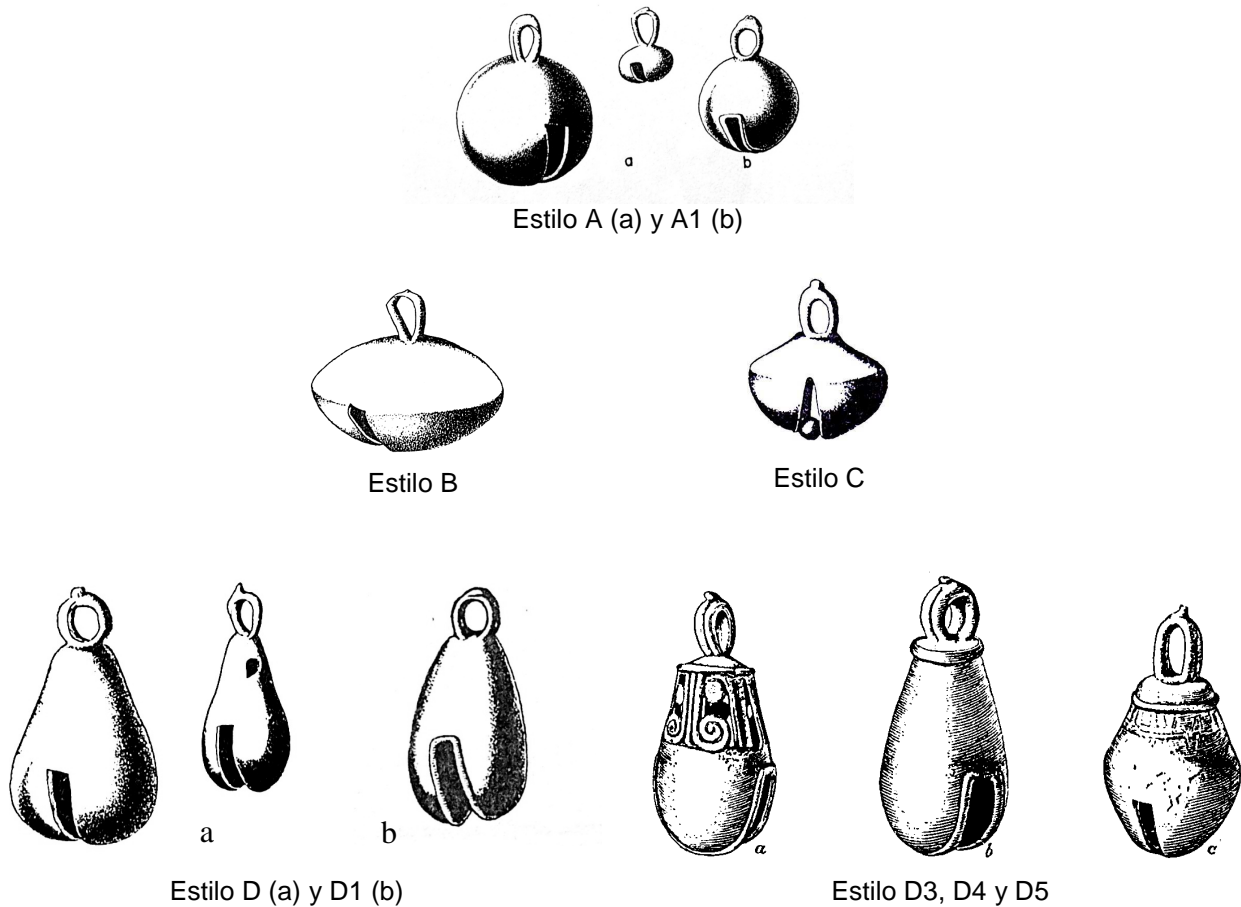
Las tipologías que se han elaborado son de gran ayuda para tener una impresión de la riqueza de formas y ornamentos que existían en los cascabeles mesoamericanos. Sin embargo, en su mayoría no permiten una vinculación directa de tipos con lugares de procedencia y / o posición cronológica, sea por falta de estos datos en la documentación de los objetos o porque los cascabeles fueron encontrados en contextos arqueológicos que conforman una mezcla de una gran variedad de procedencias y cronologías (por ejemplo, el cenote de Chichén Itzá). Las tipologías no siguen una misma clasificación y en algunos casos no parece existir una clara prioridad entre los rasgos clasificatorios. Estas diferencias de percepción por parte de los investigadores también se expresa en las diferentes maneras de representar a los cascabeles. Aun si las tipologías muestran una gran gama de formas y ornamentos, no describen todo el espectro de formas⁶⁹ (y tamaños), y mucho menos se encuentran todas las ornamentaciones. En la mayoría de los casos tampoco es fácilmente apreciable si los ‘tipos’ son formas recurrentes o únicas. Aunque en las diferentes tipologías hay muchos cascabeles que se parecen, normalmente es difícil decidir si son equivalentes (eso se debe en parte a las diferentes representaciones de los cascabeles). El único tipo presente en todas las tipologías es el cascabel globular sin ornamentación, e incluso allí existen dudas en el sentido de si coinciden los tamaños y el grosor de las paredes.

El problema de la adscripción de tipos en regiones se puede ilustrar con el ejemplo de los cascabeles de filigrana falsa: Aguilar (1946:31) sugirió una procedencia de la región de los tarascos. Lothrop (1952:92) opinó que los cascabeles de filigrana falsa de su tipo *F* provienen del valle de México. El primero fundamenta su propuesta en la forma y ornamentación de los cascabeles, mientras que el segundo llega a su conclusión con base en el contenido de plomo como aleante y el bajo contenido de plata en el metal. Pendergast (1962b) intenta adscribir sus tipos de objetos de metal a diferentes regiones

⁶⁹ Faltan por ejemplo los cascabeles grandes que se encontraron en la Huasteca (ver Stresser-Pean y Hosler 1992).

y momentos cronológicos. Resulta interesante hacer notar que muchos de los tipos tienen distribuciones muy amplias. Por ejemplo, su tipo IA1a-i (que equivale al cascabel *Globular* del Templo Mayor) fue identificado en el centro de México, Occidente, el sur de México, el norte y el sur de la zona Maya, el norte de México y el suroeste de E.E.U.U. Cascabeles de filigrana falsa de diferentes formas se encontraron en casi todas las regiones de México y el suroeste de E.E.U.U. Aunque los resultados de Pendergast son interesantes, aquí también hay que destacar que no queda claro cuántos cascabeles definen un tipo, y muchos tipos conocidos de la literatura o del mismo Templo Mayor no están representados en la clasificación. En el futuro, parece necesario formar una sola tipología de cascabeles con criterios claros de priorización que incluyan medidas de tamaños y composiciones. En este momento existen varias tipologías de cascabeles que sirvieron como guías de clasificación para los cascabeles de algunas colecciones. Las siguientes tipologías han sido las más influyentes (**Figuras 11.28. – 11.32.**):

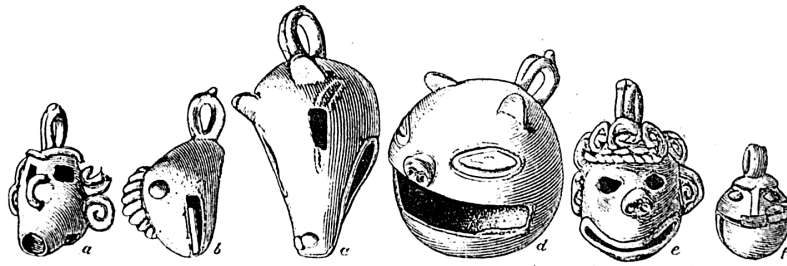
Figura 11.28. Tipología Lothrop (1952)
Cascabeles del cenote de Chichén Itzá



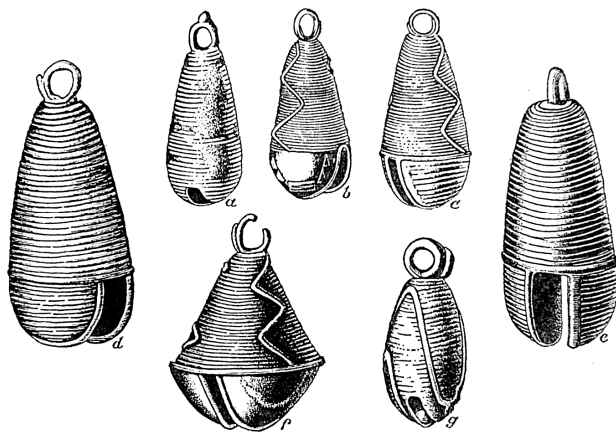
(Lothrop 1952:86-90)



Estilos D4 (e, g, h), D5 (b, f) y E



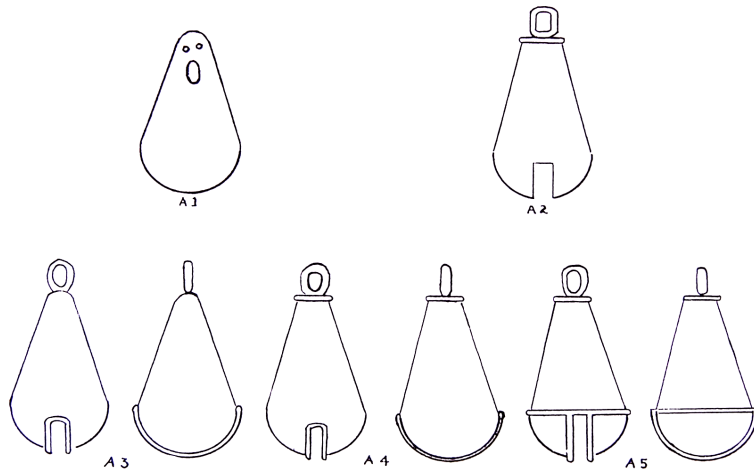
Estilo E



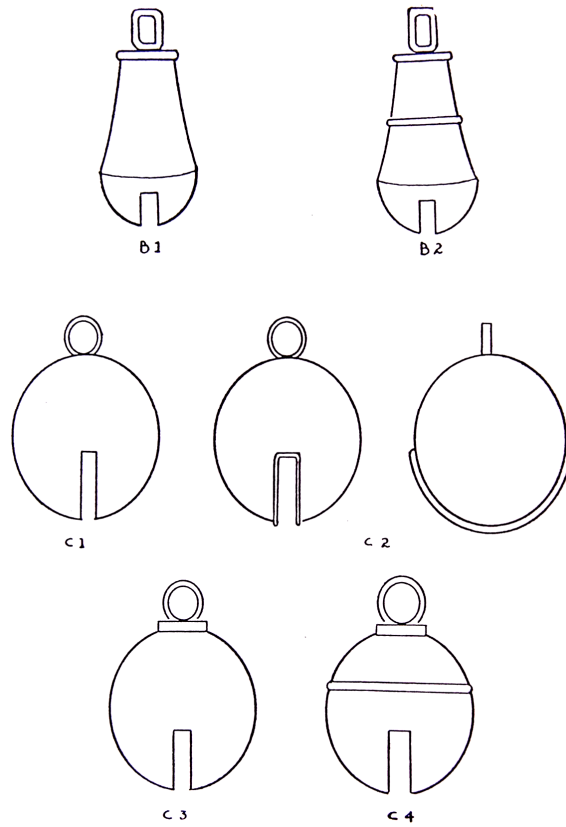
Estilo F

(Lothrop 1952:91)

Figura 11.29. Tipología Aguilar (1946)
Cascabeles principalmente de Oaxaca y Michoacán



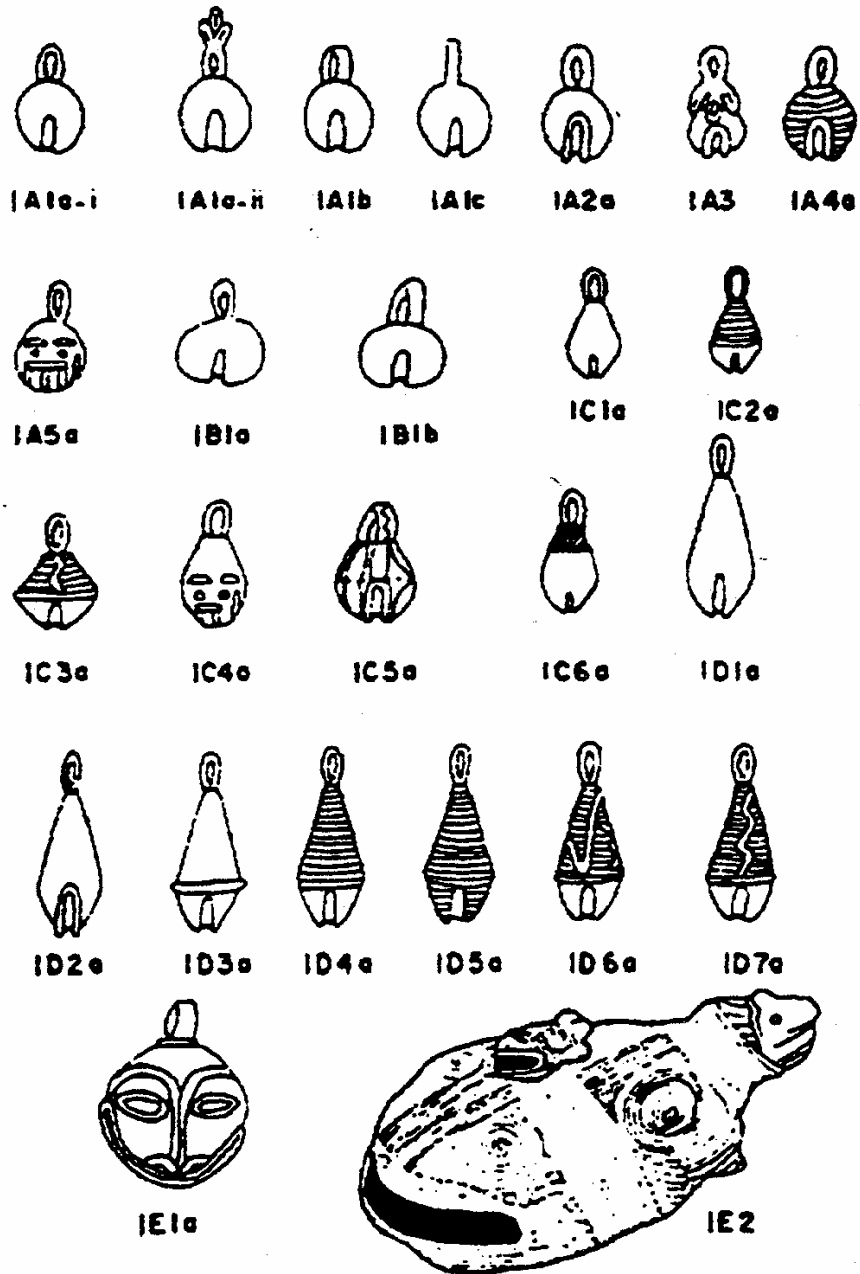
Variantes del estilo A



Variantes de los estilos B y C

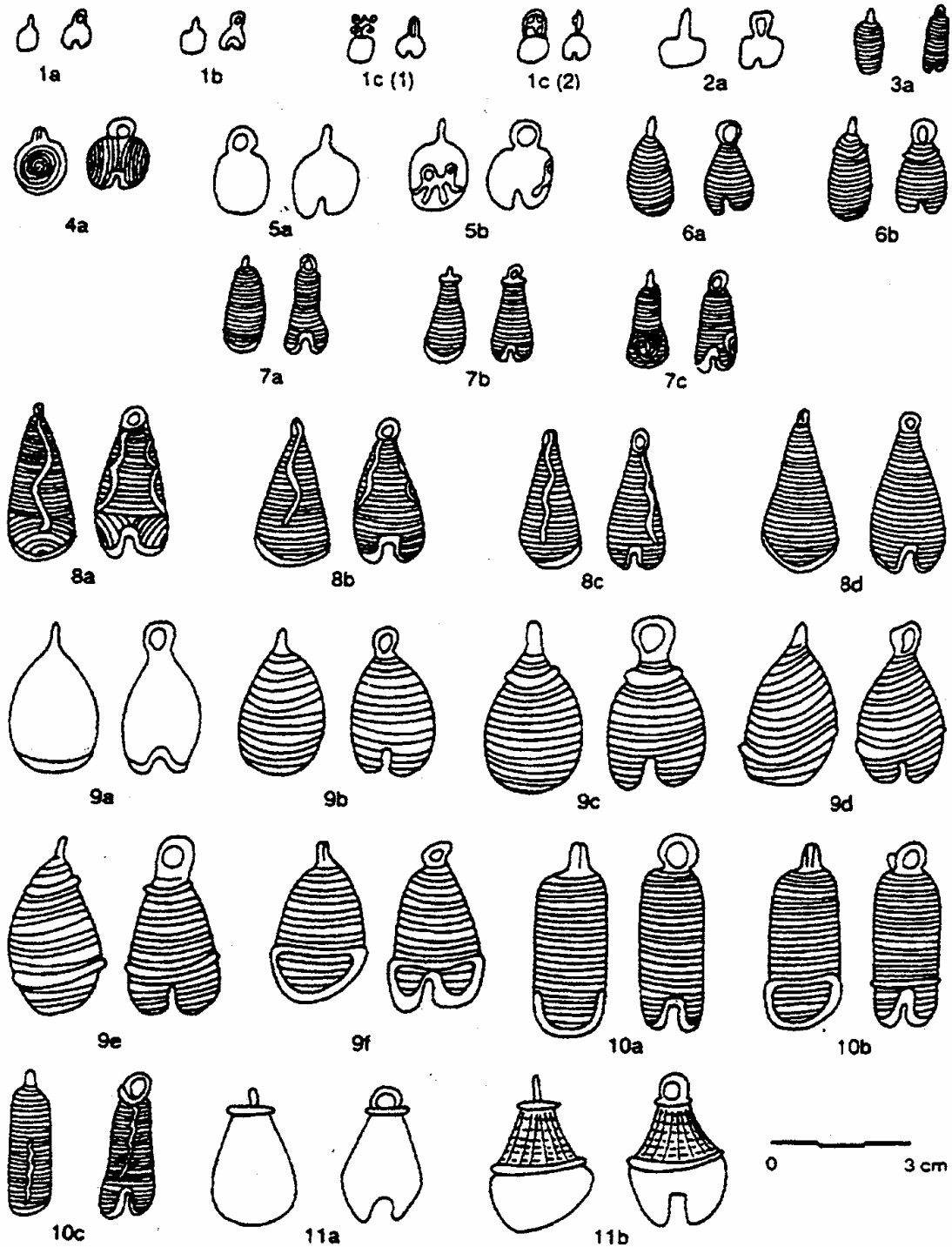
(Aguilar 1989:33-34)

Figura 11.30. Tipología Pendergast (1962b)
Cascabeles mesoamericanos



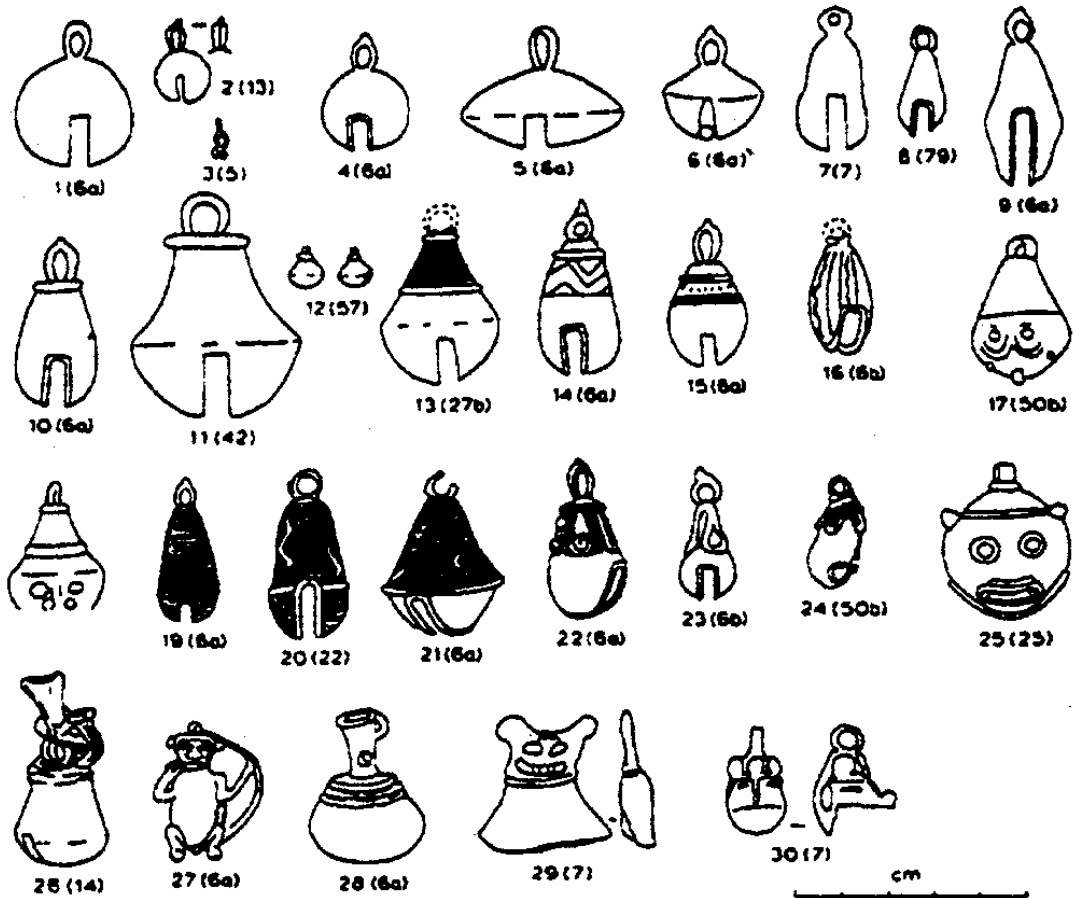
(Pendergast 1962b:526)

Figura 11.31. Tipología Hosler (1994c)
Cascabeles del Museo Regional de Guadalajara



(Hosler 1994c:271)

Figura 11.32. Tipología Bray (1977b)
 Cascabeles de la zona Maya



(Bray 1977b:370)

Como se menciona líneas arriba, en la mayoría de estas tipologías faltan vinculaciones claras de los datos de composición con los tipos.⁷⁰ A este respecto, es interesante la investigación de Morales (2003) sobre unas piezas de metal procedentes del sitio postclásico maya de Las Margaritas (Chiapas). Él compara la información sobre la composición de cascabeles de diferentes regiones de Mesoamérica en una gráfica ternaria (ver **Figura 11.33.**), basado en los elementos arsénico (As), estaño (Sn) y antimonio (Sb). Sin embargo, como se ha mostrado en el análisis de los cascabeles del Templo Mayor, las composiciones de los objetos encontrados en una región pueden

⁷⁰ La excepción en este caso es el trabajo de Lothrop (1952), que hace el intento de definir las composiciones de los tipos que identifica.

mostrar grandes diferencias entre distintas formas, y además pueden cambiar a lo largo del tiempo, incluso para una misma forma.

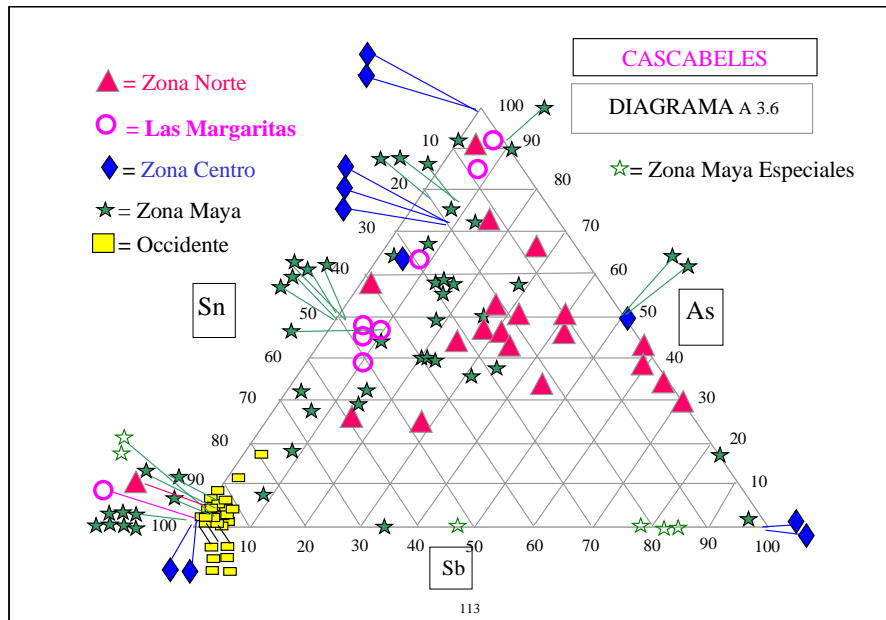


Figura 11.33. Composición de cascabeles mesoamericanos (Morales 2003:Apéndice 3, Diagrama A 3.6)

Definir las regiones por las aleaciones usadas o elementos traza encontrados es difícil además porque los cascabeles de la zona Maya, por ejemplo, forman parte de las ofrendas encontradas en el cenote de sacrificios de Chichén Itzá y probablemente provienen de diferentes regiones mesoamericanas. La amplia distribución de las composiciones de cascabeles de la región Maya parece apoyar esta suposición. Los cascabeles de Occidente, por otro lado, forman un grupo tan denso porque Morales no incluyó los que contienen, por ejemplo, altas concentraciones de arsénico (comparar con **Figura 11.8.**). Además, hay que indicar que mientras que en Mesoamérica se utilizaron estaño y arsénico como aleantes, el antimonio normalmente se encuentra solamente como elemento traza. Los cascabeles que en la gráfica se acercan al extremo de este último elemento, por esa razón no son necesariamente aleaciones con alto porcentaje de antimonio (el valor más alto alcanzado por un cascabel en esta gráfica es 0.99 %), sino más bien cobres casi puros que no contienen ningún elemento en grandes cantidades. Los cascabeles de la zona Norte, por ejemplo, son de cobre con pocas impurezas y no de aleaciones.

Las tendencias regionales se ven más claramente (ver **Tabla 11.6.**) comparando los promedios de los tres elementos usados como aleantes (plomo, arsénico y estaño) y las

distintas formas de cascabeles (utilizando solamente los análisis que permitieron una identificación de la forma). Por falta de información, en la mayoría de los casos es imposible diferenciar por temporalidad.

Tabla 11.6. Los promedios de las concentraciones de plomo, arsénico y estaño en cascabeles periformes y globulares de diferentes regiones en Mesoamérica

Región	Forma	Cantidad	Elemento	Promedio (%)
Templo Mayor ⁷¹	Periforme	433	Pb	4.58
			As	3.64
			Sn	0.59
	Globular	88	Pb	0.97
			As	0.56
			Sn	10.27
Norte (Palmer <i>et al.</i> 1998)	Periforme	10	Pb	0.03
			As	0.07
			Sn	0.01
	Globular	10	Pb	0.01
			As	0.01
			Sn	0.00
Occidente (Hosler 1994a)	Periforme	21	Pb	0.00
			As	4.58
			Sn	3.76
	Globular	10	Pb	0.00
			As	0.18
			Sn	1.13
Golfo (Hosler y Stresser-Pean 1992)	Periforme	8	Pb	0.00
			As	0.07
			Sn	2.47
	Globular	12	Pb	0.00
			As	0.09
			Sn	0.00
Maya (Morales 2003)	Periforme	5	Pb	2.54
			As	0.99
			Sn	0.59
	Globular	1	Pb	0.40
			As	0.86
			Sn	0.40

Aunque algunas regiones no están representadas por muchas muestras, en la **Figura 11.34.** parece haber tendencias claramente reconocibles: los cascabeles del Norte son de cobre casi puro, y en eso se parecen a los cascabeles globulares de la costa del

⁷¹ Los cascabeles del Templo Mayor son representados con los resultados de análisis de la presente investigación. Otros análisis de cascabeles del mismo sitio (Tapia 1999, 2003; Méndez 2003; López Luján 2006) son incompatibles por la incompleta documentación o publicación de los datos analíticos.

Golfo. Los cascabeles periformes de la costa del Golfo tienen una composición parecida a los de Occidente, en que –como lo demuestra una revisión de los análisis (ver **Figura 11.8.** en **Subcapítulo 11.1.**)– en su mayoría no contienen arsénico y estaño, sino uno u otro. Para los cascabeles del Norte, que no contienen aleantes, existen casos correspondientes en las demás regiones (en el Templo Mayor hay 17 cascabeles con más de 99.0 % de cobre). Sin embargo, el perfil de los cascabeles del Norte es particular por presentar un promedio que señala el uso general de un cobre casi puro.

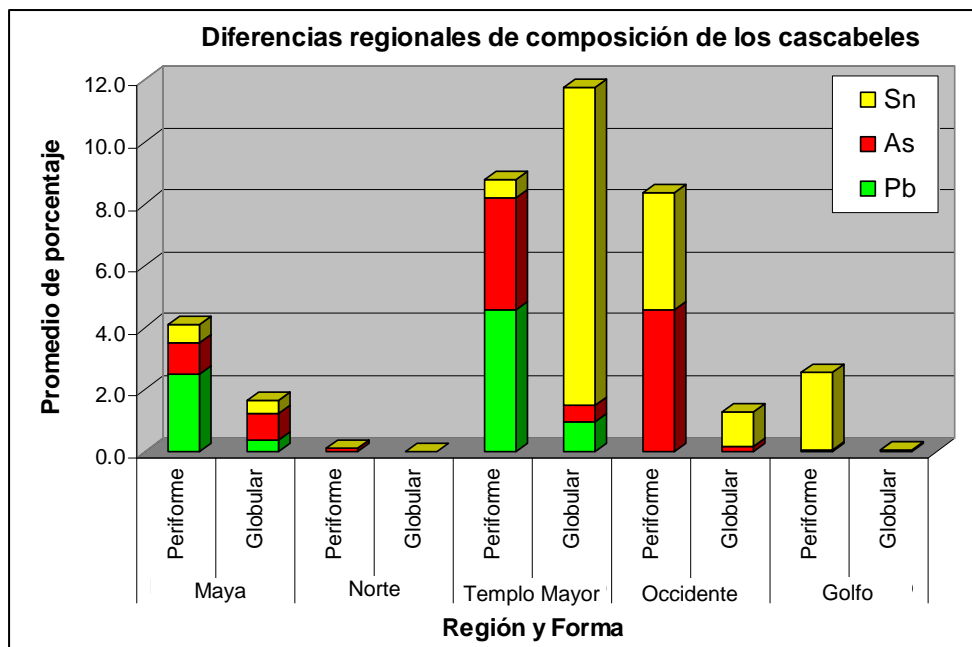


Figura 11.34. Comparación de promedios de composiciones de cascabeles de diferentes regiones (ver también **Tabla 11.6.**)

La zona Maya, con los cascabeles de Las Margaritas, solamente es representada por un cascabel globular y cinco cascabeles periformes. Aunque estos últimos parecen presentar un parecido en la composición a los cascabeles *Periformes* del Templo Mayor (por la cantidad de plomo), hay que señalar que entre los cinco solamente hay uno con 12 % de plomo, que influencia el promedio. Solamente este cascabel, que además contiene casi 2 % de arsénico, se parece a algunos especímenes del Templo Mayor, mientras que los demás tienen firmas elementales muy poco específicas. En el Norte, Occidente y en la costa del Golfo no se utilizó plomo como aleante (ambas formas), mientras que, especialmente, los cascabeles *Periformes* del Templo Mayor contienen grandes cantidades de este metal. Aunque los cascabeles *Globulares* de este último sitio también presentan plomo como aleante, por el análisis diferenciado cronológicamente se sabe que solamente los cascabeles encontrados en la etapa constructiva IVb contenían este metal en cantidades mayores. Los cascabeles

Globulares más tardíos contenían principalmente estaño y con eso se parecen a los cascabeles globulares del Occidente. Hay que mencionar que el espectro de aleaciones y las concentraciones de aleantes en general son más altas en el Templo Mayor.

Eso puede indicar mayor uso de aleaciones o un aumento de las cantidades (por ejemplo, estaño y plomo) por un enriquecimiento de esos elementos en las capas de óxidos que fueron incluidos en los análisis (ver **Subcapítulo 6.2.**). Aun así, las tendencias parecen claras: especialmente los cascabeles *Periformes* del Templo Mayor se distinguen de los de las demás regiones por su composición.

No es fácil averiguar con seguridad, dada la información existente, si los cascabeles del Templo Mayor son representativos de la industria metalúrgica del centro de México o si son un caso especial. Aun así, los análisis publicados en Lothrop (1952:12) y Grinberg y Franco (1980a) de unos cascabeles atribuidos a, o encontrados en el valle de México⁷² indican en casi todos los casos un contenido apreciable y en muchos casos elevado (> 4 %) de plomo. Incluso sin la posibilidad de una comparación detallada (ver nota en esta página) se puede proponer que los cascabeles del Templo Mayor tienen una composición representativa de los cascabeles del centro de México. Futuros análisis y reanálisis de cascabeles van a tener que verificar este hecho.

Determinación de procedencia de metales y zonas de extracción

Las diferentes aleaciones usadas en la producción de los cascabeles mesoamericanos parecen indicar lugares de producción en varias regiones. La existencia de estos diversos estilos tecnológicos hace probable que la producción metalúrgica fuera de la zona metalúrgica del Occidente no era tan rara como Hosler (1998:328) declara:

“Primero, cualquier utensilio de metal recobrado fuera de las áreas productoras del núcleo occidental mexicano fue, en algún sentido, un artículo exótico. Si bien el mineral de cobre se presenta en varios lugares, su existencia se concentra en el Occidente. La habilidad técnica y experiencia requerida para fundir minerales de cobre (y los minerales de casiterita, arsenopirita, argentita, usados para hacer las aleaciones con el estaño, el arsénico y la plata), así como para procesar el metal, fue rara, excepto entre los artesanos de la zona metalúrgica del Occidente” (Hosler 1998:328).

⁷² Los análisis de Grinberg y Franco (1980a) no contienen resultados de análisis de arsénico, y los resultados de análisis en Lothrop (1952) identifican plomo en varios casos únicamente como > 4 %.

La ubicación de los lugares de producción, y con esto la procedencia de los objetos, es un problema relacionado –pero no idéntico– con la procedencia de la materia prima para los artefactos metálicos. La concentración de artefactos producto de un mismo estilo tecnológico (por ejemplo, expresado por el uso de ciertas aleaciones) puede identificar una región de producción que puede o no coincidir con la procedencia de las materias primas. Teóricamente, es posible tener dos zonas de producción con diferentes estilos tecnológicos que se abastecen con el mismo mineral de cobre, o un centro de producción que se abastece de diferentes minas.⁷³ Como se discutió en **Subcapítulo 6.2.**, es difícil identificar la procedencia de metales por sus elementos traza, debido a la gran variabilidad interna de los yacimientos. El método de análisis de isótopos de plomo es prometedor, pero la calidad de los resultados también depende en gran medida del grado de entendimiento de la geología de la región estudiada. Hosler y Macfarlane (1996:1821, 1823; ver también Hosler 1998, 1999) utilizaron el método para analizar objetos de metal de varios sitios mesoamericanos y llegaron a conclusiones sorprendentes. Los autores relacionaron, entre otros, objetos de metal procedentes de los sitios aztecas de Yautepec y Cuexcomate (Morelos) y de los sitios Platanito y Vista Hermosa (Tamaulipas) con fuentes de cobre en Michoacán y Jalisco (Hosler 1998:327, ver cita en **Subcapítulo 7.2.5.**).

Más tarde, sin embargo, Hosler (2003:166) se tenía que distanciar de los resultados de sus análisis de isótopos de plomo, y solamente habla de tendencias en la distribución de los isótopos de plomo que hacen posible una distinción a lo largo de un eje oeste-este:

“But the data do confirm the evidence presented in the Science article that Mexico shows a west-east trend in lead isotopic ratios, making it possible to distinguish, for example, artefacts made from Jalisco ores from those made from ores from San Luis Potosí or Veracruz”.

La falta de estudios de posibles zonas de extracción hace difícil, si no imposible, igualar los patrones de elementos traza o isótopos de plomo a una región minera o un yacimiento. Hace más de medio siglo, Lothrop (1952:11) indicó que solamente grupos grandes de muestras pueden dar tendencias más claras; incluso los avances en la tecnología analítica no han cambiado eso.

Sin embargo, aun sin la información detallada de composición de los posibles yacimientos se puede intentar reducir la gama de posibles áreas de procedencia,

⁷³ Arnold *et al.* (1999:63) señalan este problema con respecto al aprovechamiento de diferentes arcillas usadas en un centro o taller de alfarería.

identificando zonas mineras, indicaciones en las fuentes etnohistóricas y vestigios arqueológicos.

Zonas mineras

La minería es y era un elemento importante en el desarrollo de México. Dos terceras partes del territorio mexicano están formadas por rocas ígneas y metamórficas que hacen posible la existencia de minerales. En 28 estados de la república hay actividad minera y solamente en Quintana Roo, Yucatán, Campeche y Tabasco no se han localizado yacimientos de importancia. En el México moderno se extraen 47 minerales, incluyendo 14 no ferrosos, 4 siderúrgicos y 27 no metálicos. Las minas están diseminadas en más de 301 municipios. México tiene importancia mundial por su exportación de, por ejemplo, plomo, arsénico y antimonio (Madero Bracho 1978:167-9).

Tabla 11.7. Producción mexicana acumulada de los años 1942, 1953 y 1954. Todos los estados aportan por lo menos uno de los metales. Estados que no están representados en la tabla, no producen ninguno de estos tres metales (datos tomados de González Reyna 1956)

Región	Estados	Cobre (kg)	Plomo (kg)	Estaño (kg)
Altiplano	Hidalgo, México, Morelos, Puebla,	1,136,621	10,970,994	0
Meseta Central	Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas	28,968,667	168,625,139	352,202
Norte	Baja California Norte, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sinaloa, Sonora,	136,845,236	394,033,556	0
Sur	Chiapas, Oaxaca	1,548,186	1,297,970	0
Occidente	Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit	4,137,522	20,534,582	7
Costa del Golfo	Tamaulipas, Veracruz	78,048	4,584,621	0

Los valores acumulativos de la producción de cobre, plomo y estaño en México de los años 1942, 1953 y 1954 dan una impresión de la distribución de los yacimientos de importancia en las seis regiones definidas en **Tabla 11.7**. La tabla indica que hay presencia de cobre y plomo en las seis regiones. Aunque en la producción de **cobre** la región Norte dominaba (especialmente el estado de Sonora, que aportaba más de 50 % de la producción nacional), las demás regiones produjeron un mínimo de 78,048 kg de cobre en tres años. Los yacimientos de cobre aparecen en grandes cantidades en una franja entre el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, pasando por el este de Michoacán, el sur del Estado de México, el norte de Guerrero y Oaxaca y el sur de Puebla. Al norte del Eje Neovolcánico existen algunos yacimientos en Querétaro, Hidalgo y el norte de Puebla. Alrededor de la ciudad de México no existen yacimientos (González Reyna 1956:Mapa Criaderos de Cobre). La gran mayoría de fuentes importantes de cobre parecen ser sulfuros (Salas 1980). Lothrop (1952:11) indica que suponía, con base en los análisis de composición de objetos de cobre, que se utilizaron

muchas fuentes diferentes. Estos mismos análisis indican que el cobre procedente del centro de México en general tiene muchas impurezas de estaño, plomo, arsénico, antimonio, bismuto o hierro (Lothrop 1952:21). Según Lothrop (1952:92), parece ser típica una cantidad de 0.1 % de plata para el valle de México y Michoacán, mientras que el cobre de Guerrero contiene alrededor de 2.0 % de este metal.

Hosler hace notar que la presencia y cantidad de elementos traza, aun en un mismo tipo de objeto, puede fluctuar mucho, indicando el uso de diferentes fuentes de metal. También menciona la utilización de diferentes técnicas de extracción del metal de los minerales que señala la existencia de un gran número de grupos de productores (Hosler 2003:162).

Aunque no hay mucha información sobre las minas prehispánicas, Grinberg (1996:432, con referencia a Hendrichs 1940-41) hace mención de “una mina de cobre en forma de zanja, cuyas paredes mostraban rastros de haber sido quemadas y en el fondo se advertía una veta de cobre”, que se encontró en la zona limítrofe entre los estados de Michoacán y Guerrero.

La estructura de los datos de extracción del **plomo** es muy parecida a la del cobre: la región Norte domina (con Chihuahua, que aporta más de 50 % de la producción nacional), aunque también se encuentra en todas las demás regiones, especialmente en la Meseta Central (Zacatecas aporta arriba de 18 % de la producción nacional). Alatraste de Lope (1897:519), Lothrop (1952:12) y González Reyna (1956:124-5) señalan que había muchas zonas de mineralización de plomo en todo el país (ver también el Panorama Minero 2006). González Reyna (1956:124-5) indica que los yacimientos de plomo están distribuidos en casi todos los estados de la república mexicana, con excepción de Yucatán, Campeche, Tabasco, Chiapas, Quintana Roo, Colima, Tlaxcala y el Distrito Federal. Estos yacimientos pueden ser casi exclusivamente de plomo o de minerales complejos en forma de sulfuros, que aparte del plomo pueden contener sulfuros de plata, zinc, cobre y / o algo de oro. Vázquez (1965:58) indica que los mexicanos también encontraron plomo en las minas de Taxco y de Ixmiquilpan. En las laderas de las montañas costeras del Pacífico guatemalteco había presencia de plomo nativo (Lothrop 1952:12). En territorio mexicano también hay un yacimiento con minerales de plomo casi puro (74 % Pb), que se encuentra en La Blanca, Zacatecas, y Scott (2004:65) señala la presencia de plomo nativo en Xalapa, Veracruz. Es interesante notar que Sahagún (1989:653) indica que el plomo no fue usado en tiempos prehispánicos:

“Hay en esta tierra oro, que se cría en minas. [...] Hay también plata y cobre y plomo. Críase en diversas partes, o en barrancas o en riscos. Ante que viniesen los españoles a esta tierra nadie se curaba de la plata ni del plomo. Buscaban solamente el oro en los arroyos, porque de donde corre el agua sacábanlo, con xícaras lavando la arena, y así hallaban granos de oro, unos tan grandes como granos de maíz, otros menores, otros como arena”.

Cortés (1989:71), sin embargo, informa haber visto joyas de oro, plata, plomo, latón, cobre y estaño. Pero hay que mencionar que los objetos elaborados de plomo⁷⁴ (ver Alatraste de Lope 1897:519) o estaño son muy raros en Mesoamérica y la utilización de zinc para hacer latón es dudosa.

El caso del **estaño** es muy diferente a los dos primeros: casi 100 % de la producción nacional se obtienen de la Meseta Central⁷⁵ (especialmente de los estados Durango y San Luís Potosí) y solamente Jalisco (probablemente la parte oriental del estado) aportó 7 kg de estaño en el año 1942. El Servicio Geológico Mexicano publicó el *Panorama Minero* de los estados de la república (Julio 2006) que ofrece información más detallada. Estaño se reportó en las siguientes entidades (además de los arriba mencionados), aunque no en todos los casos los yacimientos son explotados en el presente⁷⁶ (**Tabla 11.8.**):

Tabla 11.8. Yacimientos de estaño, no todos explotados en el presente (datos del Servicio Geológico Mexicano, *Panorama Minero*, Julio 2006)

Estado	Zonas o Distritos Mineros
Guerrero	Mochitlán-Quechultenango
Puebla	El Socorro, Jolalpan, San Miguel Minas
Jalisco	Comanja de Corona
Nayarit	Zona Santa Teresa

Sin embargo, aun esta lista no parece estar completa, dado que González Reyna (1956:253) menciona presencia de estaño también en Hidalgo y Querétaro.

Cortés describe el proceso de fundir cañones y relata que solamente después de una búsqueda extendida se encontró estaño cerca de la ciudad moderna de Taxco, donde la población aparentemente usaba pequeños tejuelos de este metal como monedas

⁷⁴ Caley y Easby (1964:497) reportan un bezote con más de 99 % de plomo y cuatro bezotes de estaño en Guerrero. Palacios (1996:495) da ejemplos de uso de plomo en la zona Andina.

⁷⁵ Estaño no era el único material que provenía de la Meseta Central, dado que ya Tula fue abastecido con turquesa desde Mazapil, en Durango (Langenscheidt 1985:53).

⁷⁶ Los otros elementos (por ejemplo cobre y plomo) también son identificados en muchas más entidades nacionales que las que indica el listado de extracción de las décadas de los 40 y 50.

(Cortés 1989:219-20; ver cita en **Subcapítulo 7.2.5**). Vázquez (1965:58) menciona que los mexicas obtuvieron su estaño de las minas de Taxco al norte de Chilpancingo (Guerrero) y de Ixmiquilpan (Hidalgo).

En general, los yacimientos son depósitos de acarreo, como placeres, en forma de casiterita (SnO_2) con contenidos de estaño que puede rebasar el 40 % (González Reyna 1956:253-4). Según Hosler (1988a:338), en México no se encuentra el mineral stannita que contiene cobre y estaño, y que puede formar una aleación 'natural'. Eso significa que aleaciones con estaño son, con muy alta probabilidad, intencionales. Por otro lado, Hosler (2003:161) indica que calcopirita puede contener estaño en concentraciones entre 0.1 y 0.4 % en forma diseminada. Eso, según ella, puede explicar la presencia de pequeñas cantidades de este metal en algunos objetos metálicos mesoamericanos. La relación de la concentración de estaño (Sn) a indio (In) en los artefactos de metal en el Occidente indica el uso de varias fuentes de estaño (Hosler 1994a:42).

No se incluyó **arsénico**, que es otro de los elementos importantes utilizado como aleante, en esta lista de la producción por regiones, debido a que, en general, no hay extracción de este elemento como mineral de arsénico, sino como parte de otros minerales, como son, por ejemplo, los sulfuros de plomo y plata. Eso significa que los lugares de extracción no necesariamente tienen que coincidir con la ubicación de los minerales más aprovechados en tiempos prehispánicos. Es interesante notar que en Tlatlaya, Estado de México, existe un criadero de arsénico "donde el mineral está formado por arsénico nativo" (González Reyna 1956:265). Hosler (1994a:42) indica que artefactos que tenían una concentración de arsénico arriba de 12 % probablemente fueron elaborados utilizando arsénico nativo. En la mayoría de los casos, el mineral usado es arsenopirita (FeAsS) (González Reyna 1956:265), que es asociado con frecuencia a calcopirita (CuFeS_2) (Torres y Franco 1996:89). Hoser (1998:21-2) indica que los minerales que contienen cobre y arsénico al mismo tiempo, como por ejemplo enargita (Cu_3AsS_4) y la tennantita ($\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$), son muy poco comunes en Mesoamérica.

Para los elementos aparte del arsénico, el listado de producción parece dar una indicación clara de la distribución de las zonas mineras. Aun así es importante destacar que los listados de producción minera modernos son solamente una indicación de la distribución de los minerales, pero tienen la desventaja de responder a un sinnúmero de factores tecnológicos y socioeconómicos modernos que no tienen contraparte en tiempos prehispánicos. La ausencia de un estado en la lista no tiene que significar que no tiene yacimientos de metal, sino que su extracción, bajo los criterios modernos, no es

económicamente viable. Las a veces grandes fluctuaciones de las cantidades extraídas de un estado se pueden deber a cambios en estos factores de viabilidad.

Lo arriba dicho demuestra que había presencia de los metales necesarios para producir los cascabeles en la mayoría de las regiones de México. Solamente la zona Maya, particularmente la península yucateca, y las partes sureñas de la costa del Golfo son muy pobres en minerales metalíferos. Probablemente esta escasez impidió un desarrollo fácil de la metalurgia en estas zonas.

Por otro lado, la presencia de minerales metálicos, inclusive si hoy son explotados exitosamente, no necesariamente significa que en tiempos prehispánicos fueron aprovechados. Los cascabeles de Occidente no parecen haber contenido plomo como aleante, aun si el listado de la **Tabla 11.7.** comprueba que no es por falta de minerales de este metal en la región. Por otro lado el estaño, que parece mucho más escaso en la región, fue utilizado rutinariamente.⁷⁷ Los problemas con el aprovechamiento de los yacimientos minerales –no solamente en el caso del plomo, y además de la falta de interés en este metal– pueden haber sido los siguientes:

- a) Falta de identificación de los yacimientos,
- b) Difícil acceso a la zona de mineralización,
- c) Falta de la tecnología necesaria para el aprovechamiento de los minerales, especialmente si éstos se encuentran a grandes profundidades, en bajas concentraciones o en composiciones difíciles de aprovechar.

Esta revisión de la distribución de las zonas de mineralización y extracción de metales en México señala que una identificación de la mera presencia / ausencia de los elementos no es suficiente para explicar su utilización o falta de uso. La riqueza minera de México hace necesario encontrar otros indicadores para localizar las zonas de extracción de metales usadas en tiempos prehispánicos. Además, los cambios en las técnicas mineras y el agotamiento de algunos yacimientos en tiempos coloniales o modernos ocasionan que las cantidades producidas hoy no necesariamente sean buenas indicaciones para los lugares y las cantidades de extracción de tiempos prehispánicos. Más análisis de composición elemental y de isótopos de plomo de los minerales de posibles yacimientos serán necesarios, en conjunto con la identificación

⁷⁷ "... el estaño, ... es tan escaso en México que nunca se ha extraído comercialmente. De hecho, el mineral de estaño, la casiterita, brilla por su ausencia en el occidente de México pero se encuentran pequeñas vetas en la región norcentro del país" (Hosler 1994b:87).

arqueológica de sitios de extracción prehispánica (ver abajo). Otro tipo de información importante lo ofrecen las fuentes etnohistóricas.

Fuentes etnohistóricas

Motolinía (1984:92) enfatiza la riqueza minera de México cuando habla de las materias primas que se encuentran en las sierras de la Nueva España:

“... diremos de su riqueza, y de la que hay en ellos, y en los ríos que de ellos salen, que hay mucho oro y plata, y todos los metales y piedras de muchas maneras, en especial turquesas, y otras que acá se dicen chalchihuitl; las finas de éstas son esmeraldas”.

Torquemada (1975 vol.I:459) señala especialmente Michoacán, en el Occidente, como fuente de metales (ver cita en **Subcapítulo 7.2.5.**).

Cortés (1989:219-20) relata sus dificultades de hallar estaño y finalmente la localización de yacimientos de este metal cerca de Taxco, Guerrero.

Con respecto a las fuentes de oro, Motecuhzoma señala a Cortés que se obtenía con anterioridad de una provincia llamada *Zacatula* (Guerrero) y posteriormente de otra, de nombre *Tustepeque* (Oaxaca):

“Y Montezuma dijo que de tres partes, y que de donde más oro le solían traer que era de una provincia que se dice Zacatula que es a la banda del Sur y que está de aquella ciudad andadura de diez o doce días, y que lo cogían con unas xicales, y que lavan la tierra para que allí queden unos granos menudos, después de lavado; y que ahora al presente que se lo traen de otra provincia que se dice Tustepeque, cerca de donde desembarcamos que es en la banda del Norte, y que lo cogen de dos ríos, y que cerca de aquella provincia hay otras buenas minas en parte que no son sus sujetos, que se dicen los chinantecas y zapotecas, y que no le obedecen, y que si quiere enviar sus soldados, que él dará principales que vayan con ellos”. (Díaz del Castillo 1979 vol.I:216)

Cortés mismo señala a la provincia de los zapotecas como tierra muy rica en minas:

“También envió a la provincia de los Zapotecas, [...] por tener, como tienen, ocupada la más rica tierra de minas que hay en esta Nueva España, de donde, conquistándose, vuestra majestad recibirá mucho servicio” (Cortés 1989:299)

Sahagún (1989:669) menciona el territorio de los olmecas, huixtoti y mixtecas como rico en oro y plata, entre otras cosas.

Para esta investigación, más importante que la identificación de la procedencia y técnica de extracción del oro es la información en el sentido de que para obtener este metal se aceptaron caminos de diez a doce días. Eso indica que las zonas de origen de los metales pueden estar lejos de los lugares de producción.

Minas y sitios de extracción de metal prehispánicos

Como se anotó líneas arriba, las informaciones geológicas facilitan la identificación de zonas mineras que tienen alta probabilidad de ser y / o haber sido origen de los diferentes metales usados a lo largo de la historia. Las fuentes etnohistóricas principalmente pueden añadir información sobre algunos de los yacimientos que fueron explotados en tiempos coloniales. En algunos casos, hay datos menos detallados sobre extracción de metales en tiempos prehispánicos. Sin embargo, la única manera de recolectar información más definida sobre las ubicaciones y técnicas de extracción de minerales en tiempos prehispánicos es a través del estudio de los vestigios arqueológicos en la minas. Lamentablemente, los estudios sobre (o mencionando) minas y sitios de extracción prehispánicas son muy pocos (ver por ejemplo Hendrichs 1940; Aguilar 1946:64-6; Langenscheidt 1970, 1985, 1997; Patterson 1971; León-Portilla 1978, 1980; Grinberg 1983, 1996, 1997, 2001; Hosler y Macfarlane 1996; Hosler 1998, 2004; algunos fueron mencionados en el **Subcapítulo 7.2.5.**). Esta falta de investigación –y la concentración de los estudios existentes en el Occidente– hace muy difícil de reconstruir la procedencia de los metales en Mesoamérica. En el futuro será necesario construir una base de datos (de información de las fuentes etnohistóricas y arqueológicas) con las ubicaciones de minas prehispánicas y las composiciones de los minerales que contenían. Además, sería importante estimar las cantidades extraídas y analizar las fechas de la operación.

Sin embargo, incluso con más investigaciones sobre minas y sitios de extracción de los metales es poco probable poder reconstruir la imagen completa, debido a la destrucción de muchas de la minas prehispánicas por explotación posterior, su carácter en gran parte superficial y la importante expansión de zonas urbanas, especialmente en la cuenca de México en tiempos coloniales y modernos (Smith 1987:245). Así, el acceso a datos arqueológicos es difícil. Además, la extracción de metales o minerales, como oro y casiterita, que con frecuencia se encuentran en placeres, por ejemplo en ríos, no deja huellas reconocibles.

La falta de información sobre centros mineros de gran importancia (por ejemplo comparables a Buriticá, Colombia) –que quizás se podría sospechar existían en Guerrero y Michoacán, de donde Litvak (1971:105) supone que provenía la mayoría de los metales– puede deberse, como se ha explicado, a la falta de la recopilación de –y de acceso a– la información pertinente. Por otro lado, esta laguna de información también puede señalar la inexistencia de grandes centros mineros y una organización de la extracción de metales con instalaciones efímeras en lugares cambiantes. Esta información además coincide con las conclusiones que sacaron Lothrop (1952:11) y Hosler (2003:162) con base en la distribución de elementos traza en los objetos de cobre que analizaron.

Centros de producción

La procedencia exacta de las materias primas, los metales necesarios para hacer las aleaciones utilizadas en la producción de los cascabeles, no se puede averiguar con la información existente en este momento. Sin embargo, el manejo de las aleaciones (ver arriba) y la homogeneidad de los tamaños (ver **Figura 11.35a-c**) y tipos de la colección de cascabeles del Templo Mayor lo hace menos probable que los cascabeles fueron ‘importados’ desde provincias lejanas; más bien señalan hacia una producción en el centro de México. Los tamaños de los cascabeles de la Bodega de Decomisos (**Figura 11.35a.**) que provienen de todo el territorio mexicano presentan la distribución más amplia.

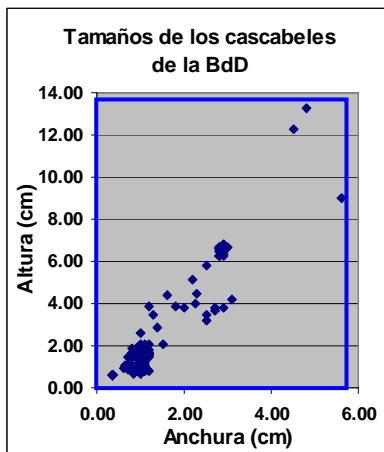


Figura 11.35a. La altura y anchura de los cascabeles de la Bodega de Decomisos de la Viga (n = 292)

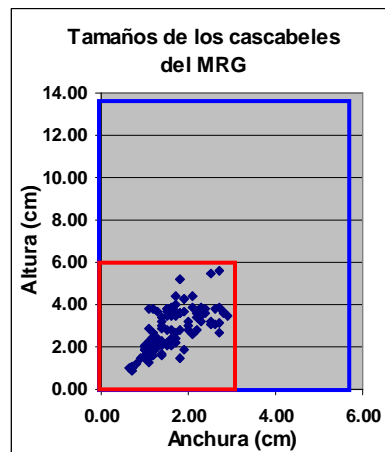


Figura 11.35b. La altura y anchura de los cascabeles del Museo Regional de Guadalajara (Hosler 1986) (n = 115)

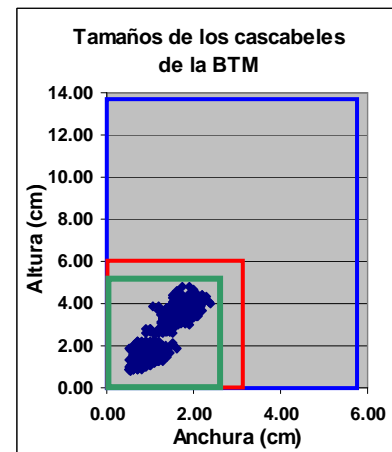


Figura 11.35c. La altura y anchura de los cascabeles de la Bodega del Templo Mayor (n = 2024)

Los cascabeles analizados por Hosler (1986) cubren un espectro sustancialmente reducido, pero no forman manchas muy densas (**Figura 11.35b.**). Los cascabeles del Templo Mayor, por otro lado, forman dos nubes de puntos densas y más concentradas que los dos anteriores, aun si la cantidad de muestras es considerablemente más alta (**Figura 11.35c.**).

El problema con la hipótesis de la producción local es la falta completa de vestigios arqueológicos que permitirían identificar talleres de metalurgia en Tenochtitlan. Este hecho ya fue lamentado hace 60 años por Aguilar:

“Hasta ahora los hallazgos de objetos de metal han tenido un origen funerario. La localización de los talleres donde trabajaban los antiguos orfebres aportaría, sin lugar a duda, datos muy importantes para nuestro estudio” (Aguilar 1946:62).

Hasta encontrar estos talleres, solamente se puede argumentar, con base en los análisis de los objetos mismos, en favor de una producción local. Las fuentes etnohistóricas proporcionan evidencia para apoyar esta propuesta y además permiten entrever la organización de esta producción local (ver **Subcapítulo 11.3.**).

Incluso si la falta de vestigios arqueológicos y la ambigüedad de las fuentes etnohistóricas sugieren todo un abanico de diferentes modos de producción, la homogeneidad de los cascabeles mismos parece sugerir una producción cerca del Templo Mayor, y probablemente exclusivamente para las ofrendas.

Del taller o del mercado a la ofrenda

Existen otros grupos de artefactos que se encuentran en las ofrendas del Templo Mayor que probablemente fueron elaborados expresamente para ser ofrendados. Urueta Flores (1990) supone eso de los penates y Nagao (1985) de las figuras de Xiuhtecuhtli. El caso de (algunas) de las conchas trabajadas parece indicar un fenómeno parecido (Velázquez 2004). Eso también explicaría la rareza de estos objetos en otros contextos arqueológicos. Olmo (1999:125) sugiere que los cuchillos de la ofrenda 98, que ella analizó, no fueron utilizados en el sacrificio humano, sino que fueron producidos expresamente para ser ofrendados, como representación del sacrificio (ver también Rees Holland 1989:97).

También López Luján (1994:134) señala que los objetos de estilo mexica, en su mayor parte objetos con una función religiosa, fueron elaborados expresamente para ser ofrendados.

Corral (1985:28), sin referirse específicamente al Templo Mayor, resalta la importancia de la orfebrería en el abastecimiento de los templos:

“... el estamento artesanal de los orfebres se configuraba como un componente esencial en el funcionamiento del aparato religioso. Muchos de sus productos a la postre iban a parar a los templos –una revisión de cualquier cronista nos llevará de la mano por un mundo desbordante de lujo y cargado de pompa y fasto–.”

La sugerencia de una conexión de los talleres artesanales con el Templo Mayor no es algo sin fundamento en las fuentes etnohistóricas. Aparentemente, había sacerdotes que se encargaban de conseguir los elementos necesarios, por ejemplo, para vestir a las víctimas de sacrificio humano que representaban a Xiuhtecuhtli:

“El *Sacerdote de Tecanman*. El Sacerdote de Tecanman tenía a su cargo la madera de pino que se convertirá en teas. Y era también su oficio reunir la pintura roja, la negra, y las sandalias de hule, el chalequillo y las campanillas que necesitaba el que representaba a *Xiuhtecuhtli*, el dios viejo, cuando moría” (León-Portilla 1992:93; *Códice Matritense del Real Palacio*).

En su descripción de la fiesta del sexto mes, *etzalcualiztli*, Sahagún menciona que los sacerdotes son abastecidos con compras en el mercado:

“En estos cuatro días los sacristanejos aparexaban todos los ornamentos de papel que eran menester para todos los ministros, y también para sí. El uno de estos ornamentos se llamaba *tlaquechpányotl*. Quiere decir ‘ornamento que va sobre el pescuezo’. El otro se llamaba *amacuespalli*. Era ornamento que se ponía tras el colodrillo, como una flor hecha de papel. El otro se llama *yiatatzli*, que era un zurrón para llevar encienso. Este zurrón de papel comprábase en el tiánquez. También compraban unos sartaes de palo, los cuales se vendían también en el tiánquez” (Sahagún 1989:128-9).

Cuando Torquemada describe la manera en que Nezahualcoyotl se entera de la muerte del rey Tezozomoc, menciona que algunos de los mayordomos del rey estaban haciendo compras en el mercado para abastecerse con las cosas necesarias para el entierro:

“... y el modo con que la supo fue que vino gente de su casa, que había ido al mercado, que dijo haber oído en él cómo el rey Tezozomocli era muerto en Azcaputzalco; y que en confirmación de esto habían visto algunos mayordomos suyos que estaban en el dicho mercado, comprando cosas, que ellos gastaban y habían menester en semejantes entierros” (Torquemada 1975 vol.I:167).

En resumen, se puede decir que los objetos necesarios para rituales religiosos en general, u ofrendas en los templos en particular, en muchos casos fueron elaborados específicamente en talleres asociados al palacio del gobernante, entregados directamente como tributo o botín, o comprados por los sacerdotes en el mercado. Especialmente para fiestas donde varios cientos de cascabeles fueron ofrendados en un mismo evento, hay que dudar que los sacerdotes se abastecieran en el mercado. También la llegada de tributo en forma de cascabeles probablemente no podía cubrir las necesidades de los sacerdotes. Las cantidades de cascabeles ofrecidas parecen grandes para una entrega de tributo, y si se tratara de tributo de diferentes provincias sería difícil explicar la homogeneidad de la colección de cascabeles del Templo Mayor. El o los talleres que producían objetos para celebraciones religiosas probablemente fueron proveídos con material procedente de tributo a través de los tesoreros reales. La respuesta más probable parece ser que pocos o incluso uno solo de estos talleres recibió el encargo de elaborar una cierta cantidad de cascabeles para determinada fecha. El metal, probablemente recibido en forma de hachas como tributo o botín de guerra, pudo provenir de varios lugares distintos del imperio. Al ser refundidos y mezclados los metales, se pueden haber perdido las composiciones características regionales de elementos traza. Análisis más detallados y comparación de las firmas de elementos traza de los objetos del Templo Mayor con minerales de las principales zonas de mineralización en Mesoamérica tienen que ser realizados en el futuro para resolver esta pregunta.

11.3. EL ARTESANO Y EL VALOR SOCIAL DE LA METALURGIA

La delimitación de la descripción del ámbito social de la metalurgia, de los metales y de los cascabeles resulta más difícil y menos concreta que los otros temas tratados en este capítulo. Para evitar traslapes demasiado grandes, en este apartado nos concentraremos en el metal como indicador social, la persona del metalurgo y – probablemente el apartado más importante– en la organización del trabajo metalúrgico.

11.3.1. El metal como indicador de estatus

Saunders (2003:29) indica que oro y plata jugaban un papel secundario en Mesoamérica, dado que estos materiales todavía no habían reemplazado los materiales tradicionales de élite, como por ejemplo el jade. Snarskis (2003) describe este proceso de sustitución, que en el ámbito costarricense ya había llegado a su culminación.

Sin embargo, inclusive si el cambio de la estructura de valor de los materiales de lujo no seguía el mismo camino que en Costa Rica o si todavía no había terminado, la plata y especialmente el oro eran marcadores de estatus importantes en Mesoamérica. Este hecho se puede explicar por la relativa rareza de los materiales y la necesidad de un conocimiento especial para su extracción y trabajo. Además, en el ámbito americano el significado cosmológico y el hecho de ser productos (sudor, lágrimas o excremento) de los divinos cuerpos celestes, sol y luna, agregan un valor alto a los metales y los hace materiales de élite por excelencia (ver Lechtman 1984a:14). Por otro lado, Sahagún (1989:609, 621) menciona que estos materiales se vendían en el mercado, junto con otros que no eran de lujo. Probablemente para restringir este libre acceso, Motecuhzoma I. promulgó una ley que determinaba quién tenía el derecho de usar qué tipos de ornamentos en sus atavíos:

“Salió determinado que sólo los grandes señores pudiesen usar de bezotes de oro y de piedras preciosas y de orejeras y nariceras de oro y de piedras ricas, y no otros, excepto que los valientes hombres capitanes y soldados de valor y estima, podían traer bezotes y orejeras y nariceras de hueso, o de palo, o de otra materia, baja y no preciosa.

Item: que sólo el rey y los reyes de las provincias y grandes señores pudiesen usar de brazaletes de oro y de calcetas de oro a las gargantas de los pies, y ponerse en los bailes cascabeles de oro a los pies y guirlandas y cintas de oro a la cabeza, con plumas, a la manera que ellos quisiesen, y no otros. A éstos les fue concedido sacar cadenas de oro al cuello y joyeles de oro y piedras de rica hechurra, y usar de piedras que ellos llaman ‘chalchihuites’, y no otros” (Durán 1984 vol.II:212).

Especialmente, las insignias que señalaban gran valentía en la guerra iban a ser otorgadas exclusivamente por las autoridades. Con eso se quería evitar que los guerreros compraran sus señales de estatus en el mercado, donde también era posible hallarlos (Durán 1984 vol.II:236; ver también Sahagún 1989:315).

Qué tan exitosa fue esta estrategia, es difícil averiguar. Pero, como se indicó en otro apartado (**Capítulo 11.2.**), la economía postclásica en general se describe como comercializada y la oferta en los mercados señala que pocos materiales eran restringidos por ley:

“In the commercialized Postclassic economy, only a few luxuries were restricted by law to elites. Commoners could purchase bells, jade beads, or fancy feather ornaments if they could afford them, just as no one prohibited them from consuming cacao or fine salt” (Smith 2003c:123).

Hallazgos arqueológicos en algunas partes de América indican que el metal, en general, o cierto tipo de metal, funcionaba como un marcador social, por ejemplo en los entierros. En la cultura sicán media (900 – 1000 d.C.) se puede notar una diferencia en la distribución de los metales, que probablemente reflejan diferencias sociales: hay tumbas con cobre arsenical solamente y otras con ofrendas más ricas en general, que contienen cobre arsenical y tumbaga. Los entierros más ricos aparte de eso también contienen objetos de oro (Shimada *et al.* 1999:302). Allí, aparentemente tumbaga, plata y oro contenían mensajes religiosos y simbolizaron un alto estatus social y poder político. Aunque el oro parece haber sido reservado para el uso de las más altas élites, los ornamentos de tumbaga muy parecidos a los elaborados en oro dieron acceso a este tipo de productos también a personas no pertenecientes a la cúspide jerárquica (Shimada y Griffin 1994:89). Para Colombia, Plazas y Falchetti (1978:41) también enfatizaban este valor doble, religioso y material, del oro.

Como también se anotó (**Capítulo 11.2.**), el estatus social del cobre –aun si comparte muchas de las propiedades de los metales preciosos– es más ambivalente, dado que aparece, incluso en forma de cascabeles, en muy diversos contextos sociales (ver Smith 2003d:249-50) y las fuentes etnohistóricas casi no mencionan este aspecto del metal.

En Suramérica existen ejemplos de grandes acumulaciones de implementos de cobre en tumbas. Estos objetos de cobre arsenical conocidos como “puntas de lanza” (que probablemente eran representaciones de puntas de *coa*) localizados en las tumbas de la élite sicán, probablemente nunca fueron utilizados, dado que ninguno presenta

huellas de uso (Vetter 1996:75). Además, las piezas no tienen acabado final ni son de buena calidad, hecho que explica Vetter (1996:77) por la falta de “exigencias utilitarias de un implemento agrícola, sino, apenas, la [exigencia] de ser representación de tal en la composición de una ofrenda funeraria”. Su presencia en tan grandes cantidades en una tumba de tal importancia indica un alto valor (ver Carcedo y Vetter 1999:198). Aun así, el análisis de Vetter (1996:69) llega a la conclusión de que el contenido de arsénico fue intencional y controlado para mejorar las propiedades del metal, desde el punto de vista metalúrgico. El análisis fotomicrográfico indica que los objetos fueron recocidos a una temperatura abajo de 600°C para evitar que los granos aumentaran de tamaño y que el objeto, consecuentemente, perdiera su resistencia mecánica (Vetter 1996:72). Lechtman (1988:350, ver también 1979:22) también menciona estos objetos en forma de herramientas de trabajo agrícola que tenían un alto grado de porosidad y probablemente nunca sirvieron para trabajo real. Lechtman supone que funcionaban como ‘concentradores’ de valor, sin indicar si el valor reside en el metal o en el aspecto agrícola.

En resumen, se puede decir que aunque en las fuentes etnohistóricas de Mesoamérica la posición del cobre como marcador social es ambivalente, el proceso difícil y costoso de producción de implementos u ornamentos de cobre los coloca en la categoría de objetos de lujo (Smith 2003c:119ff., ver también **Subcapítulo 11.2.**). Por otro lado, parece evidente que no existía una restricción sobre el uso de este material por las diferentes clases sociales, y el acceso probablemente solamente se restringió por el alto precio de adquisición.

11.3.2. El estatus social del metalúrgico

Por la carga ‘mágica’, por un lado, y los humos –a veces tóxicos– y el peligro de incendios (ver Rowlands y Warnier 1993:513) que conlleva su trabajo, el estatus social de los metalúrgicos en muchos lugares del mundo es especial: puede tener una posición privilegiada, por ejemplo de gobernantes o sacerdotes (ver Saunders 2003:26; Cuesta y Rovira 1982:30; Rowlands y Warnier 1993:535; más referencias en Hoopes y Fonseca 2003:79, nota 29) o pueden tener un estatus bajo y encontrarse apartados, a veces físicamente, de la sociedad (Shimada *et al.* 1982:958). Parece importante indicar que no necesariamente todos los trabajadores involucrados en el proceso de producción de artefactos de metal pudieron haber tenido el mismo estatus. Es probable que los fundidores –que convirtieron los minerales en metal– tuvieran un estatus más bajo que los artesanos que elaboraban los objetos finales. Pero incluso si el metalúrgico se

encontraba apartado del resto de la población, su trabajo siempre fue directamente influenciado por las realidades socioeconómicas y religiosas de su contexto:

“... la religión y la política no ofrecieron únicamente el contexto de consumo, sino que determinaron las normas generales de elaboración. La producción orfebre prehispánica no fue una actividad que se dejara a la libre iniciativa y al arbitrio de los artesanos individuales. En todas las épocas y en cada una de las sociedades orfebres existieron normas rígidas que determinaban qué tipo de metales y aleaciones se usaban, cómo se trabajaban, qué formas y funciones debían tener los objetos y, sobre todo, qué iconografía se plasmaba en ellos” (Lleras 2005:14).

González (2005:58) opina que “los metalurgistas prehispánicos, más que meros artesanos, fueron intermediarios entre los humanos y las deidades, propietarios tanto del saber técnico como del esotérico”.

Bray (1977b:398) señala que las fuentes etnohistóricas mayas indican que los metalúrgicos fueron muy respetados y, como indica Bartolomé de las Casas (1484 – 1566), probablemente especialistas de tiempo completo:

‘In the place of the merchants there were workers in all the crafts which they need. These people, who earned a good living, included jewellers, painters, featherworkers, and also those who cast copper axes ...’ (Bartolomé de las Casas, citado en Bray 1977b:398).

Aparentemente, en la sociedad mexicana los metalúrgicos tenían un estatus social comparable a los demás artesanos de productos de lujo, que era similar a los comerciantes, con más estatus y poder económico que la gente común, pero sin los privilegios de los nobles (Smith 1987:241). Los artesanos no tenían que pagar tributo y el mineral⁷⁸ les era entregado por los gobernantes, para quienes trabajaban, indica Ahuja (1989:282, 284). Sin embargo, no parece claro si éste era el único tipo de arreglo de trabajo que había para los artesanos, y existen fuentes (por ejemplo, Zorita 1994:187) que indican que los artesanos tenían que pagar su tributo con los artículos que producían.

Berdan *et al.* (2003:98) indican que muchos de los artesanos de tiempo completo de Tenochtitlan eran organizados a nivel de taller, aun si el *Códice Mendoza* (Berdan y Anawalt 1992:3.f.70r) sugiere que los conocimientos fueron transmitidos de generación

⁷⁸ Parece más probable que fuera metal, probablemente en forma de lingotes, que mineral que es muy pesado y voluminoso y no se deja transportar fácilmente.

en generación dentro de unidades familiares. 'El Inca', Garcilaso de la Vega (1539 - 1616), parece indicar una transmisión del conocimiento parecida en la zona Andina:

"There were certain arts and employments which had their masters, such as workers in gold, silver, and copper ... Their children learned the same trade as their fathers" (Garcilaso de la Vega, citado en Root 1949:209)

Con respecto a los purépecha, Barba y Piña Chan (1989:119) señalan que había una diferencia entre el estatus de los batidores y los fundidores,⁷⁹ pero que ambos tenían que pasar por un largo periodo de aprendizaje:

"Todo hace suponer que los batidores eran gente de considerable reputación, aunque menos que los fundidores; pero tenemos la teoría de que ambos trabajos eran grados que se alcanzaban por preparación larga, con maestros reconocidos, y que se rodeaban de ideas de 'pureza-impureza' acabándose la educación con ceremonias iniciáticas, ..."

González (2005:58) describe a los metalúrgicos andinos como intermediarios entre humanos y deidades y propone que era necesario un particular nivel de entrenamiento y que el acceso era restringido a determinados sectores de la sociedad:

"En forma adicional, su producción involucraba aplicar un particular nivel de conocimiento técnico y entrenamiento, los cuales, probablemente, estuvieran restringidos a determinados sectores de las sociedades" (González 2005:58).

Entre los muiscas, los orfebres generalmente parecen haber sido hombres,⁸⁰ algunos de los cuales se dedicaban a la producción de adornos corporales, mientras que otros, que vivían en los santuarios, se dedicaban a la producción de piezas votivas que tenían mayor significado religioso. Los especialistas pasaban tanto su oficio como sus herramientas a sus hijos, hecho que contrastaba con la matrilinealidad que se observa en otros aspectos de la vida del grupo (Pineda 2005:68).

⁷⁹ Ver también Sahagún (1989:576).

⁸⁰ Ver documento proveniente de Lenguaque, citado en Langebaek (1987b, ver Pineda 2005:68). Ibarra (2003:391) nota que la evidencia documental indica que el trato y la producción de piezas de oro parece una actividad masculina. Además hace referencia a las investigaciones etnográficas de Bozzoli (comunicación personal a Ibarra en 1999), que muestran que entre los *awá* de la frontera entre Colombia y Ecuador las mujeres sólo podían tocar objetos de oro si eran ritualmente preparadas. Bray (1974b:42), por otro lado, menciona mujeres como participantes en la extracción de oro.

Saunders propone que la metalurgia en América era una de las artesanías más tecnológicamente sofisticadas y probablemente un dominio masculino:

“In the Americas, while all shiny things may share an underlying adscription of sacredness, metalworking appears to have been a uniquely male preserve, while pottery making, textile production, and perhaps other manufacturing processes could be either male or female. Metallurgy may have been the most technologically sophisticated form of the aesthetic of brilliance, but it may also have signalled a significant change in gender relations. Process is as important as the finished object” (Saunders 2003:26).

Aunque en el caso de Mesoamérica no hay indicación de una restricción exclusiva del trabajo metalúrgico a los hombres, tampoco hay mención explícita de la participación de mujeres.

11.3.3. La organización del trabajo

Budd y Taylor (1995:136-7) culpan a V. Gordon Childe (por ejemplo, 1936) por la visión de la metalurgia como tecnología separada de otras artesanías, que necesitaba especialistas de tiempo completo y un reacomodo social a gran escala. Tylecote (1987:17, citado en Budd y Taylor 1995:137) también resaltaba la necesidad de especialización, incluso dentro de la misma metalurgia:⁸¹

“The early bronze smith was unlikely, in most cases, to be able to extract metal from its ore”.

En el contexto europeo, Budd y Taylor (1995:138) echan una mirada crítica a esta visión de la metalurgia como tecnología científica, de cierta manera ‘moderna’, y preguntan por qué la colección de minerales no pudo haber sido realizada por familias enteras y la fundición un trabajo exclusivo de las mujeres. Ellos proponen una visión menos formal de la metalurgia, y con eso de la posición del metalúrgico (o de la metalúrgica):

“An alternative picture, congruent with the evidence as it continues to emerge (or is reassessed in the light of more appropriate analytical procedures), is that metal-making was a non-scientific business, highly varied and variable, in which the various activities for which we have archaeological evidence were carried on alongside social activities which we cannot easily infer” (Budd y Taylor 1995: 138-9).

⁸¹ Ver Fernández y Quintanilla (2003:230) para una posición parecida con respecto a la metalurgia en la zona Intermedia.

Por supuesto, tanto la visión de Childe y Tylecote como la crítica de Budd y Taylor se refieren principalmente al ámbito europeo. Sin embargo, la crítica básica podría ser válida también para Mesoamérica: no existía solamente una posible manera de organizar el trabajo metalúrgico. Las fuentes etnohistóricas en Mesoamérica informan sobre un extremo de este espectro que está relacionado a las élites y al contexto urbano. Pero, más que la situación normal, es de suponer que los talleres de especialistas que trabajaban bajo el tutelaje de los más altos nobles son la excepción.

En general, la organización de producción en la Mesoamérica postclásica abarcó desde el trabajo doméstico hasta talleres de especialistas⁸² (ver Berdan *et al.* 2003:96). Estas diferentes maneras de organizar la producción implican el desarrollo de diferentes grados de especialización de los productores. Esta “participación diferencial en actividades de producción específicas” (Costin 1991:43, traducción del autor) es un fenómeno gradual cuya intensidad se deja expresar por la proporción de productores en relación con los consumidores. Además existen diferentes tipos de especialización (ver abajo), que se pueden haber desarrollado por diferentes razones, normalmente basadas en factores sociales, económicos,⁸³ políticos y / o ambientales (Costin 1991:6, 8).

El grado de especialización del trabajo en una sociedad puede ser medido en una escala general que va desde la producción doméstica, como se menciona arriba, hasta la producción industrializada moderna, la cual implica un alto grado de división de trabajo (Brumfiel y Earl 1987:5). Blackman *et al.* (1993:60-1; ver también Clark y Parry 1990; Clark 1995; para una visión diferente ver Milliken 1999) define la especialización económica como una inversión de trabajo y capital en la producción de un tipo de producto o servicio, que da como resultado que la persona (o el grupo de personas) produzca(n) de un producto más de lo que consumen, y que no produzca(n) suficiente de otros productos para cubrir sus necesidades. Eso resulta en la producción de un excedente que se puede utilizar para el intercambio.

⁸² Un caso especial son los ‘metalurgos itinerantes’, que en varias ocasiones fueron mencionados en la literatura. Bray (1977b:393-4, con referencia a Bartolomé de las Casas) menciona el avistamiento de una canoa con objetos de cobre y crisoles cerca de las Bay Islands de Honduras y el de la colección de cascabeles de la Quemistlan Bell Cave, Honduras, como indicaciones de la existencia de estos metalurgo-comerciantes itinerantes. Franco y Grinberg (2001:25) interpretan el entierro de un presunto artesano en Vista Hermosa (San Luis Potosí), por Stresser-Pean, como la tumba de un artesano ambulante. El personaje fue enterrado con “dos carapachos de armadillo conteniendo, entre otras cosas, cascabeles rotos, escorias, agujas, percutores de cobre para cascabeles, etc.” No queda claro, sin embargo, por qué el artesano tenía que ser *ambulante*.

⁸³ Esta discusión podría haberse ubicado en el subcapítulo sobre los aspectos económicos, dado que se trata de una temática socio-económica. Sin embargo, se ha considerado que en este caso los aspectos sociales tienen un peso especial.

Costin (1991) reconoció que en la literatura existían diferentes y a veces complementarias o contradictorias maneras de medir y describir la especialización. Para unificar el acercamiento a esta temática propuso un sistema con cuatro parámetros generales que describen la organización de la producción:

- Contexto
- Concentración
- Escala
- Intensidad

Con base en estos parámetros, Costin (1991:8) define una tipología de ocho diferentes estados de organización de la producción (**Tabla 11.9.**).

Tabla 11.9. Tipología de producción especializada, basada en los cuatro parámetros (tomado de Costin 1991:10)

Tipo de organización	Contexto		Concentración		Escala (composición)		Intensidad	
	Depen-diente	Indepen-diente	Núcleos	Disperso	Mano de obra	Familiar (<i>kin-based</i>)	Tiempo parcial	Tiempo completo
1		X		X		X	(X)	(X)
2		X		X	X			X
3		X	X			X	(X)	(X)
4		X	X		X			X
5	X			X	(X)	(X)	X	
6	X		(X)			(X)		X
7	X		X		X		X	
8	X		X		X			X

Los números de los tipos de organización refieren al siguiente listado:

- 1) Especialización individual (*individual specialization*)
- 2) Talleres dispersos (*dispersed workshops*)
- 3) Especialización a nivel de comunidad (*community specialization*)
- 4) Núcleos de talleres (*nucleated workshops*)
- 5) Corvée dispersado (*dispersed corvée*)
- 6) Artesanos dependientes (*individual retainers*)
- 7) Núcleos de talleres corvée (*nucleated corvée*)
- 8) Talleres de artesanos dependientes (*retainer workshops*)

Los parámetros que definen la tipología pueden ser identificados en el contexto arqueológico por medio del estudio de los *loci* de producción y de los desechos del proceso (evidencia directa). También los artefactos (evidencia indirecta) pueden proporcionar información sobre el estado de organización del trabajo, por medio de su grado de estandarización,⁸⁴ la información que contienen sobre la habilidad y eficiencia

⁸⁴ Budd y Taylor (1995:137) critican la implícita sugerencia, que ellos detectan en el uso de la palabra 'estandarización', de un tipo de organización del trabajo conectado a la estandarización en el sentido moderno: "The connotation of this is that the production was in

de los productores y su variación regional (Costin 1991:44; ver también Blackman *et al.* 1993:61).

Arnold (1999:105-6), basado en parte en un artículo de Clark (1995), critica la tipología de Costin por mezclar diferentes niveles de abstracción y no diferenciar entre variables continuas y dicótomas. Además critica en general el uso de una tipología que ‘congela’ dinámicas y enmascara diferencias dentro de las agrupaciones tipológicas.

Estas críticas son justificadas y deben ser tomadas en cuenta. No obstante, especialmente en casos donde no hay mucha información detallada sobre la organización de la producción artesanal, la tipología y las variables identificadas por Costin (1991) pueden ayudar a elevar los casos a un nivel de comparabilidad que permitirá hacer visible tendencias y comparación, por ejemplo, entre diferentes artesanías y tipos de organización de producción. Por estas razones se decidió utilizar la tipología en este trabajo.

En México hasta hoy no se han encontrado sitios con vestigios de talleres de producción de objetos metálicos que contengan suficiente información para reconstruir en detalle su manera de funcionar. Por otro lado, existen fuentes etnohistóricas y, por supuesto, los objetos mismos que proporcionan información sobre los oficios y su organización (ver abajo). Aprovechando estas diferentes fuentes de información se pueden reconocer tendencias que permiten proponer un tipo de organización de trabajo mientras que no haya vestigios arqueológicos de los talleres.

Cuesta y Rovira (1982:26, 30) señalan que en su opinión el uso de metal se puede tomar como señal de especialización.⁸⁵

“Hay un aspecto social ligado a la metalurgia que no podemos pasar por alto. El uso del metal debe ser considerado como señal de la especialización del trabajo, y del hecho de que la provisión alimenticia de una comunidad excede felizmente sus necesidades normales. Las implicaciones científicas y económicas de la extracción del metal de sus minerales son, tal vez, de mayor transcendencia que las resultantes del trabajo de los metales”.

some sense like the developed metal production of the latter part of the Industrial Revolution when things such as screw threads became standardized in order to facilitate modular assembly and accommodate flexibility and rapid response in output. Such a connotation seems both inappropriate and unwonted for the Bronze Age”.

⁸⁵ Ver también Lleras (2005:14).

A la luz de la crítica de Budd y Taylor (1995) de este automatismo, y considerando la información del norte de E.E.U.U. donde probablemente por lo menos una parte del trabajo metalúrgico fue realizada sin chocar con otras tareas (Clark y Martin 2005:120), parece necesario verificar esta posición con base en la información accesible.

Estandarización y eficiencia

Analizando los cascabeles mismos, se puede caracterizar el grado de estandarización de su producción. Blackman *et al.* (1993:61) definen estandarización como el grado relativo de homogeneidad o reducción en variabilidad en las características del artefacto o el proceso de su elaboración. Costin (1991:34-6) enfatiza que el concepto de estandarización es relativo y que es necesario comparar dos o más unidades analíticas. Ella duda de la posibilidad de desarrollar escalas absolutas de estandarización y advierte del problema de comparar diferentes contextos, por ejemplo ritual vs. utilitario, donde las diferencias de estandarización pueden ser el reflejo de procesos sociopolíticos o consideraciones funcionales, más que de la organización de la producción. La estandarización puede ser, por ejemplo, la respuesta a la necesidad de reducir costos de producción, estrategia que normalmente se relaciona con productores independientes. Artesanos dependientes, por otro lado, producen directamente para su comitente y no están expuestos a la competencia. Eso puede reducir la necesidad de bajar los costos por medio de la institución de un proceso invariable de producción, que puede resultar en una estandarización de los productos. Por otro lado, un mayor grado de estandarización puede ser necesario por tratarse de objetos que indican estatus social o afiliaciones, independiente del estatus de los artesanos como dependiente o independiente. Blackman *et al.* (1993:61) resumen la información sobre la conexión de la estandarización con la especialización diciendo que la falta de la primera no necesariamente señala una ausencia de la segunda, mientras que una producción estandarizada casi siempre señala el trabajo de especialistas. Objetos de lujo producidos para miembros de la élite pueden ser altamente diversos, expresando los gustos o posibilidades económicos de los patrones, incluso si los artesanos son especialistas. Por otro lado, tampoco se puede excluir la posibilidad de que los nobles o gobernantes, de los que dependen los artesanos, exigieran un régimen de reducción de costos, aun si los productos no entraban al mercado general.

Con respecto a la producción de cerámica, Blackman *et al.* (1993:61) indican que se pueden buscar las variables para establecer el grado de estandarización en la composición de la materia prima, la técnica de manufactura, la forma y dimensión y la decoración de la superficie. Costin (1991:35) destaca que los resultados son reforzados

si se evalúan dos o más variables independientes que lleven a resultados complementarios. Blackman *et al.* (1993:61) señalan que la existencia de diferentes talleres y / o diferentes momentos de producción (por ejemplo, diferentes generaciones de artesanos en un taller) pueden introducir un mayor grado de diversidad, que definen como *cumulative blurring*, incluso si se trata de producción por especialistas. Eerkens y Lipo (2005) además mencionan errores de transmisión que pueden aumentar la variabilidad.

Los cascabeles del Templo Mayor permiten, por un lado, una comparación de su grado de variabilidad con cascabeles de otras colecciones, y por otro lado una comparación interna de éstos pertenecientes a las diferentes etapas constructivas. El grado relativo de estandarización da información sobre el probable número de talleres involucrados en la producción de los cascabeles y proporciona datos para discutir el tipo de organización del trabajo en ese o esos taller(es).

El manejo de las aleaciones (ver **Capítulo 9.**, y **Subcapítulos 11.2.** y **11.4.**) y la homogeneidad de los tamaños y tipos de la colección de cascabeles del Templo Mayor hace menos probable que los cascabeles fueran ‘importados’ desde un gran número de lugares en provincias lejanas; más bien señalan hacia una producción en el centro de México. La comparación de los tamaños de los cascabeles del Templo Mayor con los de la Bodega de Decomisos y del Museo Regional de Guadalajara (Hosler 1986, 1994a) (**Capítulo 10.**) y con las aleaciones usadas en otras regiones (**Subcapítulo 11.2.2.**) subraya este punto. Como también se puede ver en el **Subcapítulo 11.2.2.**, los tamaños de los cascabeles de la Bodega de Decomisos (**Figura 11.35a.**), que provienen de todo el territorio mexicano, presentan la distribución más amplia, indicando el trabajo de un gran número de artesanos y talleres. Los cascabeles analizados por Hosler (1986) cubren un espectro sustancialmente reducido, pero no forman nubes muy densas (**Figura 11.35b.**). Los cascabeles del Templo Mayor, por otro lado, forman dos manchas densas y más concentradas que las dos anteriores, aun si la cantidad de muestras es considerablemente más alta (**Figura 11.35c.**).

Comparada con los cascabeles de otros sitios, la colección del Templo Mayor sorprende por la homogeneidad que ha mantenido a lo largo de los 145 años que comprende el desarrollo desde la segunda etapa constructiva hasta la conquista española. Hay que mencionar, sin embargo, que más de 99 % de todos los cascabeles del Templo Mayor se encontraron en las etapas constructivas IVb hasta VII, un marco temporal que representa poco más de 50 años. Aunque comparados con otras colecciones los cascabeles presentan una imagen de gran homogeneidad, hay claros y rápidos cambios

a lo largo de los 50 años de desarrollo, que son más importantes que lo que se esperaría solamente por el efecto de *cumulative blurring*.

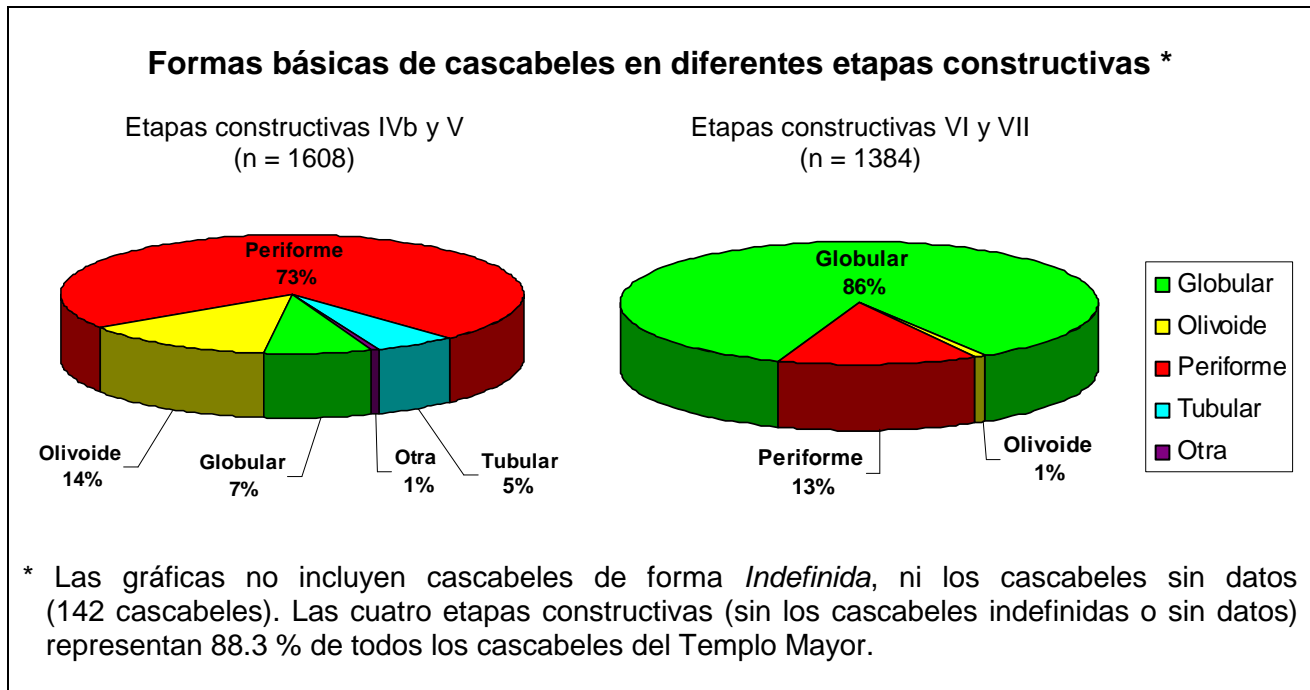


Figura 11.36. Las formas básicas de los cascabeles de diferentes etapas constructivas del Templo Mayor

Mientras que las etapas constructivas IVb y V (en conjunto) mantienen una gama de formas que incluye las cuatro formas básicas identificadas en el Templo Mayor –todas representadas con más de 5 %, más algunos de *Otra* forma–, este número se reduce a tres formas básicas en las etapas VI y VII, de las cuales solamente dos son representadas con más de 5 % (ver **Figura 11.36.**). Aparte de la reducción del espectro de formas, cambia la forma dominante de *Periforme* (73 % de los cascabeles en las etapas constructivas IVb y V) a *Globular* (86 % de los cascabeles en las etapas constructivas VI y VII). Como se ha podido ver en el capítulo sobre los análisis de composición de los cascabeles, existe una buena correspondencia entre la forma y la aleación (ver **Capítulo 9.**), inclusive si la variabilidad de aleación entre los cascabeles *Periformes* es considerablemente más alta que entre los *Globulares*. En términos generales, por eso se puede decir que el cambio de formas está acompañado por un cambio de una aleación ternaria de cobre con plomo y arsénico –que refleja el promedio de composición de los cascabeles *Periformes*–, a una aleación binaria de cobre con estaño –que refleja el promedio de composición de los cascabeles *Globulares*.

Otro elemento que probablemente señala un aumento de la estandarización es la posición de la argolla con respecto a la boca del cascabel (ver **Tabla 11.10.**). En los cascabeles *Periformes*, predominantes en las etapas IVb y V, 61.6 % de las argollas tienen una posición perpendicular a la boca (los demás cascabeles tienen la argolla paralela o diagonal a la boca). Entre los cascabeles *Globulares*, predominantes a partir de la VI etapa constructiva, el porcentaje de argollas perpendiculares sube a 89.4 % (aquí también los demás tienen la argolla paralela o diagonal a la boca). La posición de la argolla no parece ser determinada por consideraciones funcionales, sino más bien parece expresión de preferencias estéticas o el azar. La disminución en su variabilidad, en conjunto con la disminución de la variabilidad de las aleaciones y formas usadas, probablemente señala un aumento de control y centralización de estas decisiones.

Tabla 11.10. Posición de la argolla con respecto a la boca de los cascabeles *Globulares* y *Periformes* del Templo Mayor

	Globular		Periforme	
		% de Total 2		% de Total 2
Total 1	1,343		1,543	
Total 2 (con argolla y boca visible)	952		1,256	
Perpendicular	851	89.4	774	61.6
Paralela	11	1.2	191	15.2
Diagonal	87	9.1	285	22.7
Indefinida	391		287	
Otra	3		6	

El aumento de la uniformidad de los cascabeles con respecto a su forma y composición a lo largo del desarrollo del Templo Mayor, y especialmente en las últimas etapas constructivas, parece indicar un aumento en el grado de estandarización en la producción, hecho que solamente parece factible si la producción se concentra en pocos o solamente un taller. Eso, como ya se mencionó anteriormente, hace muy poco probable que los cascabeles fueran recibidos desde diferentes regiones del imperio azteca, ya fuera por intercambio o como tributo. La comparación con cascabeles de otras regiones ha mostrado que tanto el espectro de formas como la composición elemental parecen ser específicas del centro de México o incluso del Templo Mayor. Eso también reduce la posibilidad de una producción masiva en un taller fuera del centro de México, que produjera cascabeles específicamente para el Templo Mayor.

Con base solamente en la forma no se podría excluir la posibilidad de que una gran variedad de cascabeles llegara desde diferentes talleres y regiones al Templo Mayor y los sacerdotes deseleccionaran todos los cascabeles que no seguían un patrón morfológico predeterminado. Sin embargo, en este caso sería probable encontrar una

variabilidad más grande de composiciones (por ejemplo, cascabeles *Globulares* con altos porcentajes de arsénico o arsénico y plomo, además de los que contienen estaño), que no es el caso.

La reducción de formas, y de aleaciones utilizadas a lo largo del tiempo, parece señalar hacia un cambio en el abastecimiento del taller con materia prima y / o un intento conciente de aumentar la eficiencia⁸⁶ del proceso de producción. Para el aumento de eficiencia también hay otros indicios:

- Reducción del gasto de material: los cascabeles *Globulares* son más pequeños comparados con los *Periformes* y tienen paredes a veces extremadamente delgadas. Además del metal, se reduce el gasto en cera para los modelos y arcilla para los moldes.
- Reducción de tiempo y energía: los cascabeles *Globulares* no tienen filigrana falsa ni otros ornamentos, y en parte conservan su núcleo de fundición. La forma de los cascabeles (esférico) reduce el tiempo requerido para preparar los núcleos, especialmente comparado con los cascabeles *Periformes*. La reducción de tamaño además puede haber disminuido considerablemente los tiempos de secado de los moldes.

Costin (1991:39) hace notar que algunas tecnologías solamente pueden ser eficientes si el nivel de producción es alto. La metalurgia, especialmente el vaciado a la cera perdida, es una de estas tecnologías, dado que se tiene que reunir un gran espectro de diferentes materias primas (cera, arcilla, metal, combustible) y se necesitan instalaciones pirotécnicas para la fundición. En términos generales, además, se puede decir que el proceso de elaboración de los cascabeles se compone de varios pasos y de esa forma se presta para una división de las tareas y una especialización de los artesanos que participan en el proceso (ver también **Capítulo 11.4.**). Inversiones a mayor nivel (materias primas, instalaciones grandes y un número importante de productores) hacen el trabajo mucho más eficiente que una producción de piezas únicas. Aun así, eso no necesariamente tiene que decir algo sobre la duración del funcionamiento de un taller. Teóricamente, es posible producir eficazmente un gran número de objetos en poco tiempo y abandonar la producción después, hasta reanudarla en un momento propicio. La decisión sobre la interrupción y el reestablecimiento de labores depende de la demanda de los productos, la disponibilidad

⁸⁶ Costin (1991:37) define eficiencia como la medida relativa de tiempo, energía y / o materias primas que se utiliza en el proceso de producción por unidad de producto.

de los expertos y de la materia prima. Heilmeyer (2004:408) indica que los talleres griegos conocidos de elaboración de estatuas de bronce eran todos temporales, como por ejemplo, el *Pheidias Workshop* en Olimpia.

Hasta finales de la etapa constructiva V del Templo Mayor todavía existían claros grupos morfológicos y de composición en las formas básicas, y diferencias más sutiles de forma y composición entre los cascabeles *Periformes* mayoritarios (ver **Capítulos 8.** y **9.**). Se puede entonces suponer que antes del inicio de la etapa constructiva VI existían varios talleres en o cerca de Tenochtitlan que producían cascabeles para las ofrendas, siguiendo claras especificaciones con respecto a forma y composición (por eso el parecido de los cascabeles), sin ver la necesidad o sin lograr estandarizar sus productos completamente (por eso las diferencias). La otra posibilidad es que ya los cascabeles de las etapas constructivas IVb y V se producían en un solo taller, pero que había varios procesos de producción que se llevaron a cabo de manera paralela y con poca división de las tareas. Las diferencias visibles serían entonces diferencias personales de un metalúrgico a otro. La manera de aplicar los bordes de la boca y el cinturón de los cascabeles *Periformes* también muestra diferencias que pueden deberse al metalúrgico individual.

A nivel general del Templo Mayor, solamente en las últimas etapas constructivas disminuyen estas diferencias más sutiles, debido al aumento de cascabeles *Globulares* que no permiten una subdivisión interna. Como explicación se puede proponer un aumento en la división de tareas que llevó a un aumento en la estandarización de los procesos de trabajo.

En contraste con los dominantes cascabeles *Globulares*, los *Periformes* siguen mostrando diferencias de ornamentación, aun en las últimas etapas constructivas. Eso puede significar que seguían un modo de producción más disperso y menos estandarizado.⁸⁷ Por otro lado, existen unos errores de producción que aparecieron solamente (en esta concentración) en los cascabeles de una ofrenda de la etapa constructiva VII, que hacen posible otra interpretación. Entre los 19 cascabeles de la ofrenda 102 se encontraron cuatro donde la boca del cascabel rebasa el cinturón (ver **Figura 11.37.**). Eso significa que el artesano no prestó atención al momento de aplicar el cinturón y no se tomó el tiempo para arreglar el error posteriormente. En contraste con las faltas de fundición que pueden causar perforaciones en el producto final, el error

⁸⁷ Tampoco se puede excluir la posibilidad de que algunos cascabeles de talleres más lejanos lograron llegar a las ofrendas en algunos casos.

mencionado aquí se originó en el modelo de cera. Eso se puede interpretar de la siguiente manera:

- a) La prisa que probablemente causó el error original en el momento de elaborar el modelo de cera del cascabel se puede deber a presiones de un patrón (ver información etnohistórica abajo) y a un proceso de producción estrictamente reglamentado y posiblemente segmentado en diferentes tareas realizadas por diferentes artesanos. Si un artesano prepara todo el cascabel –núcleo, modelo, molde y vaciado– se puede esperar una conexión más estrecha con el producto final. Por otro lado, si un especialista trabaja tiempo completo⁸⁸ en la preparación de modelos de cera, el proceso se acelera y al mismo tiempo disminuye la cercanía de su relación con el producto final. Eso puede causar que el proceso se vuelva más propenso a errores. Incluso si es difícil comprobar estas conjeturas, la tendencia parece clara: el tipo de error cometido por falta de atención en cuatro de 19 cascabeles de una ofrenda es más probable en un especialista que repite el mismo paso de trabajo muchas veces al día que en un artesano que produce pocos cascabeles de inicio a fin.
- b) La segunda interpretación basada en este tipo de error está relacionada con el uso de los cascabeles. El error, cometido por falta de atención, no fue corregido por el artesano, aun si esta corrección en el estado de modelo de cera hubiera sido sencilla. Como explicación, otra vez, se puede sugerir la prisa del artesano. Más allá de eso, parece más probable dejar pasar un error como este en un cascabel predestinado a ser ofrendado junto con varios otros cascabeles, que en un cascabel que se pretendía vender o que se produjo como adorno para un poderoso noble.



Figura 11.37. Cascabel *Periforme* de la etapa constructiva VII con error de producción (cascabel 102-20-9)

⁸⁸ Bartolomé de las Casas (en Bray 1977b:398) sugiere el trabajo de tiempo completo para los metalúrgicos en la zona Maya.

Los cascabeles con este tipo de error pertenecen a la etapa constructiva VII, en la que – con base en la estandarización y reducción de pasos de trabajo (especialmente en los cascabeles *Globulares*)– se ha propuesto un mayor grado de especialización y división de tareas. Eso hace suponer que los cascabeles *Periformes*, incluso si sigue existiendo una gama de subtipos, también fueron producidos en talleres con alta subdivisión de tareas.

Basado en estas observaciones se puede entonces proponer (a) un mayor grado de especialización en la producción y / o concentración de la producción de los cascabeles del Templo Mayor, comparado con cascabeles mexicanos de la Bodega de Decomisos o la colección del Museo Regional de Guadalajara y (b) un aumento de la estandarización del producto y de la especialización del trabajo metalúrgico en el o los taller(es) que abastecían el Templo Mayor a lo largo del tiempo, incluyendo probablemente el desarrollo de una división de tareas. Mientras que en las primeras etapas constructivas del Templo Mayor probablemente los cascabeles fueron producidos por artesanos dependientes (*individual retainers*),⁸⁹ en las últimas etapas constructivas parece muy probable que la gran mayoría de los cascabeles salieran de un taller donde especialistas, probablemente de tiempo completo, producían para el Templo Mayor, fuera por mandato del mismo *tlatoani* o altos dignatarios en la jerarquía sacerdotal. En la tipología de Costin (1991, ver **Tabla 11.9.**) este tipo de producción altamente concentrada y eficiente tendría su correspondencia en un taller de artesanos dependientes (*retainer workshop*).

Adrián Velázquez (2004) llegó a conclusiones muy parecidas con respecto a la producción de objetos malacológicos. Los objetos producidos de *Pinctada mazatlanica* solamente se encontraron en la pirámide principal del recinto sagrado de Tenochtitlan y fueron elaborados en un estilo tecnológico que parece ser propio de la capital del imperio azteca. Velázquez (2004:218-20) sugiere que había una producción altamente concentrada en uno o pocos talleres, directamente supervisados por las altas jerarquías sacerdotales. Con respecto a la producción de los pendientes de *Oliva*, el autor también detectó un estilo local tenochca, pero, por otro lado, también se identificaron ejemplos cuya producción siguió patrones diferentes, haciendo probable un menor grado de concentración de su producción. La menor exclusividad de los objetos de *Oliva* además hacen posible que se “sacrificó la uniformidad y la calidad de la elaboración en aras de una mayor eficiencia tecnológica; ...” (Velázquez 2004:222).

⁸⁹ Eso sería el equivalente del tipo 6) de Costin (1991).

Para estas propuestas, desarrolladas con base en los productos finales del proceso de producción –tanto en el caso de los cascabeles como de las conchas y caracoles–, hay que buscar respaldo con información arqueológica obtenida de las instalaciones de producción y de los desechos. El problema es la completa falta de vestigios arqueológicos hasta el momento.

En los próximos párrafos se hará una búsqueda de evidencia para apoyar las propuestas sobre la organización de la producción local de los cascabeles en las fuentes etnohistóricas.

Los talleres

Como ya se mencionó, en la Mesoamérica postclásica había modos de producción que cubrían una amplia escala, desde la producción doméstica hasta el taller con especialistas de tiempo completo (Berdan *et al.* 2003:96). Brumfiel (1986) describe una división de las artesanías en industrias de élite y utilitarias. Berdan *et al.* indican que el trabajo de metales, como industria de élites, fue realizado por especialistas que estaban asociados a las residencias de los nobles o concentrados en distritos residenciales con una organización parecida a gremios:

“More direct political involvement can be seen in centralized urban contexts, particularly in the manufacture of luxury objects. Since the primary consumers of these products were members of the elite, some luxury artisans were directly attached to palaces [...], while others were concentrated in residential districts that controlled membership, production, and quality in exclusive, guildlike settings” (Berdan *et al.* 2003:106).

También Brumfiel y Earle (1987:5) resaltan la diferencia entre especialistas independientes y dependientes. Los primeros producen para consumidores en general, intercambiando sus productos por las vías económicas que ofrece la sociedad (por ejemplo, mercados), y los segundos, que son patrocinados por miembros de la élite, producen para los patrones que en muchos casos les proporcionan las materias primas y aseguran el bienestar de los artesanos. La especialización, particularmente en su forma dependiente, aparece por el deseo de las élites de controlar la producción y distribución de productos con alta connotación política. Eso también incluye el manejo de actividades de importancia política como son el levantamiento de impuestos o tributos, la guerra y los rituales públicos (Brumfiel y Earle 1987:5). En resumen, eso significa:

“... specialists develop in close association with ruling elites and institutions as a direct means of strengthening and maintaining control through economic leverage, coercive power, and legitimization” (Brumfiel y Earle 1987:5).

Peregrine (1991) resalta en este contexto especialmente la importancia de los ornamentos personales.

Una indicación de la asociación de las artesanías a las casas de los nobles es la afirmación de Sahagún que algunos de los artesanos comían en el palacio:

“Y después que había comido el señor, luego mandaba a sus pajes o servidores a que diesen de comer a [...] los oficiales como los plateros, y a los que labran plumas ricas, y los lapidarios, y los que labran de mosaico, y los que hacen cotaras ricas para los señores, y los barberos que trasquilaban a los señores” (Sahagún 1989: 516).

La relación directa del gobernante con por lo menos algunos de los artesanos también se manifestó durante las preparaciones de la coronación del rey Ahuítzotl en que “a todos [los artesanos] aperecían y amenazaban, si en algo ellos faltasen, de les castigar y desterrar de la ciudad a ellos y a su generación, ...” (Durán 1984 vol.II:323). En el caso de la inauguración de una etapa del Templo Mayor bajo el rey Ahuítzotl, Durán (1984 vol.II:341) señala que los tesoreros reales repartieron a los artesanos “todo lo necesario” para sus trabajos.

No se sabe, sin embargo, si la influencia del gobernante llegaba más allá de los especialistas directamente asociados a su palacio. La declaración de Sahagún de que los vendedores de objetos de oro, plata y cobre normalmente son los mismos plateros hace dudar de eso (ver **Subcapítulo 11.2.1.** y Sahagún 1989:609, 621, 622).

La observación de Díaz del Castillo, por otro lado, sugiere un poco más de libertad para “los plateros de oro y plata y todo vaciadizo”, que según él, vivían en Azcapotzalco a una legua de México.⁹⁰

“Pasemos adelante y digamos de los grandes oficiales que tenía de cada oficio que entre ellos se usaban. Comencemos por lapidarios y plateros de oro y plata y todo vaciadizo, que en nuestra España los grandes plateros tienen que mirar en ello, y de éstos tenían tantos y tan primos en un pueblo que se dice Escapuzalco una legua de México” (Díaz del Castillo 1979 vol.I:185).

⁹⁰ Ver también Salas *et al.* (2001:150) y Bray (1972).

En otra ocasión, Díaz del Castillo (1979 vol.I:221) menciona que para apoyar el proceso de fundir los objetos de metales preciosos que Motecuhzoma había entregado a Cortés, “vinieron los plateros [...] de un pueblo que se dice Escaputzalco”. No queda claro si todos los ‘plateros’ vivían y trabajaban en Azcapotzalco, o si por lo menos algunos estaban directamente vinculados al palacio, como lo sugiere Sahagún (1989:516, ver arriba).

En Tenochtitlan el volumen de demanda para objetos de lujo era tan grande que parece poco probable que los artesanos tuvieran que ir en busca de trabajo como artesanos itinerantes, y el valor de los materiales trabajados haría pensar un trabajo doméstico menos probable. Las fuentes etnohistóricas indican la existencia de talleres asociados a los palacios. Esta concentración de los especialistas aseguraba una oferta constante, un control de la capacitación de nuevos artesanos y de la calidad de los productos:

“It is not surprising that producers of precious stone ornaments, shining metal jewelry, and fine featherwork would become concentrated and controlled: the raw materials were expensive, the training undoubtedly intensive, and the standards of elite consumers high” (Berdan *et al.* 2003:99).

Sin embargo, probablemente no es recomendable ver uno de estos tipos de organización como única opción. Parece muy probable que existieran diferentes tipos de organización de la producción artesanal paralelamente. Por otro lado, no se puede considerar que este sistema permaneciera estático. Análisis de otros tipos de materiales, por ejemplo cerámica, indican un cambio a través del tiempo que llevaba hacia un aumento en el control de producción:

“Red ware bowls were produced in six Early Aztec zones, but by Late Aztec times in only three, perhaps evidence of greater control of production by Tenochtitlan and Texcoco” (Hodge 1998:217-218, con referencia al trabajo de Minc 1994).

Aunque se puede suponer que los mayores centros urbanos atrajeron artesanos especialistas mientras que poblaciones rurales se especializaron en la producción agrícola, las listas de los tributos que fueron entregados a Tenochtitlan señalan claramente que la producción de objetos de lujo no era el privilegio exclusivo de los centros urbanos más importantes (Hodge 1998:215).

La división de tareas

Sahagún (1989:576) dejó descripciones detalladas de los nombres y responsabilidades de algunos de los metalúrgicos. Se menciona una clara separación de los especialistas que martillan el metal y los que hacen fundiciones:

“Los oficiales que labran oro son de dos maneras: unos dellos se llaman martilladores o majadores, porque éstos labran oro de martillo, majando el oro con piedras o con martillos para hacerlo delgado como papel. Otros se llaman tlatlaliani, que quiere decir que 'asientan el oro', o alguna cosa en el oro o en la plata. Estos son verdaderos oficiales, que por otro nombre se llaman tultécah” (Sahagún 1989:576).

Otra descripción aun más detallada de las diferentes tareas o especialidades que existían entre los metalúrgicos indígenas la da León Portilla (1980:359), con referencia a los escritos de los Informantes de Sahagún (*Códice Matritense de la Real Academia de la Historia*, fol. 116 r.-v.). Aparentemente existe una separación entre los metalúrgicos que trabajan oro y plata, los *tecuítlahua*, y los trabajadores del cobre, los *tepuztécac*.

Entre los primeros existían especialistas que se encargaban de los siguientes trabajos:

- 1) *Tlachipahuani*: purifica el metal
- 2) *Tlanextzotzona*: da forma por martilleo
- 3) *Tlaaltíliá*: realiza la fundición
- 4) *Tlaticollalía*: dispone de los moldes
- 5) *Tlapitza*: sopla para licuar
- 6) *Tlatoiahua*: hace el vaciado
- 7) *Tlapatía*: corrige o restaura
- 8) *Tlaxaltema*: coloca en la arena (el molde caliente).

Los que realizaban los trabajos comparables en cobre se llamaban:

- 1) *Tlatetzotzona*: lo martillea en la piedra
- 2) *Tepuzpitza*: funde el cobre
- 3) *Tlatequi*: lo corta
- 4) *Tlatzohualcotona*: lo corta en tiras
- 5) *Tecultema*: coloca y calienta el carbón en moldes

En el *Códice Florentino* (Anderson y Dibble 1950-82 vol.IX:75) se menciona otro aspecto de la división de las tareas al describir la colaboración entre los artesanos de plumas, que hicieron el diseño, y los metalúrgicos ejecutan este diseño en sus láminas

de metal. Lothrop (1952:19) llama esta repartición de tareas “curiosa”. Sin embargo, existían muchos tipos de ornamentos que incluían más de un material, como por ejemplo, los penachos de pluma. No parece extraño que los *amantecas* pidieran a los metalúrgicos un diseño especial para después integrar la pieza en su artefacto. Este tipo de relaciones entre los artesanos de diferentes tipos de materias primas no ha recibido mucha atención en el estudio del mundo mesoamericano.⁹¹

Macías (1991:126) llega a la conclusión de que la información sobre la división de tareas señala hacia la existencia de especialistas de tiempo completo con un alto grado de especialización. También la investigación etnoarqueológica y experimental de Maldonado (2005) parece indicar la participación de varias personas de tiempo completo, en este caso en la fundición primaria de los minerales. Sin embargo, no queda muy claro si los términos citados en el *Códice Matritense de la Real Academia de la Historia* implican que siempre se dedicara un especialista exclusivamente a esta tarea, o más bien si los términos describen pasos de trabajo que pudieron realizarse incluso por una misma persona. Hay que considerar que en algunas de estas labores la presencia de demasiadas personas en el taller pudo complicar el trabajo más que facilitararlo. Además, algunos de los pasos del trabajo eran consecutivos y podrían realizarse fácilmente por una persona. Por ejemplo, se puede fundir el metal, purificarlo y hacer el vaciado sin tener que interrumpir el proceso. Por otro lado, parece posible y útil que hubiera otras personas que se encargaran de soplar el fuego y otras para disponer de los moldes y colocarlos en la arena.⁹² Otros trabajos que no están mencionados aquí, como la elaboración de los modelos de cera para el vaciado, también se podían separar bien como un paso de trabajo aparte. Todo eso hace la existencia de una división del trabajo muy probable, pero no necesariamente era útil tener tal cantidad de ‘especialistas’ como la lista de términos indígenas parece indicar.

Bray (1972:35) también habla de los metalúrgicos –específicamente los que trabajan oro– como artesanos de tiempo completo y altamente especializados, pero menciona que tenían más libertades que sus contrapartes peruanos.

En resumen se puede decir que, como en muchas otras sociedades, el metal tenía la función de indicador social en la sociedad mexicana. Sin embargo, las restricciones de uso

⁹¹ Ver ejemplo peruano de la organización de trabajo en Shimada y Griffin (1994:88-9) y información sobre las relaciones entre diferentes especialidades en Shimada (1996:45). Ver también **Subcapítulo 7.2.**

⁹² Para la producción de las gigantescas estatuas de bronce en Atenas, Grecia, probablemente había 180 personas trabajando simultáneamente (Heilmeyer 2004:409).

de metales, como por ejemplo el oro, no parecen haber sido tan estrictos como en otras sociedades; el intento de Motecuhzoma I. de reglamentar el uso de ciertos materiales más estrictamente (Durán 1984 vol.II:212), señala hacia cambios sociales que hicieron posible, o incluso obligatorias, una distinción de ciertos grupos por medio de insignias de materiales específicamente designadas. El cobre no parece jugar un papel muy importante en este escenario, y aparentemente ocupaba una posición ambivalente, encontrándose en contextos de élite y comunes. El trabajo del metal, por sus elementos 'mágicos' y la compleja tecnología que hizo necesario un conocimiento especializado, era probablemente altamente respetado. No queda muy claro si hay diferencias sociales o personales entre los metalúrgicos que trabajaban oro y plata, por un lado, y los que trabajaban cobre, por otro (Sahagún 1989: 609). Más claramente se señala la existencia de diferencias de estatus entre los que producían por fundición y vaciado, que ocupaban el más alto renglón, y los que martillaban el metal.

Los metalúrgicos en el mundo mexica probablemente tenían que pasar por un largo tiempo de aprendizaje. No hay mucha información al respecto, pero la que existe parece indicar que los metalúrgicos eran hombres y que el oficio se 'heredaba' de padre a hijo. Aunque parece probable que algunos de los trabajos en el taller de metalurgia pudieron realizarse por mano de obra sin conocimientos de los procesos metalúrgicos, también es posible que eran los aprendices los que hacían los trabajos más bajos al inicio.

Para concluir con esta parte de la discusión, y con base en la información que ofrecen los objetos mismos y el apoyo de las fuentes etnohistóricas, se puede proponer que existía una producción local de los cascabeles y un marcado aumento en el control de los procesos de producción iniciado en la etapa constructiva VI. Particularmente para esta última fase del desarrollo del Templo Mayor, parece probable que los cascabeles fueran producidos expresamente para las ofrendas del Templo en talleres que dependían de personas de alta jerarquía. Esta dependencia por un lado aseguraba el abastecimiento de los artesanos con materias primas, pero por otro lado significaba que los patrones, probablemente hasta el mismo *tlatoani*, podían ejercer mucha presión sobre los artesanos, demandando entrega puntual y de alta calidad, bajo pena de desterramiento de la ciudad de ellos y su generación. Esto probablemente llevó a una organización más eficiente de los talleres, que se manifestó en una mayor estandarización de los productos, ocasionado por mayor concentración y especialización del trabajo, incluyendo una (mayor) división de tareas. No se puede excluir la posibilidad de producción temporal como respuesta a una demanda especial, en vez de talleres permanentes, o por lo menos un constante ajuste de la organización del trabajo a la demanda. Lo que se puede observar en los objetos estudiados es un

cambio profundo del estilo tecnológico, probablemente causado por un aumento en la centralización del poder en el imperio azteca.

11.4. EL PROCESO TECNOLÓGICO: NECESIDADES Y POSIBILIDADES

El trabajo de los metales demandó un amplio espectro de diferentes labores, utilizando una variedad de materiales provenientes de diferentes lugares. Fernández y Quintanilla (2003:230) resumen los pasos del proceso con respecto al trabajo de oro, que parece igualmente válido para el cobre:

“Goldwork required individuals dedicated to the extraction of the metal, its initial treatment, and production of objects, including oven preparation, cutting wood for fuel, creation of clay moulds, extraction of wax from beehives, experimentation with techniques, finishes, soldering, and so on. Although not everyone participating in the process had detailed knowledge of the entire process, the creation of the objects and decisions about iconography required artisans with great technical skill and knowledge of the symbolic world of the society in which they lived and for which each object was produced”.

La tecnología del proceso estaba íntimamente vinculada con los aspectos ideológicos, sociales y económicos descritos en los subcapítulos anteriores. Sin embargo, no se van a repetir los puntos ya mencionados anteriormente, sino que nos acercaremos más a la persona del metalúrgico, al artesano que produce el cascabel. Es él quien toma las decisiones que nosotros podemos apreciar (en mayor o menor grado, y a veces sin entender sus razones) en las formas y composiciones elementales de sus productos.

El proceso de explotar yacimientos de minerales o metales nativos, extraer metal de sus minerales y elaborar objetos de metal se componen de varias cadenas o secuencias operacionales (*chaînes opératoires*) e incluye el trabajo de una o varias personas, dependiendo de la escala de la producción. El trabajo puede ser realizado en un mismo lugar o incluir traslados de semiproductos –como lingotes– y ser realizado en diferentes sitios. Cada uno de los pasos de la cadena operacional puede dejar vestigios arqueológicos. La visibilidad arqueológica de los procesos depende del tipo de proceso llevado a cabo –que a su vez determina la índole de vestigios que produce (perturbaciones o cambios de color de la tierra o roca, desechos de diferentes resistencias a la descomposición)–, de la intensidad de la actividad y de la capacidad del arqueólogo para reconocer los vestigios como pertenecientes a un proceso determinado (Bayley 1985:14). La metalurgia, que incluye procesos pirotécnicos de altas temperaturas que producen productos y desechos no o poco perecederos, tiene el potencial de ser fácilmente reconocible en el contexto arqueológico. Sin embargo, la probable ubicación de algunos pasos del trabajo en regiones poco accesibles, la posible

baja intensidad del trabajo, el reuso⁹³ de algunos de los desechos, el desarrollo de tecnologías poco visibles arqueológicamente y la falta de arqueólogos especialistas en metalurgia hacen que en varias partes del mundo la información arqueológica sobre las cadenas operacionales del trabajo metalúrgico sea más que incompleta.

En el **Capítulo 6.** ya se hizo una descripción de los diferentes pasos del trabajo metalúrgico, mencionando algunos de los vestigios que fueron producidos a lo largo de los procesos y reconocidos por arqueólogos en diferentes partes del mundo. En el **Capítulo 7.** se repasó el desarrollo en las diferentes regiones de América y en las subregiones mesoamericanas. Esta información indica claramente que aunque en algunos lugares del mundo existen suficientes hallazgos arqueológicos para reconstruir las secuencias de trabajo, desde la extracción del mineral hasta la terminación del objeto, Mesoamérica (todavía) no ofrece estos vestigios. El intento de la reconstrucción de los procesos de elaboración de los cascabeles del Templo Mayor, por ende, tiene que basarse principalmente en la información de las fuentes etnohistóricas y los objetos, ‘llenando’ los vacíos con conocimiento teórico, experimental o recurriendo a información arqueológica de otras regiones del mundo.

Inclusive si oro y plata como materiales tenían un alto valor para los españoles, la manera de trabajarlos no era de mayor interés, pues era un hecho meramente técnico, y además, en esos tiempos, fácilmente observable, como lo menciona Sahagún (1989:577):

“CAPÍTULO XVI, *de la manera de labrar de los plateros*

La sentencia deste capítulo no importa mucho, ni para la fe ni para las virtudes porque es práctica meramente geométrica. Si alguno, para saber vocablos, maneras de decir exquisitas, podrá preguntar a los oficiales que tratan este oficio, que en toda parte los hay”.

Eso explica por qué en otros textos tampoco hay mención detallada de los procesos metalúrgicos del contexto colonial temprano mesoamericano. Solamente en la parte *náhuatl* del *Códice Florentino* (Anderson y Dibble 1950-82 vol.IX:73-5) existe información más detallada. Se encuentra una descripción de la manera de vaciar objetos a la cera perdida antes y después de la llegada de los españoles. La parte prehispánica es reproducida en **Anexo I.**

⁹³ Por ejemplo, la arcilla refractaria de los moldes se puede moler y añadir a la arcilla usada en la elaboración de nuevos moldes, como lo observado en Putushio, Ecuador (ver Rehren y Temme 1994:272).

Mientras que Hawley (1953:107) y Lothrop (1952:19) critican el texto por inconexo, oscuro y falta de detalle, el trabajo experimental (Schulze 1999) ha mostrado que proporciona muchos indicios importantes. Franco y Grinberg (2001:19) también opinan que la descripción es correcta, mientras que Horcasitas (1981:43-4) critica que Sahagún no mencione los respiradores. Sin embargo, la discusión en el **Subcapítulo 6.1.** (también ver abajo) muestra que existían opciones de vaciado sin respiradores. Eso hace probable que Sahagún no los mencionara porque realmente no se usaron. Aun si el texto no da toda la información necesaria para entender el proceso en todos sus detalles, es la descripción de la fundición a la cera perdida prehispánica más informativa que existe. En algunas partes de este subcapítulo se hará referencia a dicho escrito.⁹⁴

Las *chaînes opératoires* de la producción de los cascabeles, como también se puede ver en la descripción del *Códice Florentino*, siguen a grandes rasgos los siguientes pasos:

- a) la obtención de materia prima,
- b) beneficio de los materiales,
- c) la producción primaria,
- d) la preparación de materiales,
- e) el vaciado y
- f) la postproducción.

Aquí se trata de resaltar las decisiones tecnológicas que las personas involucradas en la producción de los cascabeles tomaron a lo largo del proceso de producción.

Para reproducir el desarrollo del proceso de trabajo metalúrgico, se organizaron las diferentes etapas del proceso en una tabla (ver **Tabla 11.11.**), centrada en los materiales utilizados (mineral / metal, fundente, combustible, arcilla, desgrasante, cera de abeja, copal, abrasivos, ácidos para tratamiento químico). A lo largo del proceso, y con respecto a cada uno de los pasos identificados, los productores tenían que tomar decisiones tecnológicas.

Especialmente en este subcapítulo se hace evidente la inseparable conexión entre el contexto cultural y las decisiones tecnológicas. Muchas de las decisiones técnicas mencionadas en el listado ya fueron tratadas bajo otras perspectivas en esta

⁹⁴ Ver también la revisión de la descripción de los informantes de Sahagún en el *Códice Florentino* por Easby (1955-57).

investigación: el acceso a y la movilización de materias primas (ver **Subcapítulo 11.2.**) pueden tener una gran influencia en el tipo de material utilizado, especialmente porque –como se va a ver aquí– no hay solamente una manera de hacer las cosas: *hay más de una manera de desollar un gato* (Sillar y Tite 2000:3) ¡y muchas maneras de elaborar un cascabel! La organización del trabajo y la escala de producción dependen en alto grado del abastecimiento con materia prima y de la demanda que hay que cubrir (ver **Subcapítulos 11.2.** y **11.3.**). El tipo de objeto producido, tanto como su forma y aspecto final, son influenciados por factores ideológicos (ver **Subcapítulo 11.1.**).

Tabla 11.11. Pasos del proceso metalúrgico y ejemplos de decisiones tecnológicas

Paso del proceso	Decisión tecnológica
Obtención de materia prima Beneficio de materiales Producción primaria	<ul style="list-style-type: none"> - Qué materias primas y de dónde. - Cómo extraer / recolectar las materias primas. - Escala de extracción / recolección. - Organización del transporte de la materia prima. - Dónde realizar la producción primaria.
Preparación de materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Dónde realizar la preparación de los materiales - Escala de producción. - División de tareas. - Grado de especialización. - Tipo de aleación preparada. - Forma de objetos. - Presencia de percutor. - Diseño de molde.
Vaciado	<ul style="list-style-type: none"> - Dónde realizar el vaciado - Desarrollo del proceso.
Postproducción	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento final. - Reciclaje de metal. - Deselección de objetos con defectos.

Algunos de estos aspectos, especialmente los relacionados con la obtención de materia prima, el beneficio de los materiales y la producción primaria, tienen que mantenerse aquí a un nivel relativamente especulativo, debido a la falta de información (especialmente de vestigios arqueológicos). Pero, a pesar de esta falta de información y con todas las limitantes analíticas, por un lado, y las influencias culturales, por otro, se pueden identificar restricciones y oportunidades estrictamente tecnológicas que guían el proceso de producción aquí descrito (ver **Tabla 11.12.**). El enfoque, por eso, estará en la selección de las aleaciones y en el proceso de vaciado. Las decisiones tecnológicas vinculadas a estos dos pasos son directamente observables en los objetos producidos. Al final se retomaran (ver **Subcapítulo 6.1.3.3.**) algunos aspectos de la postproducción, aun cuando la corrosión no permite ver las superficies originales.

Tabla 11.12. Descripción de los pasos de producción

Paso del proceso	Obtención de materia prima	Beneficio de materiales	Producción primaria		Preparación de materiales		Vaciado	Postproducción
Material	Minerales o metal nativo (Cobre, arsénico, plomo, estaño) Colección en placeres o extracción de pozos o minas	Triturar Seleccionar Tostar (si es necesario)		Extracción de metales de sus minerales usando un horno, combustible y fundente (cofundición de diferentes minerales puede crear aleaciones). Elaboración de lingotes para transporte y/o almacenamiento.		Fundición de metales para refinar y/o alear. Elaboración de lingotes o directamente el vaciado.	Secado final, precalentamiento de los moldes y extracción del modelo de cera de los moldes. Fundición de metales evitando oxidación. Vaciado. Enfriamiento de los moldes. Extracción de los cascabeles de los moldes (posible reciclaje de arcilla).	Revisión de calidad del producto. Deselección de cascabeles mal logrados. Cortar bebedero con el embudo y respiradero(s) (si hay). Tratamiento de superficie mecánico y/o químico. Posible reciclaje de los sobrantes.
	Fundente Extracción	Triturar						
	Combustible Recolección	Cortar a tamaño	Preparar carbón vegetal. Romper en pedazos y moler una parte a polvo					
	Arcilla Extracción	Limpiar Triturar (si es necesario)		Mezclar arcilla, desgrasante y fragmentos o polvo de carbón para cada tipo de arcilla utilizada	Preparación de los crisoles, núcleos y moldes de los cascabeles con arcilla y carbón. Algunos núcleos con percutor. Diferentes pasos con secado prolongado.			
	Desgrasante Extracción							
	Cera de abejas Recolección	Limpiar	Calentar y mezclar cera con copal		Elaboración del modelo de cera/copal sobre el núcleo.			
	Copal Recolección							
	Abrasivos Recolección / extracción	Triturar y moler						
	Ácidos Recolección	Extracción de plantas						
Decisiones tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Organización de la extracción / recolección y vías económicas - Qué materias primas y de dónde. - Escala de extracción / recolección. - Cómo extraer / recolectar las materias primas. - Dónde realizar la producción primaria. 				<ul style="list-style-type: none"> - Dónde realizar la preparación - Escala de producción. - División de tareas. - Grado de especialización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de aleación preparada. - Forma de objetos. - Presencia de percutor. - Diseño de molde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Dónde realizar el vaciado. - Desarrollo del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento final. - Reciclaje de metal. - Deselección de faltas de fundición.

(ver también Miller 2007:243)

Los pasos del trabajo arriba definidos no necesariamente se llevaban a cabo en un mismo lugar. De hecho lo más probable es que los pasos de la obtención de materia prima, el beneficio de materiales y la producción primaria fueran realizados (a) en diferentes lugares para los diferentes materiales requeridos, y (b) a una distancia considerable –para algunos de los materiales importados– del taller donde se elaboró el objeto final, incluyendo la realización de la preparación de materiales, el vaciado y la postproducción. Las consideraciones sobre la organización del trabajo en un taller metalúrgico en Tenochtitlan (**Subcapítulo 11.3.**) proporcionaron un marco para la siguiente discusión: durante las primeras etapas constructivas probablemente había una producción más dispersa y a menor escala, mientras que en las últimas etapas constructivas el taller que abastecía al Templo Mayor probablemente tenía una producción alta, involucrando un número importante de especialistas que trabajaron con un elevado grado de división de tareas.

11.4.1. Las aleaciones

Los objetos mismos ofrecen información con respecto a algunas de las decisiones tecnológicas, especialmente las vinculadas con las aleaciones utilizadas para los cascabeles y el proceso de trabajo. Los cascabeles muestran un amplio espectro de aleaciones (ver **Tabla 11.13.**).

Tabla 11.13. Las aleaciones de los cascabeles del Templo Mayor

Metal puro	Aleaciones binarias	Aleaciones ternarias	Aleaciones cuaternarias
Cobre	Cobre-estaño	Cobre-estaño-arsénico	Cobre-arsénico-plomo-estaño
	Cobre-arsénico	Cobre-arsénico-plomo	Cobre-estaño-plomo-plata
	Cobre-plomo	Cobre-plomo-estaño	Cobre-arsénico-plomo-plata
	Cobre-plata	Cobre-estaño-plata	Cobre-arsénico-estaño-plata
		Cobre-arsénico-plata	Cobre-arsénico-plomo-antimonio
		Cobre-plomo-plata	

Aunque la plata no se manejó en esta investigación como aleante, existen 30 cascabeles con más de 1 % de plata (con un máximo de 8.9 % y un promedio de 1.7 %).⁹⁵ Solamente en cuatro casos este metal no está vinculado con valores arriba de 1 % de plomo. Dada la amplia gama de lugares en México donde se encuentran plomo y plata en coexistencia (González Reyna 1956:123; ver también <http://www.mindat.org/>)

⁹⁵ Lothrop (1952:92) identificó dos minerales diferentes que fueron utilizados para objetos de cobre, con 2 y 0.1 % de plata respectivamente. El último es, según él, típico de los objetos del valle de México, pero también reporta la misma concentración en Michoacán. Aguilar (1946:69) indica que la plata fue un metal poco usado en la orfebrería mexicana prehispánica.

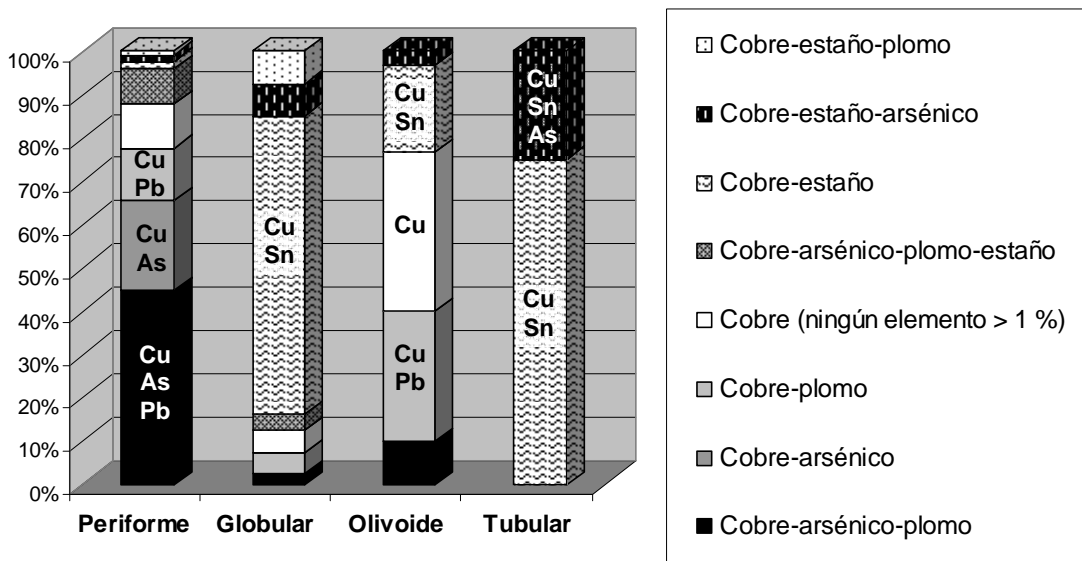
parece posible que en muchos casos no se trate de aleaciones intencionales de plata, sino de mezclas naturales de minerales. Solamente en un cascabel la plata, con 1.1 %, representa el único aleante. En ningún otro caso la plata representa el aleante de mayor concentración. El único caso donde hay antimonio en una concentración arriba de 1 % probablemente tampoco se puede clasificar como aleación intencional. Los otros tres elementos de aleación (arsénico, plomo y estaño) se encuentran con mayor regularidad, tanto como único aleante (con concentraciones arriba de 1 % o incluso arriba de 5 % y los demás elementos ≤ 1 %), como en las combinaciones arriba mencionadas (ver también **Tabla 11.13.**). Las tendencias del uso de estas aleaciones, con respecto a las formas básicas de los cascabeles, son bastante claras (ver **Tabla 11.14.**, **Figura 11.38.** y **Subcapítulo 9.1.**).

Tabla 11.14. Formas básicas y aleaciones utilizadas en los cascabeles del Templo Mayor (no incluye cuatro cascabeles de forma *Indefinida* y *Otra*)

Forma básica	Aleaciones y sus frecuencias elementos de aleación > 1 %, otros elementos < 1 %		
	Aleación	No.	%
Periforme (433)	Cobre-arsénico-plomo	184	42.5
	Cobre-arsénico	85	19.6
	Cobre-plomo	49	11.3
	Cobre (ningún elemento > 1 %)	42	9.7
	Cobre-arsénico-plomo-estaño	33	7.6
	Cobre-arsénico-plomo-plata	15	3.5
	Cobre-estaño	7	1.6
	Cobre-estaño-arsénico	6	1.4
	Cobre-plomo-plata	6	1.4
	Cobre-estaño-plomo	4	0.9
	Cobre-arsénico-plomo-antimonio	1	0.2
	Cobre-plata	1	0.2
	Globular (88)	Cobre-estaño	55	62.5
Cobre-estaño-arsénico		6	6.8
Cobre-estaño-plomo		6	6.8
Cobre (ningún elemento > 1 %)		4	4.5
Cobre-plomo		4	4.5
Cobre-arsénico-plomo-estaño		3	3.4
Cobre-estaño-plomo-plata		3	3.4
Cobre-arsénico-plomo		2	2.3
Cobre-estaño-plata		2	2.3
Cobre-plomo-plata		2	2.3
Cobre-estaño-arsénico-plata		1	1.1
Olivoide (30)		Cobre (ningún elemento > 1 %)	11	36.7
	Cobre-plomo	9	30.0
	Cobre-estaño	6	20.0
	Cobre-arsénico-plomo	3	10.0
	Cobre-estaño-arsénico	1	3.3
Tubular (12)	Cobre-estaño	9	75.0
	Cobre-estaño-arsénico	3	25.0

Las tendencias son las siguientes: los cascabeles *Periformes* son de cobre-arsénico-plomo o aleaciones binarias con uno de estos metales. La aleación cobre-arsénico solamente se encuentra en los cascabeles *Periformes*. Los cascabeles *Globulares* son de cobre-estaño o aleaciones ternarias con estaño más arsénico o plomo. Con estas tres aleaciones cada grupo (*Periformes* y *Globulares*) cubre alrededor de 75 % de la totalidad de los cascabeles (ver **Tabla 11.14.**). La diferencia notable aquí es que en los cascabeles *Globulares* solamente hay una aleación que esta presente en más de 7 % de los cascabeles, el cobre-estaño. Entre los cascabeles *Periformes* hay cinco grupos de composición que representan más de 7 % de los cascabeles (ver **Figura 11.38.**). Eso coincide con la mayor variabilidad morfológica que presentan los cascabeles *Periformes*. Los cascabeles *Olivoide*s y *Tubulares*, por ser grupos muy pequeños, tienen espectros de aleaciones usadas más reducidos. Los cascabeles *Tubulares* parecen compartir las aleaciones con los cascabeles *Globulares*. Sin embargo, en el **Subcapítulo 9.1.** se muestra que, cronológicamente, el uso de estas aleaciones no coincidió. Los cascabeles *Olivoide*s son especiales por tener varias aleaciones porcentualmente bien representadas, incluyendo los metales plomo, estaño y arsénico. El grupo mejor representado, sin embargo, es el cobre sin aleantes > 1 %.

Figura 11.38. Formas básicas y sus aleaciones



Como se ha podido ver en el **Subcapítulo 9.1.** y como se ha mencionado arriba, la asociación entre aleaciones y formas básicas no es estática: las formas básicas cambiaron de composición conforme avanzó el tiempo. Se puede notar un aumento en la frecuencia y la concentración del uso de estaño en los cascabeles *Globulares* (que en

las etapas más tempranas frecuentemente contenían plomo en vez de estaño) y un aumento en la concentración del plomo en los cascabeles *Periformes*. Estos cambios, combinados con el relativo aumento de la frecuencia de los cascabeles *Globulares*, resultan en que el bronce de estaño se posiciona como la aleación más importante en las últimas etapas constructivas del Templo Mayor,⁹⁶ mientras que antes dominaba el cobre-arsénico o cobre-arsénico-plomo de los cascabeles *Periformes*.

Los cambios de las aleaciones pueden deberse a razones vinculadas con los ámbitos ideológico, económico o social, discutidos en los **Subcapítulos** anteriores (11.1. – 11.3.). Otra posibilidad es que los metalúrgicos prehispánicos intentaron modificar las propiedades tecnológicas (por ejemplo, bajar la temperatura de solidificación, bajar la capacidad de absorción de gases en el estado líquido, etcétera), y / o mecánicas (por ejemplo, aumentar la dureza, disminuir la maleabilidad, etcétera) al emplear las aleaciones. Dorothy Hosler postula que estas razones jugaban un papel importante para el desarrollo del uso de las aleaciones en la elaboración de cascabeles en el Occidente mexicano. ¿Qué tan claras son estas tendencias y también se ven reflejadas en los cascabeles del Templo Mayor?

Hosler declara que después de la introducción del uso de aleaciones, en su Periodo 2 (1200/1300 – 1521 d.C.) (por ejemplo, Hosler 1994a, 2003), los metalúrgicos mejoraron los diseños y la función de los objetos que anteriormente habían elaborado de cobre puro (Hosler 1997:15). Según ella, las propiedades tecnológicas y mecánicas de las nuevas aleaciones eran necesarias para producir cascabeles –no solamente con los colores dorado y plateado (ver **Subcapítulo 11.1.**)– sino también más grandes y con paredes más delgadas:

“Las propiedades de los bronce permitían vaciar cascabeles más grandes y delgados, con diseños más complejos que sus equivalentes en cobre [...]. Las aleaciones de bronce se derriten a temperaturas más bajas que el cobre puro. Además se solidifican a una escala de temperaturas y no a una sola, lo que permite que el metal líquido fluya por el molde y que llene los detalles de los moldes. Los bronce son más fuertes y resistentes que el cobre puro lo cual facilita y explica el hecho de que podían producir cascabeles más grandes y delgados” (Hosler 1997:15).

⁹⁶ Aunque Torres y Franco (1996:71) mencionan la aleación cobre-estaño-plomo como ‘bronce de campana’ y sugieren que se utilizó en los cascabeles mesoamericanos, en el Templo Mayor solamente 1.8 % de los cascabeles analizados son de esta aleación. La mayoría de éstos incluso son de los pequeños cascabeles *Globulares* que no tienen un sonido comparable con campanas.

Por supuesto que Hosler tiene razón con su descripción e intuitivamente uno no duda que fuerza y resistencia son buenas para el aumento de tamaño y la disminución del grosor de las paredes. Sin embargo, en su argumento Hosler da la impresión de que la diferencia entre cobre puro y bronce fuera la de un sistema binario, con solamente dos estados (cobre o bronce), y que no se tratara de un continuo de composiciones. Con las composiciones cambian constantemente las propiedades: un bronce es ‘fuerte y resistente’ con una composición y ‘duro y quebradizo’ con otra. Además, ¿qué tan fuerte tiene que ser un metal para poder producir un cascabel funcional de él? Nunca queda claro por qué y hasta qué grado la fuerza y resistencia del metal eran criterios de selección que influenciaron las decisiones de los artesanos.

En la opinión de Hosler (1997:18), no solamente el uso de cobre puro era imposible para producir los ‘nuevos’ cascabeles, sino que el uso de oro o plata tampoco hubiera llevado a los resultados deseados, por razones tecnológicas y mecánicas:

“Pero, si querían producir colores plateados y dorados, ¿por qué no usaban la plata y el oro? Nuestros experimentos indican que era técnicamente imposible: que para realizar estos diseños y para la función de los objetos se necesitaban las propiedades del bronce, específicamente sus características de solidificación, su fluidez, su dureza y su resistencia. En otras palabras, si el artesano quería vaciar un cascabel grande, delgado, y con elementos complejos que también se viera dorado o plateado, su única solución era usar los bronces”.

Aunque el argumento suena convincente, los datos tecnológicos no respaldan la necesidad del uso de los bronces para la elaboración de “un cascabel grande, delgado, y con elementos complejos”.⁹⁷ Había una gama de diferentes posibilidades para resolver los problemas tecnológicos que permitían el uso del gran espectro de diferentes mezclas de metal arriba mencionadas para el Templo Mayor. Los trabajos con respecto a los cascabeles mesoamericanos que Dorothy Hosler ha presentado a lo largo de los últimos 20 años, mencionaron repetidamente ciertos patrones de toma de decisiones tecnológicas por parte de los metalúrgicos prehispánicos que llegaron a parecer inevitables. Usando algunos de los argumentos de Hosler como guía, en las próximas páginas se van a plantear las decisiones tecnológicas de los metalúrgicos que producían los cascabeles para el Templo Mayor, y a mostrar que la gama de posibilidades era más grande que lo sugerido por la autora.

⁹⁷ Para la discusión de la influencia de la aleación sobre el color de los cascabeles y una crítica detallada del argumento de Hosler, ver **Subcapítulo 11.1**.

Tamaño de los cascabeles: Hosler enfatiza que los metalúrgicos de Occidente querían producir cascabeles más grandes para ampliar el espectro de sonidos:

“These alloys’ strength allowed metal-workers to successfully cast larger bells, and these produced a range of new, lower pitches” (Hosler 2003:167).

Sin embargo, los cascabeles de Occidente analizados por Hosler (1986:106-9) no son particularmente grandes. El cascabel más grande mide 6.7 cm de altura.⁹⁸ Si uno de los objetivos de los metalúrgicos de Occidente era la producción de cascabeles más grandes, que emitieran tonos más bajos, no es fácil explicar por qué no llevaron las posibilidades del material más allá de 6.7 cm con mayor regularidad. Si no eran obstáculos tecnológicos que lo imposibilitaba, ¿qué lo evitaba? Es posible que simplemente no necesitaran cascabeles más grandes.

La utilización de cobre puro: El uso de aleaciones no era una condición *sine qua non* para la producción de cascabeles ‘grandes’ de filigrana falsa, como Hosler (1997:15, ver arriba) parece indicar. Lothrop (1952:92) menciona varios cascabeles de cobre puro, incluso unos periformes del estilo *F* que llevan filigrana falsa. Cuatro de los cascabeles de la Bodega de Decomisos, que miden entre 6.6 y 6.7 cm, no contienen ningún elemento traza arriba de 0.92 %, y presentan la filigrana falsa más fina de todos los cascabeles aquí revisados. También en el Templo Mayor existen cascabeles *Periformes* con filigrana falsa de hasta 4 cm de altura, que están producidos de cobre > 99.0 % puro y el metal del cascabel más grande (6.7 cm) analizado por Hosler (1986) contiene solamente 0.96 % de estaño. La cantidad de estaño en este último cambia relativamente poco a las propiedades mecánicas (como la dureza) de la aleación (ver **Tabla 11.15.**), y no baja mucho el punto de fusión (ver **Figura 11.39.**). Craddock (1980:171) indica que el efecto sobre las propiedades de la aleación de menos de 1 % de estaño sería mínimo. Entonces, la existencia de cascabeles que Hosler llama ‘grandes’ sin altos niveles de aleantes indica (a) que cascabeles del tamaño aquí discutido también se podían elaborar de cobre (casi) puro y que por otro lado (b) la fuerza y resistencia de las aleaciones no parece haber sido la única y quizás ni una razón importante para su empleo.

Pero, como lo menciona Hosler (1997:15), el cobre puro –con su punto de fusión alto (1083°C) y una solidificación instantánea– presenta otras desventajas en su uso para el

⁹⁸ El cascabel no aparece en la gráfica de los tamaños de los cascabeles de la colección del MRG en el **Subcapítulo 11.2.**, porque no tiene medida de anchura. El promedio de los 121 cascabeles con medida de altura es de 2.7 cm. Si se incluye solamente los cascabeles grandes (> 3 cm) el promedio llega a 3.8 cm (Hosler 1986).

vaciado. El problema, sin embargo, no era alcanzar la temperatura necesaria para fundir el cobre (como la existencia de objetos vaciados de cobre puro o casi puro comprueba),

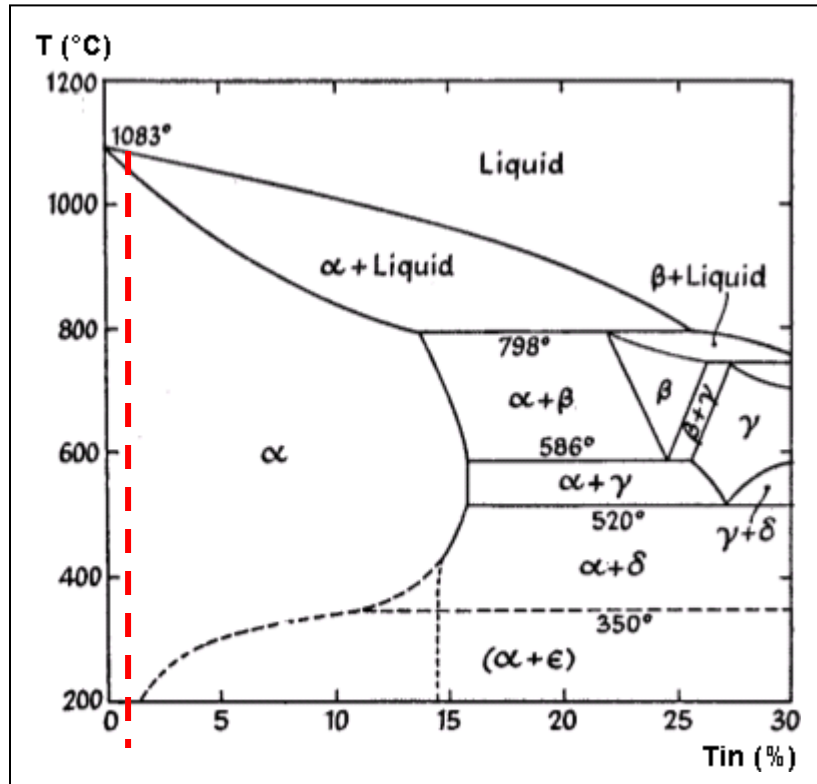


Figura 11.39. Diagrama de fases de cobre y estaño

Tabla 11.15. Dureza y temperatura de fusión de metales y aleaciones

Aleación	Dureza (Brinell) (sin trabajar)	Punto de fusión (°C)
Cobre	30	1.083
Cobre, 1 % estaño	50*	
Cobre, 10 % estaño	90	
Cobre, 16 % estaño		950
Oro	25**	1.063
Oro, 20 % cobre	110	
Oro, 18 % cobre		880
Oro, 22 % plata, 26 % cobre	150	
Plata		960
Plata, 8 % cobre	60	
Plata, 28 % cobre		779

* Ver Scott (1991:83), aleación recocida y valor probablemente ligeramente alto.

** Ver http://www.gold.org/discover/sci_indu/properties/pdf/Property%20summary.pdf,
sitio visitado 9.11.2007

(información de Root 1949b:212-3)

sino ejecutar el proceso del vaciado de tal manera que el metal alcanzara a llenar el molde por completo antes de solidificarse.

Una manera de resolver este problema consiste en integrar el crisol en el molde y calentar hasta que el metal se funde y llena el espacio en el molde, sin tener que sacarlo del horno (Long 1964). Eso es posible con metales puros, porque no existe el peligro de segregación, que hay en aleaciones con metales con diferentes temperaturas de fusión.

Aunque un 'sobrecalentamiento' del metal para mantenerlo líquido más tiempo es posible, los límites están definidos, por un lado, por la pirotecnología prehispánica, que probablemente no permitía alcanzar temperaturas mucho más altas que el punto de fusión del cobre y, por otro lado, por el aumento de la adsorción de gases en el metal líquido, especialmente en el cobre puro (ver **Capítulo 6.1.**). Pero el éxito de la operación de vaciado depende solamente en parte de la temperatura inicial del metal. Además del tiempo necesario para transferir el metal fundido del horno al molde, y el gradiente de temperatura sufrido en el proceso, la rapidez con la que el metal mismo puede llenar el molde es determinante (ver Schulze 1999). Por eso la fluidez del metal juega un papel importante, y en este punto el cobre puro muestra ventajas en comparación con las aleaciones (no eutécticas).

En contra de lo que Hosler (1997:15) sugiere, el metal puro –o la composición eutéctica de una aleación– presentan la viscosidad más baja, mientras que aleaciones con un intervalo grande de solidificación son más viscosas⁹⁹ (Murphy 1954:7; Metals Handbook 1988:15, 767), hecho que reduce la fluidez de la aleación líquida y su capacidad de llenar el molde rápidamente (ver explicación en el **Subcapítulo 6.1.3.1.**). Especialmente en el vaciado de objetos con secciones delgadas este comportamiento de las aleaciones puede causar problemas. También los resultados de la elaboración experimental de unos cascabeles de cobre y bronce de estaño por Maldonado (2005) ilustran bien este punto: la fundición de cascabeles en bronce falló con mayor frecuencia y los defectos de los especímenes logrados eran más visibles. Sin embargo, como en el caso de los metales puros, el impacto negativo de estos inconvenientes puede ser minimizado al optimizar el proceso (por ejemplo con el precalentamiento de moldes, ver Easby 1955-57:96) y el diseño de los moldes (ver **Capítulo 6.1.** y Schulze 1999).

⁹⁹ Root (1949b:215), por otro lado, afirma que el bronce es más líquido a cierta temperatura que el cobre y por eso más fácilmente utilizable en vaciados.

Hosler atribuye la malformación y asimetría de unos cascabeles de su subtipo 9c, que presentan filigrana falsa, al uso del metal equivocado, cobre puro:

“Subtype 9c appears to constitute an exception to these patterns [large wirework bells made out of alloys, not pure copper]. These large bells are made from copper but are the ‘wirework’ type. They are nearly consistently misshapen, however. Such asymmetry reflects a design executed with non-optimal materials, which in this instance lacked both necessary strength and fluidity. [...] Copper is successfully used for smaller bells” (Hosler 1988b:197).

Sin embargo, las razones que da por la malformación –falta de resistencia y fluidez del metal– no parecen ser convincentes, dado que la fluidez de cobre puro es más grande que la de las aleaciones (ver arriba) y la asimetría del producto puede deberse a (a) una mala preparación del modelo de cera, y / o (b) una deformación del cascabel durante el uso o post-deposicional. Ambas razones no son argumentos contra el empleo de cobre en la producción de cascabeles con filigrana falsa. Hosler (1986:87, traducción del autor) dice que “las asimetrías deben de haberse producidos durante el proceso del vaciado”, porque le parece poco probable que se debieran a la producción de un modelo de cera asimétrico. No queda claro por qué todos los modelos de cera tienen que haber sido producidos de igual calidad, ni cómo el proceso de vaciado puede causar ‘asimetrías’ en los cascabeles por el uso de cobre sin aleación. La autora no proporciona una explicación. En un artículo anterior a su definición de la dicotomía entre cobre y bronce, Hosler (1985:74) misma menciona cascabeles de difícil acabado elaborados de cobre:

“Sin embargo, no todas las campanas están hechas de aleaciones; muchas son fundiciones de difícil acabado hechas de cobre solo”.

En resumen, se puede decir que desde un punto de vista tecnológico las ventajas de uso no se encuentran todas del lado de las aleaciones. Por su más alta viscosidad, llenan el molde menos rápido que un metal puro, pero el tiempo anterior a la solidificación completa es más largo. Eso ofrece grandes ventajas si se trata de llenar no solamente un molde, sino varios, sin necesidad inmediata de recalentar el metal. Esta consideración hace probable que el cambio al uso más regular de aleaciones en las fundiciones facilitara la producción a mayor escala. En el Templo Mayor se puede observar que los 51 cascabeles de cobre sin componentes arriba de 1 % no existen después de la V etapa constructiva (ver **Tabla 11.16.**). Éste es el momento para el cual se postuló el cambio del estilo tecnológico, que va paralelo a un aumento de

estandarización y probablemente una concentración de la producción (ver **Subcapítulos 11.2. y 11.3.**).

Tabla 11.16. Disminución con el tiempo de cascabeles sin componentes arriba de 1 %

Etapa constructiva	Cascabeles (total analizados y asociados a una etapa constructiva)	Cascabeles de cobre sin componentes arriba de 1 % (cantidad)	Cascabeles de cobre sin componentes arriba de 1 % (porcentaje)
II	1	0	0.0
IVa	14	10	71.4
IVb	326	37	11.3
V	13	4	30.8
VI	36	0	0.0
VII	85	0	0.0
Total	475	51	10.7

La dureza del metal: Hosler (1997:18) indica que los cascabeles tenían que ser creados con aleaciones de cobre con altos contenidos de arsénico o estaño para proporcionarles los deseados colores dorados y plateados en conjunto con la resistencia necesaria. La última parte de esta afirmación está basada en la tendencia de crear cascabeles de aleación con paredes cada vez más delgadas. La existencia de esta dicotomía entre los cascabeles de aleación con las paredes delgadas, por un lado, y los cascabeles de cobre sin aleantes con paredes gruesas, por otro, es ilustrada por Hosler con la comparación de dos grupos (cobre puro y cobre aleado con estaño) de cascabeles del tipo 9a (Hosler 1986:86). En el primer grupo (cobre puro), el grosor de pared cae entre 0.7 y 1.5 mm (seis cascabeles, promedio de 0.98 mm), mientras que el segundo grupo tiene paredes entre 0.5 y 0.9 mm (cinco cascabeles, promedio de 0.64 mm).¹⁰⁰ Lo que no queda claro en este cálculo es cómo se hicieron mediciones tan exactas de las paredes de los cascabeles. Llegar a tal grado de exactitud (fracciones de milímetro) es difícil debido a:

- (a) diferentes estados de conservación,
- (b) la geometría de los cascabeles, que hace difícil medir siempre el mismo ángulo,
- (c) ninguna seguridad con respecto a la regularidad del grosor de las paredes.

Estos factores en conjunto con la pequeña muestra hacen dudar de los resultados.

¹⁰⁰ Hosler (1986:86) calcula además la relación de altura / grosor de pared.

Si la resistencia de la aleación es el factor que permite la elaboración de grandes cascabeles con paredes delgadas, también hay que excluir aleaciones con exageradamente altos contenidos de aleante, porque éstos se vuelven rápidamente quebradizos, especialmente si los cascabeles son golpeados continuamente desde adentro con un percutor y / o desde afuera por otros cascabeles.

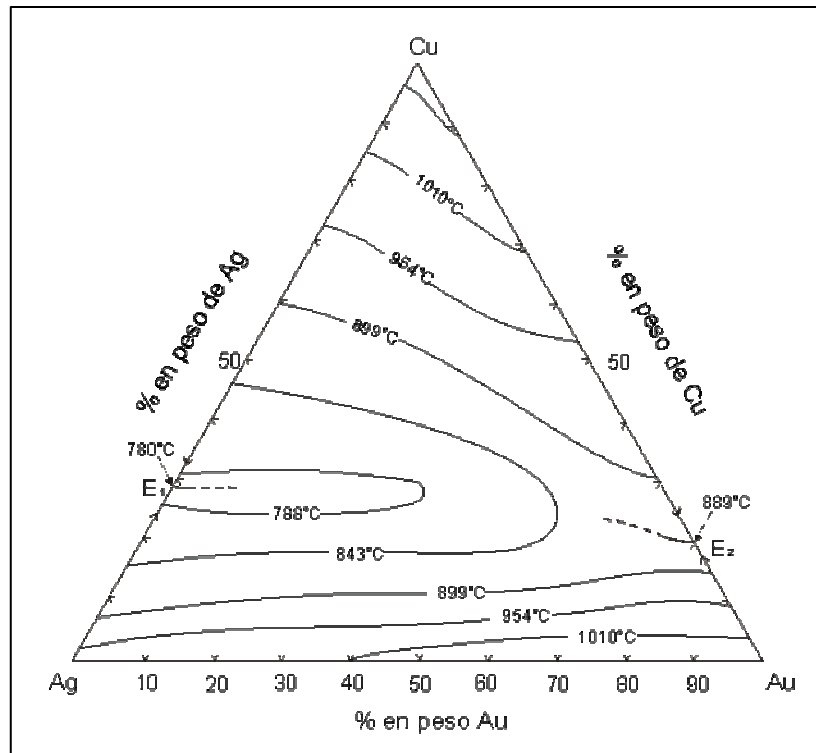


Figura 11.40. Temperaturas de fundición de diferentes aleaciones de cobre, plata y oro (<http://www.monografias.com/trabajos27/fundicion-precipitados/fundicion-precipitados.shtml>; sitio web visitado 10.07.2007)

Bronce vs. tumbaga: La principal razón para la utilización de aleaciones con altos contenidos de arsénico o estaño para crear los colores dorado y plateado, era, según Hosler, que las “propiedades de diseño [de los cascabeles] no permitieron el uso de oro o plata puros” (Hosler 1994a:229, traducción del autor). Oro y plata sin aleación son comparativamente blandos (ver **Tabla 11.15.**) y también comparten algunas de las propiedades que hacen el manejo de cobre puro difícil. Sin embargo, las alternativas de los metalúrgicos prehispánicos no consistían en el uso de aleaciones de cobre, por un lado, u oro / plata puro, por otro, sino más bien había que decidir entre aleaciones de cobre y, por ejemplo, tumbaga. Esta aleación de oro con cobre, que a veces también contenía un componente de plata, se utilizó en Oaxaca, México (Grinberg *et al.* 1976;

Carmona 2004b)¹⁰¹ y las zonas Intermedia, Andina y en el Caribe (por ejemplo Twilley y Boyles 1980; Siegel y Severin 1993; Rovira 1994; Shimada 1996:36; Falchetti 2003). Con el dorado por eliminación (ver **Subcapítulo 6.1.3.3.**) se hubieran podido crear superficies que realmente fueran ‘doradas’ y ‘plateadas’ y no solamente una ‘recreación’ de estos colores. La tumbaga, entonces, fue utilizada en grandes partes de la América prehispánica para un amplio espectro de objetos, muchos de ellos más grandes y complejos que los cascabeles de filigrana falsa. Las propiedades de la aleación confirman su aptitud para la elaboración de cascabeles. La aleación de oro con 20 % de cobre tiene mayor dureza que un bronce con 10 % de estaño y un punto de fusión aproximadamente 100°C por debajo de éste (ver **Figuras 11.39., 11.40. y Tabla 11.15.**).

El uso de tumbaga en pocas ocasiones (comparado con la frecuencia de uso de aleaciones de cobre) para la elaboración de cascabeles en Mesoamérica hace pensar que el deseo de un color dorado o plateado para los cascabeles no puede haber sido el principal factor para la selección de la aleación.

Las fuentes etnohistóricas (aun si no se puede excluir la posibilidad de una influencia del interés de los españoles) parecen indicar que los problemas de acceso al oro, especialmente para el *tlatoani* de los mexicas, no eran un elemento disuasivo para su uso. Incluso Hosler rechaza la ausencia de oro y plata como razón por el uso de los bronces:

“Los orfebres mexicanos usaban el bronce para obtener esos colores no porque carecieran de oro y plata, ya que esos metales abundaban en la región, sino debido a que las propiedades de las aleaciones de bronce, en especial su resistencia, eran técnicamente necesarias para conseguir los diseños de los artefactos que simbolizaban el estatus y el poder de la élite: las campanas finas y delicadas, las ornadas pinzas de concha y los aros de franjas finas para adornar el cabello” (Hosler 1994b:95).

En este contexto tecnológico, que demuestra que había alternativas fuera del grupo de aleaciones de cobre, la decisión de los metalúrgicos prehispánicos de elaborar los cascabeles para las ofrendas del Templo Mayor no del metal de los dioses y de la élite (oro) sino del metal que también era usado por la gente común (cobre), recobra una importancia especial. Eso hace incluso más probable que los cascabeles y su material de elaboración, cobre y sus aleaciones, eran vinculados por una o varias de sus propiedades (por ejemplo su color rojizo, cambio de aspecto por desarrollo de pátina

¹⁰¹ Carmona (2004b) indica que por el alto contenido de oro y plata la aleación usada en Oaxaca no debería ser llamada tumbaga.

verde o asociaciones ideológicas) con aspectos de importancia cosmovisionales (ver **Subcapítulo 11.1.**).

Uso de aleaciones: ¿Cuáles fueron entonces los factores tecnológicos para escoger una y no otra aleación de cobre? El hecho de encontrar un espectro tan amplio de diferentes aleantes añadidos al cobre en un todavía más amplio intervalo de concentraciones, parece indicar que el tipo de aleación utilizado no determinaba el éxito del proceso y que los metalúrgicos, desde el punto de vista tecnológico, tenían gran libertad de escoger y mezclar los diferentes metales a su alcance. La idea de escoger una aleación en particular (con concentraciones bien definidas) por sus propiedades tecnológicas o mecánicas parece ser un desarrollo más reciente:

“The older metals and alloys are all characterized by great tolerance of abuse and they were used for a wide range of applications. The newer alloys are designed for extreme and specialized service conditions and need a high degree of control at every stage in their production and use” (Smith 1961:364).

Añadir al cobre algún tipo de aleante puede ser la respuesta al uso de un proceso de producción que hacía necesario reducir la adsorción de gases y bajar la temperatura de fusión. La mayoría de los aleantes usados en tiempos prehispánicos logra esto en mayor o menor grado. Otra posibilidad, ya fuera del ámbito meramente tecnológico, es el gran espectro de diferentes colores que se pueden crear con las diversas aleaciones. El objetivo esta vez sería crear no uno o dos colores específicos (Hosler 1994a), sino la gran variedad de colores que ofrece todo el espectro de aleaciones (Hosler 1986). También puede ser que la gran gama de diferentes concentraciones de aleantes se debiera a la dificultad de los metalúrgicos de medir o pesar los ingredientes con exactitud. Arsénico, añadido en algún momento del proceso como mineral, es el mejor ejemplo de este problema. Resulta muy difícil predecir con exactitud la aleación resultante en este caso (por ejemplo Merkel 1990; Merkel *et al.* 1994:199, 203; Lechtman 1996b; ver **Subcapítulo 6.1.2.**). Parece más fácil en el caso de estaño o plomo –ambos probablemente existían en su forma metálica (aunque no hay muchos ejemplos del uso de estos metales por sí solos)– controlar las cantidades. Sin embargo, no hay indicios claros de cómo las cantidades de los metales fueron medidas en Mesoamérica. En la región Andina, por otro lado, las balanzas parecen haber sido comunes:

“Las balanzas fueron instrumentos de uso corriente según referencias etnohistóricas, avaladas por hallazgos arqueológicos. Se trataba de balanzas de dos platillos, tipo romanas, hechas de madera o hueso; y también fueron

encontradas las pesas correspondientes. Por su tamaño se estima que estaban destinadas a objetos no muy grandes” (Palacios 1996:482).

Bray (1972:28, 36, 1974a:36) menciona indicios de la existencia de balanzas en Colombia y en la costa de Ecuador (ver **Subcapítulo 6.1.2.**).

Entonces, los grandes intervalos de concentración de diferentes aleantes¹⁰² observados en los cascabeles se pueden explicar por las dificultades en la preparación de las aleaciones, y por la falta de necesidad de un control más estricto para poder llevar a cabo exitosamente el proceso de vaciado. Los objetos producidos por martillado, por otro lado, hacen necesario un control más preciso, dado que una alta dureza del metal (causada por altas concentraciones de aleantes como estaño o arsénico) o un aleante segregado (como por ejemplo plomo, ver Klein y Hauptman 1999:1080; Ponting 1999:1316) pueden hacer el trabajo en frío y / o el recocido del metal difícil o imposible. Especialmente armas o herramientas, que están sujetadas a estrés mecánico mucho mayor que los cascabeles, hacen necesario un mayor control de las aleaciones y sus propiedades mecánicas (ver Craddock 1977:113). El vaciado, y especialmente si se trata de objetos ornamentales, permite el uso de un mayor espectro de diferentes aleaciones y no hace necesario un estricto control de las concentraciones.

Eso significa que el vaciado permite un reuso más libremente del metal de objetos dañados, con estilos obsoletos o simplemente de los restos y sobrantes del trabajo. Dungworth (1997:907) indica que los metalúrgicos probablemente reconocían las aleaciones por sus colores y probablemente otras propiedades, y que podían crear aleaciones ‘mixtas’ deliberadamente. Aun así, esta práctica llevaría probablemente a la mezcla de diferentes aleaciones y metales de diferente procedencia. En algunos objetos de cobre de Esmeralda, Ecuador, se encontró cierta cantidad de oro (no cuantificada) que Reichlen (1941b:178) interpreta como indicación de refundición y reuso de otras piezas de cobre dorado. También para Lambayeque, Perú, menciona la reutilización como medida de economizar en metales (Reichlen 1941a:132). Bray (1972:30) menciona el mismo caso. Hosler y Stresser-Pean (1992:1217) mencionan el posible reciclaje de metales en la zona del Golfo. Aunque el fenómeno del reuso fue común en el Viejo Mundo, y probablemente tenía un impacto sobre la composición de las aleaciones (por ejemplo Budd *et al.* 1996; Gale 1997; Karageorghis y Kassianidou 1999), en América (aparte de los comentarios de Reichlen, Bray y Hosler y Stresser-Pean) no se discute mucho. Esta práctica, sin embargo, podría hacer menos visible, o

¹⁰² Estos intervalos son probablemente acentuados por los procesos de corrosión, que pueden resultar en el enriquecimiento de algunos metales (ver **Subcapítulo 6.2.**).

borrar por completo, las distinciones de metales procedentes de diferentes minas y / o talleres. La existencia de algunos cascabeles *Globulares* (en su gran mayoría de cobre-estaño) elaborados de cobre-estaño-arsénico o cobre-estaño-plomo hace pensar si no había una reutilización de algunos cascabeles *Periformes*, que contenían exactamente estos aleantes. Análisis más detallados tendrán que aclarar este punto en el futuro.

Un amplio espectro de aleaciones y grandes intervalos de concentraciones de los aleantes en objetos vaciados, sin una evidente relación con las propiedades físicas de los metales, se puede observar no solamente en los cascabeles mesoamericanos. Existen ejemplos de todo el mundo que atestiguan fenómenos parecidos:

- Dungworth (1997:901, 907-8) menciona que las aleaciones romanas han sido estudiadas casi dos siglos con un énfasis en la relación entre la composición, el proceso de elaboración y el uso de 'recetas' para la composición de aleaciones. El autor subraya la importancia que las tradiciones y el significado simbólico de los metales o aleaciones pueden haber tenido:

"Some variations in alloy composition do not, however, appear to be related to the physical properties of the alloys and the large data sets now becoming available make possible the examination of non-technological, that is *economic, social, and symbolic*, constraints. This evidence consists of the compositions of alloys as a whole and their relationship with artefact typology and deposition on different sites" (Dungworth 1997:908).

Dungworth (1997:907-8) también nota que probablemente había una selección activa de las piezas depositadas, favoreciendo ciertas aleaciones.

- En el mundo romano, descrito por Plinio en el libro XXXIV de su *Historia Natural* (Pliny: Natural History 1961), existieron recetas para diferentes aleaciones de cobre con estaño y / o plomo. Sin embargo, debido a ambigüedades en las descripciones no se han encontrado coincidencias de composición con los análisis de objetos de bronce identificados arqueológicamente (Caley 1970:46-9). Otra posibilidad para explicar esta incongruencia parece ser que las recetas, aunque existentes como 'ideales', no fueron aplicadas en la práctica.
- Con respecto a los broches romanos, Bayley y Butcher (1980:34) hacen notar que aunque había aleaciones definidas para diferentes tipos, las composiciones no fueron estrictamente controladas. Como influencias sobre la composición de la aleación utilizada sugieren las necesidades físicas del metal en el caso de los

broches que tenían su aguja incluida (la flexibilidad y resistencia necesaria para el movimiento de la aguja) o en los objetos donde eso no era así, el color de moda o la disponibilidad de los metales.

- Lahiri (1995:128), con referencia al caso de la metalurgia hindú, señala la importancia del reuso de metales, en combinación con el factor de una cierta arbitrariedad que lleva a la creación de aleaciones que “no concuerdan con los ‘parámetros científicos’ de preparar aleaciones” (*that are at variance with ‘scientific parameters’ of alloy mixing*).
- Bourgarit *et al.* (2003:112, 117-8) encontraron ciertas tendencias (no necesariamente conectadas) que caracterizan la metalurgia khmer en Camboya: objetos vaciados con paredes delgadas solían tener los contenidos más altos de estaño y los objetos de prestigio mostraron una menor variabilidad de composición. En general los broncees parecen tener composiciones que varían ampliamente, sin que se haya encontrado una explicación, sea por contexto cultural, cronología, procedencia, calidad estética o aspectos tecnológicos. Como explicación del contenido de oro en algunos broncees sugieren el sacrificio de joyas de oro en el bronce fundido, como hoy todavía se practica en talleres metalúrgicos vietnamitas y tailandeses (Bourgarit *et al.* 2003:118). Por otro lado, indican que el amplio espectro de composiciones se puede deber a la existencia de talleres o escuelas con sus propias tradiciones y costumbres (Bourgarit *et al.* 2003:119).
- Eniosova y Murashova (1999:1099) investigaron 111 muestras de guarniciones de cinturón (*belt fittings*) del sitio de Gnezdovo, en Rusia, y llegaron a la conclusión de que no había una relación estable entre el tipo de objeto y su composición.

La revisión de estos datos parece indicar que en muchas regiones del mundo existen patrones de uso de aleaciones que resisten explicaciones sencillas.

En el caso de Mesoamérica, Hosler llegó a la conclusión de que existían muchas fuentes de materia prima¹⁰³ y diferentes talleres, hecho que explica la variabilidad de las aleaciones:

¹⁰³ La procedencia de los metales de una amplia gama de yacimientos también está apoyada por el análisis de isótopos de plomo (Hosler 2003:166). Eso contrasta con la información dada por Hosler and Macfarlane (1996) en un artículo anterior.

“Chemical analytical data also support the idea that metal processing and production were carried out in many regions of the metalworking zone. The hundreds of artefacts analyzed dating to this period [Phase II] show little evidence for standardization in alloy composition or design: the patterns are similar to those noted in the Epiclassic and early Postclassic period. Chemical compositions of artefacts of the same design type (e.g., wirework bells; see Hosler 1994 [...]) show that all are made from copper-tin or copper-arsenic bronze alloys. These designs require the properties of these bronze alloys. Nonetheless, these bells differ in the concentration of the alloying element and in the presence and concentration of trace elements. This indicates that metalworkers were not following technical recipes; that is, they did not adhere to strict norms for alloy compositions. Artefact chemical compositions suggest that the metal was smelted from quite different parent materials” (Hosler 2003:166).

Pero eso, según Hosler (2003:166), no significa que los metalúrgicos mesoamericanos no controlaran sus procesos:

“This is not to say that Mesoamerican metalworkers failed to manage the complex relations among alloy properties, design, and function: laboratory studies investigating precisely this issue show that they were highly skilled metallurgists”.

Aunque dice que no había ‘recetas’, Hosler (2003:167) sigue mencionando los cascabeles dorados y plateados que los metalúrgicos del Periodo 2 producían con el uso de altos porcentajes de estaño y arsénico (ver crítica de este punto en el **Subcapítulo 11.1.**).

En los cascabeles del centro de México se complica la situación, porque existe un aleante más. El plomo juega un papel importante, especialmente en la etapa constructiva IVb del Templo Mayor, donde más de 60 % de todos los cascabeles analizados contienen más de 1 % de plomo. En las últimas etapas constructivas se reduce el número de cascabeles con plomo, pero aumenta la concentración en los que contienen este metal. La presencia de plomo –en todas las etapas constructivas– en concentraciones hasta 37.8 % (promedio de 3.6 %, mediana 1.4 %) distingue los cascabeles del Templo Mayor de los de las otras regiones, donde éstos contienen plomo solamente en cantidades mínimas. Hay que notar, sin embargo, que no todas las formas de cascabeles contienen plomo con la misma frecuencia, y algunos casi nunca contienen plomo.

Ya hace más de 85 años Arsandaux y Rivet (1921:271) identificaron en Mesoamérica cascabeles de cobre con más de 17 % de plomo y establecieron que la adición de este metal a la aleación era intencional y solamente se presentaba en los cascabeles. Aguilar

(1946:70) dudaba de la elaboración prehispánica de esta aleación y propuso que se trataba del trabajo de metalúrgicos indígenas que utilizaban una aleación enseñada por los españoles. Sin embargo, varios hallazgos de cascabeles con plomo en contextos prehispánicos (por ejemplo el Templo Mayor) permiten descartar esta teoría.¹⁰⁴

Pero, ¿para qué se utilizó el plomo en los cascabeles? En muchas partes del mundo se encuentra la distinción clara entre objetos vaciados que contienen plomo y objetos martillados que no lo contienen. Eso se puede deber a efectos benéficos del plomo en el proceso de vaciado y / o efectos negativos en los objetos martillados (Tylecote 1986:38; Dungworth 1997:902; Rosenfeld *et al.* 1997). Ambos factores pueden haber aportado algo para crear esta dicotomía. Ponting (1999:1316) resume los efectos del plomo en los dos procesos de trabajo y los objetos producidos:

“The presence of about 2 % of lead will slightly lower the alloy’s melting point and improve fluidity, [...]. However, lead is insoluble in copper and therefore becomes heavily segregated during solidification unless ‘chill’ cast. This results in the presence of ‘lakes’ or ‘globules’ of lead within the copper alloy which lead to structural weaknesses in the metal. Consequently, whilst lead is beneficial to the casting process, it is highly detrimental to alloys which are to be worked by hammering. [...] Furthermore, lead is generally regarded as having been a cheap and readily available metal in antiquity and consequently was used as a cheaper bulking additive to alloys which would not suffer from its detrimental structural effects”.

Dado que los cascabeles no fueron martillados, ni necesitaban ser recocidos, no tenían que observarse límites estrictos de concentración de plomo. Mientras que el estaño y el arsénico cambian el color del metal, lo hacen más duro, bajan el punto de fundición y ayudan con la desoxidación del metal fundido, no queda claro cuales eran las posibles razones por las que se añadió el plomo. Ponting (1999:1316, ver arriba) indica una reducción de la temperatura de fusión y un aumento de la fluidez del metal fundido. Estas dos ventajas se encuentran como explicación de la presencia de plomo en aleaciones para el vaciado de objetos en el trabajo de muchos autores (ver Harvey 1952:117-8; Root 1952a:14; Brown y Blin-Stoyle 1959:193; Bernard 1961:183; Tylecote 1962:44, 1986:30; Craddock 1977:114; Grinberg y Franco 1980b:176; Bayley 1988:203, 1992:123; Stech y Maddin 1988:170; Scott 1991:24; Strafford *et al.* 1996:25; Dungworth 1997:902; Rosenfeld *et al.* 1997:863; Mille *et al.* 2005:243). El efecto de bajar la temperatura de fundición se hace evidente al comparar los datos que proporciona la

¹⁰⁴ Rovira (1994:336) reporta el uso de una aleación de oro con 17 % de plomo de una cuenta zoomorfa de un collar del ‘Tesoro de Quimbaya’, encontrado en Colombia.

Tabla 11.17. Añadir 10 % de plomo a una aleación de cobre con 10 % de estaño baja el liquidus y el solidus alrededor de 70°C. Añadiendo solamente 1 % de plomo a cobre baja el liquidus solamente 3°C. El solidus, por otro lado, baja 133°C, ofreciendo así un amplio intervalo de solidificación.

Tabla 11.17. Temperaturas de liquidación y solidificación total de aleaciones de cobre (Cu) con diferentes concentraciones de plomo (Pb) y estaño (Sn)
(de Metals Handbook 1961 vol.I, 1990 vol.II)

Aleación			Temperatura		Metals Handbook
Cu (%)	Sn (%)	Pb (%)	Liquidus (°C)	Solidus (°C)	
88	19	2	980	845	MH 1990:2, 378
80	10	10	930	762	MH 1990:2, 379
99	-	1	1080	950	MH 1990:2, 292
89	11	-	1000	831	MH 1961:1, 1039
78	7	15	954	927	MH 1961:1, 1042
70	5	25	926	899	MH 1961:1, 1042

La segunda razón y –por la frecuencia de referencias a esta propiedad– probablemente el punto más importante para añadir plomo al cobre o a una aleación, es el aumento de la fluidez del metal fundido (ver referencias arriba). Esta característica se menciona en general sin cuantificaciones, así que no existen indicaciones claras de cuánto plomo es necesario para lograr la mayor fluidez. También hay autores que mencionan el plomo como elemento que se puede añadir para sustituir otros ingredientes más costosos como, por ejemplo, cobre (Tylecote 1962:44, 1986:30; Chase 1994:90; Ponting 1999:1316). Sin embargo, esto es difícil de comprobar sin entender bien el efecto de plomo sobre las aleaciones.

Los resultados de la tesis de licenciatura de Judith Young (ver también las referencias a su trabajo en Staniaszek y Northover 1982:265) indican que más plomo no significa automáticamente más fluidez, sino la autora señala un aumento de esta propiedad solamente hasta un 2 % de plomo (Young 1972:31). Brown y Blin-Stoyle (1959:193) también indican que la presencia de plomo hasta en 2 % puede mejorar las propiedades del vaciado e incluso facilitar el martillado de un bronce. Más plomo empeora la resistencia (*strength*) y ductilidad del metal. Strafford *et al.* (1996:25) mencionan los efectos benéficos solamente hasta 1 % de plomo. En China, por otro lado, la fluidez más alta de bronce emplomados fue detectada a 13 % de plomo (Chase 1994). Sin embargo, no queda claro si esta fluidez fue más alta que la de bronce sin plomo. Bourgarit y Mille (2003:1551) mencionan las propiedades mejoradas del metal para el cincelado en frío (*cold chiselling*) después del vaciado, que aporta el plomo en cantidades de alrededor de 1 %. En general, sin embargo, admiten que el papel del

plomo en muchos aspectos (por ejemplo con respecto a la fluidez del metal) no está muy claro.

La serie de experimentos de vaciado de cascabeles, realizados dentro del marco de la investigación de Schulze (1999), aportó información que hace dudar de una relación sencilla entre la presencia de plomo y la fluidez del metal líquido: en bronce con 5 % de plomo se observó no un aumento de la fluidez sino una disminución (aumentando la viscosidad (*sluggishness*)) (Schulze 1999:Anexo VII). No se ha podido explicar el fenómeno, pero fue verificado por el metalúrgico Sam Murphy (com. pers. 1999). Se llegó a la siguiente conclusión (Schulze 1999:63):

“Future research will have to show to what degree the observed behaviour was the reaction between some of the trace elements included in the alloy, or due to the small amount of metal used, the thin section cast or really a general effect of the addition of lead. In any case, it became obvious that the concept of castability / fluidity is fraught with terminological problems and that it is used too uncritically in the archaeometallurgical literature”.

Ejemplos de vaciados, incluso vaciados complejos, que no, o no siempre, contienen plomo (Craddock 1977:114-5; Moorey 1988:31; White 1988:178) comprueban que la presencia del plomo no era una condición *sine qua non*. En el caso de Mesoamérica, Root (1952b:16) nota que anillos de falsa filigrana, analizados por él y Arsandaux y Rivet, contenían solamente 0.5 % de plomo y que –aunque haya otros tipos de vaciados complejos– solamente los cascabeles contenían apreciables cantidades de plomo.

Hoy en día también se utiliza plomo en aleaciones. Las ventajas que se mencionan son que el metal, con su baja temperatura de solidificación, puede llenar los espacios que deja la aleación de cobre al encoger en el proceso de solidificación y que mejora las propiedades de maquinabilidad (Gregory 1932:232; Hudson 1948:132; Heine y Rosenthal 1955:323; Higgins 1964:278; Burns 1970:497). Además, aumenta la plasticidad del metal y crea las propiedades perfectas para rodamientos (*bearings*), donde el plomo puede actuar como lubricante (Rollason 1939:214; Dennis 1961:178; ver también Francis 1970:231; Anand *et al.* 1993:4615). Otra ventaja más es la conductividad térmica mejorada y la resistencia contra desgaste optimizada de las aleaciones plomíferas (Rollason 1939:236-7; Higgins 1964:278).

Ninguno de los textos modernos menciona la mejora de la fluidez de la aleación. En una tabla en el *Metals Handbook* (1961 vol.I:975, ver **Tabla 11.18.**) diferentes aleaciones son clasificadas por la calidad de las propiedades de colabilidad (ver **Subcapítulo**

6.1.2.) y fluidez ('1' siendo lo mejor en una escala que llega a '9' y '8' para colabilidad y fluidez, respectivamente). Casi todas las aleaciones con plomo arriba de 1 % reciben '6' o '7' como clasificación de su fluidez, mientras que la colabilidad en el caso de bronce plomíferos (Cu 80 %, Sn 10 %, Pb 10 % y Cu 70 %, Sn 5 %, Pb 25 %) es calificada con '1'. Entonces, el plomo parece mejorar la capacidad de la aleación de reproducir los detalles de superficie, pero no produce un metal fundido con alta fluidez.

Common name	Composition								Cost (a)	Relative rating, sand mold casting	
	Cu	Sn	Pb	Zn	Ni	Mn	Al	Other		Castability(b)	Fluidity(b)
Leaded red brass	85	5	5	5	.....	.....	.....	.....	100	2	6
Leaded semi-red brass	81	3	7	9	.....	.....	.....	.....	95	2	6
Leaded semi-red brass	76	3	6	15	.....	.....	.....	.....	89	2	6
Yellow brass	63	1	1	35	.....	.....	.....	.....	91	9	8
Yellow brass with Al.	63	1	1	35	.....	.....	0.25(c)	.....	91	4	4
Leaded yellow brass	67	1	3	29	.....	.....	0.25(c)	.....	85	4	4
Manganese bronze	58	.....	.....	Rem	.....	0.5	1.0	1.0 Fe	103	6	2
Manganese bronze	62	.....	.....	Rem	.....	3.5	5.5	2.5 Fe	128	6	2
Nickel silver	64	4	4	8	20	.....	.....	.....	112	5	7
Nickel silver	66	5	1.5	2	25	.....	.....	.....	118	5	7
Tin bronze	88	8	.....	4	.....	.....	.....	.....	153	3	6
Tin bronze	8	6	2	4	.....	.....	.....	.....	120	3	6
Tin bronze	80	19.5	.....	6	.....	.....	.....	0.5 P	182	3	4
Silicon brass	81	.....	.....	15	.....	.....	.....	4.0 Si	138	7	1
Silicon bronze	95	.....	.....	.....	.....	1.0	.....	4.0 Si	118	8	3
Aluminum bronze	89	.....	.....	.....	.....	.....	10.0	1.0 Fe	140	8	5
Aluminum bronze	81	.....	.....	.....	4.5	.....	10.0	4.5 Fe	140	8	5
High-lead tin bronze	80	10	10	.....	.....	.....	.....	.....	124	1	6
High-lead tin bronze	70	5	25	.....	.....	.....	.....	.....	118	1	6

(a) Relative cost, 85-5-5-5 leaded red brass = 100. (b) Relative rating; 1 is highest or best possible rating. (c) Maximum.

Tabla 11.18. Fluidez y colabilidad de aleaciones (reproducido de Metals Handbook 1961 vol.I:975)

Estos datos son interesantes, dado que parecen apoyar los resultados de los experimentos (Schulze 1999), pero el Metals Handbook (1988 vol.XV:767) advierte que la correlación entre los resultados de pruebas de laboratorio muchas veces no coinciden con la experiencia de los talleres de fundición:

“Correlation between fluidity test results (usually of the spiral or variable-dimension type) and foundry experience has been poor. No accepted method for the determination or prediction of fluidity, with relevance to the casting process has been developed”.

No existe información comparable sobre cobre con plomo, o la mezcla de bronce de arsénico con plomo, dado que no se trata de aleaciones de interés industrial, y especialmente el trabajo con arsénico conlleva riesgos de salud. En el marco de esta

investigación, y hasta conseguir mejores datos, se supone que el arsénico proporciona propiedades tecnológicas al metal fundido que son parecidas a las que aporta el estaño. En consecuencia, también se supone que el plomo mejora la reproducción de detalles de superficie pero disminuye la fluidez de cobre con arsénico, si se presenta en concentraciones mayores a 2 %. Eso puede explicar el uso de aleaciones con plomo en los cascabeles *Periformes* que tienen una superficie de filigrana falsa, cuya reproducción perfecta se facilita con una aleación de alta colabilidad. Sin embargo, las conclusiones a las que se puede llegar aquí tienen que ser tentativas, por las dudas existentes con respecto al comportamiento, en estado líquido, de las aleaciones con arsénico o arsénico y plomo.

Mientras que los cascabeles *Periformes* con filigrana falsa contenían plomo (y arsénico en la mayoría de los casos), los cascabeles *Globulares* de las últimas etapas constructivas, que tienen paredes extremadamente delgadas, hicieron necesario el uso de una aleación con mayor fluidez. Se utilizó bronce de estaño y se evitó el uso de plomo arriba de 2 % (ver **Tabla 11.19.**).

Tabla 11.19. Cascabeles de las etapas constructivas VI y VII del Templo Mayor

	Total	> 2 % plomo (cantidad)	> 2 % plomo (porcentaje)
Globular	71	4	5.6
Periforme	48	34	70.8

El bronce de estaño es una solución equilibrada entre la fluidez, un amplio intervalo de fusión y una baja temperatura de solidificación. Estas propiedades eran condiciones necesarias para poder aumentar la eficiencia del trabajo (ver **Subcapítulo 11.3.**), por ejemplo, con la posibilidad de llenar varios moldes con el metal fundido de un mismo crisol.

Cobre puro, como se argumenta arriba, probablemente no se utilizó, porque su alto punto de solidificación no facilita esta producción 'en serie'. Otra aleación que posiblemente hubiera tenido las propiedades tecnológicas para el proceso de producción estandarizado y eficiente es el cobre con plomo. En los experimentos de Schulze (1999) esta aleación no mostraba la alta viscosidad del bronce plumífero. La aleación fue utilizada en cascabeles 27 *Periformes* de las etapas constructivas IVb, VI, VII, y tres cascabeles *Globulares* de la etapa constructiva IVb (tres más contenían plomo y arsénico o plata). En las últimas etapas constructivas del Templo Mayor ya no aparece en cascabeles *Globulares*. Otra alternativa pudo ser la aleación de cobre con

arsénico. El que el bronce de arsénico, que fue utilizado con mucha frecuencia en los cascabeles *Periformes*, no se empleara también en los cascabeles *Globulares* no es fácil de explicar.

Ottaway (1994:130, con referencia al trabajo experimental de Budd 1991) menciona que las propiedades con respecto al vaciado del metal fundido no mejoran con el aumento de la concentración del arsénico. Budd y Ottaway (1991:138) mencionan la gran heterogeneidad de las aleaciones de arsénico, que puede incluso causar una segregación inversa, cuyo resultado sería una superficie enriquecida con un Cu_3As eutéctico (20.8 % As) que tendría una superficie plateada. Esta segregación inversa se puede presentar incluso en objetos con menos de 8 % de arsénico, especialmente si se trata de secciones delgadas que se enfríen y solidifiquen rápidamente.

Sin embargo, Lechtman (1979:25) propone, para el ámbito andino, que la sustitución de arsénico por estaño tiene razones más relacionadas con la economía, la política e ideología que con la metalurgia. Ese también puede haber sido el caso en el Templo Mayor. Otra razón para discontinuar el uso del arsénico y del plomo en los cascabeles *Globulares* pudo haber sido su toxicidad, que probablemente no fue ignorada por los metalúrgicos prehispánicos, como también lo indica el historiador peruano 'El Inca' Gracilaso de la Vega, (1539 - 1616):

“They also found out, in spite of their simplicity, that the smoke of certain metal was injurious to the health, and they consequently made their foundries in the open air, in their yards and courts, and never under a roof” (Gracilaso de la Vega, citado en Root 1949b:210).

La exposición extendida a concentraciones bajas de arsénico puede afectar la piel, la circulación y el sistema nervioso. Inhalar arsénico inorgánico en cantidades mayores puede causar garganta y pulmones irritados. El arsénico también puede causar cáncer pulmonar (Selene *et al.* 2003:382). Oakberg *et al.* (2000) intentaron identificar metalúrgicos prehistóricos en Israel por una acumulación de arsénico en los huesos. Pike y Richards (2002:607) criticaron el estudio de Oakberg *et al.* (2000) y sugirieron que la presencia de arsénico se podía explicar con procesos diagenéticos. Si las cantidades y duraciones de la exposición eran suficientes para que los metalúrgicos desarrollaran los síntomas de intoxicación, es muy probable que se estableciera una conexión con el arsénico, cuyos humos huelen a ajo. Lechtman y Klein (1999:523), sin embargo, indican que el trabajo de arsénico o sus minerales con un crisol tapado evita la diseminación de humos tóxicos.

También el plomo tiene efectos negativos que posiblemente pueden haber influenciado su uso o abandono. Tandon *et al.* (2001:177) describen los efectos tóxicos que sufrían algunos metalúrgicos en la India, que estaban en constante contacto con plomo.¹⁰⁵ Si estos efectos pudieron ser decisivos en el abandono de los metales, no es claro.

Muchas preguntas del porqué de las aleaciones no se pueden responder con la información existente. La discusión anterior (ver también **Subapítulos 6.1.** y **11.1.**) ha mostrado que las decisiones tecnológicas –aun sin tomar en cuenta las influencias culturales– no son unidimensionales, sino siempre una negociación entre las ventajas y desventajas que ofrecen los diferentes pasos posibles. También es importante señalar que no solamente las propiedades del objeto terminado influyen en la selección de la aleación a utilizar, sino también varios parámetros del proceso de producción. Lo anterior se vuelve aún más complicado porque las decisiones no son binarias (sí / no) sino cuantitativas: añadir plomo no siempre es ‘bueno’ (depende del uso de la aleación y de la cantidad de plomo añadido) y estaño no siempre hace el metal más fuerte ni le proporciona un color dorado en cualquier cantidad (en cantidades demasiado altas el metal parece plateado y se vuelve quebradizo).

11.4.2. El proceso de producción

Bailey *et al.* (1996:460, 483) resumen la complejidad de los procesos de la siguiente manera:

“Casting is obviously a true multiphysics process [...] which involves, at the least, fluid mechanics, heat transfer with solidification and solid mechanics all operating in a fully coupled manner”.

En este proceso no todo depende de las propiedades de las aleaciones utilizadas. Los procesos de trabajo empleados pueden facilitar o hacer imposible el uso de una aleación. Mientras que las aleaciones que se utilizaron se pueden identificar (con mayor o menor exactitud) a través de los análisis instrumentales, los procesos son más difíciles de reconstruir, especialmente si faltan los vestigios arqueológicos.

Aun así, las propiedades de los objetos elaborados permiten identificar algunos parámetros del proceso (para más explicaciones y detalles también ver Schulze 1999 y **Subcapítulo 6.1.**). La existencia de cascabeles de cobre puro (> 99.0 % cobre) prueba

¹⁰⁵ Pyatt *et al.* (2000:776) mencionan la contaminación ambiental que causaron las labores en minas y la fundición primaria, por ejemplo, en el periodo romano.

que los metalúrgicos podían lograr temperaturas arriba de 1083°C. Si no se utilizaron crisol-moldes (posible con metales puros), que fueran metidos en el horno con el metal incluido, y que se llenaran automáticamente en el momento en que el metal se fundiera, era necesario sobrecalentar el metal para alargar el tiempo antes de la solidificación. Probablemente era necesario llevar la temperatura del metal arriba de 1200°C para tener el tiempo de sacar el crisol del horno y llenar el molde. El tiempo se prolonga aún más con un precalentamiento de los moldes a una temperatura cercana a la del metal líquido. Con este paso, los metalúrgicos se aseguraban de que los moldes de arcilla estuvieran completamente secos y de que el metal no se solidificara instantáneamente al tocar el molde. Si se utilizaba una aleación que tuviera un punto de solidificación más bajo, probablemente no era necesario un sobrecalentamiento tan pronunciado, especialmente si los moldes se precalentaban. Una temperatura más baja del metal evitaba la excesiva adsorción de gases, mientras que el precalentamiento del molde permitía más tiempo para la ejecución del proceso de llenado de los moldes, reduciendo así el número de vaciados defectuosos. Éste es el proceso que se propone para los cascabeles *Globulares*, que en su mayoría eran de cobre con estaño.

Diseño de moldes y el proceso de vaciado: También se puede reconstruir –hasta cierto grado– el diseño del molde a partir de las marcas que se encuentran en los objetos. En muchos de los cascabeles se puede ver que el alambre de cera que conformaba la argolla probablemente formaba el bebedero que conectaba el modelo de cera con el embudo y por donde entraba después el metal líquido (flecha blanca en **Figura 11.41.**). Franco y Grinberg (2001:24) también proponen que el metal entró al molde por la argolla de suspensión, mientras que Lothrop (1952:86) menciona la ubicación de un respiradero en la argolla (sin mencionar la posición de un bebedero). El alambre de la argolla (y con eso el bebedero) en muchas ocasiones no tiene más que un diámetro de 0.5 mm. En el caso del cascabel de la foto, el bebedero parece indicar una posición vertical del molde.

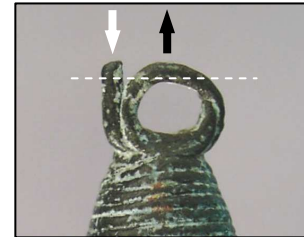


Figura 11.41.
Cascabel 3-sn-3

Sin embargo, se puede ver que en esta posición el embudo no está conectado al punto más alto del cascabel. El aire dentro del molde debería haberse juntado en el espacio arriba de la línea blanca y haber evitado así que se completara la argolla. Solamente si el molde tenía un respiradero en el punto más alto (flecha negra) o paredes de molde tan permeables que los gases podían escapar a través de ellos, era posible llenar bien el molde. En ninguno de los cascabeles del Templo Mayor se identificaron huellas de un respiradero. Los ejemplos de moldes que se han encontrado en América (ver **Subcapítulo 6.1.**) tampoco parecen indicar la presencia de respiraderos. Lamentablemente no existen análisis detallados de

la composición y de las propiedades del material de molde para verificar si los gases podían escapar. Long (1964:191) en su experimento utilizó respiradores suficientemente finos para evitar que el cobre fundido se metiera, mientras que el aire logró salir. El éxito de este método implica que puede haber existido un respiradero en el punto más alto de la argolla, sin que se formara una rebaba. Además, en la argolla había la posibilidad de cortar la rebaba de metal que podría dejar un respiradero, sin haber dejado una huella fácilmente identificable. En todo el resto del cuerpo eso es más difícil, y si se trata de una superficie de filigrana falsa, casi imposible. Este tipo de respiradero probablemente no es fácilmente identificable en los restos de molde. Más experimentos serán necesarios para poder asegurar las posibilidades de este método. En este momento tampoco es posible descartar el uso de crisol-moldes o la fuerza centrífuga para hacer el metal entrar al molde.

Aunque no se han encontrado moldes de cascabel procedentes del centro de México, varios de los cascabeles contienen restos de sus núcleos o núcleos enteros. El color negro y el grano fino de los núcleos parecen indicar que se trata de mezclas de arcilla con carbón. Futuros estudios de su composición podrán añadir información a nuestro entendimiento de la construcción del molde. Lombardi (2002) y Lombardi y Vidale (1998) realizaron estudios petrográficos, químicos y paleontológicos en los núcleos de unas estatuas, y con eso identificaron su posible región de producción. Estudios parecidos también fueron llevados a cabo en núcleos de esculturas de Nigeria, por Slater y Willett (1988), utilizando NAA.

Otros aspectos del proceso de producción que no dejan su huella directa en el objeto, lo constituyen el material y la elaboración del modelo y del molde. La información con respecto a estas temáticas procedente de la etnohistoria (Anderson y Dibble 1950-82 vol.IX:74; Cortés 1989:70), etnografía (Reeves 1962), experimentos (Hawley 1953; Long 1964; Verlinden 1986; Schneider 1989; Bareham 1994), experiencia y estudios modernos (Murphy 1954; Heine y Rosenthal 1955; Hall 1971, Feinberg 1983:29; Rice 1987:51, 66-7; Freestone 1989: 155, 159, 160; Campbell 1991; Mills y White 1994:99; Metals Handbook varios volúmenes) y de hallazgos arqueológicos en otros lugares del mundo (Wainwright y Spratling 1973; Spratling 1979; White 1988:178; Schneider 1989) ha sido reportada y evaluada en otro lugar (Schulze 1999, ver también **Subcapítulo 6.1.**).

Defectos de fundición: Los defectos que se pueden encontrar en los cascabeles también dan información sobre el proceso de fundición y sus deficiencias. Grinberg (1996:464) indica que uno de los defectos más frecuentes en los objetos

mesoamericanos son porosidades. La autora vincula esta falta de fundición con el uso de temperaturas muy altas y la resultante adsorción de gases (principalmente hidrógeno y oxígeno, ver **Subcapítulo 6.1.3.1.**) que al solidificar el metal son rechazados como vapor de agua, e interpreta que “los indígenas no tenían problemas para mantener altas temperaturas en los crisoles para fundir los metales”. Monroe (2005:1), sin embargo, hace notar que la porosidad también se puede deber a aire atrapado en el molde o a reacciones del metal con la pared del molde, entre otras razones. En los cascabeles especiales del cenote sagrado de Chichén Itza, Grinberg y Franco (1980a:198, también Franco y Grinberg 2001:24) identificaron porosidad y traslajos. Eso las lleva a la siguiente conclusión:

“Esto nos hace pensar en que, si bien lograban alcanzar temperaturas de fusión muy altas, lo que generaría la porosidad, el llenado de los moldes no era lo suficientemente rápido, lo que produciría los traslajos”.

En el estudio de cuatro cascabeles de filigrana falsa procedentes de las excavaciones del metro en la ciudad de México, Grinberg y Franco (1980b:176) identificaron una menor cantidad de porosidad y una mayor cantidad de rebaba, que explican con la presencia de plomo y el supuesto aumento de la fluidez¹⁰⁶ del metal.

Sin embargo, resulta muy difícil juzgar la eficiencia del proceso de producción a partir de la cantidad y la naturaleza de defectos que los objetos ofrendados presentan, dado que solamente los objetos que podían cumplir con su función (como ofrenda, no necesariamente como cascabel) fueron utilizados. Los demás objetos probablemente fueron refundidos o descartados.

Como se indica en el **Subcapítulo 8.1.** los cascabeles *Periformes* tienen, con 13.1 % la porción más alta de faltas de fundición de los cascabeles de las cuatro formas básicas. Eso se puede deber a su mayor tamaño (con respecto a las otras formas) o un mejor estado de conservación (que hace más fácil reconocer los defectos). Además, las faltas de fundición aquí contadas también incluyen errores en la elaboración del modelo de cera, que es más fácilmente identificable en el caso de los cascabeles *Periformes*. La gran mayoría de defectos observables, sin embargo, son faltantes, en muchas ocasiones en el hombro del cuerpo del cascabel, donde está conectada la argolla (ver **Figura 11.42.**). Esta parte del cascabel no solamente es uno



Figura 11.42.
Cascabel con defecto de fundición (cascabel 3-sn-3)

¹⁰⁶ Probablemente no es la fluidez lo que aumentó sino la colabilidad (ver discusión arriba).

de los últimos en ser llenado (si el bebedero está conectado a la argolla) sino también es allí donde el metal líquido choca contra el núcleo al entrar al molde. Este cambio de dirección del flujo del metal puede causar turbulencias y una zona de baja presión. Si la pared del molde es permeable, puede entrar aire que crea una burbuja o *vena contracta* (ver **Subcapítulo 6.1.3.1.** y Schulze 1999:41) que al solidificarse el metal se presenta como faltante.

Los cascabeles *Periformes* con > 1 % de estaño, arsénico o plomo (incluyendo los que tienen > 1 % de más de uno de estos elementos) tienen todos entre 30 – 35 % de faltas de fundición. Solamente los cascabeles *Periformes*, que tienen una composición que no contiene elementos > 1 % (42 cascabeles), presentan, con 45 % de defectos, un nivel marcadamente más alto. Eso se puede deber a los problemas vinculados con la alta temperatura de fundición y solidificación del metal, en combinación con un proceso y moldes poco adecuados para enfrentar eficazmente los problemas de adsorción (en estado líquido) y rechazo (al solidificar) de gases. Entre los cascabeles *Periformes* no se puede identificar una tendencia clara del número de faltas de fundición a lo largo del tiempo.

Los cascabeles *Globulares* tienen un porcentaje de faltas de fundición considerablemente menor (0.9 %) que los cascabeles *Periformes*. El bajo número de casos (que solamente pertenecen a las etapas constructivas IVb y VII) no permite identificar una tendencia clara. Sin embargo, el aumento de estandarización y eficiencia sugerido especialmente para los cascabeles *Globulares* en las últimas etapas constructivas, hace esperar un nivel más bajo de cascabeles defectuosos. La disminución de 3.8 % de casos con defecto de fundición en la etapa IVb a 0.7 % en la etapa VII no es muy grande y, considerando el número de casos, probablemente no muy significativo. Sin embargo, por lo menos no contradice las tendencias identificadas con respecto a la organización del trabajo.

Microestructura de los cascabeles: La microestructura de un objeto metálico puede revelar información importante sobre el proceso de producción, especialmente sobre el tratamiento térmico y mecánico. Para el análisis, es necesario tomar una muestra del objeto, lo que hace necesario dañar la pieza bajo investigación. La muestra es montada en una resina y pulida. La superficie es observada bajo un microscopio en su estado pulido y después de ser atacada con un químico (ver Scott 1991).

La forma equiaxial o dendrítica de los granos de metal da información sobre la concentración de aleante(s) y / o un posible recocido después de la fundición del metal.

La deformación de los granos indicaría un trabajo mecánico del metal como último paso, sin una recristalización inducida por un recocido. El tamaño de los granos da información sobre la rapidez de la solidificación y la presencia de diferentes fases en las dendritas (cambio de composición del centro a la superficie de las dendritas o *coring*) o las inclusiones no metálicas muestran el grado de heterogeneidad del metal (ver Scott 1991; Dubox 1974).

Probablemente por su naturaleza destructiva, no existen muchos ejemplos de análisis de las microestructuras de piezas metálicas prehispánicas (Faber y Gordon 1986:58). Pero aun así existen algunas micrografías que comprueban, por la existencia de una estructura dendrítica continua, que los cascabeles fueron vaciados y no martillados o soldados de alambres. Uno de estos análisis existentes es de un cascabel mexicano

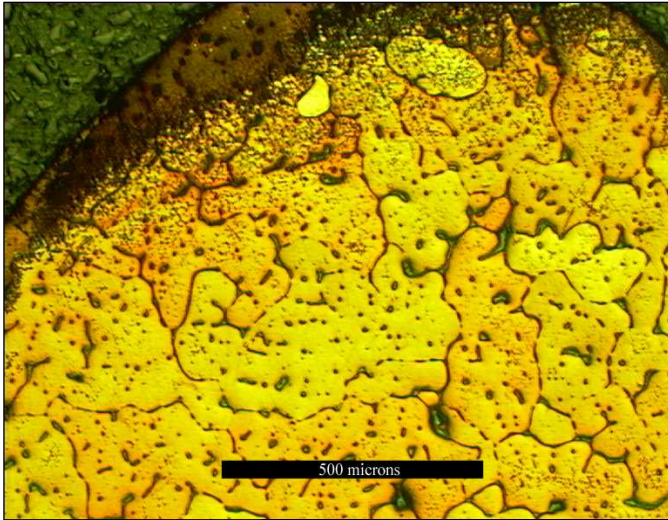


Figura 11.43. Aleación de cobre-plomo (10 % Pb) producida experimentalmente. El plomo es segregado y define las dendritas del cobre (molde B XVII). (de Schulze 1999:45).

periforme con filigrana falsa, que tiene una composición de cobre-plomo con > 4 % Pb, que fue encontrado en el cenote de Chichén Itzá (Lothrop 1952:Tabla XXX, análisis 151, fig. 86c). El cascabel tiene una estructura dendrítica con grandes inclusiones no-metálicas y muestra importante presencia de corrosión. La identificación de granos equiaxiales indica un –por lo menos parcial– recocido del cascabel (Harvey 1952:118). El recocido de este cascabel no tiene un sentido

metalúrgico funcional evidente. Por supuesto, no es posible excluir la posibilidad de un recocido accidental durante el uso del cascabel (por ejemplo, la caída accidental a un fuego u horno) o como parte de un ritual. Otra posibilidad es el ‘autorecocado’ del cascabel en el molde después de vaciado. Especialmente si el molde es colocado en arena (por ejemplo, en una olla) y precalentado a una temperatura muy alta, existe la posibilidad de un enfriamiento tan lento que lleva a un recocido ‘automático’. Esta posibilidad ya ha sido identificada en los experimentos de Schulze (1999:44). Aun si lo observado en el cascabel estudiado por Harvey probablemente era un caso especial, apoya la idea de un enfriamiento lento, probablemente en moldes precalentados y colocados en arena caliente.

También la comparación de los tamaños de las dendritas de una aleación enfriada lentamente (**Figura 11.46.**) y otra rápidamente (**Figura 11.45.**) con la micrografía de la estructura de un cascabel prehispánico del Occidente (ver **Figura 11.44.**, tomado de Hosler 1994a:136, fig. 5.3) indica que el ejemplo prehispánico, probablemente, fue enfriado lentamente.

Asimismo, la distribución de inclusiones no-metálicas y de metales que no entran completamente en solución sólida con el cobre (por ejemplo, plomo, ver **Figura 11.43.**) puede proporcionar información interesante. Hosler (1986:70) describe la micrografía de un cascabel e indica que las inclusiones están arbitrariamente distribuidas en toda la muestra, pero con mayor densidad en el área de la protuberancia en la argolla. Sugiere que la protuberancia representa el bebedero y que las inclusiones, que flotan en el crisol, entraron con el último metal. Arsandaux y Rivet (1921:273) encontraron un cascabel cuya argolla, en contraste al cuerpo, no contenía plomo. Si el metal se mantuvo líquido dentro del molde suficiente tiempo, eso puede ser el resultado de una segregación por gravedad. Si, por otro lado, ya había una segregación en el crisol, se tendría que esperar una mayor concentración de plomo cerca del punto de entrada del metal. Dar vueltas al metal líquido antes del vaciado, probablemente puede reducir este efecto. Más análisis van a tener que resolver esta duda.



Figura 11.44. Pared y cinturón de un cascabel de cobre-arsénico (12.28 % As). Atacado con dicromato de potasio y ácido hidroclicórico (de Hosler 1994a:136)

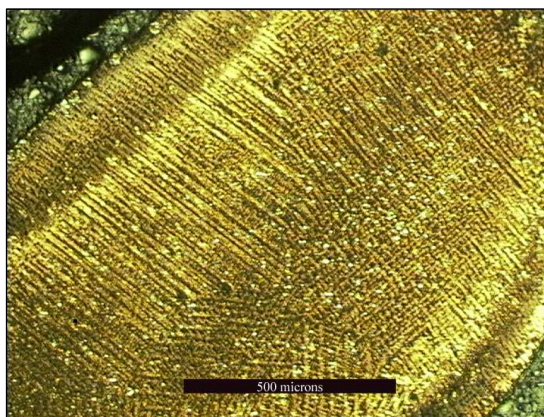


Figura 11.45. Pared de un cascabel de cobre-estaño (10 % Sn) vaciado en molde sin precalentar (de Schulze 1999:45)

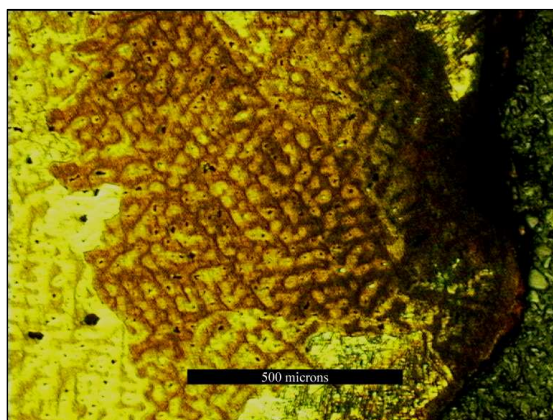


Figura 11.46. Aleación cobre-estaño (10 % Sn) vaciado en molde precalentado (de Schulze 1999:44)

11.4.3. El proceso de postproducción

En el **Subcapítulo 6.1.3.3.** se resumió la información disponible sobre el tratamiento de las superficies de objetos de metal. Sin embargo, los cascabeles del Templo Mayor, por su mal estado de conservación, no permiten la observación de las superficies originales. Eso limita considerablemente las posibilidades de entender los procesos de postproducción. Aun así, se pueden mencionar algunos puntos generales. La postproducción en buena parte sirve para eliminar las huellas que deja la producción, y para destacar o cambiar el aspecto de la superficie del metal, principalmente el brillo. Los métodos usados con estos fines son mecánicos y químicos.

La inversión de trabajo necesario para poner el objeto en el estado deseado depende, por un lado, del futuro uso y, por otro, de la cantidad de hullas que dejó el proceso de producción. Plazas y Falchetti (1978:34-5) y Falchetti (1989:6) reportan que en Colombia los objetos empleados como ofrendas muchas veces no recibieron un tratamiento postproductivo y conservan aún los conductos y embudos de fundición. Buen ejemplo de esta práctica son los tunjos de la cultura muisca, que no fueron terminados ni pulidos (Plazas y Falchetti 1978:44). En contraste, los cascabeles del Templo Mayor recibieron un tratamiento después de ser liberados del molde: se cortaron los conductos del bebedero y en la mayoría de los cascabeles se retiró el núcleo de fundición. Con base en sus experimentos, Blanca Maldonado (2005) calculó tres horas para el pulido y acabado del cascabel bajo condiciones prehispánicas. Eso, en conjunto con la liberación del cascabel de su molde (1 hora)¹⁰⁷ constituye casi un tercio del tiempo calculado para la completa elaboración de un cascabel (13.16 horas). Sin embargo, en el caso de los cascabeles del Templo Mayor el proceso de producción probablemente fue llevado a cabo de tal manera que resultó comparablemente sencillo remover los conductos sin dejar hullas importantes en la superficie del objeto. Aun así, es poco probable que los cascabeles salieran resplandecientes de su molde. La permeabilidad del material del molde, necesaria para dejar salir los gases en el momento del vaciado, también puede permitir el contacto del metal caliente con oxígeno. Eso, en conjunto con pequeñas fisuras en el molde que aparecen por causa de un secado demasiado rápido o el estrés térmico, puede dar origen a una capa de óxidos de color oscuro en el metal (ver Schulze 1999:43). Remover esta capa es posible con un abrazante fino, por ejemplo el polvo de pedernal, *tecpaxalli*, mencionado en el *Códice Florentino* (Anderson y Dibble 1950-82 vol.XI:238), o con ácidos similares a los que se usan en el proceso del dorado por eliminación (ver Plazas y Falchetti 1978:35; Lechtman 1984a:26-7 y **Subcapítulo 6.1.3.3.**). En el *Códice Florentino* se hace referencia a este químico como ‘medicina de oro’¹⁰⁸ y se menciona alumbre (Anderson y Dibble 1950-82 vol.IX:73-5). Otra posibilidad son jugos ácidos de plantas (ver por ejemplo Torres y Franco 1996:101).

¹⁰⁷ Aunque no existen mediciones exactas de tiempo, los experimentos de Schulze (1999) hacen pensar que la liberación del cascabel de su molde, incluyendo la extracción del núcleo, pueden realizarse en menos tiempo. Eso parece probable especialmente si la composición del material utilizado en la elaboración del molde es poroso y friable.

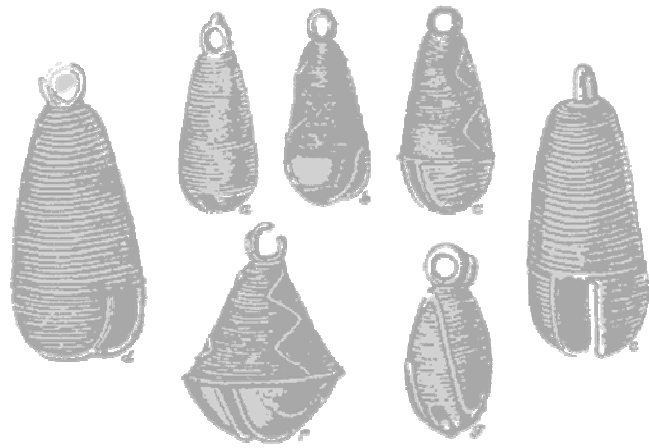
¹⁰⁸ Easby (1955-1957:96) interpreta esta descripción, probablemente correctamente, como el uso de la técnica del dorado por eliminación.

Resumen

En resumen, se puede decir que este subcapítulo ha mostrado la importancia de entender bien los procesos tecnológicos y la estructura de los datos analíticos para poder llegar a interpretaciones válidas con respecto a los objetos resultantes. Por eso es de gran importancia no ver las decisiones a lo largo del proceso como binarias (¿bronce o cobre puro?). Aunque el proceso de la fundición a la cera perdida, especialmente de objetos con paredes tan delgadas como los cascabeles, es altamente complejo y no muy estable, existen varias maneras de resolver los problemas, cambiando los diferentes parámetros del proceso y de los materiales utilizados. Esta ‘libertad’, dentro de los límites que marcan las rígidas leyes de la física, permite amplias influencias ideológicas, económicas y sociales sobre el desarrollo del proceso. El logro de los metalúrgicos prehispánicos, entonces, no fue crear y reproducir una aleación específica con determinadas propiedades, sino saber manejar el proceso de producción de tal manera que funcionaba con un amplio espectro de diferentes aleaciones.

Con base en la información recopilada en este subcapítulo se puede decir, entonces, que –contrario a lo que las investigaciones de Hosler en el Occidente de México hacen suponer– la selección de las aleaciones para los cascabeles mesoamericanos probablemente no obedecía a tres o cuatro objetivos claros: “... vaciar un cascabel grande, delgado, y con elementos complejos que también se viera dorado o plateado” (Hosler 1997:18). Los datos de composición de los cascabeles del Templo Mayor más bien parecen indicar el uso de un amplio espectro de diferentes aleaciones y un limitado control de las concentraciones de los aleantes. Aun así, ciertas de las aleaciones empleadas dan propiedades a los metales que pueden tener un impacto benéfico directo sobre algunos parámetros del proceso de producción. El plomo, por ejemplo, que se encuentra con mayor frecuencia y en mayor concentración en los cascabeles *Periformes*, puede haber aumentado la colabilidad de la aleación y con eso asegurado la buena reproducción de los detalles de la superficie de la filigrana falsa. Los cascabeles *Globulares*, por otro lado, fueron elaborados en su mayoría de cobre con estaño. Esta aleación asegura una baja temperatura de solidificación del metal y probablemente facilita la producción de cascabeles ‘en serie’. Todas las decisiones tomadas a lo largo del proceso de producción tienen un impacto directo sobre el producto final y con eso sobre la necesidad de trabajos de postproducción.

PARTE 6: RESULTADOS Y APORTACIONES



12. RESULTADOS Y APORTACIONES

El presente capítulo no lleva el título de ‘Conclusiones’, porque se espera que este trabajo, en vez de *concluir* (en el sentido de *terminar*) una vertiente de investigación, pueda estimular una mayor integración de los análisis de las ciencias materiales y de los estudios arqueológicos / antropológicos de la cultura material en el futuro. Los metales marcaron profundamente el desarrollo de este continente, y en ellos, tanto en su forma y uso como en su microestructura y composición, se conservó un registro de varios aspectos relevantes de esta historia. Por eso es tan importante no dar este estudio por *concluido*, sino entenderlo como un paso que generó resultados y aportaciones hacia un camino más largo. Además, no hay que perder de vista que, aunque los cascabeles son los objetos de análisis, el objeto de investigación es la cultura mexicana. La naturaleza compleja del trabajo de los metales implica que se toquen muchos aspectos de la vida al intentar entender todos los factores que influyen en las decisiones a lo largo del proceso de producción metalúrgica. Aunque eso permite abrir una ventana bastante grande al pasado, no se debe olvidar que el Templo Mayor, centro real y simbólico del poder mexicano (Matos Moctezuma 2005:15), es un lugar especial: muchas fuerzas de la vida general pierden su potencia allí, mientras que aplican reglas y limitantes que no hay en otras esferas. Los resultados aquí presentados por el momento, entonces, solamente tienen validez para los cascabeles y algunos aspectos generales vinculados al Templo Mayor.

Base teórica

Las consideraciones teóricas del **Capítulo 5**. permitieron resolver el aparente conflicto entre las ‘dos culturas’ (humanidades y ciencias duras) al reconocer que los datos generados con los métodos de las ciencias de ‘bata blanca’ tampoco reflejan realidades indisputables, sino que tienen que ser contextualizados e interpretados igual que los datos de las ciencias sociales. El vínculo directo que une la arqueología antropológica con la física, química y demás ciencias ‘duras’ es que estas últimas pueden hacer ‘visibles’ las decisiones tecnológicas de culturas pasadas. Los datos así generados, por otro lado, solamente pueden cobrar sentido en su contexto cultural. Eso quiere decir que tanto las humanidades como las ciencias duras no pueden prescindir una de la otra para llegar a resultados que tengan *sentido* (eso se vuelve muy evidente al ver los resultados de los análisis de cascabeles corroídos, que solamente se dejan interpretar en combinación con su contexto cultural): los datos analíticos *son* datos culturales.

Estos datos permiten una evaluación a tres niveles:

- a) La *decisión tecnológica*, donde el individuo decide cómo hacer algo. Sin embargo, el individuo como agente no es libre de las influencias de la estructura cultural que lo rodea, y sus decisiones expresan en buena medida las normas y reglas válidas en este contexto.
- b) La cadena operacional, o *chaîne opératoire*, articula las decisiones tecnológicas en un proceso que está insertado en un contexto social.
- c) Por último, la *historia de vida* del artefacto producido está definida aquí como abarcar todos los movimientos de la materia prima y del artefacto, desde el yacimiento hasta su deposición en el contexto arqueológico. Esta perspectiva sobre el artefacto lo coloca en un contexto geográfico cultural más amplio y permite hacer comparaciones con artefactos parecidos con una procedencia distinta.

La *decisión tecnológica*, la *cadena operacional* y la *historia de vida* son tres herramientas que permiten colocar a los cascabeles en sus ámbitos ideológico, social, económico y tecnológico a diferentes escalas geográficas. En este contexto el artesano que elabora el cascabel y el usuario que lo manipula son agentes en constante negociación entre su individualidad y la influencia cultural de la sociedad que los rodea.

Metodología de análisis

Se realizó un estudio holístico, aprovechando el más amplio espectro de fuentes de información posible: arqueológica, etnohistórica, etnológica, experimental, arqueometalúrgica y metalúrgica. La información de cada uno de estos tipos de fuentes de información tenía que ser críticamente evaluada por su relevancia y validez en el presente caso. La información es complementaria y en conjunto logró crear una imagen muy detallada de los cascabeles, del proceso de su producción y uso y de su contexto ideológico, económico, social y tecnológico.

Los procesos analíticos de los cascabeles de la Bodega de Decomisos y de la colección del Museo del Templo Mayor permitieron la experimentación con una novedosa metodología analítica. Mientras que las condiciones de la primera colección permitieron la preparación de los cascabeles para el análisis (retirar parte de la capa de corrosión) y el traslado de los cascabeles a las instalaciones del IF-UNAM para su análisis con PIXE, la colección del Templo Mayor se analizó en la bodega de este museo, utilizando el prototipo de un XRF portátil, desarrollado en el IF-UNAM, sin eliminar la capa de óxidos.

Los resultados de los análisis de los cascabeles de la Bodega de Decomisos permitieron reconocer claras agrupaciones de composición que coinciden con

agrupaciones morfológicas. El amplio espectro morfológico de los cascabeles se refleja en una amplia gama de diferentes composiciones. La variabilidad en estos dos parámetros es expresión directa de las diferentes procedencias (desconocidas) de los cascabeles de esta colección. Eso permitió utilizar los resultados como representación de la posible variabilidad de formas y composiciones de los cascabeles mesoamericanos, y así tener una referencia para juzgar el grado de variabilidad en la colección del Templo Mayor.

Los resultados de los análisis de los cascabeles del Templo Mayor se obtuvieron con análisis XRF no-invasivos (*non invasive*), dejando intacta la capa de óxidos. Inicialmente eso hizo dudar de la confiabilidad de los resultados, debido a la eliminación y el enriquecimiento diferencial de algunos elementos en la capa de corrosión. Sin embargo, una comparación de los resultados de análisis del metal pulido y de la capa de óxidos mostró que, aunque sí existe una diferencia, ésta es considerablemente más pequeña que la diferencia que separa ambos resultados de los de una muestra de referencia. Eso implica que la heterogeneidad de los metales arqueológicos solamente permite una reducida confiabilidad con respecto a resultados individuales de análisis, sin importar si se trata de muestras preparadas o no. La validez de los resultados de los análisis del Templo Mayor otra vez se pudo confirmar con la formación de grupos composicionales que coincidieron con agrupaciones morfológicas, cronológicas, etcétera. Los intervalos de concentración de los elementos identificados son muchas veces muy grandes, hecho que probablemente se debe en parte a la presencia de las capas de corrosión. Por eso era importante tener varias muestras para cada una de las agrupaciones morfológicas y cronológicas, que entonces permitieron identificar tendencias claras, aun si el resultado individual no tiene mucha validez. Para el presente trabajo, este acercamiento analítico generó la cantidad y calidad de datos suficientes. Sin embargo, esta metodología de trabajo permite además seleccionar, en un próximo paso, unas muestras para otros tipos de análisis (por ejemplo PIXE, metalografía, etcétera), ya con una idea clara de su representatividad.

Síntesis de información

La arqueometalurgia en México no es un campo nuevo, pero muy pocos investigadores se han dedicado al estudio de los metales del pasado. Los trabajos realizados muchas veces han tenido un carácter marcadamente regional, sin hacer el intento de contextualizar la información con los datos procedentes de otras regiones. Eso llevó a un tipo de 'balcanización' de las investigaciones y creó la impresión de realidades completamente desvinculadas. La recopilación de los diversos datos existentes permitió

su contextualización y evaluación con una perspectiva más amplia en este trabajo. El contexto arqueológico mesoamericano, sea por falta de investigación, por vestigios arqueológicos muy efímeros o actividades muy dispersas o de baja intensidad, no ofrece mucha información con respecto a los procesos metalúrgicos. La información sobre el manejo y el significado de los metales de otras zonas metalúrgicas americanas puede, por eso, servir para dar ideas para la interpretación de la fragmentaria información mesoamericana. Una descripción de las técnicas de trabajo de metales empleadas en América da una impresión de la amplia gama de posibilidades que los metalúrgicos prehispánicos tenían y sabían aprovechar en algunas de las zonas metalúrgicas.

La síntesis de toda esta información describe el universo de posibilidades que hace resaltar las particularidades del manejo de los metales en México, y especialmente en el Templo Mayor. No se puede hablar de *decisiones tecnológicas* sin conocer las *posibilidades tecnológicas*. La recopilación de esta información, en conjunto con la amplia bibliografía, sirvió como punto de referencia en este estudio y puede servir como punto de partida para nuevas investigaciones.

Generación de nuevos datos analíticos

En el transcurso de esta investigación se revisaron un total de 3,682 cascabeles de cobre y sus aleaciones, pertenecientes a las colecciones de la Bodega de Decomisos (293) y del Museo del Templo Mayor (3,389). La totalidad de éstos fue medida y descrita y los datos cuantificables unidos en una tabla MS Excel. Los tamaños, formas básicas y ornamentaciones de los cascabeles permitieron establecer grupos morfológicos que formaron la base de posteriores comparaciones (entre las colecciones y dentro de la colección del Templo Mayor) y de la selección de muestras. Como arriba se anotó, los cascabeles de la Bodega de Decomisos fueron trasladados a las instalaciones del IF-UNAM y se analizaron 68 objetos con PIXE, después de retirar la capa de óxidos. De los cascabeles del Templo Mayor, se analizaron 790 en la bodega del museo sin preparación de las muestras, utilizando un XRF portátil. Con muy pocas excepciones, se hizo más de un análisis de cada cascabel. De estos análisis solamente se incluyeron en los siguientes pasos de la investigación los que generaron un conteo > 350,000, para así eliminar los cascabeles que contuvieran los más bajos contenidos de metal sano y los análisis que, por ejemplo a causa de las irregularidades de la superficie, no resultaron en conteos completos. Después de esta reducción de la muestra se calcularon las composiciones semi-cuantitativas de 567 cascabeles. Éste es el grupo más grande de cascabeles analizados en Mesoamérica. La clasificación morfológica de

éstos y su cronología relativa, por la pertenencia a diferentes etapas constructivas del Templo Mayor, permitieron ver diferencias entre las agrupaciones y un desarrollo a lo largo del tiempo. Especialmente, esta diferenciación cronológica de las formas y composiciones es un elemento que otras colecciones (donde la mayoría de los cascabeles proviene de contextos desconocidos) no ofrecen.

En ambas colecciones analizadas se pudieron detectar claras agrupaciones por composición, lo que permitió utilizar los datos como base para las interpretaciones posteriores.

Incorporación de los resultados analíticos en el contexto cultural del centro de México y de Mesoamérica

- **Contexto ideológico:** El estudio de los contextos y maneras de uso de los cascabeles dieron indicaciones sobre su valor ideológico y significado. El cobre no aparece mucho en las fuentes etnohistóricas mesoamericanas. Mientras que oro y plata reciben mucha atención, tanto con respecto a su uso como a su significado, el cobre parece ser un metal sin valor ideológico. Sin embargo, el uso del cobre en muchos contextos de gran importancia simbólica (como las ofrendas del Templo Mayor) hace parecer poco probable que este metal no tuviera un valor alto y un significado bien definido. Además, la alta inversión de trabajo necesario y el complejo y 'mágico' proceso de la extracción del metal y de la elaboración de los artefactos metálicos también resaltan la importancia de éste. En la zona Intermedia, por ejemplo, el cobre con su color rojizo parece estar vinculado con los conceptos de la transformación, lo femenino y la luna. En Mesoamérica se pueden encontrar estos conceptos también en relación con los cascabeles. Muchos dioses llevan cascabeles en sus atavíos, pero algunas deidades parecen estar vinculadas constantemente con este tipo de artefacto: Coyolxauhqui, la hermana de Huitzilopochtli y diosa guerrera lunar; Tlaltecuhli, la diosa de la tierra, en su aspecto femenino y sin elementos de Tlaloc; y, por último, los dioses del pulque. Además, dos de los principales aleantes, estaño y plomo, están vinculados con la luna. También parece existir una conexión con los guerreros, y un solo cascabel parece haber sido un elemento importante de ofrenda en los entierros de altos gobernantes. En los códices se pueden encontrar varias representaciones de bultos mortuorios con ofrendas que incluyen un cascabel, y en el Templo Mayor se excavaron dos urnas mortuorias que contenían un cascabel de oro cada uno. No queda claro qué tanta importancia tiene el material (oro en vez de cobre) en estos casos. En general, sin embargo, parece posible distinguir un vínculo de los cascabeles con los conceptos de muerte y transformación. Dentro de

las ofrendas parece existir una asociación con el nivel que representa el inframundo y con elementos como los *tecpatl*, máscaras-cráneo y espadartes de un pez sierra, entre otros.

Aun si estas vinculaciones parecen crear una imagen coherente, hay que mencionar que los cascabeles de cobre se encuentran en un amplio espectro de contextos, tanto arqueológicos como en las fuentes etnohistóricas. Eso parece indicar que probablemente había diferentes niveles de significado, de los cuales aquí solamente se trazó uno. El cambio de la forma de cascabel más utilizada a lo largo de las etapas constructivas del Templo Mayor (de *Periforme* a *Globular*) y el aumento de cascabeles que todavía contenían su núcleo (evitando así que sonaran) parece indicar que el significado –o por lo menos la representación física de este significado– no fue inmutable.

Aunque no se puede excluir la posibilidad de que el color de los cascabeles jugara un papel importante, no parece haber sido un color particular sino más bien la variabilidad y el amplio espectro de colores. Este espectro de colores –aunque no observable en los cascabeles directamente a causa de la capa de corrosión que cubre el metal– se ve reflejado en la gran gama de aleaciones que se identificaron en los cascabeles del Templo Mayor.

- **Contexto económico:** Los cascabeles de cobre con un gran espectro de diferentes formas y tamaños circulaban en toda Mesoamérica. Aunque el largo y complejo proceso de producción hace pensar en los cascabeles como objetos de lujo o de élite, las fuentes etnohistóricas indican que no había ningún tipo de restricción de acceso a ellos. No queda claro si eso pudo haber sido expresión de una influencia española. En las mismas fuentes hay indicios de movimientos de cascabeles y de su materia prima por varias *vías económicas*, incluyendo el tributo, el comercio –tanto en mercado como de larga distancia–, el regalo y probablemente también el botín de guerra. Debido a la dificultad para identificar los yacimientos de los metales y relacionarlos con los objetos –sea por las concentraciones de los elementos traza o los isótopos de plomo–, no se puede determinar la procedencia del metal de los cascabeles del Templo Mayor. La mayoría de los metales usados en las aleaciones de los cascabeles se encuentran en varias regiones mesoamericanas. Eso hace posible que hubiera múltiples lugares de extracción de limitados volúmenes de minerales. Solamente la presencia de estaño se concentra casi exclusivamente en la Meseta Central. Aparte de eso, existen indicaciones de algunos yacimientos en Occidente. El aumento del uso de este metal en las últimas etapas constructivas del

Templo Mayor puede ser el resultado de las conquistas de Ahuítzotl, quien extendió el imperio hasta la costa del Pacífico. De ninguno de los metales empleados se sabe mucho sobre la organización de la extracción, pero parece que normalmente quedó en las manos de las poblaciones locales.

Varios datos señalan que la producción de los cascabeles del Templo Mayor fue local, inclusive si todavía no se han podido identificar vestigios arqueológicos de talleres en o cerca de Tenochtitlan. El espectro de formas básicas de los cascabeles del Templo Mayor es muy reducido y la variación de los tamaños de una misma forma básica tampoco es grande. En esta baja variabilidad la colección de cascabeles del Templo Mayor difiere considerablemente de la colección del Museo Regional de Guadalajara, y aún más de la colección de cascabeles de la Bodega de Decomisos. Ambas tienen un espectro más amplio de formas y tamaños. La homogeneidad de los cascabeles del Templo Mayor parece indicar una procedencia de pocos o incluso un solo taller. Eso hace muy improbable que los cascabeles fueran ‘importados’ desde diferentes lugares del imperio azteca, sea por comercio o tributo. Otro punto es que las aleaciones usadas en los cascabeles ofrendados en el Templo Mayor difieren de las aleaciones empleadas en otras regiones. Las aleaciones que se utilizaron para más de dos tercios de los cascabeles *Periformes* analizados contienen plomo, que no se utilizó en otras regiones. Aunque los cascabeles *Globulares* de las últimas etapas constructivas del Templo están elaborados con una aleación parecida a la de los cascabeles globulares de Occidente, la concentración de estaño empleada es considerablemente más alta en los del Templo Mayor. Más análisis van a tener que excluir la posibilidad de un aumento de la concentración de este metal en la capa de óxidos.

Una producción local hace posible que los cascabeles fueran producidos expresamente para las ofrendas. La gran homogeneidad, los cascabeles con núcleos y los grandes números de éstos requeridos en ocasión de las ofrendas hacen parecer poco probable otras posibilidades de abastecimiento, aun si las fuentes etnohistóricas mencionan sacerdotes que compraban objetos requeridos para el culto en el mercado. Incluso si los cascabeles mismos probablemente no fueron comprados en el mercado, ni entregados como tributo, es muy posible que la materia prima sí llegara por estas vías económicas a los almacenes reales y fuera redistribuido desde allí.

- **Contexto social:** Mientras que el estatus del oro como marcador social es evidente en Mesoamérica, el cobre tiene –como se anotó arriba– una posición más

ambivalente. La pérdida de importancia del cobre con respecto al oro en las fuentes puede deberse a la influencia del punto de vista de los españoles. El uso de otros materiales de élite, como por ejemplo el jade, indica que los metales preciosos todavía no los habían reemplazados por completo, como ya había sucedido en Centroamérica.

Incluso si no existe mucha información sobre los metalúrgicos, parece que su estatus elevado era comparable al de otros artesanos de materiales de alto valor, pero había una diferenciación dependiendo del metal que trabajaban y de la técnica que utilizaban. Además, las fuentes etnohistóricas indican que existían diferentes tipos de organización del trabajo metalúrgico paralelamente. El hecho de que objetos de metal llegaran como tributo de algunas provincias comprueba que la producción metalúrgica no estaba completamente centralizada en o muy cerca de la capital, Tenochtitlan. Las fuentes además dejan en claro que algunos de los vendedores de objetos de diversos metales en el mercado también producían su mercancía. Eso señala hacia la existencia de pequeños talleres independientes. Por otro lado, había talleres asociados al palacio del *tlatoni* y artesanos que recibían su materia prima de los almacenes imperiales y respondían directamente al gobernante. Los metalúrgicos supuestamente estaban concentrados en Azcapotzalco. No queda claro si los artesanos que, según las fuentes etnohistóricas, comían en el palacio eran otros, con talleres en Tenochtitlan, o los mismos de Azcapotzalco.

Las descripciones de la gran gama de diferentes tareas o especialistas en las fuentes etnohistóricas distinguen entre los expertos que trabajan oro o cobre por fundición o por martillado. Aparte de esta división general parecen haber existido expertos para los diferentes pasos del trabajo. Todo eso hace muy probable que existiera una división de tareas, la cual se presta al complejo proceso de trabajo metalúrgico. Sin embargo, no queda claro qué tan exclusiva es esta separación y si, por ejemplo, los *tecuitlahua* nunca trabajaban cobre, y si los *tepuzpitza* solamente fundían cobre sin involucrarse en los demás pasos del trabajo. Los vestigios arqueológicos de un taller grande probablemente podrán ayudar a responder a estas preguntas en algún momento. Con base en los cascabeles encontrados en las ofrendas solamente se puede decir que a lo largo del tiempo parece haber existido una tendencia hacia un aumento de la estandarización (reducción de la gama de formas básicas, de la variación dentro de la forma básica principal y del espectro de aleaciones empleadas) y una reducción de la inversión del trabajo y de la cantidad de material empleado por cascabel. Aun si los talleres de artesanos dependientes normalmente no estaban sujetos a las dinámicas de la competencia del mercado, no parece

imposible que un cambio en las necesidades rituales (pequeños cascabeles *Globulares*, a veces con núcleo, en vez de cascabeles *Periformes* funcionales con filigrana falsa) y / o un cambio de las prioridades para el uso del cobre tuvieran un efecto directo sobre los objetivos y medios de producción.

- **Contexto tecnológico:** El proceso de la producción de cascabeles de cobre a la cera perdida es largo y complejo. La técnica implica el trabajo con varias materias primas y sus respectivas tecnologías asociadas (por ejemplo cera, arcilla, metal y la pirotecnología involucrada en calentar hornos a más de 1000°C). Los artesanos tienen que tomar un sinnúmero de *decisiones tecnológicas* a lo largo del proceso que, con las fases de secado de los moldes, se extiende por varios días. En Mesoamérica no existe ni información etnohistórica, ni vestigios arqueológicos para entender cuales eran las respuestas de los artesanos prehispánicos para resolver todos los problemas a lo largo de este proceso. Los cascabeles mismos llevan algunas marcas del proceso, pero tampoco ayudan a explicar todo. Sin embargo, el trabajo experimental de varios autores y hallazgos arqueológicos en otras zonas metalúrgicas en América permitieron formular algunas hipótesis con respecto a varios puntos clave del proceso, que se tendrán que verificar experimentalmente en el futuro. Específicamente, se trata del diseño del molde (material usado, colocación de bebedor y respiradores, conexión de crisol y molde, etcétera) y del proceso de llenado de los moldes con el metal fundido (precalentamiento de los moldes, uso de la gravedad, fuerza centrífuga o presión de gases para asegurar la entrada del metal al molde). Unos moldes para objetos producidos a la cera perdida que se identificaron en varios lugares del mundo no tenían respiradores. Eso por lo menos hace necesario utilizar un material de molde muy poroso para permitir el escape de gases y un precalentamiento del molde a temperaturas altas. También el tipo de metal (o la aleación) utilizado influye en el funcionamiento del proceso, porque diferentes aleaciones difieren en parámetros como la adsorción de gases en el estado fundido, la fluidez y colabilidad, la temperatura o el intervalo de temperaturas de solidificación, etcétera. El punto importante aquí es que no existe una sola manera de hacer funcionar el proceso. Por ejemplo, es posible elaborar cascabeles de un amplio espectro de diferentes aleaciones, mientras que los demás parámetros del proceso sean ajustados adecuadamente: el cobre puro como metal de fundición tiene la ventaja de ser altamente fluido. Sin embargo, al utilizar este metal para fundir un cascabel, el molde tiene que ser precalentado a una temperatura cerca o incluso arriba de la temperatura de fusión del cobre para evitar la solidificación antes del llenado completo del molde. Con el molde así precalentado se evita tener que sobrecalentar mucho el metal, dado que eso llevaría a la inclusión de gases en el

metal líquido, que en el momento de solidificación son expulsados y pueden causar la creación de burbujas. En objetos con paredes delgadas, éstas resultarían en faltantes. Parece probable que fuera necesario recalentar el metal después de cada cascabel vaciado. Usar plomo, por otro lado –como en la mayoría de los cascabeles *Periformes* con filigrana falsa–, puede causar que algunas aleaciones se tornen muy viscosas, pero aumenta la colabilidad del metal y se asegura una buena reproducción de los detalles de la superficie. El bronce de estaño, utilizado en la mayoría de los cascabeles *Globulares*, tiene la ventaja de tener un punto de solidificación relativamente bajo y de no adsorber grandes cantidades de gases. Eso permite un sobrecalentamiento del metal y con eso una prolongación aun mayor del tiempo antes de la solidificación. Probablemente así era posible usar el metal de un crisol para vaciar varios cascabeles en serie, sin necesidad de recalentar.

Aunque se puede ver que ciertas aleaciones parecen más adecuadas para ciertos tipos de procesos que otros, también hay que subrayar que las propiedades cambian gradualmente y algunas de éstas se conservan en amplios intervalos de concentraciones. Eso coincide con la observación de que las aleaciones no son estrictamente controladas. Las formas básicas de los cascabeles del Templo Mayor – aun si permiten observar tendencias claras de uso de aleaciones– generalmente fueron elaborados con más de una sola aleación y empleando un amplio intervalo de concentraciones del aleante. Eso parece indicar que un control más estricto de las aleaciones no fue posible o no fue considerado necesario. También se pueden proponer razones ideológicas para utilizar un aleante, como por ejemplo estaño o plomo que están asociados con la luna. En este caso, el mero hecho de contener este metal puede ser suficiente, sin importar la cantidad exacta. Aun así, las diferentes aleaciones utilizadas para elaborar los cascabeles *Periformes* (aleaciones con arsénico y / o plomo que predominaban en las etapas constructivas tempranas) y los *Globulares* (aleación con estaño, que predominaba en las etapas constructivas tardías), en conjunto con el aumento de la estandarización en las últimas etapas constructivas, parecen indicar un cambio de *tradición tecnológica* a partir de finales de la etapa constructiva V. Los cambios observables parecen indicar una mayor centralización de los procesos de toma de decisión y de los lugares de producción. Eso puede ser un cambio limitado a la organización del abastecimiento del Templo Mayor con cascabeles de cobre, o el reflejo de cambios socioeconómicos más generales, quizás vinculadas a la expansión del imperio azteca bajo el *tlatoani* Ahuítzotl.

- **Tema transversal:** Dorothy Hosler (1986, 1994a) estudió los cascabeles del Museo Regional de Guadalajara y propuso razones tecnológicas e ideológicas para explicar algunas de las decisiones de los metalúrgicos de Occidente. Su inclusión de aspectos simbólicos en un estudio tecnológico era novedoso y sigue siendo nombrado como un caso ejemplar para un estudio holístico de la tecnología. En Mesoamérica su investigación era la más amplia y detallada con respecto a objetos metálicos y sus resultados son citados cada vez que aparecen cascabeles o metales en general, incluso fuera de la región donde trabajó la autora. Hosler postula que los artesanos querían crear cascabeles cada vez más grandes dorados y plateados por los significados ideológicos de los colores y del sonido de estos objetos (“*The sounds and colors of power*”, D. Hosler 1994a). El estudio de los cascabeles del Templo Mayor ha comprobado que éstos no siguen el mismo patrón. El tamaño promedio de los cascabeles disminuye en las últimas etapas constructivas del Templo y el sonido de los cascabeles parece perder importancia a tal grado que de algunos de los pequeños cascabeles *Globulares* ni siquiera se extrajo el núcleo de fundición. Con éste, los ‘cascabeles’ no tienen más capacidad de sonido que una cuenta de metal con núcleo de barro. Además, no hay ninguna dicotomía entre cascabeles dorados, con altos contenidos de estaño, y plateados, con altos contenidos de arsénico. En vez de dos grupos contemporáneos de cascabeles con estas aleaciones se puede observar un cambio del uso de aleaciones con arsénico en los cascabeles *Periformes* al uso mayoritario de aleaciones con estaño en los cascabeles *Globulares* que predominan en las últimas etapas constructivas del Templo Mayor. Aun así, no se puede hablar de un cambio cronológico de ‘dorado’ a ‘plateado’, dado que los cascabeles siempre muestran amplias gamas de concentraciones de los metales de aleación, que probablemente cubrieron todo el espectro de colores –desde rojizo, pasando por naranja, amarillo y dorado hasta plateado y blanco– sin formar grupos bien definidos y mucho menos una dicotomía. De todas maneras, la idea de una dicotomía sería difícil de aplicar en el Templo Mayor, dado que existe una tercera aleación importante, el cobre-plomo, y varias aleaciones ternarias y cuaternarias.

Entonces, los cascabeles del Templo Mayor parecen ser diferentes a los de la colección del MRG. Pero, ¿cuál es la norma y cuál la excepción? Al revisar los datos generados por los análisis de Hosler se puede notar que tampoco existen dos grupos de cascabeles que se dejan categorizar claramente como ‘dorados’ o ‘plateados’ por sus aleaciones. El problema adicional es que Hosler nunca define cuáles son los intervalos de concentración necesarios para poder hablar de cascabeles ‘dorados’ o ‘plateados’, ni discute el problema de que no solamente hay un cambio de color al aumentar la concentración de, por ejemplo, estaño, sino varios. De igual manera, la

autora reduce la gama de diferentes opciones de los metalúrgicos prehispánicos a 'blanco' o 'negro' al postular que era necesario utilizar aleaciones de cobre con arsénico o estaño para crear grandes cascabeles 'dorados' o 'plateados', y que no era posible utilizar oro, plata y cobre o cobre puro, por sus deficientes propiedades tecnológicas y / o mecánicas. Ejemplos de otras zonas metalúrgicas, datos de las ciencias materiales y experimentos comprueban, sin embargo, que otras aleaciones o metales hubieran podido llevar a resultados iguales o incluso mejores. Además, es importante no ver metales 'aleados' y los 'sin aleación' como solamente dos grupos distintos al referirse a sus propiedades. Incluso si hay diferencias fundamentales entre los metales puros y los metales aleados, las propiedades de las aleaciones cambian constantemente al aumentar la concentración de los aleantes. Normalmente, no hay solamente una manera o una aleación posible para elaborar un objeto, sino –al cambiar otros parámetros del proceso– una amplia gama de posibilidades. Tanto los cascabeles del Templo Mayor como los del MRG parecen reflejar esta multiplicidad de opciones e influencias. Eso deja a los metalúrgicos prehispánicos con un mundo de posibilidades y a nosotros con datos que difícilmente se dejan reducir a simples dicotomías.

Del yacimiento a la ofrenda

Todos los datos generados o recopilados a lo largo de esta investigación aportan conocimiento sobre la cultura mexicana. Sin embargo, el nivel de detalle y la multiplicidad de posibilidades de interpretación que existen en muchos casos, tanto como la falta de información que se puede observar en otros, hace difícil ver la imagen completa: el proceso de producción y el uso de los cascabeles en la sociedad que los contextualiza. En el intento de visualizar esta imagen es necesario reducir, generalizar y simplificar. Aceptando los peligros que estos procedimientos implican, se intentará resumir aquí las tendencias generales en el camino de los cascabeles desde el yacimiento del mineral hasta la ofrenda:

Grandes cantidades de diferentes objetos y materias primas circulaban en todo el imperio azteca. Entre ellos también los metales, que fueron extraídos de minas poco profundas en varias regiones del imperio y reducidos de sus minerales en operaciones pequeñas por la gente local. Los lingotes en forma de hachas de cobre llegaron por diferentes vías económicas a Tenochtitlan. Algunos fueron transportados por los pochtecas, los comerciantes de larga distancia, otros fueron entregados a un calpixque del tlatoani como tributo o regalo. Los otros metales, plomo, estaño y arsénico ya formaban parte del cobre en los lingotes o llegaban a la ciudad por separado, de una

manera parecida a la del cobre. Los metales, junto con muchos otros materiales y objetos, fueron recopilados en los almacenes del tlatoani. Cuando había la necesidad de juntar los materiales para las ofrendas en el Templo Mayor, sea para conmemorar la ampliación de este templo principal u otra ocasión, los sacerdotes fueron a conseguir algunos objetos en el mercado, otros los pidieron de los almacenes del mismo templo o del tlatoani. En el caso de los cascabeles, la materia prima fue entregada a los artesanos que trabajaban en los talleres asociados al palacio. Muchos de estos talleres producían cascabeles Periformes con diferentes tipos de filigrana falsa y algunas aplicaciones. Otros elaboraron cascabeles Olivoides, Tubulares o Globulares. Las aleaciones que se utilizaban eran diversas, y los cascabeles tenían un amplio espectro de colores. Sin embargo, en su mayoría contenían arsénico y / o relativamente altos porcentajes de plomo. El arsénico, especialmente si sólo se presentaba en cantidades pequeñas, puede haber formado parte de los minerales de origen del cobre, o minerales de arsénico fueron incluidos –a propósito o inadvertidamente– en el momento de la fundición primaria. En Tenochtitlan, los metalúrgicos añadieron plomo al metal para reducir un poco más el punto de solidificación de la aleación, y porque aseguraba una buena reproducción de la superficie. Además, este metal, temetzli, estaba simbólicamente vinculado con la luna, metztli. Este astro, igual a los cascabeles, se asoció a la muerte y a la transformación. Estos aspectos son muy aptamente expresados por el proceso metalúrgico –que convierte sólidos en líquidos, minerales opacos y quebradizos en metal brillante y flexible– y por el metal, cobre con sus aleaciones, que después de un tiempo pierde su brillo y adquiere una pátina verdusca.

Antes de la llegada de Ahuítzotl al poder en Tenochtitlan, los artesanos fabricaban muchos de los cascabeles Periformes con su filigrana falsa que elaboraron cuidadosamente de hilos de cera de abeja con copal blanco. El maestro metalúrgico construyó el molde cubriendo el modelo de cera con una capa muy delgada de arcilla con polvo de carbón. Después de secar, se cubrió el modelo del cascabel con una arcilla gruesa y porosa hecha con desgrasantes orgánicos. El proceso de construcción del modelo y del molde, con los tiempos de secado, podía tardar varios días. Después se calentaron los moldes para sacar la cera, asegurar que estaban bien secos y reducir lo más posible el gradiente de temperatura entre el metal fundido y el molde mismo. El cobre fue fundido por el artesano en cantidades pequeñas –para elaborar uno o dos cascabeles a la vez– y se le añadieron pequeñas cantidades de plomo. Las cantidades de metal añadido al cobre no se medían con exactitud, por falta de básculas y porque lo importante –tanto en términos técnicos como simbólicos– era que el metal contuviera algo de plomo, sin importar la cantidad exacta. La fundición tomó lugar en un crisol metido en carbón ardiente dentro de un pequeño horno de cerámica. Después de mover

el metal fundido con una rama verde, para mezclar bien los ingredientes y remover los gases, se lo vertió en los moldes, que se habían precalentado en una olla llena de arena para guardar el calor por más tiempo. El bebedero del molde estaba conectado a la argolla del cascabel y el metal fundido entraba por este delgado canal, chocando contra el núcleo del cascabel y desplazando el aire, que salió por las paredes porosas del molde. Una vez terminado el vaciado y enfriado el molde, el metalúrgico rompió la capa de arcilla para retirar el cascabel. El metal sobrante del bebedero se cortó con un cincel, dejando solamente una muchas veces diminuta protuberancia en la argolla. Después, uno de los ayudantes del maestro metalúrgico, que también le había ayudado soplando el fuego y alistando los moldes para el vaciado, sacaba el núcleo de arcilla del cascabel de cobre. En algunos casos, probablemente se dio un tratamiento químico y / o mecánico a la superficie de los cascabeles para quitar los óxidos y darles brillo. Los cascabeles fueron entregados en los momentos acordados a los sacerdotes, que los depositaban durante sus rituales en las ofrendas del templo.

Con la llegada de Ahuítzotl al poder aumentó la frecuencia de festejos, por ejemplo, para celebrar las victorias de las muchas guerras que emprendió el tlatoani. Cada vez se necesitaban más objetos para las ofrendas, y si los artesanos no cumplían con los encargos les esperaban castigos severos. Para poder satisfacer la demanda, se empezaron a reorganizar y centralizar los procesos de producción. Mientras que antes varios talleres producían cascabeles para las ofrendas, ahora la gran mayoría de ellos fue elaborada en un solo taller. Para poder aumentar la producción, los artesanos se repartían cada vez más el trabajo: uno que elaboraba los modelos de cera, uno que construía los moldes y otro que vaciaba el metal fundido en los mismos. Cada uno de estos artesanos tenía ayudantes y aprendices. Además, los sacerdotes ya no exigían cascabeles funcionales para las ofrendas, sino que aceptaban los cascabeles Globulares, incluso si todavía contenían el núcleo de fundición y no sonaban como cascabeles. La producción de los cascabeles Globulares era considerablemente más rápida, dado que no se tenían que producir y aplicar hilos de cera, sino que era suficiente sumergir los núcleos en cera caliente. Además, los moldes eran más pequeños y no necesitaban tanto tiempo de secado. Se necesitaba, en general, menos material –incluso metal– y menos tiempo. Otro cambio importante fue el mejorado acceso a yacimientos de estaño por las conquistas de Ahuítzotl en el oeste mexicano. Este metal, igual que el plomo asociado a la luna, sustituía el plomo en los cascabeles Globulares. Por la sustancial reducción del punto de solidificación, el metal permitía vaciar varios cascabeles en serie, sin necesidad de recalentamiento. También parece que el cobre para los cascabeles Globulares venía de un yacimiento diferente al metal

para los cascabeles Periformes, dado que normalmente contenía arsénico solamente en concentraciones de traza y menores niveles de antimonio.

Esta descripción sólo hace referencia a las tendencias más claras, pero logra mostrar que a partir del inicio de la etapa constructiva VI, que coincide con el nuevo régimen de Ahuítzotl, hubo cambios socioeconómicos que afectaron todos los aspectos de la vida en la capital del imperio azteca, incluso algunos aspectos religiosos.

Los resultados de esta investigación echan luz sobre algunos aspectos de la cultura mexicana y generan nuevas preguntas. Eso implica que el final de este trabajo es, al mismo tiempo, un nuevo punto de partida ...

13. FIN ... Y UN NUEVO INICIO

La polisemia de los objetos, la ambivalencia de las fuentes y la naturaleza imperfecta e incompleta (como imagen del pasado) del contexto arqueológico hacen los resultados de esta investigación una interpretación, y no un reflejo fiel del pasado mexicana. Para poder mejorar esta interpretación en el futuro, se tendrán que ampliar la base de datos analíticos de cascabeles, y vincular los resultados con otros y nuevos tipos de información. Es importante resistir la tentación de aceptar un paradigma y contentarse con alimentarlo con nuevos datos. Cualquier investigación arqueológica, entonces, solamente es un paso y los resultados deberían ser reevaluados bajo nuevas perspectivas y en la luz de nuevos datos. Por esta razón se considera que las preguntas que esta investigación ha generado son igual de importantes que los resultados, porque las preguntas, más aun que los resultados, mantienen la investigación con vida. Por eso, el final de esta investigación al mismo tiempo tiene que ser un nuevo inicio ...

Con base en diferentes fuentes de información se ha logrado proponer un significado – conectado con los conceptos de tierra, muerte y transición- para los cascabeles y el metal. Sin embargo, aunque los cascabeles se dejan vincular con estos conceptos por su uso (en situaciones, o por deidades vinculadas con estos conceptos) no queda claro porqué estas nociones se expresan con cascabeles, y no con otro tipo de objetos. También falta entender mejor las diferencias de significado de distintos metales, y los efectos de la aleación de los metales sobre su significado. Para poder incluir el color de estos metales y aleaciones en esta investigación se tendrá que hacer mediciones cuantitativas de los colores de diferentes aleaciones y compararlos con los metales puros oro, plata y cobre. Asimismo, parece importante recolectar más información sobre ‘cascabeles’ no metálicos y su uso y significado antes y después de la introducción de la metalurgia. Además, por el amplio espectro de diferentes usos y asociaciones, en esta investigación se propone que los cascabeles no tienen solamente un nivel de significado, sino que pueden existir distintas lecturas, dependiendo de la situación y del observador (recipiente de la información). Más trabajo será necesario para investigar los posibles cambios del significado de los cascabeles, vinculados con las movilizaciones y conexiones entre material, forma, situación y observador. Parte importante de esta investigación tendrá que ser el estudio de las asociaciones espaciales de los cascabeles en las ofrendas.

Desde un punto de vista tecnológico será necesario ampliar la base de datos de análisis de cascabeles para ver con más detalle la distribución del uso de las diferentes aleaciones. En un próximo paso también se debería incluir análisis de otros tipos de

objetos metálicos. Para asegurar la comparabilidad de los datos se tendría que seguir una misma metodología y / o investigar más la comparabilidad de los resultados de análisis con diferentes técnicas, especialmente considerando la influencia de las capas de corrosión. Para eso sería útil repetir los análisis de los cascabeles de la Bodega de Decomisos utilizando, esta vez, el XRF portátil. Los análisis deberían generar datos de la capa de corrosión y del metal liberado de óxidos.

Un análisis cuidadoso de los elementos traza y de los isótopos de plomo en los objetos y en las zonas de yacimientos metalíferas mesoamericanas podrían dar indicaciones más claras de las procedencias de los metales, y aportar información al estudio de los flujos de materiales en el imperio azteca. Además será necesario construir una base de datos (de información de las fuentes etnohistóricas, arqueológica y analítica) con las ubicaciones de minas prehispánicas y las composiciones de los minerales que contenían. Además, sería importante estimar las cantidades extraídas y analizar las fechas de operación.

Una base de datos más completa y un mejor entendimiento del manejo de las aleaciones también permitirían averiguar si el reciclaje jugaba un papel importante en la metalurgia prehispánica.

En conjunto, las informaciones arriba mencionadas aclararían si los cascabeles muestran patrones de composición parecidos o diferentes a otros artefactos de metal, y si los objetos metálicos del Templo Mayor son representativos (por ejemplo en su aleación) de todo el centro de México. Con más información sobre la metalurgia prehispánica procedente de todas las subregiones mesoamericanas será posible entender mejor su introducción, diseminación y desarrollo. Otro aspecto interesante es el estudio del impacto de las técnicas españolas sobre la metalurgia americana.

La información procedente de la metalurgia moderna, los experimentos y los hallazgos arqueológicos han ayudado mucho en entender el proceso de producción y formular hipótesis sobre su desarrollo. Sin embargo, será necesario comprobar algunas de estas hipótesis en futuros experimentos con diferentes aleaciones y diversos diseños de molde.

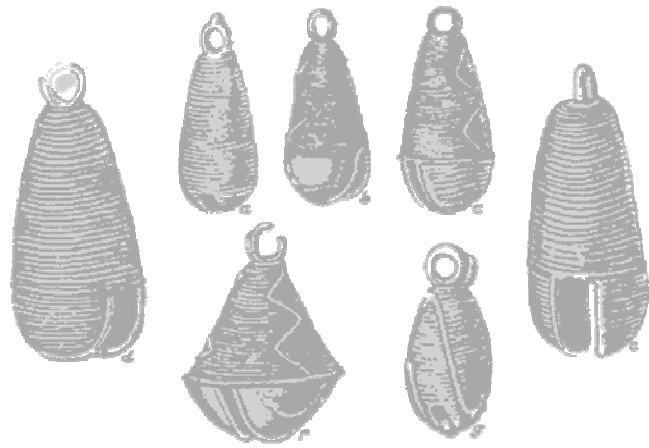
Los análisis petrográficos y de composición elemental de los núcleos de los cascabeles podrían proporcionar información interesante con respecto al proceso de producción, y probablemente a la procedencia de los cascabeles.

Para avanzar nuestra comprensión de los procesos metalúrgicos prehispánicos y de la organización del trabajo, será imprescindible encontrar y analizar en detalle todos los elementos de un taller metalúrgico. Para la localización e identificación de un taller sería interesante investigar el potencial de los métodos geofísicos de sondeo.

Finalmente, será importante dejar de ver las diferentes industrias (por ejemplo piedra, metal, pluma, concha, madera, cerámica) por separado, dado que una gran parte de los artefactos producidos, especialmente de los objetos ornamentales, incluyen elementos de diferentes materiales. La integración de la información generada y manejada en gran parte por separado hasta ahora, nos mostraría una imagen más completa de los aspectos ideológicos, económicos, sociales y tecnológicos que en conjunto influyen en, y son formados por, los procesos de producción.

* * *

PARTE 7: REFERENCIAS Y ANEXOS



14. LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Lista de figuras:

- Portada** Cascabeles del tipo *F* del cenote de Chichén Itza (Lothrop 1952:91)
- Figura 2.1.** La cuenca de México en el postclásico tardío (tomado de Matos Moctezuma 2007:59)
- Figura 2.2.** Mapa de Tenochtitlan, atribuida a Cortés (tomado de Matos Moctezuma 1988:146)
- Figura 2.3.** La expansión del imperio azteca (tomado de Solís 2003:13)
- Figura 2.4.** Las ruinas de las diferentes etapas constructivas del Templo Mayor y su reconstrucción (tomado de Matos Moctezuma 1988:58)
- Figura 2.5.** El área del Templo Mayor con fechas y lugares de los hallazgos arqueológicos tempranos. La delimitación del recinto sagrado está marcada con línea interrumpida (ver Matos Moctezuma 1999 [2002:61]). Informaciones sobre los hallazgos arqueológicos de Matos Moctezuma (1981a) y Boone (1987)
- Figura 2.6.** Infante sacrificado (ofrenda 111) con ajorcas de cascabeles en las piernas (foto cortesía del Proyecto Templo Mayor)
- Figura 4.1.** Diagrama de pasos metodológicos de la presente investigación
- Figura 5.1.** El proceso tecnológico
- Figura 5.2.** Arqueometalurgia y otros campos de investigación
- Figura 5.3.** El artefacto en su contexto
- Figura 5.4.** La negociación entre lo deseable lo posible
- Figura 5.5.** Las decisiones del artesano imprimen las influencias culturales en el artefacto
- Figura 5.6.** El círculo de interacciones entre la estructura, el agente y los artefactos, articulado a través de una cadena operacional
- Figura 6.1.** Minerales de cobre (Imágenes tomadas de <http://mineral.galleries.com>, página web consultada el 20 de junio 2005)
- Figura 6.2.** Olla estilo moche con escena de trabajo metalúrgico (tomado de Alva y Donnan 1993:19)
- Figura 6.3.** Huayrachina según Barba (1925:fig. 107, reproducido en Pedersen 1969-70:40)
- Figura 6.4.** *Códice Tlotzin*, horno (lámina 2)
- Figura 6.5.** *Códice Mendoza*, horno (folio 70r)
- Figura 6.6.** *Códice Florentino*, horno (libro XI, folio 215v)
- Figura 6.7.** *Códice Florentino*, horno (libro XII, folio 28r)
- Figura 6.8.** *Códice Florentino*, horno (libro IX, folio 51v)
- Figura 6.9.** *Relación de Michoacán*, horno (lámina 3)
- Figura 6.10.** *Códice Florentino* (libro XI, folio 215r)
- Figura 6.11.** *Lienzo de Jucutácato*, horno (León 1979:34, dibujo de Carlos Fuentes, reproducido en Grinberg 1997:394)
- Figura 6.12.** Hornos en Batán Grande, Perú (foto de Shimada y Merkel 1991)
- Figura 6.13.** Hornos en Batán Grande, Perú (dibujo de Shimada y Merkel 1991)
- Figura 6.14.** Corte de posible horno, Cultura Quimbaya, Colombia (de Bruhns 1970)
- Figura 6.15.** Platero en Afganistán (de Knauth 1974)
- Figura 6.16.** Pectoral, Oro y platino-oro, martillado, filigrana y soldado, 9 x 9.4 x 1.5 cm, Cultura La Tolita, 300 a.C. – 800 d.C., No. de inv. 3963-2-60 (tomado de Museum für Völkerkunde 1990:86)
- Figura 6.17.** Martillos de piedra verde (de Carcedo de Mufarech 1998:foto 10)
- Figura 6.18.** Solubilidad de hidrógeno en metales puros (tomado de Lees 1954b:51)

- Figura 6.19.** Diagrama de un molde para elaborar un *fang ding* (de Chase 1994:88)
- Figura 6.20.** Los pasos de trabajo de la producción de un molde para la fundición a la cera perdida de un objeto con núcleo
- Figura 6.21.** Modelo esquemático de un molde de cascabel (de Schulze 1999)
- Figura 6.22.** Figura recipiente (de La Niece 1998:foto 9)
- Figura 6.23.** Modelo de cera para molde vertical (Schulze 1999:113)
- Figura 6.24.** Molde con respiradero tapado (Schulze 1999:41)
- Figura 6.25.** *Vena contracta* (redibujado con cambios, Campbell 1991:41)
- Figura 6.26.** Molde de arcilla, Fundición a la cera perdida, Calima, Altura 6.5 cm, (tomado de Bray 2005:110)
- Figura 6.27.** Molde de arcilla con cascabel (tomado de Falchetti 1997)
- Figura 6.28.** Crisol-molde para cascabeles (de Long 1964:190)
- Figura 6.29.** El proceso Durville (de Genders y Bailey 1934)
- Figura 6.30.** Crisol-molde para vaciado a presión de un cascabel (de Hawley 1953:106)
- Figura 6.31.** Taller de platero en Taxco, Guerrero (N. Schulze)
- Figura 6.32.** ‘Overlap’
- Figura 6.33.** ‘Crimping’
- Figura 6.34.** ‘Tab and slot’
- Figura 6.35.** ‘Lacing’
- Figura 6.36.** ‘Soldering’
- Figura 6.37.** ‘Sweat welding’
- Figura 6.38.** El proceso del dorado por eliminación
- Figura 6.39.** Micrografía de objeto dorado por fusión. Capa con alto contenido de oro en rojo y el cuerpo del objeto rico en cobre en verde (de La Niece 1998:foto 14)
- Figura 6.40.** El ciclo de elaboración y corrosión de un objeto
- Figura 6.41.** Celda electrolítica
- Figura 6.42.** Factores que pueden causar la creación de una celda electrolítica (de Butler e Ison 1976:226)
- Figura 6.43.** Distribución de elementos: perfil de un objeto de bronce corroído (adaptado y traducido de Scott 1991:45)
- Figura 7.1.** Mapa de las zonas de metalurgia
- Figura 7.2.** Imagen fantástica de la fundición y vaciado de metales en Guyana. Grabado de Th. De Bry, según la descripción de W. Raleigh (tomado de Rivet 1923:185)
- Figura 7.3.** Campana: Rostros. Bronce estañífero. Santa María 900 – 1430 d.C., Museo Chileno de Arte Precolombino – N° 0957 (tomado de González 2005:70)
- Figura 7.4.** Sarta de cascabeles, cobre, San Pedro 400 – 900 d.C. Museo Arqueológico R.P. Gustavo Le Paige, Chile. (tomado de Pérez 2005b:89)
- Figura 7.5.** Zona Intermedia con algunas de las áreas culturales
- Figura 7.6.** Cascabel semiglobular, Nariño 400 - 1600 d.C., Ipiales, Nariño, Colombia, Fundición a la cera perdida, 3.4 x 4.0 cm, O30590, (tomado de Pineda 2005:64)
- Figura 7.7.** Campana cilíndrica, Tairona Tardío 600 - 1600 d.C., Fundición a la cera perdida, 8.5 x 3.6 cm, O33860, (tomado de Pineda 2005:61)
- Figura 7.8.** Cascabeles y campanitas taironas, Colombia (tomado de Plazas 1987:26-7)
- Figura 7.9.** Campanas de tumbaga Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia, MO 16366, 17293 (tomado de Falchetti 1993:57)
- Figura 7.10.** Mapa de las áreas arqueológicas de Colombia (tomado de Lleras 2005:12)
- Figura 7.11.** Esquema cronológico de áreas arqueológicas colombianas (tomado de Lleras 2005:12)

- Figura 7.12.** Cascabeles de oro, Tumba 11 de Sitio Conte, Panamá, (tomado de Hearne y Sharer 1992:107)
- Figura 7.13.** Cascabeles de oro, Tumba 11 (izq.) y tumba 18 (der.) de Sitio Conte, Panamá, (tomado de Hearne y Sharer 1992:107)
- Figura 7.14.** Cascabeles cosidos a restos de textil, Chametla, Sinaloa (tomado de Pang 1975:108)
- Figura 8.1.** Terminología de las partes de un cascabel
- Figura 8.2.** Medidas tomadas de los cascabeles
- Figura 8.3.** Formas básicas de cascabeles
- Figura 8.4.** Plano de distribución de los cascabeles
- Figura 8.5.** Rangos de cantidades de cascabeles por ofrenda
- Figura 8.6.** Estado de conservación de los cascabeles
- Figura 8.7.** Cantidad y formas básicas de los cascabeles en las ofrendas del Templo Mayor diferenciados por etapa constructiva
- Figura 8.8.** Variabilidad entre los cascabeles *Periformes* del Templo Mayor
- Figura 8.9.** Porcentajes de formas básicas de los cascabeles
- Figura 8.10.** Distribución de ofrendas con cascabeles *Periformes*
- Figura 8.11.** Distribución de ofrendas con cascabeles *Globulares*
- Figura 8.12.** Distribución de ofrendas con cascabeles *Olivoides*
- Figura 8.13.** Distribución de ofrendas con cascabeles *Tubulares*
- Figura 8.14.** Distribución de los cascabeles del Templo Mayor por tamaño y diferenciación por forma básica
- Figura 8.15.** Porcentajes de cascabeles por etapa constructiva del Templo Mayor
- Figura 8.16.** Porcentajes de cascabeles con núcleo por forma general
- Figura 8.17.** Porcentaje de cascabeles con núcleo por etapa constructiva del Templo Mayor
- Figura 8.18.** Falta de fundición en cascabel *Periforme* (cascabel 3-SD-25)
- Figura 8.19.** Falta de fundición en cascabel *Periforme* (cascabel 3-SD-3)
- Figura 8.20.** Distribución de los cascabeles de la Bodega de Decomisos de la Viga por tamaño y diferenciado por forma general
- Figura 8.21.** Porcentajes de formas básicas de los cascabeles de la Bodega de Decomisos
- Figura 8.22.** Estado de conservación de los cascabeles de la Bodega de Decomisos
- Figura 9.1.** La relación entre el problema de investigación, la técnica de análisis y la estrategia de muestreo
- Figura 9.2.** Transiciones energéticas dentro del átomo
- Figura 9.3.** La preparación de superficie y el problema de heterogeneidad en cascabeles con paredes delgadas
- Figura 9.4.** Análisis de muestras de referencia
- Figura 9.5.** Análisis de cascabeles con XRF portátil (préstamo del IF-UNAM) en la Bodega del Museo del Templo Mayor de Tenochtitlan
- Figura 9.6.** Conteo absoluto de todos los análisis
- Figura 9.7.** Porcentajes de todos los elementos de composición en todos los cascabeles analizados (n = 567)
- Figura 9.8.** La composición (elementos mayores) de todos los cascabeles en función del estado de conservación (n = 567)
- Figura 9.9.** La composición (elementos mayores) de los cascabeles *Globulares* en función del estado de conservación (n = 88)
- Figura 9.10.** La composición (elementos mayores) de los cascabeles *Periformes* en función del estado de conservación (n = 433)
- Figura 9.11.** La composición (elementos mayores) de los cascabeles *Periformes* en función del estado de conservación (n = 433), gráficas ternarias

- Figura 9.12.** Desarrollo de los patrones de composición de los elementos menores por etapas constructivas del Templo Mayor
- Figura 9.13.** Patrones de composición de los elementos menores por forma de los cascabeles del Templo Mayor
- Figura 9.14.** Patrones de composición de los elementos menores por forma básica, gráficas ternarias (n = 567)
- Figura 9.15.** Composición de elementos menores de los cascabeles *Periformes* por tipo, gráficas ternarias (n = 433)
- Figura 9.16.** Composición de elementos menores en subtipos de cascabeles *Periformes* (3-A-d; 3-D-f; 3-E-c)
- Figura 9.17.** Patrones de composición de los elementos mayores por forma básica (n = 567), gráficas ternarias
- Figura 9.18.** Desarrollo cronológico del patrón de los elementos mayores en los cascabeles *Globulares*
- Figura 9.19.** Desarrollo cronológico del patrón de los elementos mayores en los cascabeles *Olivoides*
- Figura 9.20.** Desarrollo cronológico del patrón de los elementos mayores en los cascabeles *Periformes*
- Figura 9.21.** Patrones de composición de los elementos mayores por tipo de cascabel, gráficas ternarias (n = 433)
- Figura 9.22.** Composición de elementos mayores en subtipos de cascabeles *Periformes*
- Figura 9.23.** Patrones de composición de los elementos mayores por subtipo de los cascabeles *Periformes* tipo A (n = 163)
- Figura 9.24.** Patrones de composición de los elementos mayores por subtipo de los cascabeles *Periformes* tipo D (n = 122)
- Figura 9.25.** Comparación de la composición de elementos mayores entre los subtipos de cascabeles *Periformes* de 3-A-d, por un lado, y 3-B-c y 3-B-d por otro
- Figura 9.26.** Patrones de concentración de plomo (Pb) por tipo de los cascabeles *Periformes* del Templo Mayor
- Figura 9.27.** Patrones de concentración de estaño (Sn) por forma básica de los cascabeles del Templo Mayor
- Figura 9.28.** Taladro con fresa de dentista con cabeza de diamante. El cascabel es artesanal contemporáneo y no forma parte de la colección de los cascabeles de la Bodega de Decomisos.
- Figura 9.29.** Cascabel preparado para el análisis por PIXE (cascabel 3487-73-2)
- Figura 9.30.** Análisis PIXE del cascabel 130-70-1 de la Bodega de Decomisos
- Figura 9.31.** Los elementos mayores de los cascabeles de la Bodega de Decomisos, diferenciados por forma básica (n = 68)
- Figura 9.32.** Los elementos menores de los cascabeles de la Bodega de Decomisos, diferenciados por forma básica (n = 68)
- Figura 9.33.** Gráfica logarítmica de la composición elemental de los cascabeles de la Bodega de Decomisos, diferenciados por su forma básica y los lotes de los decomisos (n = 68)
- Figura 9.34.** Grupos morfológicos del lote M10 de la Bodega de Decomisos
- Figura 9.35.** Dimensiones de los cascabeles del lote M10 de la Bodega de Decomisos (n = 114)
- Figura 9.36.** Composición de los cascabeles del lote M10 de la Bodega de Decomisos (n = 13)
- Figura 10.1.** Comparación entre las dos colecciones del porcentaje de los cascabeles pertenecientes a las diferentes formas básicas

- Figura 10.2.** Distribución por tamaño de los cascabeles de la Bodega de Decomisos y del Museo del Templo Mayor
- Figura 10.3.** Comparación entre las dos colecciones de los porcentajes de faltas de fundición por estado de conservación
- Figura 10.4.** Comparación de los porcentajes de cascabeles con núcleo o percutor entre el Templo Mayor (n = 3389) y la Bodega de Decomisos (n = 293)
- Figura 11.1.** Orfebres de Panamá utilizando canutos para fundir oro en preparación de verterlo por las gargantas de los voraces europeos (Benzoni 1565, según Craddock 1995:179)
- Figura 11.2.** Oro y plata, sol y luna (*Códice Florentino* XI:215v)
- Figura 11.3.** Cuchillos en oro y plata de la tumba 1 en Sipán, Perú (tomado de Alva y Donnan 1993:96)
- Figura 11.4.** Tumba 1 en Sipán, Perú (tomado de Alva y Donnan 1993:92)
- Figura 11.5.** Ejemplo de un cascabel en el *Códice Mendoza* (Coyolapan – Folio 44r)
- Figura 11.6.** La piedra de Tizoc con formas amigdaloides en la franja terrestre (tomado de Gutiérrez 1983: fig. 131)
- Figura 11.7.** Concentración de estaño (Sn) en los cascabeles *Globulares* del Templo Mayor
- Figura 11.8.** Presentación ternaria (Pb, As, Sn) de las aleaciones de los cascabeles del Museo Regional de Guadalajara analizados por Hosler (1994a).
- Figura 11.9.** Contenidos de (a) estaño y (b) arsénico de los cascabeles del Museo Regional de Guadalajara (n = 74)
- Figura 11.10.** Músicos y sus instrumentos (*Códice Florentino* VIII:30r)
- Figura 11.11.** Cascabel *Globular* del Templo Mayor (cascabel 100-71-1)
- Figura 11.12.** Cascabel *Globular* del Templo Mayor (cascabel 52-34-5)
- Figura 11.13.** Núcleo de cascabel *Globular* del Templo Mayor (cascabel 100-54-1)
- Figura 11.14.** Ejemplo de un hacha de cobre representado rojizo en el *Códice Mendoza* (Folio 68r)
- Figura 11.15.** Un monstruo de la tierra con cascabeles en los tobillos (Museo del Templo Mayor)
- Figura 11.16.** El monolito de la Coyolxauhqui del Templo Mayor (Fuente 2004:45)
- Figura 11.17.** El dios de la muerte Maya, Dios A o *Ah Puch* *Códice Madrid*, p. 23 y *Códice Dresden*, p. 53 (32)
- Figura 11.18.** Figura de guerrero con cascabeles en el cinturón, las pantorrillas y en un bastón (tomado de Smith 2005:231)
- Figura 11.19.** Guerrero huasteco con cascabeles (*Códice Xicotepec*, Sección 10; tomado de Stresser-Péan 1995)
- Figura 11.20.** Escena del disco H de oro, del cenote de Chichén Itzá (Lothrop 1952:1)
- Figura 11.21.** Noble con pectoral con cascabeles (Primeros Memoriales, fol. 55v)
- Figura 11.22.** Bulto mortuario con pectoral con cascabeles (*Códice Magliabechiano*, fol. 67)
- Figura 11.23.** Pectoral con cascabeles como regalo (*Códice Florentino* VIII:13r)
- Figura 11.24.** Formas básicas de cascabeles en cuatro ofrendas de la etapa constructiva IVb
- Figura 11.25.** Ubicación de las ofrendas 11, 13, 17 y 20
- Figura 11.26.** Listas de tributo que incluyen cascabeles
- Figura 11.27.** Metales en la Matrícula de Tributos (alterado de Castillo Ferreras 1991: Mapa 4)
- Figura 11.28.** Tipología Lothrop (1952) Cascabeles del cenote de Chichén Itzá
- Figura 11.29.** Tipología Aguilar (1946) Cascabeles principalmente de Oaxaca y Michoacán
- Figura 11.30.** Tipología Pendergast (1962) Cascabeles Mesoamericanos
- Figura 11.31.** Tipología Hosler (1994) Cascabeles del Museo Regional de Guadalajara
- Figura 11.32.** Tipología Bray (1977) Cascabeles de la Zona Maya

- Figura 11.33.** Composición de cascabeles mesoamericanos (Morales 2003:Apéndice 3, Diagrama A 3.6)
- Figura 11.34.** Comparación de promedios de composiciones de cascabeles de diferentes regiones
- Figura 11.35a.** La altura y anchura de los cascabeles de la Bodega de Decomisos de la Viga (n = 292)
- Figura 11.35b.** La altura y anchura de los cascabeles del Museo Regional de Guadalajara (Hosler 1986) (n = 115)
- Figura 11.35c.** La altura y anchura de los cascabeles de la Bodega del Templo Mayor (n = 2024)
- Figura 11.36.** Las formas básicas de los cascabeles de diferentes etapas constructivas del Templo Mayor
- Figura 11.37.** Cascabel *Periforme* de la etapa constructiva VII con error de producción (cascabel 102-20-9)
- Figura 11.38.** Formas básicas y sus aleaciones
- Figura 11.39.** Diagrama de fases de cobre y estaño
- Figura 11.40.** Temperaturas de fundición de diferentes aleaciones de cobre, plata y oro (<http://www.monografias.com/trabajos27/fundicion-precipitados/fundicion-precipitados.shtml>; sitio web visitado 10.07.2007)
- Figura 11.41.** Cascabel 3-sn-3
- Figura 11.42.** Cascabel con defecto de fundición (cascabel 3-sn-3)
- Figura 11.43.** Aleación de cobre-plomo (10 % Pb) producida experimentalmente. El plomo es segregado y define las dendritas del cobre (molde B XVII), (de Schulze 1999:45)
- Figura 11.44.** Pared y cinturón de un cascabel de cobre-arsénico (12.28 % As). Atacado con dicromato de potasio y ácido hidroclicórico (de Hosler 1994a:136)
- Figura 11.45.** Pared de un cascabel de cobre-estaño (10 % Sn) vaciado en molde sin precalentar (de Schulze 1999:45)
- Figura 11.46.** Aleación cobre-estaño (10 % Sn) vaciado en molde precalentado (de Schulze 1999:44)

Lista de tablas:

- Tabla 1.1.** Lista de todas las colecciones de México con cascabeles inventariados, su cantidad total (ordenados por cantidad) y el número de piezas con procedencia de excavación
- Tabla 2.1.** Fechas de las etapas constructivas y de los reinados de los *tlatoanis* mexicas
- Tabla 3.1.** Esquema de objetivos, métodos y fuentes con respecto a las cuatro vertientes de la investigación: ideológica, económica, social y tecnológica
- Tabla 6.1.** Minerales y su composición
- Tabla 6.2.** Defectos de fundición
- Tabla 6.3.** Colores de latón con diferentes concentraciones de zinc
- Tabla 6.4.** Serie galvánica
- Tabla 8.1a.** Tipos de cascabel *Periforme* en el Templo Mayor
- Tabla 8.1b.** Subtipos de cascabel *Periforme* en el Templo Mayor
- Tabla 8.2.** Cantidad de cascabeles por tipo y subtipo
- Tabla 8.3.** Productos de corrosión identificados en los cascabeles del Templo Mayor
- Tabla 8.4.** Cantidades absolutas y porcentajes de formas de cascabeles por etapa constructiva

Tabla 8.5.	Faltas de fundición en cascabeles de diferentes formas del Templo Mayor.
Tabla 8.6.	Los lotes de la colección de la Bodega de Decomisos
Tabla 9.1.	Comparación de las colecciones
Tabla 9.2.	Las muestras de referencia
Tabla 9.3.	Cantidad de cascabeles analizados por estado de conservación
Tabla 9.4.	Cantidad de cascabeles analizados por etapa constructiva
Tabla 9.5.	Cantidad de cascabeles analizados por forma básica
Tabla 9.6.	Intervalos de concentración de la composición de los cascabeles del Templo Mayor
Tabla 9.7.	Comparación de la composición de metal y capa de oxidación en un mismo cascabel
Tabla 9.8.	Las series de índices: comparación de los índices para los elementos encontrados
Tabla 9.9.	Patrones de composición de los elementos menores por etapa constructiva
Tabla 9.10.	Distribución de cascabeles analizados por forma básica y etapa constructiva (n = 475), sin MSD
Tabla 9.11.	Separación tentativa de la materia prima (mineral de cobre) en tres diferentes grupos
Tabla 9.12.	Los promedios de los porcentajes de los elementos de composición por forma general
Tabla 9.13.	Los cascabeles analizados de la colección de la Bodega de Decomisos
Tabla 9.14.	Los cascabeles analizados por forma básica
Tabla 9.15.	Intervalos de concentración
Tabla 9.16.	Descripción de los patrones de composición de los lotes de cascabeles de la Bodega de Decomisos
Tabla 9.17.	Espectro de aleaciones (componentes > 1 %)
Tabla 9.18.	Formas básicas y aleaciones utilizadas en los cascabeles de la colección de la Bodega de Decomisos.
Tabla 10.1.	Comparación de cantidades de formas básicas entre las dos colecciones
Tabla 11.1.	Cambios en el promedio del porcentaje de estaño en los cascabeles <i>Globulares</i> del Templo Mayor.
Tabla 11.2.	Concentraciones de los principales aleantes en los cascabeles del MRG
Tabla 11.3.	Distribución horizontal de ofrendas con cascabeles y la cantidad de cascabeles por ofrenda
Tabla 11.4.	Composición de cuatro ofrendas por formas básicas
Tabla 11.5.	Tributos de metal marcados en la Matricula de Tributos (tomado de Castillo Ferreras 1991:Cuadro 7)
Tabla 11.6.	Los promedios de las cantidades de plomo, arsénico y estaño en cascabeles periformes y globulares de diferentes regiones en Mesoamérica.
Tabla 11.7.	Producción mexicana acumulada de los años 1942, 1953 y 1954. Todos los estados aportan por lo menos uno de los metales. Estados que no están representados en la tabla, no producen ninguno de estos tres metales (datos tomados de González Reyna 1956)
Tabla 11.8.	Yacimientos de estaño, no todos explotados en el presente (datos del Servicio Geológico Mexicano, <i>Panorama Minero</i> , Julio 2006)
Tabla 11.9.	Tipología de producción especializada, basada en los cuatro parámetros (tomado de Costin 1991:10)
Tabla 11.10.	Posición de la argolla con respecto a la boca de los cascabeles <i>Globulares</i> y <i>Periformes</i> del Templo Mayor
Tabla 11.11.	Pasos del proceso metalúrgico y ejemplos de decisiones tecnológicas

- Tabla 11.12.** Descripción de los pasos de producción
- Tabla 11.13.** Las aleaciones de los cascabeles del Templo Mayor
- Tabla 11.14.** Formas básicas y aleaciones utilizadas en los cascabeles del Templo Mayor (no incluye cuatro cascabeles de forma *Indefinida* y *Otra*)
- Tabla 11.15.** Dureza y temperatura de fusión de metales y aleaciones
- Tabla 11.16.** Disminución con el tiempo de cascabeles sin componentes arriba de 1 %
- Tabla 11.17.** Temperaturas de liquidación y solidificación total de aleaciones de cobre con diferentes concentraciones de plomo (Pb) y estaño (Sn) (de Metals Handbook 1961 vol.I, 1990 vol.II)
- Tabla 11.18.** Fluidez y colabilidad de aleaciones (reproducido de Metals Handbook 1961 vol.I:975)
- Tabla 11.19.** Cascabeles de las etapas constructivas VI y VII del Templo Mayor

* * *

15. BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAM, MEG, 2004, "Ion beam analysis in art and archaeology: attacking the power precisions paradigm", en: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 219-220, pp. 1 - 6.
- ACOSTA SAIGNES, MIGUEL, 1945, "Los Pochteca: Ubicación de los mercaderes en la estructura social Tenochca", en: *Acta Anthropológica*, 1(1), pp. 9 - 54, México.
- ACUÑA, RENÉ, 1987, *Relaciones geográficas del siglo XVI: Michoacán*, Serie antropológica / Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- AGRICOLA, GEORGIUS, 1950 [1556], *De re metallica*, traducción por Herbert Clark Hoover y Lou Henry Hoover, Dover Publications, New York.
- AGUILAR PIEDRA, CARLOS H., 1946, "La orfebrería en el México precortesiano", *Acta Antropológica* 2(2).
- 1972, *Colección de objetos Indígenas de oro del Banco Central de Costa Rica*, Serie Historia y Geografía 13, Publicaciones de la Universidad de Costa Rica, San José.
- 1989, "La Orfebrería en el México Precortesiano", en: Aguilar, Carlos H., Beatriz Barba, Román Piña Chan, Luis Torres Montes, Francisca Franco Velázquez y Guillermo Ahuja O. (eds.), *Orfebrería Prehispánica*, pp. 11 - 104, Corporación Industrial Sanluis, México.
- AGUILERA, CARMEN, 1978, "Significado de los rasgos y atavíos de Coyolxauhqui", en: *Boletín de Antropología e Historia* 24, pp. 81 - 92.
- AHUJA O., GUILLERMO, 1989, "La Orfebrería en la Cuenca de México", en: Aguilar P., Carlos H., Beatriz Barba, Román Piña Chan, Luis Torres Montes, Francisca Franco Velázquez y Guillermo Ahuja O. (eds.), *Orfebrería Prehispánica*, pp. 271 - 306, Corporación Industrial Sanluis, México.
- AITKEN, MARTIN, 1982, "Comment in the discussion: Roles of museum, university, government, and industrial laboratories", en: Jacqueline Olin (ed.), *Future Directions in Archaeometry*, pp. 141 - 142, Smithsonian Institution.
- AKRICH, M., 1993, "Essay of Technosociology: a Gasogene in Costa Rica", en: Lemonnier, P. (ed.), *Technological choices. Transformation in material cultures since the Neolithic*, pp. 289 - 337, Routledge, Londres.
- ALATRISTE DE LOPE, JOAQUÍN J., 1897, "Minería y metalurgia de los aztecas", *XI Reunión del Congreso Internacional de Americanistas, México 1895 (Actas)*, pp. 517 - 520, México D.F.
- ALVA, WALTER y CHRISTOPHER B. DONNAN, 1993 (2a ed.), *Royal Tombs of Sipán*, Regents of the University of California, Los Angeles.
- ALVARADO TEZOMOC, HERNANDO, 1992, *Crónica Mexicáyotl*, edición e introducción por Adrián León, Primera Serie Prehispánica 3, UNAM, México.

- ÁLVAREZ FABELA, REYES LUCIANO, 2001 (2a ed.), "La danza de Los concheros en San Juan Atzingo", en: Sandoval Forero, Eduardo A. y Marcelino Castillo Nechar (eds.), *Danzas tradicionales. ¿Actualidad u obsolescencia?*, pp. 137 - 148, UNAM, México.
- ÁLVAREZ, TICUL y AURELIO OCAÑA, 1991, "Restos óseos de vertebrados terrestres de las ofrendas del Templo Mayor, ciudad de México", en: Polaco, Oscar J. (ed.), *La fauna en el Templo Mayor*, pp. 105 - 141, Colección Divulgación, Serie Proyecto Templo Mayor, INAH/GV editores/Asociación de Amigos del Templo Mayor, México.
- ANALES DE LOS CAKCHIQUELES, 1980, traducción de Adrián Recinos, en: Garza, Mercedes de la (compilación y prólogo), *Literatura maya*, Biblioteca Ayacucho 57, Caracas, Ed. Galaxis, Barcelona.
- ANAND, S; T.S. SRIVATSAN y T.S. SUDARSHAN, 1993, "The influence of alloy compositions on microstructure and tensile behaviour of copper-lead alloys", *Journal of Materials Science* 28, pp. 4615 - 22.
- ANAWALT, PATRICIA RIEFF, 1992, "Ancient Cultural Contacts between Ecuador, West Mexico, and the American Southwest: Clothing Similarities", en: *Latin American Antiquity* 3(2), pp. 114 - 129.
- ANDERSON, ARTHUR J.O. y CHARLES E. DIBBLE (edición y traducción), 1950-82, *Florentine Codex: General history of the things of New Spain* (13 vols.), School of American Research y University of Utah Press, Santa Fe.
- ANDERSSON, KENT, 2004, "The nordic art of filigree in the roman iron age: Technical aspects and workshop groups", en: Alicia Perea, Ignacio Montero y Óscar García-Vuelta (eds.), *Tecnología del oro antiguo: Europa y América*, pp. 107 - 117, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- ANGIORAMA, CARLOS IGNACIO, 2004, "Estudio de Objetos de Oro Prehispánicos Procedentes de los Amarillos (Jujuy, Argentina)", en: Alicia Perea, Ignacio Montero y Óscar García-Vuelta (eds.), *Tecnología del oro antiguo: Europa y América*, pp. 149 - 156, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- ANHEUSER, K., 1996, "Cold and hot mercury gilding of metalwork in Antiquity", en: *The Bulletin of the Metals Museum* 26(2), pp. 48 - 52.
- APPADURAI, ARJUN, 1986, "Introduction: Commodities and the Politics of Value", en: Appadurai, Arjun (ed.), *The Social Life of Things: Commodities in Cultural Perspective*, pp. 3 - 63, Cambridge University Press, Cambridge.
- ARGUETA LÓPEZ, MARÍA GUADALUPE, 2001 (2a ed.), "La danza de Los concheros: su difusión y permanencia en Toluca, Estado de México", en: Sandoval Forero, Eduardo A. y Marcelino Castillo Nechar (eds.), *Danzas tradicionales. ¿Actualidad u obsolescencia?*, pp. 173 - 180, UNAM, México.
- ARNOLD, D.E., 1974, "Some principles of paste analysis and interpretation: A preliminary formulation", en: *Journal of the Steward Anthropological Society* 6(1), pp. 33 - 47.

- ARNOLD, D. E., H.A. NEFF, R.L. BISHOP y M.D. GLASCOCK, 1999, "Testing Interpretative Assumptions of Neutron Activation Analysis: Contemporary Pottery in Yucatán, 1964-1994", en: Chilton, E. (ed.), *Material Meanings: Critical Approaches to Interpreting Material Culture*, pp. 61 - 84, University of Utah Press, Salt Lake City.
- ARNOLD III, PHILIP J., 1999, "On Typologies, Selection, and Ethnoarchaeology in Ceramic Production Studies", en: Chilton, E. (ed.), *Material Meanings: Critical Approaches to Interpreting Material Culture*, pp. 103 - 117, University of Utah Press, Salt Lake City.
- ARNOLD III, PHILIP J. y BRIAN S. WILKENS, 2001, "On the VanPools' scientific postprocessualism", en: *American Antiquity* 66(2), pp. 361 - 366.
- ARSANDAUX, H. y PAUL RIVET, 1921, "Contribution à l'étude de la métallurgie mexicaine", en: *Société des Américanistes de Paris, Journal, n.s.* 13, pp. 261 - 280.
- ASPINALL, A., 1986, "Hard Science: Too Hard for Archaeologists", en: Bintliff, J. L. y C. F. Gaffney (eds.), *Archaeology at the Interface*, BAR International Series 300, pp. 130 - 132, Oxford.
- ATHIÉ ISLAS, IVONNE, 2001 *La Obsidiana del Templo Mayor de Tenochtitlan*, Tesis de licenciatura en Arqueología, ENAH, México.
- AUCOUTURIER, MARC, BENOIT MILLE y ODILE LECONTE, 2002, "Le bronze doré: structure et altérations de quelques dorures à l'amalgame de mercure", en: *Techné* 16, pp. 11 - 19.
- AUDOUBE, FRANCOISE, 2002, "Leroi-Gourhan, a Philosopher of Technique and Evolution", en: *Journal of Archaeological Research* 10(4), pp. 277 - 306.
- BACHMANN, H.-G., 1980, "Early copper smelting techniques in Sinai and the Negev as deduced from slag investigations", en: Craddock, P.T. (ed.), *Scientific Studies in Early Mining and Extractive Metallurgy*, pp. 103 - 134, British Museum, London.
- 1982, *The Identification of Slags from Archaeological Sites*, Institute of Archaeology, Occasional Publication No. 6, London.
- BAILEY, C., P. CHOW, M. CROSS, Y. FRYER y K. PERCLEOUS, 1996, "Multiphysics Modelling of the Metals Casting Process", en: *Proceedings: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 452(1946), pp. 459 - 486.
- BALDUS, HERBERT, 1947, "Cultura Material", en: *Revista Mexicana de Sociología* 9(2), pp. 171 - 177.
- BAÑOS LÓPEZ, LETICIA, 2004, "Preparación de especímenes para análisis por: difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X", en: Mendoza Anaya, Demetrio, Eva Leticia Brito Benítez y Jesús A. Arenas Alatorre (eds.), *La Ciencia de Materiales y su Impacto en la Arqueología*, pp. 265 - 274, Innovación Editorial Lagares de México, Naucalpan.
- BARBA, ALVARO ALONSO, 1925, *Arte de los metales*, Plimpton Press, Norwood, Mass.

- BARBA, BEATRIZ y ROMÁN PIÑA CHAN, 1989, "La Metalurgia Mesoamericana: Purépechas, Mixtecas y Mayas", en: Aguilar P., Carlos H., Beatriz Barba, Román Piña Chan, Luis Torres Montes, Francisca Franco Velázquez, Guillermo Ahuja O., *Orfebrería Prehispánica*, pp. 105 - 216, Corporación Industrial Sanluis, México.
- BARBA PINGARRÓN, ARTURO, 1991, "La ciencia de los materiales en el estudio de los materiales arqueológicos", en: *Antropología y Técnica* 4, pp. 95 - 111.
- BAREHAM, T., 1994, "Bronze casting experiments", en: *Journal of the Historical Metallurgy Society* 28(2), pp. 112 - 6.
- BARGALLÓ, MODESTO, 1955, *La Minería y la Metallurgia en la América Española durante la Epoca Colonial*, Fondo de Cultura Económica, México y Buenos Aires.
- BARLOW, ROBERT H., 1945, "Some remarks on the term 'Aztec Empire'", en: *The Americas* 1(3), pp. 345 - 349.
- 1992, *La extensión del imperio de los culhua mexicana*, Obras de Robert H. Barlow, vol. 4, INAH, UDLA, México.
- BARRERA RIVERA, JOSÉ ÁLVARO, ALICIA ISLAS DOMÍNGUEZ, GABINO LÓPEZ ARENAS, ALBERTO DÍEZ BARROSO REPIZO y ULISES LINA HERNÁNDEZ, 2007, "Hallazgo de lápida monumental con la representación de Tlaltecuhltli", en: *Arqueología Mexicana* 14(83), pp. 18 - 21.
- BARRETT, JOHN C., 1987, "Contextual Archaeology", en: *Antiquity* 61, pp. 468 - 473.
- 1990, "Archaeology in the age of uncertainty", en: *Scottish Archaeological Review* 7, pp. 31 - 37.
- 2000, "A thesis on agency", en: Dobres, M. y J. Robb (eds.), *Agency in Archaeology*, pp. 61 - 68, Routledge, London.
- BATRES, LEOPOLDO, 1888, *Arqueología mexicana. Civilización de algunas de las diferentes tribus que habitaron el territorio hoy mexicano en la antigüedad*, México.
- 1986 [1902], "Exploraciones arqueológicas en la calle de Las Escalerillas", en: Matos Moctezma, Eduardo (eds.), *Los dioses que se negaron a morir: Arqueología y crónicas del Templo Mayor*, pp. 102 - 112, SEP/Cien de México, México.
- BAXTER, M. J., 1999, "On the Multivariate Normality of Data Arising from Lead Isotope Fields", en: *Journal of Archaeological Science* 26(1), pp. 117 - 124.
- BAYLEY, JUSTINE C., 1985, "What's what in ancient technology: an introduction to high temperature processes", en: Phillips, P. (ed.), *The Archaeologist and the Laboratory*, pp. 41 - 43, London.
- 1988, "Non-Ferrous Metal Working: Continuity and Change", en: Slater, Elizabeth A. y James O. Tate, *Science and Archaeology, Proceedings of a conference on the application of scientific techniques to archaeology, Glasgow, September 1987, Part I*, BAR British Series 196(i), pp. 193 - 207.

- BAYLEY, JUSTINE C., 1992, *Non-Ferrous Metalworking in England in the Late Iron Age to Early Medieval*, PhD Institute of Archaeology, London.
- BAYLEY, JUSTINE C. y S. BUTCHER, 1980, "Variations in Alloy Composition of Roman Brooches", en: *Revue d'Archeometrie (Supplement, volume III)*, pp. 29 - 36.
- BAYLEY, JUSTINE C. y CARL HERON, 1998, "Archaeological Science in the UK: Current Trends and Future Prospects", en: *Revue d'Archéométrie* 22, pp. 137 - 140.
- BEGEMANN, FRIEDRICH, SIGRID SCHMITT-STRECKER y ERNST PERNICKA, 1989, "Isotopic composition of lead in early metal artefacts", en: Hauptmann, Andreas, Ernst Pernicka y Günther A. Wagner (eds.), *Old World Archaeometallurgy, Proceedings of the International Symposium Old World Archaeometallurgy, Heidelberg 1987*, pp. 269 - 278, Selbstverlag des Deutschen Bergbau-Museums, Bochum.
- BELL, J., 1992, "On Capturing Agency in Theories about Prehistory", en: Gardin, J.-C. y C. Peebles (eds.), *Representations in Archaeology*, pp. 30 - 55, Indiana University Press, Bloomington.
- BENNETT, ANNA, 1989, "The Contribution of Metallurgical Studies to South-East Asian Archaeology", en: *World Archaeology, Archaeometallurgy* 20(3), pp. 329 - 351.
- BERDAN, FRANCES F., 1975, *Trade, tribut and market in the Aztec Empire*, Tesis U.M.I., University of Texas, Austin.
- 1977, "Distributive mechanisms in the Aztec economy", en: Halperin, Rhoda y James Dow (eds.), *Peasant Livelihood*, pp. 91 - 101, St. Martin's Press, New York.
- 1988, "Principles of regional and long-distance trade in the Aztec empire", en: Jossierand, J. Kathryn y Karen Dakin (eds.), *Smoke and Mist: Mesoamerican studies in memory of Thelma D.Sullivan, Part 2*, pp. 639 - 656, BAR, Int. Series 402 (ii), Oxford.
- 1992, "Economic dimensions of precious metals, stones, and feathers: the aztec state society", en: *Estudios de Cultura Nahuatl* 22, pp. 291 - 323, Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, México.
- 2003, "The Economy of Postclassic Mesoamerica", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 93 - 65, University of Utah Press, Salt Lake City.
- BERDAN, FRANCES F. y PATRICIA RIEFF ANAWALT (eds.), 1992, *The Codex Medoza* (4 vols.), University of California Press, Berkeley.
- BERDAN, FRANCES F.; RICHARD E. BLANTON; ELIZABETH HILL BOONE; MARY G. HODGE; MICHAEL E. SMITH y EMILY UMBERGER, 1996, *Aztec imperial strategies*, Dumbarton Oaks, Washington, D.C..
- BERDAN, FRANCES F., MARILYN A. MASSON, JANINE Gasco y MICHAEL A. SMITH, 2003, "An International Economy", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 96 - 108, University of Utah Press, Salt Lake City.

- BERDAN, FRANCES F. Y MICHAEL E. SMITH, 2003, "The Aztec Empire", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 67 - 72, University of Utah Press, Salt Lake City.
- BERGSØE, PAUL, 1937, "The Metallurgy and Technology of Gold and Platinum among the Pre-Columbian Indians", en: *Ingeniørvidenskabelige Skrifter* 44, København.
- 1938, "The Gilding process and the Metallurgy of Copper and Lead among the pre-Columbian Indians", en: *Ingeniørvidenskabelige Skrifter* 46, København.
- BERNARD, NOEL, 1961, *Bronze Casting and Bronze Alloys in Ancient China*, Monumenta Serica Monograph XIV, The Australian National University and Monumenta Serica.
- BERTHOLON, RÉGIS y CAROLINE RELIER, 1988, "Le problème des métaux archéologiques", en: Meyer, Nicole y Caroline Relier (eds.), *Conservation des sites et du mobilier archéologiques: principes et méthodes*, Études et documents sur le patrimoine culturel 15, pp. 60 - 69, UNESCO, Paris.
- BERTHOUD, TH., S. BONNEFOUS, M. DECHOUX y J. FRANCAIX, 1980, "Data analysis: towards a model of chemical modification of copper from ores to metal", en: Craddock, P.T. (ed.), *Scientific Studies in Early Mining and Extractive Metallurgy*, Occasional Paper No. 20, pp. 87 - 102, British Museum, London.
- BEUKENS, R.P., L.A. PAVLISH, R.G.V. HANCOCK, R.M. FARQUHAR, G.C. WILSON, P.J. JULIG y W. ROSS, 1992, "Radiocarbon dating of copper-preserved organics", en: *Radiocarbon* 34(3), pp. 890 - 897.
- BEYER, HERMANN, 1955, "La procesión de los señores", en: *El México Antiguo* 8, pp. 8 - 42.
- 1965a, "Objetos de forma amigdaloides existentes en representaciones mexicanas de la tierra", en: *El México Antiguo* 10, pp. 124 - 133.
- 1965b, "La gigantesca Cabeza de la Diosa Coyolxauhqui-Chantico", en: *El México Antigua* 10, pp. 408 - 412.
- BIERHORST, JOHN, 1985, *A Nahuatl-English dictionary and concordance to the Cantares mexicanos, with an analytical transcription and grammatical notes*, Stanford University Press, Stanford.
- BIJKER, W., 1987. "The Social Construction of Bakelite: Toward a Theory of Invention", en Bijker, W., T. Pinch, y T. Hughes (eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, pp. 159 - 187, MIT Press, Cambridge, Mass.
- BINFORD, LEWIS R., 1962, "Archaeology as Anthropology", en: *American Antiquity* 28(2), pp. 217 - 225.
- 1964, "A Consideration of Archaeological Research Design", en: *American Antiquity* 29(4), pp. 425 - 441.
- 1981, *Bones: ancient men and modern myths*, Academic Press, New York.

- BINFORD, LEWIS R., 1983, "Meaning, inference and the material record", en: Binford, Lewis R. (ed.), *Working at archaeology*, pp. 3 - 20, Academic Press, New York.
- BINFORD, LEWIS R. y J. A. SABLOFF, 1982, "Paradigms, systematics, and archaeology", en: *Journal of Anthropological Research* 38 (2), pp. 137 - 152.
- BIRD, JUNIUS, 1967 - 68, "Treasures from the Land of Gold", en: *Arts in Virginia* 8(1-2), pp. 21 - 23.
- 1979a, "Legacy of the stingless bee", en: *Natural History* 88(9), pp. 49 - 51.
- 1979b, "The 'Copper Man': A Prehistoric Miner and his Tools from Northern Chile", en: Benson, Elizabeth P. (ed.), *Pre-Columbian Metallurgy of South America*, pp. 105 - 32, Dumbarton Oaks, Washington.
- BISSON, MICHAEL S., 2000, "Precolonial Copper Metallurgy: Sociopolitical Context", en: Vogel, Joseph O. (ed.), *Ancient African Metallurgy: The Socio-Cultural Context*, pp. 83 - 146, Altamira Press, Walnut Creek.
- BLACKISTON, A. HOOTON, 1910, "Recent discoveries in Honduras", en: *American Anthropologist*, n.s. 12, pp. 536 - 541.
- BLACKMAN, M.J., G.J. STEIN y P.B. VANDIVER, 1993, "The Standardization Hypothesis and Ceramic Mass Production: Technological, Compositional, and Metric Indexes of Craft Specialization at Tell Leilan, Syria", en: *American Antiquity* 58(1), pp. 60 - 80.
- BLANCO VARGAS, AIDA M., JUAN VICENTE GUERRERO MIRANDA y SALGADO GONZÁLEZ SILVIA, 1986, "Patrones funerarios del policromo medio en el sector sur de Gran Nicoya", en: *Vínculos* 12, pp. 135 - 158.
- BONFIGLIOLI, CARLO, 1995, *Fiestas de Iso Pueblos Indígenas: Fariseos y Matachines en la Sierra Tarahumara - entre la pasión de Cristo, la transgresión cómica sexual y las danzas de Conquista*, Instituto Nacional Indigenista, México.
- BOONE, ELIZABETH HILL, 1987, "Templo Mayor research, 1521 - 1978", en: Hill Boone, Elizabeth (ed.), *The Aztec Templo Mayor*, pp. 5 - 69, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C..
- 1999, "The 'Coatlicues' at the Templo Mayor", en: *Ancient Mesoamerica* 10(2), pp. 189 - 206.
- BORHEGYI, STEPHEN F. DE, 1957, "Un raro cascabel de barro del período primitivo preclásico en Guatemala", en: *Antropología e Historia de Guatemala* 9(1).
- BOTH, ARND ADJE, 2005, *Aerófonos mexicas de las ofrendas del recinto sagrado de Tenochtitlan*, Tesis para optar al grado de Doctor entregada en el Departamento de las Ciencias Históricas y Culturales de la Universidad Libre de Berlín, Berlin.
- BOURDIEU, P., 1977, *Outline of a Theory of Practice*, Cambridge University Press, Cambridge.
- BOURGARIT, DAVID y BENOIT MILLE, 1997, "La metallurgie chalcolithique de Cabrieres: Confrontation des donnees experimentales et archeologiques en laboratoire", en: *Archéologie en Languedoc* 22, pp. 51 - 64.

- BOURGARIT, DAVID y BENOIT MILLE, 2001, "La transformation en métal de minerais de cuivre a base de sulfures: et pourquoi pas dès le chalcolithique?" en: *Revue d'Archeometrie* 25, pp. 145 - 155.
- 2003, "The elemental analysis of ancient copper-based artefacts by inductively-coupled-plasma atomic-emission spectrometry: an optimized methodology reveals some secrets of the Vix crater", en: *Measurement Science and Technology* 14, pp. 1538 - 1555.
- BOURGARIT, D., B. MILLE, THIERRY BOREL, PIERRE BAPTISTE y THIERRY ZÉPHIR, 2003, "A millennium of Khmer bronze metallurgy: analytical studies of bronze artifacts from the Musée Guimet and the Phnom Penh National Museum", en: Jett, Paul (ed.), *Scientific Research in the Field of Asian Art: Proceedings of the First Forbes Symposium at the Freer Gallery of Art*, pp. 103 - 126, Archetype Publications, London.
- BOURGARIT, D., B. MILLE, A. BURENS y L. CAROZZA, 2005, "Smelting of Chalcopyrite during Chalcolithic times: Some have done it in ceramic pots as vase-furnaces", en: Kars, H. y E. Burke (eds.), *Proceedings of the 33rd International Symposium on Archaeometry, 22-26 April 2002, Amsterdam*, Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies 3, pp. 297 - 300, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- BRAME, J.S.S. y J. G. KING, 1955, *Fuel: solid, liquid and gaseous*, Edward Arnold Publishers, London.
- BRASWELL, GEOFFREY E., 2003, "Obsidian Exchange Spheres", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 131 - 158, University of Utah Press, Salt Lake City.
- BRAY, WARWICK, 1972, "Ancient American Metal-Smiths", en: *Proceedings of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland for 1971*, pp. 25 - 43.
- 1974a, "Gold Working in Ancient America", en: Jones, Julie (ed.), *El Dorado, The Gold of Ancient Colombia*, pp. 33 - 39, The Center for Inter-American Relations and The American Federation of Arts, New York.
- 1974b, "The Organization of the Metal Trade", en: Jones, Julie (ed.), *El Dorado, The Gold of Ancient Colombia*, pp. 41 - 52, The Center for Inter-American Relations and The American Federation of Arts, New York.
- 1977a, "Gold Working in Ancient America", en: *Katunob* 10(4), pp. 136 - 143.
- 1977b, "Maya metalwork and its external connections", en: Hammond, Norman (ed.), *Social process in Mayan prehistory*, pp. 365 - 403, Academic Press, London.
- 1978, "The Gold of El Dorado", *Catálogo de la exposición, The Royal Academy, London*, edición española en Editorial La Rosa, Bogotá.
- 1989, "Fine metal jewellery from Southern Mexico", en: Mirambell, Lorena (ed.), *Homenaje a José Luis Lorenzo*, Serie Prehistoria, pp. 243 - 276, INAH, México.
- 1990, "Le travail du métal dans le Pérou préhispanique", en: Purin, S. (ed.), *Inca Perú: 3000 ans d'histoire*, pp. 292 - 315, Musées Royaux d'Art et d'Histoire, Bruxelles.

- BRAY, WARWICK, 1992, "Sitio Conte Metalwork in its Pan-American Context", en: Hearne, P. y R. Sharer (eds.), *River of Gold: Precolumbian Treasures from Sitio Conte*, pp. 33 - 46, University of Pennsylvania, University Museum of Archaeology and Anthropology, Philadelphia.
- 1997, "Metallurgy and anthropology: two studies from prehispanic America", en: *Boletín del Museo del Oro* 42, pp. 37 - 56.
- 2003, "Gold, Stone, and Ideology: Symbols of Power in the Tairona Tradition of Northern Colombia", en: Quilter, Jeffrey y John W. Hoopes (eds.), *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, A Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, pp. 301 - 344, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- 2005, "Craftsmen and Farmers: the archaeology of the Yotoco Period", en: Cardale Schrimppf, Marianne (ed.), *Calima and Malagana: Art and Archaeology in Southwestern Colombia*, pp. 98 - 139, Pro Calima Foundation, Bogotá.
- BRAY, WARWICK, MARIANNE CARDALE SCHRIMPPF, LEONOR HERRERA, ANNE LEGAST, DIÓGENES PATIÑO y CARLOS ARMANDO RODRÍGUEZ, 2005, "Lords of the Marshes: the Malagana people", en: Cardale Schrimppf, Marianne (ed.), *Calima and Malagana: Art and Archaeology in Southwestern Colombia*, pp. 140 - 201, Pro Calima Foundation, Bogotá.
- BRETON, A. C., 1906, "Ancient Bronze in South America", en: *Man*, pp. 161 - 164.
- BREY, PHILIP, 1997, "1. Philosophy of technology meets social constructivism", en: *Techné: Journal of the Society for Philosophy and Technology* 2(3-4), http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v2_n3n4html/brey.html (sitio web accesado 26.10.07).
- BRIGHT, A. L., 1972, "A Goldsmith's Blowpipe from Colombia", en: *Man* 7(2), pp. 311 - 313.
- BRILL, ROBERT H. y J. M. WAMPLER, 1965, "Isotope Ratios in Archaeological Objects of Lead", en: *Applications of Science in the Examination of Works of Art*, pp. 155 - 166, Boston.
- BRIMHALL, GEORGE, 1991, "The Genesis of Ores", en: *Scientific American* 5, pp. 84 - 91.
- BRITTON, DENNIS, 1963, "Metallanalysen kupferzeitlicher und frühbronzezeitlicher Bodenfunde aus Europa, (Siegfried Junghans, Edward Sangmeister y Manfred Schröder), Studien zu den Anfängen der Metallurgie, Band I., Verlag Gebr. Mann, Berlin, 1960 (review)", en: *Antiquity* 37(146), pp. 152 - 154.
- BRODA, JOHANNA, 1971, "Las fiestas aztecas de los dioses de la lluvia", en: *Revista Española de Antropología Americana* 6, pp. 245 - 327.
- 1987, "Templo Mayor as ritual space", en: Broda, Johanna; David Carrasco y Eduardo Matos Moctezuma (ed.), *The great Temple of Tenochtitlan, center and periphery in the Aztec world*, pp. 61 - 123, University of California Press, Berkeley.
- BROWN, M.A. y A. E. BLIN-STOYLE, 1959, "A sample analysis of British Middle and Late Bronze Age material", en: *Proc. prehist. Soc.* 25, pp. 188 - 208.

- BRUMFIEL, ELIZABETH M., 1986, "The division of labor at Xico: the chipped stone industry", en: Isaac, Barry L. (ed.), *Economic Aspects of Prehispanic Highland Mexico*, Research in economic anthropology, Supplement 2, pp. 245 - 280, JAI Press, Greenwich (Con.) y London.
- BRUMFIEL, ELIZABETH M. y TIMOTHY K. EARLE, 1987, "Specialization, exchange and complex societies: an introduction", en: Brumfiel, Elizabeth M. y Timothy K. Earle (eds.), *Specialization, exchange and complex societies: an introduction*, pp. 1 - 9, Cambridge University Press, Cambridge.
- BRUSH, CHARLES, 1962, "Pre-columbian Alloy Artifacts from Costal Guerrero, Mexico", en: *Science* 138(3547), pp. 1336 - 1337.
- BUCHLI, VICTOR A., 1995, "Interpreting material culture: The trouble with text", en: Hodder, Ian, M. Shanks, A. Alexandri, V. Buchli, J. Carman, J. Last y G. Lucas, *Interpreting Archaeology: Finding meaning in the past*, pp. 181 - 193, Routledge, London y New York.
- BUDD, PAUL, 1991, *A Metallurgical Investigation of Eneolithic Arsenical Copper*, PhD Dissertation, University of Bradford.
- BUDD, PAUL, R. HAGGERTY, A. M. POLLARD, B. SCAIFE y T. G. THOMAS, 1996, "Rethinking the quest for provenance", en: *Antiquity* 70(267), pp. 168 - 174.
- BUDD, PAUL y B.S. OTTAWAY, 1991, "The properties of arsenical copper alloys: implications for the development of eneolithic metallurgy", en: Budd, Paul, B. Chapman, C. Jackson, R. Janaway y B. Ottaway (eds.), *Archaeological Sciences 1989*, Oxbow Monograph 9, pp. 132 - 142, Oxbow Books, Oxford.
- BUDD, PAUL, A.M. POLLARD, B. SCAIFE y R.G. THOMAS, 1995, "The possible fractionation of lead isotopes in ancient metallurgical processes", en: *Archaeometry* 37(1), pp. 143 - 150.
- BUDD, PAUL y TIMOTHY TAYLOR, 1995, "The faerie smith meets the bronze industry: magic versus science in the interpretation of prehistoric metal-making", en: *World Archaeology, Symbolic aspects of early Technologies* 27(1), pp. 133 - 143.
- BURGER, R.L. y R.B. GORDON, 1998, "Early Central Andean Metalworking from Mina Perdida, Peru", en: *Science* 282, pp. 1108 - 1111.
- BURKE, HEATHER, 1999, *Meaning and Ideology in Historical Archaeology: Style, Social Identity and Capitalism in an Australian Town*, Kluwer Academic y Plenum, New York.
- BURKHART, LUISE, 1992, "Flowery heaven: the aesthetic of paradise in Nahuatl devotional literature", en: *Res* 21, pp. 88 - 109.
- BURNS, T.A., 1970, "The Feeding of Copper Base Castings", en: Strauss, K. (ed.), *Applied Science in the Casting of Metals*, pp. 486 - 98, Pergamon Press, Oxford.
- BUTLER, G. y H. C. K. ISON, 1976, "Corrosion, Design and Materials: General and Pitting", en: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences* 282(1307), pp. 225 - 234.

- BUZO FLORES, MA. GUADALUPE, 2001 (2a ed.), "Reflexiones en torno a la gestualidad dancística", en: Sandoval Forero, Eduardo A. y Marcelino Castillo Nechar (eds.), *Danzas tradicionales. ¿Actualidad u obsolescencia?*, pp. 29 - 40, UNAM, México.
- CALEY, EARLE R., 1941, "The Corroded Bronze of Corinth", en: *Proceedings of the American Philosophical Society* 84(5), pp. 689 - 761.
- 1970, "Chemical Composition of Greek and Roman Statuary Bronzes", en: Doeringer, Suzannah, David Gordon Milten y Arthur Steinberg (eds.), *Art and Technology: A Symposium on Classical Bronzes*, pp. 37 - 49, M.I.T. Press, Cambridge.
- CALEY, EARLE R. y DUDLEY T. EASBY JR., 1959, "The smelting of sulfide ores of copper in preconquest Peru", en: *American Antiquity* 25(1), pp. 59 - 65.
- 1964, "A lead lip plug from Western Mexico", en: *American Antiquity* 29(4), pp. 497 - 500.
- CALLAGHAN, RICHARD T., 2003, "Prehistoric trade between Ecuador and West Mexico: a computer simulation of coastal voyages", en: *Antiquity* 77(298), pp. 796 - 804.
- CALLIARI, I., M. DABALÀ, G. BRUNORO y G. M. INGO, 2001, "Advanced surface techniques for characterization of Cu-base artefacts", en: *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 247(3), pp. 601 - 608.
- CALLIGARO, T., J.-C. DRAN, J. SALOMON y PH. WALTER, 2004, "Review of accelerator gadgets for art and archaeology", en: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 226, pp. 29 - 37.
- CAMPBELL, JOHN, 1991, *Castings*, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- CARCEDO DE MUFARECH, PALOMA, 1998, "Instrumentos líticos y de metal utilizados en la manufactura de piezas metálicas conservadas en los museos", en: *Boletín del Museo del Oro* 44-45, pp. 241 - 270.
- CARCEDO DE MUFARECH, PALOMA y LUISA VETTER PARODI, 1999, "Usos de minerales y metales a través de las crónicas", en: Pease G.-Y., Franklin (ed.), *Los Incas: Arte y Símbolos*, pp. 167 - 213, Colección Arte y Tesoros del Perú, Banco de Crédito del Perú, Lima
- CARDALE SCHRIMPF, MARIANNE, 2005, "The people of the llama period", en: Cardale Schrimpf, Marianne (ed.), *Calima and Malagana: Art and Archaeology in Southwestern Colombia*, pp. 36 - 97, Pro Calima Foundation, Bogotá.
- CARDÓS DE MÉNDEZ, AMALIA, ERNESTO GONZÁLEZ LICÓN, ANGELIA MACÍAS GOYTIA y PERLA VALLE DE REVUELTAS, 1988, "El análisis de la metalurgia Mesoamericana prehispánica", en: García Mora, Carlos (ed.), *La antropología en México VI, Panorama histórico: El desarrollo técnico*, pp. 367 - 394, INAH, México.
- CARMONA MACIAS, MARTHA, 1997, "El Bezote: emblema de jerarquía entre los gobernantes mixtecos", en: *Boletín del Museo del Oro* 42, pp. 27 - 36.
- 2002, *El trabajo del oro en Oaxaca prehispánica*, Tesis de Doctorado en Estudios Mesoamericanos, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Investigaciones Filológicas, UNAM, México.

- CARMONA MACIAS, MARTHA, 2004a, "Simbología e ideología de los objetos de oro en Mesoamérica", en: Perea, Alicia, Ignacio Montero y Óscar García-Vuelta (eds.), *Tecnología del oro antiguo: Europa y América*, Anejos de AEspA XXXII, pp. 323 - 327, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- 2004b, "La orfebrería Mixteca: un elemento diagnóstico Mesoamericano", en: Perea, Alicia, Ignacio Montero y Óscar García-Vuelta (eds.), *Tecnología del oro antiguo: Europa y América*, Anejos de AEspA XXXII, pp. 317 - 321, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- s/f., "La metalurgia en el México prehispánico: Oaxaca, tierra de orfebres", en: Sodi Miranda, Federica (ed.), *Mesoamerica y Norte de México, siglo IX - XII (vol. 1)*, Seminario de Arqueología 'Wigberto Jimenez Moreno', pp. 179 - 193, Museo Nacional de Antropología/INAH, México.
- CARRASCO, DAVID, 1987, "Myth, cosmic terror, and the Templo Mayor", en: Broda, Johanna, David Carrasco y Eduardo Matos Moctezuma (ed.), *The great Temple of Tenochtitlan, center and periphery in the Aztec world*, pp. 124 - 162, University of California Press, Berkeley.
- CARRASCO, PEDRO, 1978, "La economía del México prehispánico", en: Carrasco, Pedro y Johanna Broda (eds.), *Economía política e ideología en el México prehispánico*, pp. 13 - 74, Editorial Nueva Imagen, México.
- CARTER, G.F., E.R. CALEY, J.H. CARLSON, G.W. CARRIVEAU, M.J. HUGHES, K. RENGEM y C. SEGEBADE, 1983, "Comparison of analyses of eight Roman orichalcum coin fragments by seven methods", en: *Archaeometry* 25(2), pp. 201 - 213.
- Casas, Fray Bartolomé de las, 1951, *Historia de las Indias* (2 vols.), Fondo de Cultura Económica, México.
- CASO, ALFONSO, 1966, "Reading the riddle of ancient jewels", en: Graham, John A. (ed.), *Ancient Mesoamerica*, pp. 236 - 252, Peek Publications, Palo Alto.
- 1969, "El tesoro de Monte Albán", en: *Memoriales del INAH* 3, México.
- 1976, "Lapidaria y orfebrería en Oaxaca", en: Piña Chan, Roman (ed.), *Los señoríos y estados militaristas*, pp. 326 - 366, INAH, México.
- 2002 [1954], "Las joyas de Monte Albán", en: Caso, Alfonso (ed.), *Obras: El México Antiguo, vol. 1, Mixtecas y Zapotecas*, pp. 217 - 224, El Colegio Nacional, México.
- 2002 [1965], "Lapidary Work, Goldwork, and Copperwork from Oaxaca", en: Caso, Alfonso (ed.), *Obras: El México Antiguo, vol. 1, Mixtecas y Zapotecas*, pp. 351 - 414, El Colegio Nacional, México.
- CASTILLO FERRERAS, VÍCTOR M., 1991, "La Matrícula de Tributos", en: Galvany Llorente, Julio (ed.), *Matrícula de Tributos: Nuevos estudios*, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México.
- CASTILLO TEJERO, NOEMÍ, 1980, "Distribución espacial de objetos de metal", en: *Rutas de intercambio en Mesoamérica y el norte de México*. XVI Mesa redonda de la Sociedad Mexicana de Antropología, Tomo II, pp. 53 - 61, Sociedad Mexicana de Antropología, Saltillo.

- CASTRO, PEDRO V., SYLVIA GIL, VICENTE LULL, RAFAEL MICÓ, CRISTINA RIHUETE, ROBERTO RISCH y MA. ENCARNA SANAHUJA YLL, 1998, "Towards a theory of social production and social practices", en: Milliken, Sarah y Massimo Vidale (eds.), *Craft Specialization: Operational Sequences and Beyond*, Papers from the EAA Third Annual Meeting at Ravenna 1997, Volume IV, BAR International Series 720, pp. 173 - 178, Archaeopress, Oxford.
- CENTENO, SILVIA y DEBORAH SCHORSCH, 1996, "Caracterización de depósitos de oro y plata sobre artefactos de cobre del valle de Piura (Perú) en el período intermedio temprano", en: *Boletín Museo del Oro* 41, pp. 165 - 185.
- CERVERA XICOTÉNCATL, ARIADNA, PRISCILLA CHAVARRÍA RENDÓN, R. RENATA GARCÍA MORENO, TERESITA LÓPEZ ORTEGA y MARÍA DEL PILAR TAPIA LÓPEZ, 1997, *Informe técnico de los trabajos de restauración de un lote de 18 cascabeles prehispánicos de cobre procedentes del Templo Mayor, México, D.F.*, ENCRyM, México, (informe no publicado).
- CHANG, K.C., 1975, "Ancient trade as economics or as ecology", en: Sabloff, Jeremy A. y C.C. Lamberg-Karlovsky (eds.), *Ancient civilizations and trade*, pp. 211 - 224, University of New Mexico, Albuquerque.
- CHAPDELAINE, C., G. KENNEDY y S. UCEDA CASTILLO, 2001, "Neutron activation analysis of metal artefacts from the Moche site, north coast of Peru", en: *Archaeometry* 43(3), pp. 373 - 391.
- CHARLES, J. A., 1973, "Heterogeneity in Metals", en: *Archaeometry* 15(1), pp. 105 - 114.
- 1994, "Determinative mineralogy in the early development of metals", en: *Journal of the Historical Metallurgy Society* 28(2), pp. 66 - 68.
- CHARLTON, THOMAS H., 1969, "On the identification of pre-hispanic obsidian mines in southern Hidalgo", en: *American Antiquity* 34, pp. 176 - 177.
- CHASE, W. T., 1974, "Comparative Analysis of Archaeological Bronzes", en: Beck, Curt W. (ed.), *Archaeological Chemistry*, Advances in Chemistry Series 138, pp. 148 - 185, American Chemical Society, Washington D.C.
- 1994, "Chinese Bronzes: Casting, Finishing, Patination, and Corrosion", en: Scott, David A.; Jerry Podany y Brian B. Considine, *Ancient and Historic Metals: Conservation and Scientific Research*, pp. 85 - 117, The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- CHÁVEZ BALDERAS, XIMENA, 2002, *Rituales funerarios en el Templo Mayor de Tenochtitlan*, Tesis de licenciatura en Arqueología, ENAH, México.
- CHILDE, V. GORDON, 1944, "Archaeological ages as technological stages", en: *Journal of the Royal Anthropological Society* 74, pp. 7 - 24.
- 1936, *Man Makes Himself*, Watts, London.

- CHILDS, S. TERRY, 1994, "Native copper technology and society in Eastern North America", en: Scott, David A. y Pieter Meyers (eds.), *Archaeometry of Pre-Columbian sites and artifacts*, Proceedings of a Symposium organized by the UCLA Institute of Archaeology and the Getty Conservation Institute, Los Angeles, California, March 23 - 27, 1992, pp. 229 - 253, The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- 1997, "Review: The Sounds and Colors of Power: The Sacred Metallurgical Technology of Ancient West Mexico, by Dorothy Hosler, Cambridge, Mass., MIT Press, 1994", en: *Technology and Culture* 38(2), pp. 503 - 505.
- CHILTON, ELIZABETH S., 1999, "Material Meanings and Meaningful Materials: An Introduction", en: Chilton, Elizabeth S. (ed.), *Material Meanings. Critical Approaches to the Interpretation of Material Culture*, pp. 1 - 6, University of Utah Press, Salt Lake City.
- CHIPPINDALE, CHRISTOPHER, 1993, "Ambition, deference, discrepancy, consumption: The intellectual background to a Post-Processual Archaeology", en: Yoffee, Norman y Andrew Sherratt (eds.), *Archaeological Theory: Who sets the Agenda?*, pp. 27 - 36, Cambridge University Press, Cambridge.
- CLARK, CAVEN P., 1991, *Group composition and the role of unique raw materials in the Terminal Woodland substage of the Lake Superior basin*, Tesis de doctorado, Department of Anthropology, Michigan State University, East Lansing.
- CLARK, CAVEN P. y SUSAN R. MARTIN, 2005, "A Risky Business: Late Woodland Copper Mining on Lake Superior", en: Topping, Peter y Mark Lynott (eds.), *The Cultural Landscape of Prehistoric Mines*, pp. 110 - 122, Oxbow Books, Oxford.
- CLARK, JOHN E., 1979, "A specialized obsidian quarry at Otumba, Mexico: implications for the study of Mesoamerican obsidian technology and trade", en: *Lithic Technology* 8(3), pp. 46 - 49.
- 1995, "Craft specialization as an archaeological category", en: Isaac, Barry L. (ed.), *Research in Economic Anthropology vol. 16*, pp. 267 - 294, Jai Press, Greenwich.
- 2000, "Towards a better understanding of hereditary inequality: A critical assessment of natural and historic human agents", en: Dobres, M. y J. Robb (eds.), *Agency in Archaeology*, pp. 92 - 112, Routledge, London.
- CLARK, JOHN E. y W.J. PARRY, 1990, "Craft specialization cultural complexity", en: Isaac, Barry L. (ed.), *Research in Economic Anthropology vol. 12*, pp. 289 - 346, Jai Press, Greenwich.
- CLARKE, D., 1978 (2a ed.), *Analytical Archaeology*, Methuen, London.
- CLIMENT-FONT, A., G. DEMORTIER, C. PALACIO, I. MONTERO y J.L. RUVALCABA-SIL, 1998, "Characterisation of archaeological bronzes using PIXE, PIGE, RBS and AES spectrometries", en: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 134, pp. 229 - 236.
- CÓDICE DE XICOTEPEC, 1995, estudio e interpretación por Guy Stresser-Pean, Gobierno del Estado de Puebla, Centro francés de estudios Mexicanos y Centroamericanos, Fondo de Cultura Económica, México.

- CÓDICE DRESDEN, 1988, edición por Thompson, J.E.S., Fondo de Cultura Económica, México.
- CÓDICE DURÁN, 1990, proyecto y textos por Electra y Tonatiuh Gutierrez, Arrendadora Internacional, México.
- CÓDICE FLORENTINO, 1979, Manuscrito 218-20 de la Colección Palatina de la Biblioteca Medicea Laurenciana edición facsimil (3 vols.), Secretaría de Gobernación/ Archivo General de la Nación.
- CÓDICE IXTLILXOCHITL, 1976, Bibliothèque National, Paris (Ms. Mexicaine 65 - 71), edición por Jacqueline de Durand-Forest, Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz.
- CÓDICE KINGSBOROUGH, 1993, en: Valle P., Perla (ed.), *Memorial de los indios de Tepetlaóztoc o Códice Kingsborough*, Colección Científica, Serie Ethnohistoria 263, INAH, México.
- CÓDICE LAUD, 1964-1967, en: *Lord Kingsborough, Antigüedades de México (4 vols.)*, edición por E. Corona Núñez (vol. 3), pp. 315 - 409, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México.
- CÓDICE MADRID, 1985, en: Lee Jr., T. A. (ed.), *Los códices mayas*, pp. 79 - 140, Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.
- CÓDICE MAGLIABECHIANO, 1903, The book of life of the ancient Mexicans, Nuttall, Zelia (edición), Parte I, introducción y facsimile, University of California, Berkeley.
- CÓDICE MATRITENSE DEL REAL PALACIO, 1906, edición facsímile (orig. 1560-1565) por F. del Paso y Troncoso, Hauser y Menet, Madrid.
- CÓDICE MENDOZA ver BERDAN, FRANCES F. y PATRICIA RIEFF ANAWALT (eds.) 1992
- CÓDICE SELDEN (*Roll*), 1964-1967, en: *Lord Kingsborough, Antigüedades de México (4 vols.)*, edición por E. Corona Núñez (vol. 2), pp. 101 - 113, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México.
- CÓDICE TELLERIANO-REMENSIS, 1964 - 1967, en: *Lord Kingsborough, Antigüedades de México (4 vols.)*, edición por E. Corona Núñez, vol. 1, pp. 151 - 337, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México.
- CÓDICE TONALAMATL AUBIN, 1981, estudio introductorio de Carmen Aguilera, Códices y Manuscritos 1, Gobierno de Tlaxcala, Tlaxcala, México.
- CÓDICE TOVAR, ver MANUSCRITO TOVAR
- CÓDICE TUDELA, 1980, edición facsímil, comentario de José Tudela de la Orden con un prólogo de Donald Robertson y un epílogo de Wigberto Jiménez Moreno, Ediciones Cultura Hispánica del Instituto de Cooperación Iberoamericana, Madrid.
- CÓDICE VATICANUS A en: *Lord Kingsborough, Antigüedades de México (4 vols.)*, edición por E. Corona Núñez (vol 3), pp. 7 - 314, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México.

- CÓDICE VEITIA: MODOS QUE TENÍAN LOS INDIOS PARA CELEBRAR SUS FIESTAS EN TIEMPOS DE LA, GENTILIDAD, 1986, recopilados a expensas del licdo. Mariano de Echevarria y Veitia, Testimonio Patrimonio Nacional, Colección Tabula Americae 4, incluye código y su introducción.
- COGHLAN, H.H., 1975 (2a ed.), *Notes on the Prehistoric Metallurgy of Copper and Bronze in the Old World*, Occasional Papers on Technology, 4, Pitt Rivers Museum, University of Oxford Press, Oxford.
- COLES, JOHN M., 1970, "Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas. Studien zu den Anfängen der Metallurgie, Vol. 2. Berlin, 1968 (S. Junghans, E. Sangmeister y M. Schröder) (review)", en: *Antiquity* 44(175), pp. 233 - 234.
- COLLETT, D.P., 1993, "Metaphors and representations associated with precolonial iron-smelting in eastern and southern Africa", en: Shaw, Thurstan, Paul Sinclair, Bassef Andah y Alex Okpoko (eds.), *The Archaeology of Africa: Food, metals and towns*, One World Archaeology 20, pp. 499 - 511, Routledge, London y New York.
- CONKEY, MARGARET W., 1989, "The Place of Material Culture Studies in Contemporary Anthropology", en: Hedlund, Ann Lane (ed.), *Perspectives on Anthropological Collections from the American Southwest*, Proceedings of a Symposium, Anthropological Research Papers No. 40, pp. 13 - 31, Arizona State University, Tempe.
- CONSTANTINOU, G., 1982, "Geological features and ancient exploitation of the cupriferous sulphide orebodies of Cyprus", en: Muhly, J.D., R. Maddin y V. Karageorghis (eds.), *Early Metallurgy in Cyprus, 4000 - 500 B.C.*, pp. 13 - 23, Pierides Foundation, Nicosia.
- COOKE, RICHARD, ILEAN ISAZA, JOHN GRIGGS, BENOIT DESJARDINS y LUÍS ALBERTO SÁNCHEZ, 2003, "Who Crafted, Exchanged, and Displayed Gold in Pre-Columbian Panama?" en: Quilter, Jeffrey y John W. Hoopes (eds.), *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, A Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, pp. 91 - 158, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- CORRAL, MERCEDES DEL, 1985, "Literatura sobre la Orfebrería en el México Prehispánico", en: *Revista de Arqueología* 6(56), pp 32 – 39.
- CORTÉS, HERNÁN, 1989, *Cartas de relación de la conquista de México*, Colección Austral, Espasa-Calpe Mexicana, S.A., México.
- COSTIN, CATHY LYNNE, 1991, "Craft Specialization: Issues in Defining, Documenting and Explaining the Organization of Production", en: Schiffer, Michael B. (ed.), *Archaeological Method and Theory* 3, pp. 1 - 56, University of Arizona Press, Tucson.
- 1999, "Formal and Technological Variability and the Social Relations of Production: Crisoles from San José de Moro, Peru", en: Chilton, Elizabeth S. (ed.), *Material Meanings. Critical Approaches to the Interpretation of Material Culture*, pp. 85 - 102, University of Utah Press, Salt Lake City.
- COWGILL, G., 2000, "'Rationality' and contexts in agency", en: Dobres, M. y J. Robb (eds.), *Agency in Archaeology*, pp. 51 - 60, Routledge, London.

- CRADDOCK, PAUL T., 1977, "The composition of copper alloys used by the Greek, Etruscan and Roman civilisations", en: *Journal of Archaeological Science*, 4, pp. 103 - 24.
- 1980, "The composition of copper produced at the ancient smelting camps in the Wadi Timna, Israel", en: Craddock, P.T. (ed.), *Scientific Studies in Early Mining and Extractive Metallurgy*, Occasional Paper No. 20, pp. 165 - 173, British Museum, London.
- 1991, "The Emergence of Scientific Inquiry into the Past", en: Bowman, Sheridan (ed.), *Science and the Past*, pp. 11 - 15.
- 1995, *Early metal mining and production*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- CRAWFURD, JOHN, 1866, "On the Supposed Stone, Bronze, and Iron Ages of Society", en: *Transactions of the Ethnological Society of London* 4, pp. 1 - 12.
- CRESSWELL, R., 1976, "Avant-propos", en: *Techniques et Culture* 1, pp. 5 - 6.
- CREW, PETER, 1995, "Bloomery iron smelting slags and other residues", en: *Historical Metallurgy Society: Archaeological Datasheet No. 5*, pp. 1 - 4.
- CRUZ FLORES, BRENDA MARÍA, 1992, *Capa de protección para bienes culturales metálicos*, Colección Textos Básicos y Manuales, INAH, México.
- CUESTA DOMINGO, MARIANO y SALVADOR ROVIRA LLORENS, 1982, *Museo de América: Los Trabajos en Metal en el Área Andina*, Dirección General de Bellas Artes, Archivos y Bibliotecas, Madrid.
- CUEVAS, EMILIO, 1934, "Las excavaciones del Templo Mayor de México", en: *Anales del Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía (5ª serie)* 1(2), pp. 253 - 257.
- CUPRYN, TERESA, 1992, "La expresión cósmica de la danza azteca", en: *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales* 147, pp. 35 - 52.
- CUSHING, FRANK HAMILTON, 1894, "Primitive copper working: an experimental study", en: *American Anthropology (old series)* 7, pp. 93 - 117.
- D'ERRICO, FRANCESCO y GRAEME LAWSON, 2006, "The Sound Paradox: How to Assess the Acoustic Significance of Archaeological Evidence", en: Scarre, Chris y Graeme Lawson (eds.), *Archaeoacoustics*, McDonald Institute Monographs, pp. 41 - 58, University of Cambridge, Cambridge.
- DÁJER, JORGE, 1995, *Los artefactos sonoros precolombinos desde su descubrimiento en Michoacán*, Empresa Libre de Autoeditores, México.
- DALTON, GEORGE, 1975, "Karl Polanyi's analysis of long-distance trade and his wider paradigm", en: Sabloff, Jeremy A. y C.C. Lamberg-Karlovsky (eds.), *Ancient civilizations and trade*, pp. 63 - 132, University of New Mexico, Albuquerque.
- DAVID, BRUNO, 2001, "An Agency of Choice?", en: *Cambridge Archaeological Journal* 11 (2), pp. 270 - 271.

- DAVID, BRUNO, 2004, "Intentionality, Agency and Archaeology of Choice", en: *Cambridge Archaeological Journal* 14 (1), pp. 66 - 71.
- DAYTON, J. E., 1971, "The problem of tin in the Ancient World", en: *World Archaeology* 3(1), pp. 49 - 70.
- DEETZ, JAMES, 1977a, *Small Things Forgotten*, Anchor Press, Doubleday, Garden City, N.Y.
- 1977b, "Material Culture and Archaeology - What's the Difference?", en: Ferguson, Leland (ed.), *Historical Archaeology and the Importance of Material Things*, Special Publications Series Num. 2, pp. 9 - 12, The Society for Historical Archaeology, New York.
- DEL CASTILLO, CRISTÓBAL, 1991, *Historia de la venida de los mexicanos y otros pueblos e Historia de la conquista*, estudio y traducción por Federico Navarrete Linares, Colección Divulgación, Serie Proyecto Templo Mayor, INAH/GV editores/Asociación de Amigos del Templo Mayor, México.
- DELANGE, ELISABETH, MARIE-EMMANUELLE MEYOHAS y MARC AUCOUTURIER, 2005, "The statue of Karomama, a testimony of the skill of Egyptian metallurgists in polychrome bronze statuary", en: *Journal of Cultural Heritage* 6, pp. 99 - 113.
- DEMORTIER, GUY, 1997, "Essential of PIXE and RBS for Archaeological Purposes", en: Respaldiza, M.A. y J. Gómez-Camacho (eds.), *Applications of Ion Beam Analysis Techniques to Arts and Archaeometry*, pp. 25 - 40, Universidad de Sevilla, Sevilla.
- DEMORTIER, G. y JOSÉ LUIS RUVALCABA-SIL, 1996, "Differential PIXE analysis of Mesoamerican jewelry items", en: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 118, pp. 352 - 358.
- 2005, "Quantitative ion beam analysis of complex gold-based artefacts", en: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 239, pp. 1 - 15.
- DENKER, A., W. BOHNE, J. OPITZ-COUTUREAU, J. RAUSCHENBERG, J. RÖHRICH y E. STRUB, 2005, "Influence of corrosion layers on quantitative analysis", en: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 239, pp. 65 - 70.
- DENNIS, WILLIAM HERBERT, 1961 (2a ed.), *Metallurgy of the Non-Ferrous Metals*, Sir Isaac Pitman and Sons, London.
- DÍAZ DEL CASTILLO, BERNAL, 1979, *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España* (2 vols.), estudio e introducción por Claudia Parodi, Promexa Editores, México.
- DÍAZ-PARDO, EDMUNDO y EDMUNDO TENIENTE-NIVÓN, 1991, "Aspectos biológicos y ecológicos de la ictiofauna rescatada en el Templo Mayor, México", en: Polaco, Oscar J. (ed.), *La fauna en el Templo Mayor*, pp. 33 - 104, Colección Divulgación, Serie Proyecto Templo Mayor, INAH/GV editores/Asociación de Amigos del Templo Mayor, México.
- DIGARD, JEAN-PIERRE, 1979, "La Technologie en anthropologie: fin de parcours ou nouvelle souffle?", en: *L'Homme* 19 (1), pp. 73 - 104.

- DIPESO, CHARLES C., JOHN B. RINALDO y GLORIA J. FENNER, 1974, *Casas Grandes: A Fallen Trading Center of the Gran Chichimeca*, Amerind Foundaton Publications 9, Dragoon.
- DOBRES, MARCIA-ANNE, 1995, "Gender and prehistoric technology: on the social agency of technical strategies", en: *World Archaeology, Symbolic Aspects of Early Technologies* 27 (1), pp. 25 - 49.
- 2000, *Technology and Social Agency: Outlining a Practice Framework for Archaeology*, Blackwell Publishers, Oxford.
- DONNAN, CHRISTOPHER B., 1973, "A Precolumbian Smelter from Northern Peru", en: *Archaeology* 26(4), pp. 289 - 297.
- DORNAN, JENNIFER L., 2002, Agency and Archaeology: Past, Present, and Future Directions, en: *Archaeological Theory and Method* 9 (4), pp. 303 - 329.
- DRESCHER, HANS, 1983, "Metallhandwerk des 8. - 11. Jahrhunderts in Haithabu auf Grund der Werkstattabfälle", en: Jankuhn, Herbert, Walter Janssen, Ruth Schmidt-Wiegand y Heinrich Tiefenbach (eds.), *Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit, Teil II*, Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Philologisch-Historische Klasse, Dritte Folge, Nr. 123, pp. 174 - 192, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- DRIEBE, DEAN J., 2000, *The Wisdom of Uncertainty*, Conceptos, UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Coordinación de Humanidades, México.
- DUBOIS, CLAUDE, 1996, "L'ovrture par le feu dans les mines: histoire, archéologie et expérimentations", en: *Revue d'Archeometrie* 20, pp. 33 - 46.
- DUBOX, EDUARDO J., 1974, *Prácticas de Metalografía*, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID), Colección Ciencia y Tecnología, Ediciones Marymar, México, Buenos Aires.
- DUMAINE LÓPEZ, ALFREDO, 1977, "Presencia del metal en las costas del Golfo", *Los Procesos de Cambio (en mesoamérica y áreas circunvecinas): XV Mesa Redonda, Julio 31 al 6 de Agosto 1977, Guanajuato, Tomo II*, Sociedad Mexicana de Antropología y Universidad de Guanajuato, México.
- DUNGWORTH, DAVID, 1997, "Roman Copper Alloys: Analysis of Artefacts from Northern Britain", en: *Journal of Archaeological Science* 24, pp. 901 - 910.
- DUNNELL, ROBERT, C., 1993, "Why archaeologists don't care about archaeometry", en: *Archaeomaterials* 7, pp. 161 - 165.
- DURÁN, DIEGO, 1984, *Historia de las Indias de la Nueva España e Islas de la Tierra Firme* (2 vols.), edición e introducción por Angel Ma. Garibay, Porrúa, México.
- DUVERGER, CHRISTIAN, 1993, *La flor letal: economía del sacrificio azteca*, Fondo de Cultura Económica, México.
- EAGLETON, TERRY, 1991, *Ideology: an introduction*, Editorial Verso, London.

- EARL, BRYAN, 1994, "Tin from the Bronze Age smelting viewpoint", en: *Journal of the Historical Metallurgy Society* 28(2), pp. 117 - 20.
- EASBY JR, DUDLEY T., 1955-1957, "Sahagún y los orfebres precolombinos", en: *Anales del INAH*, pp. 85 - 118.
- 1963, "Una nota tecnológica sobre el pectoral de Zaachila", en: *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* 19, pp. 37 - 40.
- EASBY JR., DUDLEY T., EARLE R. CALEY y KHOSROW MOAZED, 1967, "Axe-Money: Facts and Speculation", en: *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* 21, pp. 107 - 136.
- EERKENS, JELMER W. y CARL P. LIPO, 2005, "Cultural transmission, copying errors, and the generation of variation in material culture and the archaeological record", en: *Journal of Anthropological Archaeology* 24, pp. 316 - 334.
- EHRENREICH, ROBERT M., 1991a, "Metals in Society: Theory beyond Analysis – Introduction", en: *Metals in Society: Theory beyond Analysis, MASCA Research Papers in Science and Archaeology* 8(2), pp. 5 - 6.
- 1991b, "Archaeometallurgy and Archaeology: Widening the Scope", en: *Metals in Society: Theory beyond Analysis, MASCA Research Papers in Science and Archaeology* 8(2), pp. 55 - 61.
- 1995, "Archaeometry into Archaeology", en: *Journal of Archaeological Method and Theory* 2 (1), pp. 1 - 6.
- 1999, "Archaeometallurgy: Helping Archaeology Bridge the Gap between Science and Anthropology", en: Young, Suzanne M. M., A. Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 218 - 222, Archaeopress Oxford.
- ELIADE, MIRCEA, 1994a (2a ed.), *Mito y realidad*, Colección Labor, Nueva Serie 21, Editorial Labor, S.A., Colombia.
- 1994b, *Lo sagrado y lo profano*, Colección Labor, Nueva Serie 21, Editorial Labor, S.A., Colombia.
- 2001 (1a ed. 1956), *Herreros y alquimistas*, Alianza Editorial, Madrid.
- ELIZARRÁS HERNÁNDEZ, MOISÉS, 2001 (2a ed.), "Perspectivas de subsistencia de las danzas de San Bartolomé en Capulhuac, Estado de México", en: Sandoval Forero, Eduardo A. y Marcelino Castillo Nechar (eds.), *Danzas tradicionales. ¿Actualidad u obsolescencia?*, pp. 113 - 118, UNAM, México.
- EMMERICH, ANDRÉ, 1965, *Sweat of the Sun and Tears of the Moon: Gold and Silver in Pre-Columbian Art*, University of Washington Press, Seattle.
- EMOTO, YOSHIMICHI, 1967, "Characteristics of Antiques and Art Objects by X-Ray Fluorescent Spectrometry", en: Levey, Martin (ed.), *Archaeological Chemistry, A symposium*, pp. 75 - 85, University of Pennsylvania Press, Philadelphia.
- ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ILUSTRADA EUROPEO-AMERICANA, 1912, tomo XIII, Espasa-Calpe, S.A., Madrid.

- ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ILUSTRADA EUROPEO-AMERICANA, 1917, tomo XXXIV, Espasa-Calpe, S.A., Madrid.
- ENIOSOVA, NATALIA y VERONICA MURASHOVA, 1999, "Manufacturing Techniques of Belt and Harness Fittings of the 10th Century AD", en: *Journal of Archaeological Science* 26(8), pp. 1093 - 1100.
- EPSTEIN, S.M. y I. SHIMADA, 1983, "Metalurgia de Sicán. Una reconstrucción de la producción de la aleación de Cobre en El Cerro de los Cementerios, Perú", en: *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie (AVA-Beiträge) Band 5*, pp. 379 - 425, Verlag Philipp von Zabern GmbH, Mainz.
- ESCOBAR MALDONADO, MARCO ANTONIO, 2001 (2a ed.), "La danza De la pluma de Santa María Rayón", en: Sandoval Forero, Eduardo A. y Marcelino Castillo Nechar (eds.), *Danzas tradicionales. ¿Actualidad u obsolescencia?*, pp. 149 - 152, UNAM, México.
- ESTÉVEZ DE ROMERO, PATRICIA, 1998, "Platino en el Ecuador precolombino", en: *Boletín del Museo del Oro* 44-45, pp. 159 - 181.
- ESTRADA BALMORI, ELMA, 1990, "Ofrendas del Templo Mayor de México-Tenochtitlan", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Trabajos arqueológicos en el centro de la ciudad de México*, pp. 369 - 389, Serie Arqueología, INAH, México.
- EVANS, CLIFFORD y BETTY J. MEGGERS, 1966, "Mesoamerica and Ecuador", en: Ekholm, Gordon F. y Gordon R. Willey (eds.), *Handbook of Middle American Indians, vol. 4, Archaeological Frontiers and External Connections*, pp. 243 - 264, University of Texas Press, Austin.
- FABER MORSE, BIRGIT y ROBERT B. GORDON, 1986, "Metallographic examination of Pre-Columbian Mexican copper and silver artifacts from Mitla, Oaxaca, Mexico", en: *Archeomaterials* 1, pp. 57 - 67.
- FALCHETTI, ANA MARÍA, 1987, "Desarrollo de la orfebrería tairona en la provincia metalúrgica del norte colombiano", en: *Boletín del Museo del Oro* 19, pp. 3 - 24.
- 1989, "Orfebrería prehispánica en el altiplano central colombiano", en: *Boletín del Museo del Oro* 25, pp. 3 - 42.
- 1993, "La tierra del oro y el cobre: parentesco e intercambio entre comunidades orfebres del norte de Colombia y áreas relacionadas", en: *Boletín del Museo del Oro* 34-35, pp. 3 - 76.
- 1997, "La ofrenda y la semilla: Notas sobre el simbolismo del oro entre los uwas", en: *Boletín del Museo del Oro* 43, pp. 3 - 37.
- 2003, "The Seed of Life: The Symbolic Power of Gold-Copper Alloys and Metallurgical Transformations", en: Quilter, Jeffrey y John W. Hoopes (eds.), *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, pp. 345 - 382, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- FEINBERG, W., 1983, *Lost-Wax Casting - A Practitioner's Manual*, Interm Tech.

- FENTON, WILLIAM N., 1974, "The Advancement of Material Culture Studies in Modern Anthropological Research", en: Richardson, Miles (ed.), *The Human Mirror*, pp. 15 – 36, Louisiana State University Press, Baton Rouge.
- FERNÁNDEZ, PATRICIA y JOSÉ SEGURA GARITA, 2004, "La Metalurgia del Sureste de Costa Rica: Identificación de Producciones Locales Basadas en Evidencia Tecnológica y Estilística", en: Perea, Alicia, Ignacio Montero y Óscar García-Vuelta (eds.), *Tecnología del oro antiguo: Europa y América*, Anejos de AEspA XXXII, pp. 49 - 61, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- FERNÁNDEZ, PATRICIA y IFIGENIA QUINTANILLA, 2003, "Metallurgy, Balls, and Stone Statuary in the Diquís Delta, Costa Rica: Local Production of Power Symbols", en: Quilter, Jeffrey y John W. Hoopes (eds.), *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, pp. 205 - 244, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- FIEDEL, STUART J., 1992 (2a ed.), *Prehistory of the Americas*, Cambridge University Press, Cambridge.
- FLEMING, S.J. y C.P. SWANN, 1993, "Recent applications of PIXE spectrometry in archaeology part I: Observations on the early development of copper metallurgy in the Old World", en: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 75, pp. 440 - 444.
- FLORENTINE CODEX: GENERAL HISTORY OF THE THINGS OF NEW SPAIN (13 vols.), 1950-80, Anderson, Arthur J.O. y Charles E. Dibble (edición y traducción), School of American Research y University of Utah Press, Santa Fe.
- FLORES DORANTES, FELIPE DE JESÚS, 1977, "Los instrumentos musicales de metal en Mesoamérica", en: *Los Procesos de Cambio (en mesoamérica y áreas circunvecinas)*, XV Mesa Redonda, Julio 31 al 6 de Agosto 1977, Guanajuato, Tomo II, pp. 49 - 58, Sociedad Mexicana de Antropología y Universidad de Guanajuato, México.
- FLORES GARCÍA, LORENZA y FELIPE FLORES D., 1980, "Análisis químicos aplicados a metales prehispánicos", en: *Rutas de intercambio en Mesoamérica y el norte de México*, XVI Mesa redonda de la Sociedad Mexicana de Antropología, Tomo II, pp. 93 - 100, Sociedad Mexicana de Antropología, Saltillo.
- FORGUS, R. y L.E. MELAMED, 1989, *La percepción: Estudio del desarrollo cognoscitivo*, Editorial Trillas, México.
- FOSTER, JENNIFER, 1980a, *The Iron Age Moulds from Gussage All Saints*, British Museum Occasional Paper No. 12, Department of Prehistoric and Romano - British Antiquities, London.
- 1980b, "Metalworking at Gussage All Saints, Dorset: A review of recent work", en: Oddy, W.A. (ed.), *Aspects of Early Metallurgy*, British Museum Occasional Paper No. 17, pp. 185 - 187, British Museum Research Laboratory, London.
- FRAIKOR, ARLENE L., JAMES J. HESTER y FREDERICK J. FRAIKOR, 1971, "Metallurgical Analysis of a Hopewell Copper Earspool", en: *American Antiquity* 36(3), pp. 358 - 361.

- FRANCIS, J.L., 1970, "Copper and Heavy Non-Ferrous Casting Alloys", en: Strauss, K. (ed.), *Applied Science in the Casting of Metals*, pp. 209 - 240, Pergamon Press, Oxford.
- FRANCO, FRANCISCA, 1977, "Métodos de análisis químicos de metales antiguos", en: *Los Procesos de Cambio (en mesoamérica y áreas circunvecinas)*, XV Mesa Redonda, Julio 31 al 6 de Agosto 1977, Guanajuato, Tomo II, pp. 25 - 30, Sociedad Mexicana de Antropología y Universidad de Guanajuato, México.
- FRANCO, FRANCISCA, RUBÉN CABRERA y LUIS TORRES MONTES, 1992, "Los artefactos metálicos de Tzintzuntzan, Michoacán: su deterioro y tratamiento", en: *Arqueología* 7, pp. 51 - 56.
- FRANCO, FRANCISCA y D.M.K. DE GRINBERG, , 2001, "Cascabeles especiales provenientes del Cenote Sagrado de Chichén-Itzá, Yucatán", en: *Memorias de la Mesa Redonda: Tecnología Metalúrgicas en América Prehispánica*, UNAM, México
- FRANCO, FRANCISCA y ANGELINA MACÍAS, 1994, "Análisis de los metales prehispánicos tarascos de Huandacareo, Michoacán", en: Williams, Eduardo (ed.), *Contributions a la arqueología y etnohistoria del Occidente de México*, pp. 157 - 188, El Colegio de Michoacan, Zamora, Mich.
- FRANK, LEONARD, 1951, "A Metallorgraphic Study in Certain Pre-Columbian American Implements", en: *American Antiquity* 17(1), pp. 57 - 59.
- FREESTONE, IAN C., 1989, "Refractory materials and their procurement", en: Hauptmann, Andreas, Ernst Pernicka y Günther A. Wagner (eds.), *Old World Archaeometallurgy, Proceedings of the International Symposium Old World Archaeometallurgy, Heidelberg 1987*, pp. 155 - 62, Selbstverlag des Deutschen Bergbau-Museums, Bochum.
- FRIEDMAN, A.M., M. CONWAY, M. KASTNER, J. MILSTED, D. METTA, P.R. FIELDS y E. OLSEN, 1966, "Copper artifacts; Correlation with source types of copper ores", en: *Science* 152(3728), pp. 1504 - 1506.
- FUENTE, BEATRICE DE LA, 2004, "Trazos de una identidad", *El imperio azteca*, Catálogo de exposición, pp. 38 - 56, The Solomon R. Guggenheim Foundation, New York.
- GALE, NOËL H., 1997, "The isotopic composition of tin in some ancient metals and the recycling problem in metal provenancing", en: *Archaeometry* 39(1), pp. 71 - 82.
- 1999, "Lead Isotope Characterization of the Ore Deposits of Cyprus and Sardinia and Its Application to the Discovery of the Sources of Copper for Late Bronze Age Oxhide Ingots", en: Young, Suzanne M.M., Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 286 - 296, Archaeopress, Oxford.
- GALE, NOËL H. y ZOFIA STOS-GALE, 2000, "Lead Isotope Analysis Applied to Provenance Studies", en: Ciliberto, Enrico y Guiseppa Spoto (eds.), *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*, pp. 503 - 584, John Wiley & Sons, New York.
- GALVANY LLORENTE, JULIO (ed.), 1991, *Matrícula de Tributos: Nuevos estudios*, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México.

- GAMIO, MANUEL, 1990 [1914], "Los vestigios prehispánicos de la 2ª. Calle de Santa Teresa", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Trabajos arqueológicos en el centro de la ciudad de México*, pp. 275 - 280, Serie Arqueología, INAH, México.
- GÁNDARA VÁZQUEZ, MANUEL, 1993, "El análisis de posiciones teóricas: aplicaciones a la arqueología social", en: *Boletín de Antropología Americana* 27, pp. 5 - 20.
- GARCÍA CHÁVEZ, RAÚL, 2007, "El Altepétl como formación sociopolítica de la cuenca de México. Su origen y desarrollo durante el posclásico medio." en: *Arqueoweb* 8(2), <http://www.ucm.es/info/arqueoweb> (sitio acesado 15.10.2007).
- GARCÍA COOK, ANGEL, 1986 [1978], "Rescate arqueológico del monolito circular de Coyolxauhqui", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Los dioses que se negaron a morir: Arqueología y crónicas del Templo Mayor*, pp. 215 - 227, SEP/Cien de México, México.
- GARCÍA-BÁRCENA, J., 1975, "Las minas de obsidiana de la Sierra de las Navajas Hgo., México", en: *Actas del XLI congreso internacional de americanistas*, México, 1974, I, pp. 369 - 377, INAH, México.
- GARIBAY K., ÁNGEL MA., 1965, *Poesía Náhuatl*, UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas, México.
- GASCO, JANINE y FRANCIS F. BERDAN, 2003, "International Trade Centers", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 109 - 116, University of Utah Press, Salt Lake City.
- GEILMANN, WILHELM, 1967, "Chemische Untersuchungen der Patina vorgeschichtlicher Bronzen aus Niedersachsen und Auswertung ihrer Ergebnisse", en: Levey, Martin (ed.), *Archaeological Chemistry, A symposium*, pp. 87 - 146, University of Pennsylvania Press, Philadelphia.
- GENDERS, R. y G. L. BAILEY, 1934, *The Casting of Brass Ingots*, The British Non-Ferrous Metals Research Association.
- GERHARD, PETER, 1993, *A guide to the historical geography of New Spain*, University of Oklahoma Press, Norman y London.
- GIDDENS, A., 1979, *Central Problems in Social Theory*, Macmillan, London.
- 1984, *The Constitution of Society: An Outline of the Theory of Structuration*. University of California Press, Berkeley.
- GIGANTE, G. E. y R. CESAREO, 1998, "Non-destructive analysis of ancient metal alloys by in situ EDXRF transportable equipment", en: *Radiat. PhyChem.* 51(4-6), pp. 689 - 700.
- GLASCOCK, MICHAEL D., T.G. SPALDING, J.C. BIERS y M.F. CORNMAN, 1984, "Analysis of copper-based metallic artifacts by prompt gamma-ray neutron activation analysis", en: *Archaeometry* 26(1), pp. 96 - 103.
- GOFFER, ZVI, 1980, *Archaeological Chemistry: A Sourcebook on the Applications of Chemistry to Archaeology*, Chemical Analysis: A Series of Monographs on Analytical Chemistry and its Application, vol. 55, John Wiley & Sons, New York.

- GÓMEZ DE MÉNDEZ, GUADALUPE, 1977, "Presencia del metal en el altiplano central en relación con las fuentes", *Los Procesos de Cambio (en mesoamérica y áreas circunvecinas)*, XV Mesa Redonda, Julio 31 al 6 de Agosto 1977, Guanajuato, Tomo II, pp. 59 - 69, Sociedad Mexicana de Antropología y Universidad de Guanajuato, México.
- GONZÁLEZ, ALBERTO REX, 1979, "Pre-Colombian Metallurgy of Northwest Argentina; Historical Development and Cultural Process", en: Benson, Elizabeth P. (ed.), *Pre-Columbian Metallurgy of South America*, pp. 133 - 202, *Dumbarton Oaks*, Washington.
- 1992, *Las placas metálicas de los Andes del Sur: Contribución al estudio de las religiones precolombinas*, Kommission für Allgemeine und Vergleichende Archäologie (AVA-Materialien 46), Verlag Philipp von Zabern, Mainz.
- GONZÁLEZ, CARLOS J., 1987, "Mezcala style anthropomorphic artifacts in the Templo Mayor", en: Hill Boone, Elizabeth (ed.), *The Aztec Templo Mayor*, pp.145 - 160, *Dumbarton Oaks Symposium*, *Dumbarton Oaks*, Washington, D.C.
- GONZÁLEZ, CARLOS J. y BERTINA OLMEDO, 1990, *Escultura Mezcala en el Templo Mayor*, Colección Divulgación, Serie Proyecto Templo Mayor, INAH/GV editores/Asociación de Amigos del Templo Mayor, México.
- GONZÁLEZ, LUIS R., 2004, "Historias de poder, brillos y colores: el arte del cobre en los Andes prehispánicos", en: *El Arte del Cobre en el Mundo Andino*, Museo de Arte Precolombino, Santiago de Chile.
- 2005, "La sagrada transformación del cobre: Alquimias milenarias", en: Swinburn Puelma, Gema (ed.), *Joyas de los Andes: Metales para los hombres, metales para los dioses*, pp. 54 - 89, Museo de Arte Precolombino, Santiago de Chile.
- GONZÁLEZ REYNA, JENARO, 1956, *Riqueza minera y yacimientos minerales de México*, Congreso Geológico Internacional, XX Sesión, Banco de México, Departamento de Investigaciones Industriales, México.
- GONZÁLEZ TIRADO, ROCÍO CAROLUSA, MA. DEL PILAR TAPIA LÓPEZ y JOSEFINA GRANADOS GARCÍA, 2001, "Conservación de metales arqueológicos", en: Schneider Glantz, Renata (ed.), *Conservación in situ de materiales arqueológicos: Un manual*, pp. 19 - 36, CNCA, INAH, CNRPC, México.
- GONZÁLEZ TORRES, YÓLOTL, 1987, "La danza entre los mexicas", en: *México Indígena* 18, pp. 55 - 56.
- GORDON, R. B. y J. W. RUTLEDGE, 1984, "Bismuth Bronze from Machu Picchu, Peru", en: *Science* 223, pp. 585 - 586.
- GOSDEN, CHRIS y YVONNE MARSHALL, 1999, "The cultural biography of objects", en: Marshall, Yvonne y Chris Gosden (eds.), *World Archaeology, The Cultural Biography of Objects* 31 (2), pp. 169 - 178.
- GRAULICH, MICHEL, 1987, "Les incertitudes du Grand Temple", en: Eggebrecht, Arne (ed.), *Les aztèques: Trésors du Mexique ancien*, pp. 121 - 131, Roemer- und Pelizaeus Museum, Hildesheim.

- GRAULICH, MICHEL, 1997, "Reflexiones sobre dos Obras Maestras del Arte Azteca: La Piedra del Calendario y el Teocalli de la Guerra Sagrada", en: Noguez, Xavier y Alfredo López Austin (eds.), *De Hombres y Dioses*, pp. 155 - 207, El Colegio de Michoacán, El Colegio Mexiquense, A.C., Zinacantepec.
- GREGORY, EDWIN, 1932, *Metallurgy*, Blackie & Son, London.
- GRIFFIN, JAMES B., 1952, "Culture Periods in Eastern United States Archeology", en: Griffin, James B. (ed.), *Archeology of the Eastern United States*, pp. 352 - 364, University of Chicago Press, Chicago.
- GRINBERG, D. M. K. DE, 1983, "Minas prehispánicas del Ario, Michoacán", en: *Memorias del IX Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería*, pp. 266 - 270.
- 1989, "Tecnologías metalúrgicas tarascas", en: *Ciencia y Desarrollo* 15(89), pp. 37 - 53.
- 1996, "Técnicas minero-metalúrgicas en Mesoamérica", en: Cervantes, Mayán (ed.), *Mesoamérica y Los Andes*, pp. 427 - 472, CIESAS, México.
- 1997, "El Lienzo de Jucutacato y el Legajo 1204, Ramo Indiferente General del Archivo General de Indias", en: Rueda Smithers, Salvador, Constanza Vega Sosa y Rodrigo Martínez Baracs (eds.), *Códices y documentos sobre México: Segundo Simposio*, Vol. II, Serie Historia, pp. 381 - 396, INAH, México.
- 2001, "Tecnologías minero-metalúrgicas purépechas", en: *Memorias de la Mesa Redonda: Tecnologías Metalúrgicas en América Prehispánica*, pp. 53 - 70, UNAM, México.
- 2004a, "Qué sabían de fundición los antiguos habitantes de Mesoamérica? Parte I", en: *Ingenierías* 7(22), pp. 64 - 70.
- 2004b, "Qué sabían de fundición los antiguos habitantes de Mesoamérica? Parte II", en: *Ingenierías* 7(23), pp. 58 - 67.
- GRINBERG, D. M. K. DE y FRANCISCA FRANCO, 1980a, "Cascabeles especiales provenientes del Cenote Sagrado de Chichén-Itzá, Yucatán", en: *II Encuentro de Investigación Metalúrgica, 3 al 7 de noviembre de 1980*, pp. 184 - 215, SEP, México.
- 1980b, *Estudio de cuatro cascabeles de falso alambre provenientes de las excavaciones del tren subterráneo de la ciudad de México*, UAM, México, pp. 174 - 183.
- 1982, "Estudio químico y metalúrgico de los objetos de metal de Tonina, Chiapas", en: Becquelin, Pierre y Claude F. Baudez (eds.), *Tonina, une cité Maya du Chiapas*, Tome III, pp. 1143 - 1164, Mission Archéologique et Ethnologique Française au Mexique, Collection Etudes Mésoaméricaines, Editions Recherche sur les civilisations, Paris.
- 1990, "Estudio químico y metalúrgico de los objetos de metal de Tonina, Chiapas", en: Becquelin, Pierre y Eric Taladoire (eds.), *Tonina, une cité Maya du Chiapas (Mexique)*, Vol. VI, Tome IV, pp. 1821, 1828 - 1829, Mission Archéologique et Ethnologique Française au Mexique, Collection Etudes Mésoaméricaines, Editions Recherche sur les civilisations, Paris.

- GRINBERG, D. M. K. DE, ADOLFO GRINBERG y LUIS TORRES, 1976, "Relaciones Metalúrgicas en América Prehispánica. I - Criterios de Aleación en el Sistema de Oro-Plata-Cobre", en: Pompa y Pompa, Antonio (ed.), *Las fronteras de Mesoamérica: XIV Mesa Redonda, Tegucigalpa, Honduras, 23 - 28 de junio 1975*, Tomo II, pp. 117 - 124, Sociedad Mexicana de Antropología, México.
- GRÖGLER, NORBERT, JOHANNES GEISS, MARC GRÜNENFELDER y FRIEDRICH G. HOUTERMANS, 1966, "Isotopenuntersuchungen zur Bestimmung der Herkunft römischer Bleirohre und Bleibarren", en: *Zeitschrift fuer Naturforschung* 21a, pp. 1167 - 1172.
- GROSSMANN, J.W., 1972, "An Ancient Gold Worker's Tool Kit: The earliest technology in Peru", en: *Archaeology* 25(4), pp. 270 - 5.
- GUERRA, MARÍA FILOMENA, 1998, "Analysis of Archaeological Metals: The Place of XRF and PIXE in the Determination of Technology and Provenance", en: *X-Ray Spectrometry* 27, pp. 73 - 80.
- GUERRA, MARIA FILOMENA y THOMAS CALLIGARO, 2004, "Gold traces to trace gold", en: *Journal of Archaeological Science* 31, pp. 1199 - 1208.
- GUMERMAN, GEORGE y DAVID A. PHILLIPS, JR., 1978, "Archaeology beyond Anthropology", en: *American Antiquity* 43 (2), pp. 184 - 191.
- GUTIÉRREZ SOLANA RICKARDS, NELLY, 1983, *Objetos ceremoniales en piedra de la cultura mexicana*, UNAM, México.
- HALL, H.T., 1971, "Castability of Metals", en: Beadle, John D. (ed.), *Castings*, pp. 23 - 26, The Macmillan Press, Basingstoke.
- HAMMOND, NORMAN, 1972, "Classic Maya Music, Part II: Rattles, Shakers, Raspers, Wind and String Instruments", en: *Archaeology* 25(3), pp. 222 - 228.
- HANSEN, UWE J., 1995, "Materials in Musical Instruments: Romance of Art and Science", en: *Materials Research Society Bulletin* 10(3), pp. 25 - 26.
- HANSON, D. y C. B. MARRYAT, 1927, "Investigation of the Effects of Impurities on Copper. Part III - The Effect of Arsenic on Copper. Part IV - The Effect of Arsenic Plus Oxygen on Copper", en: *Journal of the Institute of Metals* 37, pp. 121 - 168.
- HARUNARI, HIDEJI, 2004, "Die Yayoi-Zeit - Eine allgemeine Einführung", en: Wiczorek, Alfred, Werner Steinhaus y Makoto Sahara (eds.), *Zeit der Morgenröte: Japans Archäologie und Geschichte bis zu den ersten Kaisern (Handbuch)*, Publicationen der Reiss-Engelhorn-Museen, Band 11, pp. 181 - 184, Reiss-Engelhorn-Museen, Mannheim.
- HARVEY, WILLIAM, 1952, "Appendix I: Examination of gilded sheet copper and wire-bells", en: Lothrop, Samuel Kirkland, *Metals from the Cenote of sacrifice in Chichén Itza, Yucatán*, Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Vol. X, No.2, Published by the Museum, Harvard.
- HAUPTMANN, ANDREAS, GERD WEISGERBER y HANS GERT BACHMANN, 1989, "Ancient Copper Production in the area of Feinan, Khirbet En-Nahas, and Wadi El-Jariye, Wadi Arabah, Jordan", en: *Masca Research Papers in Science and Archaeology* 6, pp. 7 - 16.

- HAURY, EMIL W., 1947, "A large pre-columbian copper bell from the southwest", en: *American Antiquity* 13(1), pp. 80 - 82.
- HAUSTEIN, M., G. ROEWER, M. R. KRBETSCHKEK y E. PERNICKA, 2003, "Dating Archaeometallurgical Slags using Thermoluminescence", en: *Archaeometry* 45(3), pp. 519 - 530.
- HAWLEY, F.G., 1953, "The manufacture of copper bells found in southwestern sites", en: *Southwestern Journal of Anthropology* 9, pp. 99 - 111.
- HEARNE, P. y R. SHARER, 1992, "River of Gold: Color Plates", en: Hearne, P. y R. Sharer (eds.), *River of Gold: Precolumbian Treasures from Sitio Conte*, pp. 69 - 132, University of Pennsylvania, University Museum of Archaeology and Anthropology, Philadelphia.
- HEILMEYER, WOLF-DIETER, 2004, "Ancient Workshops and Ancient 'Art'", en: *Oxford Journal of Archaeology* 23(4), pp. 403 - 415.
- HEINE, R.W. y P.C. ROSENTHAL, 1955, *Principles of Metal Casting*, McGraw-Hill, New York.
- HEINE-GELDERN, ROBERT, 1954, "Die Asiatische Herkunft der Südamerikanischen Metalltechnik", en: *Paideuma* 5(1-2), pp. 347 - 423.
- HELMS, MARY W., 1981, "Precious Metals and Politics: Style and Ideology in the Intermediate Area and Peru", en: *Journal of Latin American Lore* 7(2), pp. 215 - 237.
- HENDERSON, JULIAN, 2000, *The science and archaeology of materials: an investigation of inorganic materials*, Routledge, London y Nueva York.
- HENDRICHS, PEDRO R., 1940, "Datos sobre la Técnica minera prehispánica", en: *México Antiguo* 5, pp. 148 - 160 y 179 - 194.
- HERDITZ, HANNER, 1997, "Experimentalarchäologische Untersuchungen zur bornzezeitlichen Verhüttung sulfidischer Kupfererze", en: Fansa, Mamoun (ed.), *Experimentelle Archäologie, Bilanz 1996*, Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 18, pp. 21 - 31, Isensee Verlag, Oldenburg.
- HERRERA, MOISES, 1990 [1914], "Informe de flora y fauna de la calle de Santa Teresa", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Trabajos arqueológicos en el centro de la ciudad de México*, Antologías, Serie Arqueología, pp. 283 - 287, INAH, México.
- HERS, MARIE-ARETI, 1990, "Los objetos de cobre en la cultura Chalchihuites", en: *Homenaje a Federico Secosse: un hombre, un destino y un lugar*, pp. 45 - 60, Gobierno del Estado de Zacatecas.
- HERSKOVITS, MELVILLE J., 1948, *Man and his Works*, Alfred A. Knopf, New York.
- HESSE, ALBERT, 1982, "How can Research and Service in Archaeometry be Reconciled?", en: Olin, Jacqueline S. (ed.), *Future Directions in Archaeometry*, pp. 85 - 87, Smithsonian Institution, Washington D.C.

- HESSE, ALBERT, 1990, "Call it Archaeometry", en: Vallat, François (ed.), *Contribution à l'histoire de l'Iran: Mélanges offerts à Jean Perrot*, pp. 317 - 320, Editions recherche sur les civilisations. ERC, Paris.
- HEYDEN, DORIS, 1987, "Symbolism of ceramics from the Templo Mayor", en: Boone, Elizabeth Hill (ed.), *The Aztec Templo Mayor*, pp. 109 - 130, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- HIGGINS, RAYMOND A., 1964, *Engineering Metallurgy, Part 1, Applied Physical Metallurgy*, The English Universities Press, London.
- HIGHAM, CHARLES, 1988, "Prehistoric Metallurgy in Southeast Asia: Some New Information from the Excavation of Ban Na Di", en: Maddin, R. (ed.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, pp. 130 - 155, MIT, Cambridge, MA.
- HINOJOSA HINOJOSA, JOSÉ FRANCISCO, 1999, "Excavaciones en la Catedral y el Sagrario metropolitanos del Programa de Arqueología Urbana, Aspectos generales", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Excavaciones en la Catedral y el Sagrario metropolitanos*, pp. 15 - 19, INAH, México.
- HIRTH, KENNETH, 1997, "Review: The Sounds and Colors of Power: The Sacred Metallurgical Technology of Ancient West Mexico, by Dorothy Hosler, Cambridge, Mass., MIT Press, 1994", en: *Ethnohistory* 44(1), pp. 178 - 180.
- 1998, "Distributional Approach: A New Way to Identify Marketplace Exchange in the Archaeological Record", en: *Current Anthropology* 39(4), pp. 451 - 476.
- HISTORIA DE LOS MEXICANOS POR SUS PINTURAS, 1965, en: Garibay, Angel Ma. (ed.), *Teogonía e historia de los mexicanos*, pp. 21 - 90, Porrúa, México.
- HISTORIA TOLTECA-CHICHIMECA: ANALES DE QUAUHTINCHÁN, 1947, edición por Heinrich Berlin con la colaboración de Silvia Rendón, prólogo por Paul Kirchhoff. Fuentes para la Historia de México, No. 1, Antigua Librería Robredo, México, D.F.
- HODDER, IAN, 1982, *The Present Past*, Batsford, London.
- 1985, "Postprocessual Archaeology", en: Schiffer, Michael Brian (ed.), *Archaeological Method and Theory*, Vol. 8, pp. 1 - 26 Academic Press, New York.
- 1986, *Reading the Past: Current Approaches to Interpretation in Archaeology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- 1989a, "This is Not an Article about Material Culture as Text", en: *Journal of Anthropological Archaeology* 8, pp. 250 - 269.
- 1989b, "Post-modernism, post-structuralism and post-processual archaeology", en: Hodder, Ian (ed.), *Meanings of Things: Material Culture and Symbolic Expression*, One World Archaeology 6, pp. 64 - 78 Unwin Hyman.
- 1991, "To interpret is to act: The need for an interpretative archaeology", en: *Scottish Archaeological Review* 8, pp. 8 - 13.
- 1992, *Theory and Practice in Archaeology*, Routledge, London.
- 1999, *The Archaeological Process: An Introduction*, Blackwell Publishers, Oxford.

- HODDER, IAN, 2000, "Agency and individuals in long-term processes", en: Dobres, M. y J. Robb (eds.), *Agency in Archaeology*, pp. 21 - 33, Routledge, London.
- HODGE, MARY G., 1998, "Archaeological Views of Aztec Culture", en: *Journal of Archaeological Research* 6(3), pp. 197 - 238.
- HOLL, AUGUSTIN F. C., 2000, "Metals and Precolonial African Society", en: Vogel, Joseph O. (ed.), *Ancient African Metallurgy: The Socio-Cultural Context*, pp. 1 - 82, Altamira Press, Walnut Creek.
- HOOPEs, JOHN W. y OSCAR M. FONSECA Z., 2003, "Goldwork and Chibchan Identity: Endogenous Change and Diffuse Unity in the Isthmo-Colombian Area", en: Quilter, Jeffrey y John W. Hoopes (eds.), *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, pp. 49 - 90, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- HORCASITAS DE BARROS, MARÍA LUISA, 1981, *Una Artesanía con Raíces Prehispánicas en Santa Clara del Cobre*, Colección Científica (97), Etnología, INAH, México.
- HORNBORSTEL, ERICH M. V. y CURT SACHS, 1914, "Systematik der Musikinstrumente: Ein Versuch", en: *Zeitschrift für Ethnologie* 46, pp. 553 - 590.
- HOSLER, DOROTHY, 1985, "Organización cultural de la tecnología: Aleaciones de cobre en México occidental precolombino", en: *45th Congreso Internacional de Americanistas, Universidad de los Andenes, Bogota, Colombia*, Banco de la República, Bogota.
- 1986, *The origins, technology, and social construction of ancient west Mexican metallurgy* (Volumes I and II), Tesis de Doctorado, University of California, Santa Barbara.
- 1988a, "The Metallurgy of Ancient West Mexico", en: Maddin, Robert (ed.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, pp. 328 - 343, MIT Press, Cambridge.
- 1988b, "Ancient West Mexican metallurgy: a technological chronology", en: *Journal of Field Archaeology* 15, pp. 191 - 217.
- 1988c, "Ancient West Mexican metallurgy: South and Central American origins and West Mexican transformations", en: *American Anthropologist* 90 (4), pp. 832 - 855.
- 1994a, *The Sounds and Colors of Power: The Sacred Metallurgical Technology of Ancient West Mexico*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- 1994b, "La metalurgia en la antigua Mesoamérica: sonidos y colores del poder", en: Ruz, Mario Humberto (ed.), *Semillas de industria: Transformaciones de la tecnología indígena en las Américas*, pp. 85 - 97, CIESAS, México.
- 1994c, "La metalurgia prehispánica del Occidente de México: una cronología tecnológica", en: Williams, Eduardo y Robert Novella (eds.), *Arqueología del Occidente de México: Nuevas aportaciones*, pp. 237 - 296, El Colegio de Michoacán, Zamora.

- HOSLER, DOROTHY, 1994d, "Arqueología y metalurgia en el Occidente de México. El bronce Mesoamericano: Orígenes, desarrollo y difusión", en: Avila Palafox, Ricardo (ed.) *Transformaciones mayores en el Occidente de México*, pp. 115 - 125, Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- 1995, "Sound, color and meaning in the metallurgy of ancient West Mexico", en: *World Archaeology, Symbolic aspects of early technologies* 27 (1), pp. 100 - 115.
- 1997, "Los orígenes andinos de la metalurgia del occidente de México", en: *Boletín del Museo del Oro* 42, pp. 3 - 26.
- 1998, "Artefactos de cobre en el periodo Posclásico Tardío mesoamericano: yacimientos minerales, regiones productivas y uso", en: Ávila, Ricardo, Jean P. Emphoux, Luis G. Gastélum, Susana Ramírez, Otto Schöndube y Francisco Valdez (eds.), *El Occidente de México: arqueología, historia y medio ambiente*, Actas del IV Coloquio Internacional de Occidente 1996, pp. 319 - 330, Universidad de Guadalajara, México.
- 1999, "Recent Insights into the Metallurgical Technologies of Ancient Mesoamerica (Feature: Archaeotechnology)", en: *JOM*, pp. 11 - 14.
- 2002, *Excavaciones en el Sitio de Fundición de Cobre de El Manchón, Guerrero, México*, Fundación FAMSI, Informe Presentado a FAMSI, <http://www.famsi.org/reports/01058es/index.html> (sitio de web acesado 5.6.2006).
- 2003, "Metal Production", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 159 - 171, University of Utah Press, Salt Lake City.
- 2004, "Nuevos datos sobre la producción de metal en el occidente de la época prehispánica", en: Williams, Eduardo (ed.), *Bienes estratégicos del antiguo occidente de México*, pp. 335 - 355, El Colegio de Michoacán, Zamora.
- HOSLER, DOROTHY, HEATHER LECHTMAN y OLAF HOLM, 1990, *Axe-Monies and Their Relatives*, Dumbarton Oaks, Washington, D.C.
- HOSLER, DOROTHY y ANDREW MACFARLANE, 1996, "Copper Sources, Metal Productions, and Metals Trade in Late Postclassic Mesoamerica", *Science* 273, pp. 1819 - 1824.
- HOSLER, DOROTHY y GUY STRESSER-PEAN, 1992, "The Huasteca region: a second center for the production of bronze artifact in ancient Mesoamerica", en: *Science* 257 (5074), pp. 1215 - 1219.
- HOWARD, HILLARY, 1980, "Preliminary Petrological Report on the Gussage All Saints Crucibles", en: Oddy, W.A. (ed.), *Aspects of Early Metallurgy*, British Museum Occasional Paper No. 17, pp. 189 - 192, British Museum Research Laboratory, London.
- HUDSON, R.F., 1948, *Non-Ferrous Castings*, Chapman and Hall Ltd., London.
- HUGHES, RICHARD, 1993, "Artificial patination", en: La Niece, Susan y Paul Craddock (eds.), *Metal Plating and Patination*, pp. 1 - 18, Butterworth-Heinemann, Oxford.

- HUMBOLDT, ALEXANDER VON, 1990 [1878], "Sitios de las Cordilleras", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Trabajos arqueológicos en el centro de la ciudad de México*, pp. 99 - 107, Serie Arqueología, INAH, México.
- HUTSON, SCOTT R., 2001, "Synergy through disunity, science as social practice: comments on VanPool and VanPool", en: *American Antiquity* 66(2), pp. 33 - 53.
- HYNE, K. E., 1995, *The Surface Colouring of Copper Based Alloys*, BSc Thesis in Archaeological Science, University of Bradford.
- IBARRA, EUGENIA, 2003, "Gold in the Everyday Lives of Indigenous Peoples of Sixteenth-Century Southern Central America", en: Quilter, Jeffrey y John W. Hoopes (eds.), *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, pp. 383 - 420, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- INGO, G.M., E. ANGELINI, T. DE CARO, G. BULTRINI y I. CALLIARI, 2004, "Combined use of GDOES, SEM+EDS, XRD and OM for the microchemical study of the corrosion products on archaeological bronzes", en: *Applied Physics A* 79, pp. 199 - 203.
- INGO, G.M., L.-I. MANFREDI, G. BULTRINI y E. LO PICCOLO, 1997, "Quantitative analysis of copper-tin bronzes by means of glow discharge optical emission spectrometry", en: *Archaeometry* 39(1), pp. 59 - 70.
- IXER, R. A., 1999, "Role of Ore Geology and Ores in the Archaeological Provenancing of Metals", en: Young, Suzanne M.M., Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 43 - 52, Archaeopress, Oxford.
- JÁUREGUI JIMÉNEZ, J. JESÚS, 2004, *Coras: Pueblos Indígenas del México Contemporáneo*, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas y PNUD, México.
- 2005, "Las Pachitas en La Mesa del Nayar (Yaujque'e)", en: *Dimensión Antropológica* 34,
<http://www.dimensionantropologica.inah.gob.mx/index.php?menlzq=1&flag=4>
- JENSEN, A. E., 1966, *Mito y culto entre pueblos primitivos*, Fondo de Cultura Económica, México.
- JIMÉNEZ BADILLO, DIEGO, 1991, "La malacología del Templo Mayor a partir de los datos de la ofrenda H", en: Polaco, Oscar J. (ed.), *La fauna en el Templo Mayor*, pp. 171 - 212, Colección Divulgación, Serie Proyecto Templo Mayor, INAH/GV editores/Asociación de Amigos del Templo Mayor, México.
- 2004, *A Method for Interactive Recognition of Three-dimensional Adjacency Patterns in Point Sets, Based on Relative Neighbourhood Graphs: An Archaeological Application*, A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, Department of Geomatic Engineering, University College London, London.
- JOHANSSON, SVEN A. E., JOHN L. CAMPBELL y KLAS G. MALMQVIST (eds.), 1995, *Particle-Induced X-Ray Emission Spectrometry (PIXE)*, Serie Chemical Analysis, vol. 133, John Wiley & Sons, Inc., New York.

- JOHNSEN, HARALD y BJØRNAR OLSEN, 1992, "Hermeneutics and Archaeology: On the Philosophy of Contextual Archaeology", en: *American Antiquity* 57 (3), pp. 419 - 436.
- JOHNSON, MATTHEW H., 1989, "Conceptions of Agency in Archaeological Interpretation", en: *Journal of Anthropological Archaeology* 8(2), pp. 189 - 211.
- 1999, *Archaeological Theory: An Introduction*, Blackwell Publishers Oxford.
- JONES, ANDREW, 2002, *Archaeological Theory and Scientific Practice*, Cambridge University Press, Cambridge.
- 2004, "Archaeometry and Materiality; Materials-based Analysis in Theory and Practice", en: *Archaeometry* 46(3), pp. 327 - 338.
- JONES, ANDREW y RICHARD BRADLEY, 1999, "The Significance of Colour in European Archaeology", en: *Cambridge Archaeological Journal* 9(1), pp. 112 - 114.
- JONES, JULIE, 1974a, "Gold and the New World", en: Jones, Julie (ed.), *El Dorado, The Gold of Ancient Colombia*, pp. 11 - 19, The Center for Inter-American Relations and The American Federation of Arts, New York.
- 1974b, "Precolumbian Gold", en: Jones, Julie (ed.), *El Dorado, The Gold of Ancient Colombia*, pp. 21 - 31, The Center for Inter-American Relations and The American Federation of Arts, New York.
- 1979, "Mochica Works of Art in Metal", en: Benson, Elizabeth P. (ed.), *Pre-Columbian Metallurgy of South America*, pp. 53 - 104, Dumbarton Oaks, Washington.
- JOPLING, CAROL F., 1989, "The Coppers of the Northwest Coast Indians: Their Origin, Development, and Possible Antecedents", en: *Transactions of the American Philosophical Society, New Series* 79(1), pp. i - xii + 1 - 164.
- JOYCE, ARTHUR, 2000, "The founding of Monte Alban: Sacred propositions and social practices", en: Dobres, M. y J. Robb (eds.), *Agency in Archaeology*, pp. 71 - 91, Routledge, London.
- JUEMING, HUA, 1993, "The Sound of Chime Bells of 2400 Years Ago", en: *Endeavour* 17(1), pp. 32 - 37.
- JUNGHANS, SIEGFRIED, EDWARD SANGMEISTER y MANFRED SCHRÖDER, 1960, *Metallanalysen kupferzeitlicher und frühbronzezeitlicher Bodenfunde aus Europa*, Studien zu den Anfängen der Metallurgie (SAM 1), Mann, Berlin.
- 1968, *Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas*, Studien zu den Anfängen der Metallurgie (SAM 2, parte 1-3), Mann, Berlin.
- 1974, *Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas*, Studien zu den Anfängen der Metallurgie (SAM 2, parte 4), Mann, Berlin.
- KARAGEORGHIS, VASSOS y VASILIKI KASSIANIDOU, 1999, "Metalworking and recycling in late bronze age Cyprus - the evidence from Kition", en: *Oxford Journal of Archaeology* 18(2), pp. 171 - 188.

- KARLIN, C. y M. JULIEN, 1994, "Prehistoric technology: a cognitive science?", en: Renfrew, Colin y Ezra B.W. Zubrow (eds.), *The ancient mind: Elements of cognitive archaeology*, pp. 152 – 164, Cambridge University Press, New York.
- KEEN, BENJAMIN, 1959, *The Life of the Admiral by His Son Ferdinand*, Rutgers University Press, New Brunswick.
- KELLY, ISABEL T., 1947, *Excavations at Apatzingan, Michoacan*, Publications in Anthropology 7, Viking Fund, New York.
- 1985, "Come Gold and Silver Artifacts from Colima", en: Foster, Michael y Phil C. Weigand (eds.), *Archaeology of west and northwest Mesoamerica*, pp. 153 - 179, Westview Press, Boulder.
- KILLICK, DAVID, 2004, "Social constructionist approaches to the study of technology", en: *World Archaeology, Debates in World Archaeology* 36 (4), pp. 571 - 578.
- KINGERY, W. DAVID, 1995, "The Contribution of Materials Science to Material Culture Studies", en: Vandiver, Pameral B., James R. Druzik, Jose Luis Galvan Madrid, Ian C. Freestone, George Segan Wheeler (eds.), *Materials Issues in Art and Archaeology IV*, Materials Research Society Symposium Proceedings, volume 352, Symposium held May 16 – 21, 1994, Cancun, México, pp. 21 - 29, Materials Research Society, Pittsburgh, Pennsylvania.
- 1996, "Introduction", en: Kingery, W. David (ed.), *Learning from Things: Method and Theory of Material Culture Studies*, pp. 175 - 180, Smithsonian Institution Press, Washington y London.
- KLEIN, SABINE y A. HAUPTMANN, 1999, "Iron Age leaded tin bronzes from Khirbet Edh-Dharih, Jordan", en: *Journal of Archaeological Science* 26(8), pp. 1075 - 1082.
- KNAPP, A. BERNARD, 1999, "The Archaeology of Mining: Fieldwork Perspectives from the Sydney Cyprus Survey Project (SCSP)", en: Young, Suzanne M.M., Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 98 - 109, Archaeopress, Oxford.
- KNAUTH, P., 1974, *The Metal Smiths*, Time Life, New York.
- KOHL, PHILIP L., 1993, "Limits to a Post-Processual Archaeology (or, The dangers of a new scholasticism)", en: Yoffee, Norman y Andrew Sherratt (eds.), *Archaeological Theory: Who sets the Agenda?*, pp. 13 - 19, Cambridge University Press, Cambridge.
- LA NIECE, SUSAN, 1998, "Metallography in numismatics", en: Oddy, Andrew y Michael Cowell (eds), *Metallurgy in Numismatics*, Volume 4, Royal Numismatic Society Special Publication No. 30, London.
- LA NIECE, SUSAN y IAN CARRADICE, 1989, "White copper: The arsenical coinage of the Libyan revolt 241 - 238 BC." en: *Journal of the Historical Metallurgy Society* 23(1), pp. 9 - 15.
- LAGE DE LA ROSA, MARTA (coordinadora), 1998, "Informe técnico de los trabajos de restauración de los objetos metálicos procedentes de el Museo del Templo Mayor, cascabeles de cobre", Seminario Taller de Conservación de Metales, ENCRyM, México (no publicado).

- LAHIRI, N., 1995, "Indian metal and metal-related artefacts as cultural signifiers: an ethnographic perspective", en: *World Archaeology, Symbolic aspects of early technologies* 27 (1), pp. 116 - 132.
- LAJTIN, YU M., 1973 (4a ed.), *Metalografía y tratamiento térmico de los metales*, Editorial Mir, Moscú.
- LAMM, KRISTINA, 1980, "Early Medieval Metalworking on Helgö in Central Sweden", en: Oddy, W.A. (ed.), *Aspects of Early Metallurgy*, British Museum Occasional Paper No. 17, pp. 97 - 116, British Museum Research Laboratory, London.
- LANGENBAEK, CARL HENRIK, 2003, "The Political Economy of Pre-Columbian Gold Work: Four Examples from Northern South America", en: Quilter, Jeffrey y John W. Hoopes (eds.), *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, pp. 245 - 278, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- LANGENSCHIEDT, ADOLPHUS, 1970, "Las minas y la minería prehispánica", en: *Minería prehispánica en la Sierra de Queretaro*, pp. 45 - 47, Secretaría del Patrimonio Nacional, México.
- 1985, "Bosquejo de la minería prehispánica de México", en: *Quipu* 2 (1), pp. 37 - 58, México.
- 1997, "La minería en el área mesoamericana", en: *Arqueología Mexicana: Rocas y Minerales del México Antiguo* 5(27), pp. 6 - 9.
- LATHRAP, D.W., 1966, "Relationships between Mesoamerica and the Andean Area", en: Ekholm, Gordon F. y Gordon R. Willey (eds.), *Handbook of Middle American Indians, vol. 4, Archaeological Frontiers and External Connections*, pp. 265 - 276, University of Texas Press, Austin.
- LECHTMAN, HEATHER, 1976, "A Metallurgical Site Survey in the Peruvian Andes", en: *Journal of Field Archaeology* 3(1), pp. 1 - 42.
- 1977, "Style in Technology: Some Early Thoughts", en: Lechtman, Heather y Robert Merrill (eds.), *Material Culture: Styles, Organization and Dynamics of Technology*, pp. 3 - 20, West Publishing Company, St. Paul, Minn.
- 1979, "Issues in Andean Metallurgy", en: Benson, Elizabeth P. (ed.), *Pre-Columbian Metallurgy of South America*, pp. 1 - 40, Dumbarton Oaks, Washington.
- 1984a, "Andean value systems and the development of prehistoric metallurgy", en: *Technology and Culture* 25 (1), pp. 1 - 36.
- 1984b, "Pre-Columbian Surface Metallurgy", en: *Scientific American* 250(6), pp. 56 - 63.
- 1988, "Traditions and Styles in Central Andean Metalworking", en: Maddin, Robert (ed.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, Papers from the Second International Conference on the Beginning of the Use of Metals and Alloys, Zhengzhou, China, 21 - 26 October 1986, pp. 344 - 378, MIT, Cambridge, MA.
- 1991, "The Production of Copper-arsenic Alloys in the Central Andes: Highland Ores and Coastal Smelters", en: *Journal of Field Archaeology* 18(1), pp. 43 - 76.

- LECHTMAN, HEATHER, 1996a, "El bronce y el Horizonte Medio", en: *Boletín Museo del Oro* 41, pp. 3 - 26.
- 1996b, "Arsenic Bronze: Dirty Copper or Chosen Alloy? A view from the Americas", en: *Journal of Field Archaeology* 23 (4), pp. 477 - 514.
- LECHTMAN, HEATHER y ALBERTO REX GONZÁLEZ, 1991, "Análisis Técnico de una Campana de Bronce Estañífero de la Cultura Santa María, Noroeste Argentino", en: *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 5, pp. 81 - 86.
- LECHTMAN, HEATHER y SABINE KLEIN, 1999, "The Production of Copper-Arsenic Alloys (Arsenic Bronze) by Cosmelting: Modern Experiment, Ancient Practice", en: *Journal of Archaeological Science* 26(5), pp. 497 - 526.
- LEES, D. C. G., 1954a, "Some Properties of Liquid Metals", en: Murphy, A.J. (ed.), *Non-ferrous foundry metallurgy: the science of melting and casting non-ferrous metals and alloys*, pp. 25 - 47, Pergamon Press, London.
- 1954b, "Solution of Gases in Liquid Metals", en: Murphy, A.J. (ed.), *Non-ferrous foundry metallurgy: the science of melting and casting non-ferrous metals and alloys*, pp. 48 - 107, Pergamon Press, London.
- LEGAJO 1204, RAMO INDIFERENTE GENERAL DEL ARCHIVO GENERAL DE INDIAS, ver Grinberg 1997
- LEHMANN, HENRI, 1967, "Le Personnage Couché sur le Dos: Sujet commun dans l'Archéologie du Mexique et de l'Equateur", en: Tax, Sol (ed.), *The Civilizations of Ancient America*, Selected Papers of the XXIXth International Congress of Americanists, pp. 291 - 298, Cooper Square Publishers, New York.
- LEMONNIER, PIERRE, 1986, "The Study of Material Culture Today: Toward an Anthropology of Technical Systems", en: *Journal of Anthropological Archaeology* 5, pp. 147 - 186.
- 1990, "Topsy Turvy Techniques, Remarks on the Social Representation of Techniques", en: *Archaeological Review from Cambridge* 9(1), pp. 27 - 37.
- 1993, "Introduction", en: Lemonnier, Pierre (ed.), *Technological Choices: Transformation in material cultures since the Neolithic*, pp. 1 - 35, Routledge, London y New York.
- LEÓN Y GAMA, ANTONIO DE, 1990 [1792], "Descripción histórica y cronológica de las dos piedras", en: Eduardo Matos Moctezuma (ed.), *Trabajos arqueológicos en el centro de la ciudad de México*, pp. 43 - 95, INAH, México.
- LEÓN-PORTILLA, MIGUEL, 1972, *Trece poetas del mundo azteca*, SEP Setentas, México.
- 1978, "Minería y Metalurgia en el Mexico Antiguo", en: León-Portilla, Miguel, Jorge Gurría Lacroix, Roberto Moreno y Enrique Madero Bracho (eds.), *La minería en México: Estudios sobre su desarrollo histórico*, pp.7 - 36, UNAM, México.
- 1980, *Toltecayotl, aspectos de la cultura náhuatl*, Fondo de Cultura Económica, México.

- LEÓN-PORTILLA, MIGUEL, 1981, "El Templo Mayor", en: López Portillo, José; Miguel León-Portilla y Eduardo Matos Moctezuma (eds.), *El Templo Mayor*, pp. 33 - 101, Bancomer, México.
- 1987, "The ethnohistorical record for the Huey Teocalli of Tenochtitlan", en: Boone, Elizabeth Hill (ed.), *The Aztec Templo Mayor*, pp. 71 - 95, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- 1992, *Ritos, sacerdotes y atavíos de los dioses*, Introducción, Paleografía, Versión y Notas por Miguel León-Portilla, Fuentes Indígenas de la Cultura Náhuatl, Textos de los Informantes de Sahagún:1, UNAM, México.
- LEROI-GOURHAN, A., 1943, *Evolution et techniques: l'homme et la matière*, Albin Michel, Paris.
- 1945, *Evolution et techniques: milieu et techniques*, Albin Michel, Paris.
- 1964, *Le geste et la parole I: technique et langage*, Albin Michel, Paris.
- LIENZO DE JUCUTACATO, ver GRINBERG 1997
- LITTLEDALE, H. A., 1936, "A New Process of Hard Soldering", en, *Goldsmith's Company - the Scientific and Technical Factors of Production of Gold and Silverwork*, pp. 44 - 63, Plaistow, London.
- LITVAK KING, JAIME, 1965, *Mesoamerica y la economía Azteca*, Museo Nacional de Antropología, INAH-SEP, México.
- 1971, *Cihuatlan y Tepecoacuilco: provincias tributarias de México en el siglo XVI*, Serie Antropológica 12, Instituto de Investigaciones Historicas, UNAM, México.
- 1982, "Comment in the discussion: Teaching archaeometry", en: Olin, Jacqueline S. (ed.), *Future Directions in Archaeometry*, pp. 40 - 41, Smithsonian Institution.
- LLERAS PÉREZ, ROBERTO, 2005a, "La orfebrería prehispánica de Colombia", en: Berenguer Rodríguez, José (ed.), *Oro de Colombia: Chamanismo y orfebrería*, pp. 12 - 15, Museo Chileno de Arte Precolombino, Santiago de Chile.
- 2005b, "Metales preciosos: Oro y plata de nuestros ancestros", en: Swinburn Puelma, Gema (ed.), *Joyas de los Andes: Metales para los hombres, metales para los dioses*, pp. 11 - 53, Museo de Arte Precolombino, Santiago de Chile.
- LOMBARDI, GIANNI, 2002, "A petrographic study of the casting core of the Lupa Capitolina bronze sculpture (Rome, Italy) and identification of its provenance", en: *Archaeometry* 44(4), pp. 601 - 612.
- LOMBARDI, GIANNI y MASSIMO VIDALE, 1998, "From the Shell to its Content: The Casting Cores of the Two Bronze Statues from Riace (Calabria, Italy)", en: *Journal of Archaeological Science* 25(11), pp. 1055 - 66.
- LONA, NAOLI VICTORIA, 2004a, *El copal en las ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlán*, Tesis para obtener el título de Licenciado en Arqueología, ENAH, México.

- LONA, NAOLI VICTORIA, 2004b, "El copal en las ofrendas del Templo Mayor", en: *Arqueología Mexicana* 12(67), pp. 66 - 71.
- LONG, STANLEY, 1964, "Cire perdue copper casting in pre-columbian Mexico: An experimental approach", en: *American Antiquity* 30 (2), pp. 189 - 192.
- 1989, "Matrices de piedra y su uso en la metalurgia Muisca", en: *Boletín del Museo del Oro* 25, pp. 43 - 69.
- LÓPEZ AGUILAR, FERNANDO, 1990, *Elementos para una construcción teórica en arqueología*, Colección Científica, Serie Arqueología, INAH, México.
- LÓPEZ ARENAS, GABINO, 2001, *Rescate Arqueológico en la Catedral y el Sagrario Metropolitanos: Estudio de las Ofrendas*, Tesis para obtener el título de Licenciado en Arqueología, ENAH, México.
- LÓPEZ AUSTIN, ALFREDO, 1979, "Iconografía Mexica: El Monolito Verde del Templo Mayor", en: *Anales de Antropología* 16, pp. 133 - 153.
- 1983, "Nota sobre la fusión y la fisión de los dioses en el panteón Mexica", en: *Anales de Antropología* 20, pp. 75 - 87.
- 1985, "El dios enmascarado del fuego", en: *Anales de Antropología* 22, pp. 251 - 285.
- 1992, "Tradición de la Cultura Mesoamericana", en: *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales* 37 (147), pp. 173 - 180.
- 1993, "Mitos de una migración", en: *Arqueología Mexicana* 1 (4), pp. 33 - 36.
- 1998a, "La parte femenina del cosmos", en: *Arqueología Mexicana* 5(29), pp. 6 - 13.
- 1998b (2a ed.), *Los mitos del Tlacuache*, IIA-UNAM, México.
- LÓPEZ DE GÓMARA, FRANCISCO, 1979, *Historia de la conquista de México*, introducción y edición por Jorge Gurría Lacroix, Biblioteca Ayacucho, Caracas.
- LÓPEZ LUJÁN, LEONARDO, 1994, *The offerings of the Templo Mayor of Tenochtitlan*, University Press of Colorado, Niwot.
- 2006, *La casa de las águilas: un ejemplo de la arquitectura religiosa de Tenochtitlan* (2 vols.), Fondo de Cultura Económica, México.
- 2007, *Proyecto Templo Mayor: informe de la sexta temporada*, Museo del Templo Mayor, INAH, México, (no publicado).
- LÓPEZ LUJÁN, LEONARDO y OSCAR J. POLACO, 1991, "La fauna de la ofrenda H del Templo Mayor", en: Polaco, Oscar J. (ed.), *La fauna en el Templo Mayor*, pp. 149 - 69, Colección Divulgación, Serie Proyecto Templo Mayor, INAH/GV editores/Asociación de Amigos del Templo Mayor, México.
- LOTHROP, SAMUEL KIRKLAND, 1941, "Gold Ornaments of Chavin Style from Chongoyape, Peru", en: *American Antiquity* 6(3), pp. 250 - 262.

- LOTHROP, SAMUEL KIRKLAND, 1951, "Gold Artifacts of Chavin Style", en: *American Antiquity* 16(3), pp. 226 - 240.
- 1952, *Metals from the Cenote of sacrifice in Chichén Itza, Yucatán*, Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Vol. X, No.2, Published by the Museum, Harvard.
- 1954, "A Peruvian Goldsmith's Grave", en: *Archaeology* 7, pp. 31 - 36.
- 1967, "Peruvian Metallurgy", en: Tax, Sol (ed.), *The Civilizations of Ancient America*, Selected Papers of the XXIXth International Congress of Americanists, pp. 219 - 223, Cooper Square Publishers, New York.
- LUBAR, STEPHEN, 1996, "Learning from Technological Things", en: Kingery, W. David (ed.), *Learning from Things: Method and Theory of Material Culture Studies*, pp. 31 - 34, Smithsonian Institution Press, Washington y London.
- LUMHOLTZ, CARL, 1904, *México desconocido 2 vols.*, (traducción de Balbino Dávalos), New York.
- LUTZ, J. y E. PERNICKA, 1996, "Energy dispersive X-ray Fluorescence analysis of ancient copper alloys: empirical values for precision and accuracy", en: *Archaeometry* 38, pp. 313 - 323.
- MACFARLANE, ANDREW, 1999, "The Lead Isotope Method for Tracing the Sources of Metal in Archaeological Artefacts: Strengths, Weaknesses and Applications in the Western Hemisphere", en: Young, Suzanne M.M., Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 310 - 316, Archaeopress, Oxford.
- MACIAS GOYTIA, ANGELINA, 1991, "La Metalurgia prehispánica: Materiales de la cuenca de Cuitzeo", en: *Antropología y Técnica* 4, pp. 113 - 152.
- MACLEAN, PAUL IAN, 1993, *A Metallurgical Investigation into Antimonial Bronze and its Archaeological Occurrence*, BSc Thesis in Archaeological Sciences, University of Bradford.
- MADDIN, R., T. STECH, T.S. WHEELER y J. D. MUHLY, 1980, "Distinguishing artifacts made of native copper", en: *Journal of Archaeological Science* 7, pp. 211 - 55.
- MADERO BRACHO, ENRIQUE, 1978, "La minería, su pasado, presente y proyección futura en el programa de México", en: León-Portilla, Miguel, Jorge Gurría Lacroix, Roberto Moreno y Enrique Madero Bracho (eds.), *La minería en México: Estudios sobre su desarrollo histórico*, pp. 165 - 183, UNAM, México.
- MADSEN, H. BRINCH, 1984, "Metal-casting, Techniques, Production and Workshops", en: Bencard, Morgens (ed.), *Ribe Excavations 1970 - 76*, Vol. 2, Sydjysk Universitetsforlag, Esbjerg.
- MAKOWSKI, KRZYSTOF y MARIA INÉS VELARDE, 1996, "Taller de Yécala (siglo III / IV): observaciones sobre las características y organización de la producción metalúrgica Vicús", en: *Boletín Museo del Oro* 41, pp. 99 - 118.

- MALDONADO, BLANCA, 2005, "Análisis Tecnológico de la Metalurgia Prehispánica de Michoacán", en: Williams, Eduardo (ed.), *Ethnoarqueología, El Contexto Dinámico de la Cultura Material A Través del Tiempo*, pp. 215 - 235, El Colegio de Michoacán, A.C., Zamora.
- MALDONADO, BLANCA E., THILO REHREN y PAUL R. HOWELL, 2005, "Archaeological Copper Smelting at Itziparátzico, Michoacan, Mexico", en: *Material Research Society Symposium Proceedings* 852.
- MALISHEV, A., G. NIKOLAIEV y Y. SHUVALOV, 1967, *Technologie de los metales*, Editorial Mir, Moscú.
- MALMQVIST, KLAS G., 1986, "Comparison between PIXE and XRF for applications in art and archaeology", en: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 14, pp. 86 - 92.
- MANTLER, MICHAEL y MANFRED SCHREINER, 2000, "X-ray fluorescence spectrometry in art and archaeology", en: *X-Ray Spectrometry* 29, pp. 3 - 17.
- MANUSCRITO TOVAR, 1972, *Origines et Croyances des Indiens du Mexique*, edición preparada con base en el manuscrito de la John Carter Brown Library por Jacques Lafaye, Collection Unesco d'oeuvres representatives, Serie Ibero-americana, Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz.
- MANZANILLA, LINDA, LUIS BARBA y EMILY MCCLUNG, 2000, "La antropología como puente transdisciplinario: experiencias del Instituto de Investigaciones", en: *Memorias del Primer Encuentro "La Experiencia Interdisciplinaria en la Universidad"*, Programa de Estudios Interdisciplinarios del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM, pp. 1 - 8, UNAM México.
- MAPA TLOTZIN. MEMOIRE SUR LA PEINTURE DIDACTIQUE ET L'ECRITURE FIGURATIVE DES ANCIENS MEXICAINES, 1885, edición por *Joseph Marie Aubin*, Imprimerie Nationale, Paris, France.
- MARCH, B., 1934, *Standards of pottery description*, Occasional Contributions no. 3, Museum of Anthropology, University of Michigan, Ann Arbor.
- MARQUINA, IGNACIO, 1960, *El Templo Mayor de México*, INAH, México.
- MARTIN, SUSAN R., 1993, "20KE20: excavations at a prehistoric copper workshop", en: *The Michigan Archaeologist* 39 (3-4), pp. 127 - 193.
- 1995, "The State of Our Knowledge About Ancient Copper Mining in Michigan", en: *The Michigan Archaeologist* 41(2-3), pp. 119 - 138.
- MARTÍNEZ GARNICA, ARMANDO, 1989, "Un caso de alteración aurífera colonial en el Bajo Magdalena", en: *Boletín del Museo del Oro* 23, pp. 47 - 60.
- MARTÍNEZ GRACIDA, D. MANUEL, 1897, "Minería y su Industria; Páginas de la obra inédita 'Los Indios Oaxaqueños y sus Monumentos Arqueológicos'", en: *XI Reunión del Congreso Internacional de Americanistas, México 1895 (Actas)*, pp., 426 - 442.

- MARTÍNEZ TAPIA, JUDITH, 2001 (2a ed.), "Danza de Las pastoras, símbolos en la indumentaria: un análisis antropológico", en: Sandoval Forero, Eduardo A. y Marcelino Castillo Nechar (eds.), *Danzas tradicionales. ¿Actualidad u obsolescencia?*, pp. 75 - 82, UNAM, México.
- MARYON, H., 1954, *Metalwork and enamelling*, Chapman & Hall, London.
- MASON, RONALD J., 1981, *Great Lakes archaeology*, Academic Press, New York.
- MASSON, MARILYN A., 2003, "Economic Patterns in Northern Belize", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 269 - 281, University of Utah Press, Salt Lake City.
- MATHEWSON, C. H., 1915, "A Metallographic Description of Some Ancient Peruvian Bronzes from Machu Picchu", en: *American Journal of Science* 240, pp. 525 - 616.
- MATOS MOCTEZUMA, EDUARDO (ed.), 1986, *Los dioses que se negaron a morir...: Arqueología y crónicas del Templo Mayor*, introducción, selección y notas por Eduardo Matos Moctezuma, SEP/Cien de México, México.
- MATOS MOCTEZUMA, EDUARDO, 1978, "El Proyecto Templo Mayor", en: *Antropología e Historia* 24, pp. 3 - 17.
- 1979, "Una máscara olmeca en el Templo Mayor de Tenochtitlan", en: *Anales de Antropología* 16, pp. 11 - 19.
- 1981a, *Una visita al Templo Mayor*, SEP/INAH, México
- 1981b, "Los hallazgos de la arqueología", en: López Portillo, José; Miguel León-Portilla y Eduardo Matos Moctezuma (eds.), *El Templo Mayor*, pp. 102 - 283, Bancomer, México.
- 1982a, "Excavaciones", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *El Templo Mayor: Excavaciones y estudios*, pp. 9 - 16, INAH, México.
- 1982b, "El Templo Mayor: Economía e ideología", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *El Templo Mayor: Excavaciones y estudios*, pp. 109 - 118, INAH, México.
- 1987a, "The Templo Mayor de Tenochtitlan: History and interpretation", en: Broda, Johanna; David Carrasco y Eduardo Matos Moctezuma (ed.), *The great Temple of Tenochtitlan, center and periphery in the Aztec world*, pp. 15 - 60, University of California Press, Berkeley.
- 1987b, "Symbolism of the Templo Mayor", en: Boone, Elizabeth Hill (ed.), *The Aztec Templo Mayor*, pp. 185 - 209, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- 1988, *The Great Temple of the Aztecs: treasures of Tenochtitlan*, Thames and Hudson, London.
- 1990a, "El Proyecto Templo Mayor: Objetivos y programas", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Trabajos arqueológicos en el centro de la ciudad de México*, pp. 17 - 39, Antologías, Serie Arqueología, INAH, México.

- MATOS MOCTEZUMA, EDUARDO, 1990b, "El adoratorio decorado de las calles de Argentina", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Trabajos arqueológicos en el centro de la ciudad de México*, Antologías, Serie Arqueología, pp. 387 - 400, INAH, México.
- 1991, "Las seis Coyolxauhqui: Variaciones sobre un mismo tema", en: *Estudios de Cultura Nahuatl* 21, pp. 15 - 46.
- 1992, "Cosmovisión", en: Alcina Franch, José; Miguel León-Portilla y Eduardo Matos Moctezuma (eds.), *Azteca Mexica: Las culturas del México antiguo*, pp. 279 - 289, Sociedad Estatal Quinto Centenario, Madrid.
- 1994, "Prologue", en: López Luján, Leonardo, *The offerings of the Templo Mayor of Tenochtitlan*, pp. xxi - xxii, University Press of Colorado, Niwot.
- 1998, *Proyecto Templo Mayor: memoria gráfica*, Museo del Templo Mayor, México.
- 1999a, "Los edificios aledaños al Templo Mayor", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Obras, Estudios mexicas, vol. I, tomo I*, pp. 177 - 192, El Colegio Nacional.
- 1999b, "Tlaltecuhli, Señor de la Tierra", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Estudios mexicas, vol. I, tomo II: Mundo Mexica y La Colonia*, pp. 3 - 56, El Colegio Nacional.
- 2002, "Sahagún y el recinto ceremonial de Tenochtitlan", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Estudios mexicas, vol. I, tomo III*, pp. 53 - 72, El Colegio Nacional.
- 2005, "Obras maestras del Templo Mayor", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Estudios mexicas, vol. I, tomo 4*, pp. 1 - 145, El Colegio Nacional México.
- 2006, *Tenochtitlan*, El Colegio de México y Fondo de Cultura Económica, México.
- 2007, "La cuenca de México. Posclásico Tardío (1350 - 1519 d.C.). El dominio mexica", en: *Arqueología Mexicana* 15(86), pp. 58 - 63.
- MATOS MOCTEZUMA, EDUARDO y LEONARDO LÓPEZ LUJÁN, 2007, "La diosa Tlaltecuhli de la casa de las Aharacas y el rey Ahuítzotl", en: *Arqueología Mexicana* 14(83), pp. 22 - 29.
- MATRÍCULA DE TRIBUTOS ver GALVANY LLORENTE 1991
- MATSON, FRICK, 1951, "Ceramic Technology as an Aid to cultural Interpretation - Techniques and Problems", en: Griffin (ed.), *Essays on Archaeological Methods*, Anthropological Papers 8, University of Michigan, Museum of Anthropology.
- MAUK, J.L. y R.G.V. HANCOCK, 1998, "Trace Element Geochemistry of Native Copper from the White Pine Mine, Michigan (USA): Implications for Sourcing Artefacts", en: *Archaeometry* 40(1), pp. 97 - 107.
- MAUSS, MARCEL, 1936, "Les techniques du corps", en: *Journal de Psychologie* 32(3-4), Paris.
- 1994, *Die Gabe*, Suhrkamp, Frankfurt am Main.

- MAYER, EUGEN FRIEDRICH, 1992, *Vorspanische Metallwaffen und -werkzeuge in Ecuador*, Kommission für Allgemeine und Vergleichende Archäologie (AVA-Materialien 47), Verlag Philipp von Zabern, Mainz.
- 1998, *Vorspanische Metallwaffen und -werkzeuge in Peru*, Kommission für Allgemeine und Vergleichende Archäologie (AVA-Materialien 55), Verlag Philipp von Zabern, Mainz.
- MCLEOD, B.H., 1937, "An Examination of the Structure of Copper Bells. Appendix III", en: Gladwin, H.S. *et al.* (eds.), *Excavations in Snaketown, I: Material Culture*, pp. 278 - 81, Medallion Papers, No. 25, Gila Pueblo, Globe.
- MEEKS, NIGEL D., 1988, "Surface Studies of Roman Bronze Mirrors, Comparative High-Tin Bronze Dark Age Material and Black Chinese Mirrors", en: Farquhar, R.M., R.G.V. Hancock y L.A. Pavlish (eds.), *Proceedings of the 26th International Archaeometry Symposium*, held at University of Toronto, Canada, May 16 - 20 1988, pp. 124 - 7, Archaeometry Lab., Department of Physics, University of Toronto, Toronto.
- 1993, "Patination phenomena on Roman and Chinese high-tin bronze mirrors and other artefacts", en: La Niece, Susan y Paul Craddock (eds.), *Metal Plating and Patination*, pp. 63 - 84, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- 1995, "A technical study of Roman bronze mirrors", en: *Acta of the 12th International congress on ancient bronzes, Nijmegen*, Provinciaal Museum G.M. Kam, R.O.B., Amersfoot.
- 1998, "Pre-hispanic Goldwork in the British Museum: Some Recent Technological Studies", en: *Boletín del Museo del Oro* 44-45.
- MEEKS, NIGEL D., S. LA NIECE y P. ESTÉVEZ, 2002, "The Technology of Early Platinum Plating: A Gold Mask of the La Tolita Culture, Ecuador", en: *Archaeometry* 44(2), pp. 273 - 284.
- MEEKS, NIGEL D. y M. S. TITE, 1980, "The analysis of platinum-group element inclusions in gold antiquities", en: *Journal of Archaeological Science* 7, pp. 267 - 275.
- MEIGHAN, CLEMENT W., 1960, "Prehistoric Copper Objects from Western Mexico", en: *Science* 131(3412), pp. 1534.
- 1969, "Cultural Similarities between Western Mexico and Andean Regions", en: Kelley, J.C. y C. L. Riley (eds.), *Pre-Colombian Contact within Nuclear America*, Mesoamerican Studies No. 4, pp. 11 - 25, University Museum, Southern Illinois University, Carbondale.
- MELAS, E. M., 1989, "Etics, emics and empathy in archaeological theory", en: Hodder, Ian (ed.), *Meanings of Things: Material Culture and Symbolic Expression*, *One World Archaeology* 6, pp. 137 - 155 Unwin Hyman.
- MELVER, J.R., 1966, *Gems, Minerals and Rocks in Southern Africa*, Rernell and Sons, Pity Limited, Cape Town y Johannesburg.

- MENA, FRANCISCO, 2002, "Rutas por el pasado de América: Enseñanza básica", *Visitando el Museo chileno de Arte Precolombino, Material para el Profesor*, Museo chileno de Arte Precolombino, Fundación Familia Larrain Echenique, Santiago de Chile.
- MÉNDEZ MEJÍA, URSULA, 1999, *Técnicas nucleares y Convencionales Aplicadas al Análisis de Metales Purépechas de la Colección Pareyón*, Tesis de Licenciatura en Arqueología, ENAH, México.
- 2003, *Técnicas nucleares y convencionales aplicadas al análisis de metales prehispánicos del Templo Mayor de Tenochtitlan*, Tesis para optar por el grado de Maestría, ENAH, México.
- MÉNDEZ, URSULA, JOSÉ LUIS RUVALCABA, JOSÉ ANTONIO LÓPEZ y DOLORES TENORIO C., 2005, "Técnicas nucleares y convencionales aplicadas al análisis de metales Purépecha de la colección Pareyón", en: Esperanza López, Rodrigo y Efraín Cárdenas García (eds.), *Arqueometría*, pp. 93 - 108.
- MENDIETA, FRAY GERÓNIMO DE, 1945, *Historia eclesástica iniana* (4 vols.), edición e introducción por Joaquín García Icazbalceta, Editorial Salvador Chávez Hayhoe, México.
- MERKEL, JOHN, 1990, "A reconstruction of copper smelting at Timna, " en: Rothenberg, B. (ed.), *The Ancient Metallurgy of Copper, Researches in the Arabah, 1959-1984*, pp. 78 - 122, Institute for Archaeo-Metallurgical Studies London.
- MERKEL, JOHN F., ANA ISABEL SERUYA, DAFYDD GRIFFITHS y IZUMI SHIMADA, 1995, "Metallography and Microanalysis of Precious Metal Objects from the Middle Sican Elite Tombs at Batán Grande, Peru", en: Vandiver, Pamela B., James R. Druzik, Jose Luis Galvan Madrid, Ian C. Freestone y George Segan Wheeler (eds.), *Materials Issues in Art and Archaeology IV*, Materials Research Society Symposium Proceedings, volume 352, Symposium held May 16 - 21, 1994, Cancun, México, pp. 105 – 126, Materials Research Society, Pittsburgh, Pennsylvania.
- MERKEL, JOHN F., I. SHIMADA, C.P. SWANN y R. DOONAN, 1994, "Pre-Hispanic Copper Alloy Production at Batán Grande, Peru: Interpretation of the Analytical Data for Ore Samples", en: *Archaeometry of Pre-Columbian Sites and Artifacts*, pp. 199 – 227, The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- METALS HANDBOOK, 1961 (8a ed.), *Properties and Selection of Metals* (vol. 1), American Society of Metals, Metals Park, Ohio.
- 1970 (8a ed.), *Forging and Casting* (vol. 5), American Society of Metals, Metals Park, Ohio.
- 1988 (9a ed.), *Casting* (vol. 15), American Society of Metals, Metals Park, Ohio.
- 1990 (10a ed.), *Properties and Selection of Metals: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials* (vol. 2), American Society of Metals, Metals Park, Ohio.
- MILES, SUZANNE W., 1951, "A Revaluation of the Old Copper Industry", en: *American Antiquity* 16(3), pp. 240 - 247.

- MILLE, BENOIT y DAVID BOURGARIT, 2000, "L'analyse des alliages anciens á base de cuivre: état des connaissances et développement d'un protocole d'analyse par ICP-AES", en: *Revue d'Archeometrie* 24, pp. 13 - 26.
- MILLE, BENOIT, DAVID BOURGARIT y ROLAND BESEVAL, 2005, "Metallurgical Study of the Leopards Weight from Shahi-Tump (Pakistan)", en: Jarrige, C. y V. Lefèvre (eds.), *South Asian Archaeology 2001*, Vol.1, pp. 237 - 244, Editions Recherches sur les civilisations, Paris.
- MILLER GRAHAM, MARK, 2003, "Creation Imagery in the Goldwork of Costa Rica, Panama, and Colombia", en: Quilter, Jeffrey y John W. Hoopes (eds.), *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, A Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, pp. 279 - 300, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- MILLER, DANIEL, 1994, "Artefacts and the meaning of things", en: Ingold, Tim (ed.), *Companion Encyclopedia of Anthropology*, pp. 396 - 419, Routledge, London y New York.
- MILLER, DUNCAN, 2002, "Smelter and Smith: Iron Age Metal Fabrication Technology in Southern Africa", en: *Journal of Archaeological Science* 29, pp. 1083 - 1131.
- MILLER, HEATHER MARGARET-LOUISE, 2007, *Archaeological Approaches to Technology*, Academic Press, Amsterdam.
- MILLER, MARY y KARL TAUBE, 1993, *The gods and symbols of ancient Mexico and the Maya: an illustrated dictionary of Mesoamerican religion*, Thames and Hudson, London.
- MILLIKEN, SARAH, 1999, "The ghost of Childe and the question of craft specialization in the Palaeolithic", en: Milliken, Sarah y Massimo Vidale (eds.), *Craft Specialization: Operational Sequences and Beyond*, BAR International Series 720, pp. 1 - 8, Archaeopress, Oxford.
- MILLS, JOHN S. y RAYMOND WHITE, 1994, *The Organic Chemistry of Museum Objects*, Series in Conservation and Museology, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- MINC, LEAH DELIA, 1994, *Political economy and market economy under Aztec rule: A regional perspective based on decorated ceramic production and distribution systems in the valley of Mexico*, Ph.D. dissertation, Department of Anthropology, University of Michigan. University Microfilms, Ann Arbor.
- 2006, "Monitoring regional market systems in prehistory: Models, methods, and metrics", en: *Journal of Anthropological Archaeology* 25, pp. 82 - 116.
- MINERALES Y ROCAS, 1999, *Guías Visuales Océano*, Océano Grupo Editorial S.A., Barcelona.
- MIRAMBELL, LORENA E., 1968, *Técnicas lapidarias prehispanicas*, Serie Investigacion 14, INAH, México.
- MIRANDA, JAVIER, 2000, *Técnicas Analíticas de Origen Nuclear: Un Curso Introductorio*, UNAM Instituto de Física, México.

- MITHEN, STEVEN, 1991, "Archaeologies of dissonance and interpretation, a comment on Hodder and Tilley", en: *Scottish Archaeological Review* 8, pp. 23 - 25.
- MOENS, LUC, ALEX VON BOHLEN y PETER VANDENABEELE, 2000, "X-Ray Fluorescence", en: Ciliberto, Enrico y Guiseppe Spoto (eds.), *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology*, pp. 55 - 79, John Wiley & Sons, New York.
- MOIOLI, P. y C. SECCARONI, 2000, "Analysis of art objects using a portable X-ray fluorescence spectrometer", en: *X-Ray Spectrometry* 29, pp. 48 - 52.
- MOLINA, ALONSO DE, 1977, (2a ed.), *Vocabulario en lengua castellana y mexicana y mexicana y castellana*, estudio de Miguel León-Portilla, Editorial Porrúa, México.
- MONROE, R., 2005, "Porosity in Castings", en: *AFS Transactions, Paper 05-245(04)*, pp. 1 - 28.
- MOOREY, P.R.S., 1988, "Early Metallurgy in Mesopotamia", en: Maddin, R. (ed.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, pp. 28 - 33, MIT, Cambridge, MA.
- MORALES MARTÍNEZ, ARTURO, 2003, *Caracterización No Destructiva de Bronces Prehispánicos Mayas Mediante PIXE*, Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico Metalúrgico, Facultad de Química, UNAM, México.
- MOREAU, J.-F. y R. G. V. HANCOCK, 1999, "The Effects of Corrosion on INAA Characterizations of Brass Kettles of the Early European Contact Period in Northeastern North America", en: *Journal of Archaeological Science* 20(8), pp. 1119 - 1125.
- MORITA, MINORU, 2004a, "Die Produktion von Bronzeobjekten", en: Wieczorek, Alfred, Werner Steinhaus y Makoto Sahara (eds.), *Zeit der Morgenröte: Japans Archäologie und Geschichte bis zu den ersten Kaisern (Handbuch)*, Publicationen der Reiss-Engelhorn-Museen, Band 11, pp. 196 - 200, Reiss-Engelhorn-Museen, Mannheim.
- 2004b, "Die Rolle von Bronzeglocken, -speeren und -schwertern in den Ritualen der Gemeinschaft: Feste und Gottheiten - Bronzen als Ritualobjekte", en: Wieczorek, Alfred, Werner Steinhaus y Makoto Sahara (eds.), *Zeit der Morgenröte: Japans Archäologie und Geschichte bis zu den ersten Kaisern (Katalogband)*, Publicationen der Reiss-Engelhorn-Museen, Band 11, pp. 159, Reiss-Engelhorn-Museen, Mannheim.
- MOTOLINÁ o FRAY TORIBIO DE BENAVENTE, 1994, *Relaciones de la Nueva España*, introducción por L. Nicolau D'Olwer, Biblioteca del Estudiante Universitario 72, UNAM, México.
- MOUNTJOY, JOSEPH B., 2000, "El misterio del Mictlantecuhtli", en: *Arqueología* 24, pp. 115 - 128.
- MOUNTJOY, JOSEPH B. y LUIS TORRES M., 1985, "The production and use of prehispanic metal artifacts in the central coastal area of Jalisco, Mexico", en: Foster, Michael S. y Phil C. Weigand (eds.), *Archaeology of west and northwest Mesoamerica*, pp. 133 - 152, Westview Press, Boulder,
- MUMFORD, LEWIS, 1961, "History: Neglected Clue to Technological Change", en: *Technology and Culture* 2(4), pp. 230 - 236.

- MURAKAMI, RYU, 1993, "Japanese traditional alloys", en: La Niece, Susan y Paul Craddock (eds.), *Metal Plating and Patination*, pp. 85 - 94, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- MURPHY, A.J., 1954, "Introduction", en: Murphy, A.J. (ed.), *Non-ferrous foundry metallurgy: the science of melting and casting non-ferrous metals and alloys*, pp. 1 - 24, Pergamon Press, London.
- MUSEUM FÜR VÖLKERKUNDE (ed.), *Ecuador: Gold und Terrakotten*, Museum für Völkerkunde, Wien.
- NAGAO, DEBRA, 1985, *Mexica buried offerings: A historical and contextual analysis*, BAR International Series 235, Oxford.
- NANBA, YÔZÔ, 2004, "Die Rolle von Bronzeglocken, -speeren und -schwertern in den Ritualen der Gemeinschaft: Der Wandel der Bronzeglocken - Verbreitungssphären von Bronzeglockentypen (San'en- und Kinki-Typ)", en: Wiczorek, Alfried, Werner Steinhaus y Makoto Sahara (eds.), *Zeit der Morgenröte: Japans Archäologie und Geschichte bis zu den ersten Kaisern (Katalogband)*, Publicationen der Reiss-Engelhorn-Museen, Band 11, pp. 166 - 167, Reiss-Engelhorn-Museen, Mannheim.
- NASH, JUNE, 1979, *We eat the Mines and the Mines eat us: Dependency and Exploitation in Bolivian Tin Mines*, Columbia University Press, New York.
- NAVARRETE, CARLOS y DORIS HEYDEN, 1974, "La cara central de la Piedra del Sol. Una hipótesis", en: *Estudios de Cultura Náhuatl* 11, pp. 355 - 376.
- NAVARRETE, CARLOS y THOMAS A. LEE, 1969, "Apuntes sobre el trabajo del ambar en Simojovel, Chiapas", en: *Boletín del INAH* 35, pp. 13 - 19, INAH, México.
- NEGITA, YOSHIO, 2004, "Neue Materialien und Techniken der Verarbeitung von Stein, Bronze und Eisen. Von Stein- zu Eisengeräten", en: Wiczorek, Alfried, Werner Steinhaus y Makoto Sahara (eds.), *Zeit der Morgenröte: Japans Archäologie und Geschichte bis zu den ersten Kaisern (Katalogband)*, Publicationen der Reiss-Engelhorn-Museen, Band 11, pp. 152, Reiss-Engelhorn-Museen, Mannheim.
- NEURATH KUGLER, JOHANNES, 2005, "Etnografía del ritual, textos rituales y mitologías de la Sierra Madre Occidental, a cien años de la Expedición al Nayarit. Una introducción", en: *Dimensión Antropológica* 34.
- NIEMEYER, H., 1986, "La ocupación incaica en la cuenca alta del río Copiapó (III Región de Atacama, Chile)", en: *Comechingonia* 4, pp. 165 - 294.
- NIR-EL, Y., 1997, "Elemental assay of Roman silver and copper coins and associated casting items by XRF", en: *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 219(1), pp. 115 - 117.
- NOGUERA, EDUARDO, 1990 [1918], "El México legendario, Informe de 1918", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *Trabajos arqueológicos en el centro de la ciudad de México*, pp. 329 - 332, Serie Arqueología, INAH, México.
- NORTHOVER, J. PETER, 1982, "The exploration of the long-distance movement of bronze in Bronze and Early Iron Age Europe", en: *Institute of Archaeology Bulletin* 19, pp. 45 - 72.

- NORTHOVER, J. PETER, 1989, "Non-ferrous Metallurgy in British Archaeology", en: Henderson, Julian (ed.), *Scientific Analysis in Archaeology and its interpretation*, pp. 213 – 36, Oxford University Press, Oxford.
- O'CONNOR, T. P., 1991, "Science, evidential archaeology, and the new scholasticism", en: *Scottish Archaeological Review* 8, pp. 1 - 7.
- OAKBERG, KIMBERLY, THOMAS LEVY y PATRICIA SMITH, 2000, "A Method for Skeletal Arsenic Analysis, Applied to the Chalcolithic Copper Smelting Site of Shiqmim, Israel", en: *Journal of Archaeological Science* 27(10), pp. 895 - 901.
- ODDY, A., 1993, "Gilding of metals in the Old World", en: La Niece, Susan y Paul Craddock (eds.), *Metal Plating and Patination*, pp. 171 - 181, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- ODELL, G.H., 1996, "Introduction", en: Odell, G.H. (ed.), *Stone Tools: Theoretical Insights into Human Prehistory*, pp. 1 - 6, Plenum Press, New York.
- OHNERSORGEN, MICHAEL A., 2006, "Aztec provincial administration at Cuertlaxtlan, Veracruz", en: *Journal of Anthropological Archaeology* 25, pp. 1 - 32.
- OLIVER, J.R., 1996, *Gold Symbolism among Caribbean Chiefdoms: Of Feathers, Çibas, and Guanín Power among Taíno Elites*, Presentación en el marco del simposio 'Pre-Columbian Goldwork: Technology and Iconography' Museum of Mankind, London.
- 2000, "Gold Symbolism among Caribbean Chiefdoms: Of Feathers, Çibas, and Guanín, Power among Taíno Elites", en: McEwan, Colin (ed.), *Precolumbian Gold: Technology, Style and Iconography*, pp. 196 - 219, British Museum, London.
- OLMEDO, BERTINA, 1993, "Esculturas de Guerrero en el Templo Mayor", en: Wimer, Javier (ed.) *El arte de Mezcala*, pp. 140 - 165, Instituto Guerrerense de Cultura, A.C., México.
- OLMEDO, BERTINA y CARLOS J. GONZÁLEZ, 1986, *Presencia del estilo Mezcala en el Templo Mayor: una clasificación de piezas antropomorfas*, Tesis de licenciatura en arqueología, ENAH, INAH/SEP, México.
- OLMO FRESE, LAURA DEL, 1999, *Análisis de la ofrenda 98 del Templo Mayor de Tenochtitlan*, Colección Científica, Serie Arqueología, INAH, México,
- OLSEN, EDWARD J., 1962, "Copper Artifact Analysis with the X-Ray Spectrometer", en: *American Antiquity* 28(2), pp. 234 - 238.
- OLSEN BRUHNS, KAREN, 1970, "A Quimbaya Gold Furnace?" en: *American Antiquity* 35(2), pp. 202 - 203.
- 1972, "Two Prehispanic Cire Perdue Casting Moulds from Colombia", en: *Man* 7(2), pp. 308 - 311.
- 1994, *Ancient South America*, Cambridge University Press, Cambridge.
- 1998, " Huaquería, procedencia, y fantasía: los soles de oro del Ecuador", en: *Boletín del Museo del Oro* 44-45.

- OLSEN BRUHNS, KAREN y NORMAND HAMMOND, 1982, "A Maya metal-worker's tool from Belize", en: *Antiquity* 56, pp. 175 - 180.
- ORTON, CLIVE, 1997, "Testing Significance or Testing Credulity?" en: *Oxford Journal of Archaeology* 16(2), pp. 219 - 225.
- OSBORNE, ROBIN, 2004, "Hoards, votives, offerings: the archaeology of the dedicated object", en: *World Archaeology, The Object of Dedication* 36 (1), pp. 1 - 10.
- OSGOOD, CORNELIUS, 1940, *Ingalik Material Culture*, Yale University Publications in Anthropology 22, Yale University Press, New Haven.
- OTTAWAY, BARBARA S., 1994, *Prähistorische Archäometallurgie*, Verlag Marie L. Leidorf, Espelkamp.
- ODIZ, J.J., 1973, "Poling Processes for Copper Refining", en: *Journal of Metals* (12), pp. 35 - 8.
- ÖZTUNALI, ÖNDER, 1989, "Lagerstättenkundliche Probleme in der Archäologie", en: Hauptmann, Andreas, Ernst Pernicka y Günther A. Wagner (eds.), *Old World Archaeometallurgy, Proceedings of the International Symposium Old World Archaeometallurgy, Heidelberg 1987*, pp. 293 - 297, Selbstverlag des Deutschen Bergbau-Museums, Bochum.
- PALACIOS, TULIO A., 1996, "Metalurgia prehispánica de la región andina", en: Cervantes, Mayán (ed.), *Mesoamérica y Los Andes*, pp. 473 - 506, CIESAS, México.
- PALMER, J. W.; M. G. HOLLANDER; P. S. Z. ROGERS; T. M. BENJAMIN; C. J. DUFFFY; J. B. LAMBERT y J. A. BROWN, 1998, "Pre-Columbian Metallurgy: Technology, Manufacture, and Microprobe Analysis of Copper Bells from the Greater Southwest", en: *Archaeometry* 40(2), pp. 361 - 82.
- PANG, HILDA, 1975, "Archaeological textiles from Chametla: Sinaloa", en: *Actas del XLI congreso internacional de americanistas, México, 1974*, I, pp. 301 - 323, INAH, México.
- PANORAMA GEOLÓGICO de 2006, Servicio Geológico Mexicano, <http://www.coremisgm.gob.mx/> sitio consultado 10.08.2007
- PASTRANA, ALEJANDRO, 1986, "El proceso de trabajo de la obsidiana de las minas de Pico de Orizaba", en: *Antropología Americana* 13, pp. 133 - 145.
- PATIÑO CASTAÑO, DIÓGENES, 1988, "Orfebrería prehispánica en la costa Pacífica de Colombia y Ecuador. Tumaco-La Tolita", en: *Boletín Museo del Oro* 22, pp. 17 - 31.
- 1997, "Arqueología y metalurgia en la Costa Pacífica de Colombia y Ecuador", en: *Boletín del Museo del Oro* 43, pp. 48 - 67.
- PATIÑO, VÍCTOR MANUEL, 1992, *Historia de la Cultura Material en la América Equinoccial, Tomo V: Tecnología*, Biblioteca Ezequiel Uricochea, Instituto Caro y Cuervo, Santafé de Bogotá.

- PATRIK, LINDA E., 1985, "Is there an Archaeological Record?", en: Schiffer, Michael Brian (ed.), *Archaeological Method and Theory*, vol. 8, pp. 27 - 62, Academic Press, New York.
- PATTERSON, CLAIR C., 1971, "Native copper, silver and gold accessible to early metalurgists", en: *American Antiquity* 36(3), pp. 286 - 321.
- PATTERSON, THOMAS C., 1990, "Some Theoretical Tensions within and between the Processual and Postprocesual Archaeologies", en: *Journal of Anthropological Archaeology* 9, pp. 189 - 200.
- PAUKETAT, T., 2001, "Practice and history in archaeology", en: *Anthropological Theory* 1(1), pp. 73 - 98.
- PAULSEN, ALLISON C., 1977, "A Site of Metallurgical Activity in Northwest Argentina", en: Benson, Elizabeth P. (ed.), *The Sea in the Pre-Columbian World*, pp. 141 - 160, Dumbarton Oaks, Washington.
- PEDERSEN, ASBJORN, 1969 - 1970, "Aspectos de la metalurgia indígena americana prehispánica - la huayra y su empleo en el proceso de fundición", en: *Humanitas (Boletín Ecuatoriano de Antropología)* 7(1), pp. 35 - 50.
- PEDRAL ÁNGELES, HONORIO, 2001 (2a ed.), "Endoculturación y aculturación de nuestras danzas", en: Sandoval Forero, Eduardo A. y Marcelino Castillo Nechar (eds.), *Danzas tradicionales. ¿Actualidad u obsolescencia?*, pp. 69 - 74, UNAM, México.
- PELEGRIN, J., 1991, "Les savoir-faire: une très longue histoire", en: *Terrain* 16, pp. 106 - 113.
- PENDERGAST, DAVID M., 1962a, "Metal Artifacts from Amapa, Nayarit, Mexico", en: *American Antiquity* 27(3), pp. 370 - 379.
- 1962b, "Metal artifacts in prehispanic Mesoamerica", en: *American Antiquity* 27 (4), pp. 520 - 545.
- 1970, "Tumbaga Objects from the Early Classic Period found at Altun Ha, British Honduras (Belize)", en: *Science* 160(3), pp. 116.
- PERCY, J., 1861, *Fules, Fireclays, Copper, Zinc and Brass*, John Murray, London.
- PEREA, ALICIA, 1999, "Projet Au for the Study of Goldwork Technology, and the Concept of Technological Domain Systems", en: Young, Suzanne M. M., A. Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 68 - 71, Archaeopress, Oxford.
- PEREGRINE, PETER, 1991, "Some political aspects of craft specialization", en: *World Archaeology, Craft Production and Specialization* 23 (1), pp. 39387.
- PÉREZ DE ARCE ANTONCICH, JOSÉ, 2005a, "Voces metálicas en cencerros de bronce", en: Swinburn Puelma, Gema (ed.), *Joyas de los Andes: Metales para los hombres, metales para los dioses*, pp. 71, Museo de Arte Precolombino, Santiago de Chile.

- PÉREZ DE ARCE ANTONCICH, JOSÉ, 2005b, "Sonidos y brillos metálicos", en: Swinburn Puelma, Gema (ed.), *Joyas de los Andes: Metales para los hombres, metales para los dioses*, pp. 89, Museo de Arte Precolombino, Santiago de Chile.
- PÉREZ DE BARRADAS, JOSÉ, 1958, *Orfebrería Prehispánica de Colombia: Estilos Tolima y Muisca. 2 Vols.*, Banco de la República, Madrid.
- PERNICKA, E., 1984, "Instrumentelle Multi-elementanalyse archäologischer Kupfer- und Bronzeartefakte: ein Methodenvergleich", en: *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseum Mainz* 31, pp. 517 - 531.
- PERNICKA, E., 1999, "Trace Element Fingerprinting of Ancient Copper: A Guide to Technology or Provenance?" en: Young, Suzanne M.M., Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 163 - 171, Archaeopress, Oxford.
- PETERSON, G. G., 1970, *Minería y Metallurgia en el Antiguo Peru*, Museo Nationale de Antropologica y Arqueologica, Lima, Peru.
- PFÄFFENBERGER, BRYAN, 1988, "Fetishized Objects and Humanised Nature: Toward an Anthropology of Technology", en: *Man* 23(2), pp. 236 - 252.
- 1992, "Social anthropology of technology", en: *Annual Review of Anthropology* 21, pp. 491 - 516.
- PHILLIPS, GEORGE BRINTON, 1925, "The Primitive Copper Industry of America", en: *American Anthropologist* 27, pp. 284 - 289.
- PHILLIPS, PHILIP, 1955, "American Archaeology and General Anthropological Theory", en: *Southwestern Journal of Anthropology* 11, pp. 246-250.
- 1966, "The Role of Transpacific Contacts in the Development of New World Pre-Columbian Civilizations", en: Ekholm, Gordon F. y Gordon R. Willey (eds.), *Handbook of Middle American Indians, vol. 4, Archaeological Frontiers and External Connections*, pp. 296 - 315, University of Texas Press, Austin.
- PICAZO NAVARRETE, FLORA, 2005, *Desarrollo de un dispositivo de XRF portátil para análisis de aleaciones metálicas*, Tesis para obtener el título de Ingeniera Química Metalúrgica, Facultad de Química, UNAM, México.
- PICAZO NAVARRETE, FLORA, JOSÉ LUIS RUVALCABA, KARIM LÓPEZ y FRANCISCO JAIMES, 2003, "Diseño y construcción de un dispositivo de fluorescencia de rayos X portátil", en: *Mérida, XLVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Física, 2003*, pp. 17.
- PIGOTT, VINCENT C., 1999, "Reconstructing the Copper Production Process as Practised among Prehistoric Mining/Metallurgical Communities in the Khao Wong Prachan Valley of Central Thailand", en: Young, Suzanne M.M., Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 10 - 21, Archaeopress, Oxford.
- 2000, "Review of Hosler: Technology as a Fully Human Experience: Metallurgical Origins and Development in West Mexico", en: *Latin American Antiquity* 11(2), pp. 193 - 195.

- PIKE, ALISTAIR W. G. y MICHAEL P. RICHARDS, 2002, "Diagenetic Arsenic Uptake in Archaeological Bone. Can we Really Identify Copper Smelters?" en: *Journal of Archaeological Science* 29(6), pp. 607 - 611.
- PILLAI, S.G.K., R.M. PILLAI y A.D. DAMODARAN, 1992, "Ancient metal-mirror making in South India: Analyzing a mysterious alloy", en: *JOM* 3, pp. 38 - 40.
- PILLAY, A.E., 2001, "Analysis of archaeological artefacts: PIXE, XRF or ICP-MS?", en: *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 247(3), pp. 593 - 595.
- PINEDA C., ROBERTO, 2005, "El laberinto de la identidad: Símbolos de transformación y poder en la orfebrería prehispánica de Colombia", en, *Oro de Colombia: Chamanismo y Orfebrería*, pp. 17 - 92, Museo Chileno de Arte Precolombino, Santiago de Chile.
- PITTIONI, RICHARD, 1957, *Urzeitlicher Bergbau auf Kupfererz und Spurenanalyse. Beiträge zum Problem der Relation Lagerstätte-Fertigobjekt*, Archaeologia Austriaca, Beiheft 1, Wien.
- PLAZAS, CLEMENCIA, 1987, "Forma y función en el oro tairona", en: *Boletín del Museo del Oro* 19, pp. 25 - 34.
- 1998, "Cronología de la Metalurgia Colombiana", en: *Boletín del Museo del Oro* 44-45, pp. 3 - 78, Banco de la República, Bogotá.
- PLAZAS, CLEMENCIA y ANA MARÍA FALCHETTI, 1978, *El Dorado: Colombian Gold. Catálogo de exposición*, Australian Art Exhibitions Corporatian Limited.
- PLEGER, THOMAS C., 2000, "Old Copper and Red Ocher Social Complexity", en: *Midcontinental Journal of Archaeology* 25(2), pp. 169 - 190.
- PLINY: NATURAL HISTORY, 1961, Vol. IX, Books XXXIII - XXXV, traducción por H. Rackham, William Heinemann, London.
- PLOG, FRED, 1977, "Archaeology and the Individual", en: Hill, J. N. y J. Gunn (eds.), *The Individual in Prehistory*, pp. 13 - 21, New York.
- PNE (PAPELES DE NUEVA ESPAÑA), 1905-6, edición por Paso y Troncoso, Francisco del, 2. Serie, Geografía y Estadística (7 vols.), Tipográfico Sucesores de Rivandeneira, Madrid.
- POLACO, OSCAR J., 1982, "Los invertebrados de la ofrenda 7 del Templo Mayor", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *El Templo Mayor: Excavaciones y estudios*, pp. 143 - 150, INAH, México.
- POLLARD, A. MARK, 1995, "Why teach Heisenberg to archaeologists?", en: *Antiquity* 69 (2), pp. 242 - 247.
- POLLARD, A. MARK y CARL HERON, 1996, *Archaeological Chemistry*, Royal Society of Chemistry, London.
- POLLARD, HELEN PERLSTEIN, 1987, "The Political Economy of Prehispanic Tarascan Metallurgy", en: *American Antiquity* 52(4), pp. 741 - 752.

- POLLARD, HELEN PERLSTEIN, 1993, "Merchant Colonies, Semi-Mesoamericans, and the Study of Cultural Contact: A Comment on Anawalt", en: *Latin American Antiquity* 4(4), pp. 383 - 385.
- 1995, "Estudio del surgimiento del Estado tarasco: investigaciones recientes", en: Williams, Eduardo y P.C. Weigand (eds.), *Arqueología del occidente y norte de México*, pp. 29 - 64, El Colegio de Michoacán, Zamora.
- 1996, "Review of Hosler: The Sounds and Colors of Power: The Sacred Metallurgical Technology of Ancient West Mexico, The Anthropology of Technology: Mining and Metallurgy", en: *American Anthropologist* 98(3), pp. 628 - 629.
- 2003, "Development of a Tarascan Core: The Lake Pátzcuaro Basin", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 227 - 237, University of Utah Press, Salt Lake City.
- POLLARD, HELEN PERLSTEIN y MICHAEL E. SMITH, 2003, "The Aztec/Tarascan Border", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 87 - 92, University of Utah Press, Salt Lake City.
- POLYA, D.A., 1992, "Ore Formation", en: Nierenberg, William A. (ed.), *Encyclopedia of Earth System Science*, vol. 3, pp. 481 - 491, Academic Press, San Diego.
- PONTING, MATTHEW J., 1999, "East Meets West in Post-Classical Bet She'an: The Archaeometallurgy of Culture Change", en: *Journal of Archaeological Science* 26(10), pp. 1311 - 1321.
- POOL, CHRISTOPHER A., 2000, "Why a Kiln? Firing Technology in the Sierra de los Tuxtles, Veracruz (Mexico)", en: *Archaeometry* 42(1), pp. 61 - 76.
- POPOL VUH. THE BOOK OF COUNSEL: THE POPOL VUH OF THE QUICHÉ MAYA OF GUATEMALA, 1971, traducción por Munro S. Edmondson, Middle American Institute, Tulane University, Publication no. 35., New Orleans.
- PREM, HANNS J., 1996, *Die Azteken: Geschichte, Kultur, Religion*, C.H. Beck, München.
- PREUCEL, ROBERT W., 1995, "The Postprocessual Condition", en: *Journal of Archaeological Research* 3 (2), pp. 147 - 175.
- PREUSS, K. TH., 1960, "La Diosa de la Tierra y de la Luna de los Antiguos Mexicanos en el Mito Actual", en: *Boletín del Centro de Investigaciones Antropológicas de México* 10, pp. 6 - 10.
- PRIETO, CARLOS, 1968, *La minería en el Nuevo Mundo*, Revista de Occidente, Madrid.
- PRIMEROS MEMORIALES, ver Sahagún 1997
- PYATT, F. B., G. GILMORE, J. P. GRATTAN, C. O. HUNT y S. MCLAREN, 2000, "An Imperial Legacy? An Exploration of the Environmental Impact of Ancient Metal Mining and Smelting in Southern Jordan", en: *Journal of Archaeological Science* 27(9), pp. 771 - 778.

- QUILTER, JEFFREY, 2003, "Introduction: The Golden Bridge of the Darien", en: Quilter, Jeffrey y John W. Hoopes (eds.), *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, A Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, pp. 1 - 14, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- QUILTER, JEFFREY y JOHN W. HOOPES (eds.), 2003, *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- RAINIO, RIITTA, 2006, "Jingle bells, bells and bell pendants - listening to the iron age Finland", en: *Tautosakos darbai* 32, pp. 117 - 125.
- RAMÍREZ CASTILLA, GUSTAVO A., 2000, "El entierro doble de Tierra Alta", en: *Arqueología Mexicana* 8 (44), pp. 68 - 71.
- RANSON, D.M., 1977, *An Analysis of Medieval Moulds and Casting Debris from the Dedren, York*, Dissertation in part fulfilment of the requirements for the Degree of Master by advanced study in Scientific Methods in Archaeology, Postgraduate School of Studies in Physics, Bradford.
- RAPP JR., GEORGE, 1988, "On the Origins of Copper and Bronze Alloying", en: Maddin, Robert (ed.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, Papers from the Second International Conference on the Beginning of the Use of Metals and Alloys, Zhengzhou, China, 21 - 26 October 1986, pp. 21 - 27, MIT, Cambridge, MA.
- 1989, "Determining the origins of sulfide smelting", en: Hauptmann, Andreas, Ernst Pernicka y Günther A. Wagner (eds.), *Old World Archaeometallurgy, Proceedings of the International Symposium Old World Archaeometallurgy, Heidelberg 1987*, pp. 107 - 110, Selbstverlag des Deutschen Bergbau-Museums, Bochum.
- RAPP JR., GEORGE, JAMES ALLERT y E. HENRICKSON, 1984 "Trace-Element Discrimination of Discrete Sources of Native Copper", en: Lambert, J.B. (ed.), *Archaeological Chemistry III*, Advances in Chemistry Series, 205, pp. 273 - 293, American Chemical Society, Washington, D.C.
- RAPP JR., GEORGE, JAMES ALLERT, VANDA VITALI, ZHICHUN JING y EILER HENRICKSON, 2000, *Determining geological sources of artifact copper: Source characterization using trace element patterns*, University Press of America, Lanham, New York, Oxford.
- RATHJE, WILLIAM L., 1979, "Modern Material Culture Studies", en: Schiffer, Michael B. (ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory*, Vol. 2, pp. 1 - 37, Academic Press, New York.
- RECINOS, ADRIÁN y DELIA GOETZ, 1953, *The Annals of the Cakchiquels and Title of the Lords of Totonicapán*, University of Oklahoma Press, Norman.
- REES HOLLAND, CHARLES HENRY, 1989, *Instrumentos líticos tallados del Templo Mayor de Tenochtitlan*, Tesis de licenciatura en arqueología, ENAH, México.
- REEVES, RUTH, 1962, *Cire Perdue Casting in India*, Crafts Museum, New Delhi.

- REHDER, J. E., 1987, "Natural draft furnaces", en: *Archaeomaterials* 2, pp. 47 - 58.
- 1994, "Blowpipes versus Bellows in Ancient Metallurgy", en: *Journal of Field Archaeology* 21(3), pp. 345 - 350.
- REHREN, THILO y MATHILDE TEMME, 1994, "Pre-columbian gold processing at Putushio, South Ecuador: The archaeometallurgical evidence", en: Scott, David A. y Pieter Meyers (eds.), *Archaeometry of Pre-Columbian sites and artifacts*, Proceedings of a Symposium organized by the UCLA Institute of Archaeology and the Getty Conservation Institute, Los Angeles, California, March 23 - 27, 1992, pp. 267 - 284, The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- REICHEL-DOLMATOFF, GERARDO, 1981 "Things of Beauty Replete with Meaning: Metals and Crystals in Colombian Indian Cosmology", en: Furst, Peter T., Peter C. Keller, William B. Lee, Kenneth Ruddle, Gerardo Reichel-Dolmatoff, Richard Evans Schultes, Alec Bright (eds.), *Sweat of the Sun, Tears of the Moon: Gold and Emerald Treasures of Colombia*, pp. 17 - 33, Natural History Museum Alliance of Los Angeles County, Los Angeles.
- 1985 [1951], *Los Kogi. Una Tribu de la Sierra Nevada de Santa Marta*, Procultura, Bogotá.
- REICHLEN, HENRY, 1941a, "Étude technologique de quelques objets d'or de Lambayeque, Pérou", en: *Société des Américanistes de Paris, Journal, n.s.* 33, pp. 120 - 155.
- 1941b, "Le procédé de la dorure et la métallurgie du cuivre et du plomb à Esmeraldas, Équateur", en: *Société des Américanistes de Paris, Journal, n.s.* 33, pp. 177 - 181.
- RELACIÓN DE MICHOCÁN, 1956, Relación de las ceremonias y ritos y población y gobierno de los indios de la provincia de Michoacán, reproducción facsimilar del Ms IV de El Escorial, Madrid, transcripción, prologo, introducción y notas por José Tudela, Aguilar Publicistas, Madrid.
- RENFREW, COLIN, 1975, "Trade as action at a distance: questions of integration and communication", en: Sabloff, Jeremy A. y C.C. Lamberg-Karlovsky (eds.), *Ancient civilizations and trade*, pp. 3 - 59, University of New Mexico, Albuquerque.
- 1994, "Towards a cognitive archaeology", en: Renfrew, Colin y Ezra B.W. Zubrow (eds.), *The ancient mind: Elements of cognitive archaeology*, pp. 3 - 12.
- 1996, "Foreword", en: Pollard, A. Mark y Carl Heron, *Archaeological Chemistry*, pp. v - vii, Royal Society of Chemistry, London.
- REYES GARCÍA, LUIS y LINA ODENA GÜEMES, 1995, "La zona del Altiplano central en el Posclásico: la etapa Chichimeca", en: Manzanilla, Linda y Leonardo López Luján (eds.), *Historia antigua de México (vol. 3): El horizonte posclásico y algunos aspectos intelectuales de las culturas mesoamericanas*, pp. 225 - 264, INAH, UNAM, México.
- REYNOLDS, HENRY LEE, 1888, "Algonkin Metal-Smiths", en: *American Anthropologist* 1(4), pp. 341 - 352.

- RICE, PRUDENCE M., 1987, *Pottery Analysis: A Sourcebook*, University of Chicago Press, Chicago.
- RICHARDSON, MILES, 1974, "Images, Objects, and the Human Story", en: Richardson, Miles (ed.), *The Human Mirror*, pp. 3 - 14, Louisiana State University Press, Baton Rouge.
- RICKARD, T. A., 1934, "The use of native copper by the indigenes of North America", en: *The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 64, pp. 265 - 287.
- RIVET, PAUL, 1921, "Note complémentaire sur la métallurgie sud-américaine", en: *Société des Américanistes de Paris, Journal, n.s.* 13, pp. 233 - 238.
- 1923, "L'orfèvrerie précolombienne des Antilles, des Guyanes et du Vénézuéla, dans ses rapports avec l'orfèvrerie et la métallurgie des autres régions américaines", en: *Société des Américanistes de Paris, Journal, n.s.* 15, pp. 183 - 213.
- RIVET, PAUL y H. ARSANDAUX, 1946, "La métallurgie en Amérique pré-colombienne", *Travaux et Mémoires de l'Institut d'Ethnologie* 39, Paris.
- ROBELO, CECILIO A., 1980, *Diccionario de Mitología Nahuatl* (2 vols.), Innovación, México.
- RODRÍGUEZ O., LUIS, 1976, "Alcances del estudio de la metalurgia en la región andina", en: *Sarance* 2(3), pp. 16 - 26.
- ROHDE, TERESA E., 1989, "Mictlantecuhtli, dios mexica del inframundo", en: *Chicomóztoc* 2, pp. 39 - 57.
- ROLLASON, E.C., 1939, *Metallurgy for Engineers*, Edward Arnold & Co., London.
- ROMÁN BELLEREZA, JUAN ALBERTO, 1986, *El sacrificio de niños en honor a Tláloc: La ofrenda No. 48 del Templo Mayor*, Tesis de licenciatura por la ENAH, México.
- ROOT, WILLIAM C., 1949a, "The Metallurgy of the Southern Coast of Peru", en: *American Antiquity* 15(1), pp. 10 - 37.
- 1949b, "Metallurgy", en: Steward, Julian H. (ed.), *Handbook of South American Indians, vol. 5, the Comparative Ethnology of South American Indians*, Smithsonian Institution, Bureau of American Ethnology, Bulletin 143, pp. 205 - 225, Smithsonian Institution, Washington.
- 1951, "Gold-Copper Alloys in Ancient America", en: *Journal of Chemical Education* 28, pp. 76 - 78.
- 1952a, "Mexican Bronze", en: Lothrop, Samuel Kirkland, *Metals from the Cenote of sacrifice in Chichén Itza, Yucatán*, Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Vol. X, No. 2, pp. 14 - 5, Published by the Museum, Harvard.

- ROOT, WILLIAM C., 1952b, "Copper-lead Alloys", en: Lothrop, Samuel Kirkland, *Metals from the Cenote of sacrifice in Chichén Itza, Yucatán*, Memoirs of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University, Vol. X, No.2, pp. 15 - 6, Published by the Museum, Harvard.
- 1960, "Some notes on pre-columbian metal casting", en: Martin, Levey (ed.), *Archaeological Chemistry Symposium*, pp. 267 - 278, University of Pennsylvania Press, Filadelfia.
- ROSENFELD, AMNON, SHIMON ILANI y MICHAEL DVORACHEK, 1997, "Bronze Alloys from Canaan During the Middle Bronze Age", en: *Journal of Archaeological Science* 24(9), pp. 857 - 864.
- ROSENFELD, ANDRÉE, 1965 *The Inorganic Raw Materials of Antiquity*, Weidenfeld y Nicolson, London.
- ROSKAMP, HANS, 2003, "La metalurgia prehispánica y colonial en Jicalán, Michoacán, México: una prospección arqueológica (2003)", en: *sitio web* <http://www.famsi.org/reports/02011es/section02.htm>, *Fundación FAMSI* (sitio web consultado 5.6.2006).
- ROSS, STANLEY H., 1968, "Metallurgical Beginnings: The Case for Copper in the Prehistoric American Southwest", en: *Annals of the Association of American Geographers* 58(2), pp. 360 - 370.
- ROSTAS, SUSANNA, 1994, "The Concheros of México: Changing Images of Indianity", en: Herle, Anita y David Phillipson (eds.), *Living Traditions: Continuity and Change, Past and Present*, Cambridge Anthropology, Special Issue volume 17 (2), pp. 38 - 56.
- ROUSE, I., 1939, *Prehistory in Haiti: A Study in Method*, Yale University Publications in Anthropology 21, Yale University Press, New Haven.
- ROUSSEAU, RICHARD M., JAMES P. WILLIS y ANDREW R. DUNCAN, 1996, "Practical XRF calibration procedures for major and trace elements", en: *X-Ray Spectrometry* 25, pp. 179 - 189.
- ROVIRA, SALVADOR, 1994, "Pre-hispanic goldwork from the Museo de América, Madrid: A new set of analysis", en: Scott, David A. y Pieter Meyers (eds.), *Archaeometry of Pre-Columbian sites and artifacts*, Proceedings of a Symposium organized by the UCLA Institute of Archaeology and the Getty Conservation Institute, Los Angeles, California, March 23 - 27, 1992, pp. 323 - 350, The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- 2004, "Un Fragmento de Placa Dorada Precolombina Procedente de Ecuador: Estudio Analítico", en: Perea, Alicia, Ignacio Montero y Óscar García-Vuelta (eds.), *Tecnología del oro antiguo: Europa y América*, Anejos de AEspA XXXII, pp. 83 - 90, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- ROWLANDS, MICHAEL J., 1971, "The Archaeological Interpretation of Prehistoric Metalworking", en: *World Archaeology* 3(2), pp. 210 - 224.

- ROWLANDS, MICHAEL J. y JEAN-PIERRE WARNIER, 1993, "The magical production of iron in the Cameroon grassfields", en: Shaw, Thurstan, Paul Sinclair, Bassey Andah y Alex Okpoko (eds.), *The Archaeology of Africa: Food, metals and towns*, One World Archaeology 20, pp. 512 - 550, Routledge, London y New York.
- ROZO GAUTA, JOSÉ, 1990, "Minas de oro y plata en territorio muisca", en: *Boletín del Museo del Oro* 27, pp. 77 - 84.
- RUBÍN DE LA BORBOLLA, DANIEL F., 1944, "Orfebrería Tarasca", en: *Cuadernos Americanos* 3(3), pp. 127 - 138.
- RUTLEDGE, JOHN. W. y ROBERT B. GORDON, 1987, "The Work of Metallurgical Artificers at Machu Picchu, Peru", en: *American Antiquity* 52(3), pp. 578 - 594.
- RUVALCABA-SIL, JOSÉ LUIS y G. DEMORTIER, 1996, "Elemental concentration profile in ancient gold artifacts by ion beam scattering", en: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 113, pp. 275 - 278.
- 1997, "Scanning RBS-PIXE study of ancient artifacts from South America using a microbeam", en: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 130, pp. 297 - 302.
- 1998, "Análisis no destructivo mediante haces de iones, de joyas y ornamentos propios de la metalurgia del oro de América prehispánica", en: *Boletín del Museo del Oro* 44-45, pp. 207 - 240.
- RUVALCABA-SIL, JOSÉ LUIS, LUIS TORRES M., FRANCISCA FRANCO y EDITH ORTÍZ DÍAZ, 2004, "Artifact's rich gold surfaces: Depletion gilding or natural surface corrosion? Study of corrosion and oxidation of gold alloys", en: Perea, Alicia, Ignacio Montero y Óscar García-Vuelta (eds.), *Tecnología del oro antiguo: Europa y América*, Anejos de AEspA XXXII, pp. 41 - 47, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- RYCHNER, V. y N. KLÄNTSCHI, 1995, "Arsenic, Nickel, Antimoine: une approche de la métallurgie du Bronze Moyen et Final en Suisse par l'analyse spectrométrique", en: *Cahiers d'archéologie Romande* 63(2), Lausanne.
- RYNDINA, NATALJA, GINDA INDENBAUM y VERA KOLOSOVA, 1999, "Copper Production from Polymetallic Sulphide Ores in the Northeastern Balkan Eneolithic Culture", en: *Journal of Archaeological Science* 26(8), pp. 1059 - 1068.
- SACKETT, JAMES R., 1990, "Style and ethnicity in archaeology: the case for isochrestism", en: Conkey, Margaret y Christine Hastorf (eds.), *The Uses of Style in Archaeology*, pp. 32 - 43, Cambridge University Press, Cambridge.
- SAHAGÚN, FRAY BERNARDINO DE, 1989, *Historia general de las cosas de Nueva España* (2 vols.), edición, glosario, paleografía y notas por López Austin, A. y J. García Quintana, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México.
- 1997 [1590], "Primeros memoriales", Paleografía del texto en náhuatl y traducción al inglés por Thelma D. Sullivan, (The civilization of the American Indian series), University of Oklahoma, Norman.
- SAITTA, DEAN J., 1994, "Agency, class, and archaeological interpretation", en: *Journal of Anthropological Archaeology* 13, pp. 201 - 227.

- SALAS, G., J. RAMÍREZ, MA. E. NOGUEZ y T. ROBERT, 2001, "Aleaciones y Objetos Metálicos Mesoamericanos: Aspectos Importantes", en: *Memorias de la Mesa Redonda: Tecnologías Metalúrgicas en América Prehispánica*, pp. 145 - 161, UNAM., México.
- SALAS, GUILLERMO P., 1980, *Carta y provincias metalogenéticas de la República Mexicana*, Consejo de Recursos Minerales, México.
- SALZER, ROBERT J., 1974, "The Wisconsin North Lakes project: a preliminary report", en: Johnson, Elden (ed.), *Aspects of Upper Great Lakes prehistory: papers in honor of Lloyd A. Wilford*, Minnesota Prehistoric Archaeology Series 11, pp. 40 - 54, Minnesota Historical Society, St. Paul, MN.
- SÁNCHEZ H., RICARDO, 1985, *Informe del análisis petrográfico de 93 piezas de representaciones antropomorfas en piedra pertenecientes al Proyecto Templo Mayor*, Departamento de Prehistoria, INAH, México (no publicado).
- SÁNCHEZ H., RICARDO; GUILLERMO AHUJA O. y ALFONSO CRUZ B., 1987, "Avances y perspectivas del estudio físico-químico de algunas piezas del Templo Mayor de Tenochtitlan", en: *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* 33 (1), pp. 81 - 98.
- SÁNCHEZ VENTURA, FEDERICO, 1987, "Los Concheros, devocionarios del rito solar", en: *México desconocido* 121, pp. 19 - 30.
- SAUNDERS, NICHOLAS J., 1999, "Biographies of Brilliance: Pearls, Transformations of Matter and being, c. AD 1492", en: Marshall, Yvonne y Chris Gosden (eds.), *World Archaeology, The Cultural Biography of Objects* 31 (2), pp. 243 - 257.
- 2003, "Catching the Light: Technologies of Power and Enchantment in Pre-Columbian Goldworking", en: Quilter, Jeffrey y John W. Hoopes (eds.), *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, pp. 15 - 48, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- SAVILLE, MARSHALL H., 1920, *The Goldsmith's Art in Ancient Mexico*, Indian Notes and Monographs, The Museum of American Indian, Heye Foundation, New York.
- SCAIFE, B., P. BUDD, J.G. McDONNELL y A.M. POLLARD, 1999, "Lead Isotope Analysis, Oxhide Ingots and the Presentation of Scientific Data in Archaeology", en: Young, Suzanne M.M., Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 122 - 133, Archaeopress, Oxford.
- SCHAD, C.-R. y H. WARLIMONT, 1984, "Acoustical Investigations of the Influence of the Material on the Sound of Bells", en: Rossing, Thomas D. (ed.), *Acoustics of Bells*, pp. 266 - 286, New York.
- SHELLHAS, PAUL, 1904, "Representation of deities of the Maya manuscripts", en: *Peabody Museum, Harvard University, Paper* 4(1), pp. 1 - 47.
- SCHIAVETTI, VINCENT W., 1994, "La minería prehispánica de Chalchihuites", en: *Arqueología Mexicana* 1(6), pp. 48 - 51.
- SCHIFFER, MICHAEL BRIAN, 1972, "Archaeological context and systemic context", en: *American Antiquity* 37, pp. 156 - 165.

- SCHIFFER, MICHAEL BRIAN, 1975, "Archaeology as Behavioral Science", en: *American Anthropologist* 77, pp. 836 - 848.
- 1976, *Behavioral archaeology*, Academic Press, New York.
- 1981, "Method and Theory in Modern Material Culture Studies", en: Gould, Richard A. y Michael B. Schiffer (eds.), *Modern Material Culture: The Archaeology of Us*, Studies in Archaeology, pp. 1 - 3, Academic Press, London.
- 2003, "Comments II: Properties, Performance Characteristics and Behavioural Theory in the Study of Technology", en: *Archaeometry* 45(1), pp. 169 - 172.
- 2004, "Studying technological change: a behavioral perspective", en: *World Archaeology, Debates in World Archaeology* 36 (4), pp. 579-585.
- SCHIFFER, MICHAEL BRIAN y ANDREA R. MILLER, 1999, *The Material Life of Human Beings: Artifacts, Behavior and communication*, Routledge, London.
- SCHIFFER, MICHAEL BRIAN y JAMES M. SKIBO, 1997, "The Explanation of Artifact Variability" en: *American Antiquity* 62 (1), pp. 27 - 50.
- SCHIFFER, MICHAEL BRIAN, JAMES M. SKIBO, JANET L. GRIFFITTS, KACY L. HOLLENBACK y WILLIAM A. LONGACRE, 2001, "Behavioral Archaeology and the Study of Technology", en: *American Antiquity* 66 (4), pp. 729 – 738.
- SCHLAGER, NATHAN, 1994, "Mindful technology: unleashing the chaîne opératoire for an archaeology of mind", en: Renfrew, Colin y Ezra B.W. Zubrow (eds.), *The ancient mind: Elements of cognitive archaeology*, pp. 143 - 151.
- SCHMIDT, ROBERT G., CATHY M. AGER y JUAN GIL MONTES, 1999, "A Study of Roman Mining and Metallurgy and Their Environmental Consequences at Plasenzuela, Extremadura, Spain", en: Young, Suzanne M.M., Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 234 - 242, Archaeopress, Oxford.
- SCHNEIDER, GERWULF, 1989, "Bronze Casting at Olympia in Classical Times", en: *MASCA Research Papers in Science and Archaeology*, vol. 6, History of Technology: The role of Metals, pp. 17 – 24,
- SCHORSCH, DEBORAH, ELLEN G. HOWE y MARK T WYPYSKI, 1996, "Silvered and Gilded Copper Metalwork from Loma Negra: Manufacture and Aesthetics", en: *Boletín Museo del Oro* 41, pp. 145 - 164.
- SCHRIMPF, MARIANNE C., WARWICK BRAY y LEONOR HERRERA, 1989, "Ornamentos y máscaras de oro de la Cultura Ilama: Metalurgia del Período Formativo Tardío en la cordillera Occidental colombiana", en: *Boletín del Museo del Oro* 24, pp. 55 - 72.
- SCHROEDER, DAVID L. y KATHARINE C. RUHL, 1968, "Metallurgical Characteristics of North American Prehistoric Copper Work", en: *American Antiquity* 33(2), pp. 162 - 169.

- SCHULTZE-LENA, LEONARD, 1950, "Wahrsagerei, Himmelskunde und Kalender der Alten Azteken", (traducción y estudio del texto de Bernardino de Sahagún de Dr. Leonard Schultze-lena), *Quellenwerke zur Alten Geschichte Americas, Band IV*, W.Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- SCHULZE, NIKLAS, 1997, *Die Materialien der ofrenda 20 des Templo Mayor in Tenochtitlan: Der ökonomische Aspekt*, Wissenschaftliche Hausarbeit zur Erlangung des akademischen Grades eines Magister Artium der Universität Hamburg, Hamburg.
- 1999, *An Experimental Experiment: Production Technology and Properties of Mexican Copper (Alloy) Bells*, MA Dissertation, University of Bradford, Department of Archaeological Science, Bradford.
- SCHWOERBEL, GABRIELA, s/f, *Metalurgia de Lima*, presentación en el Segundo Congreso del Hombre y la Cultura Andina, Trujillo, Peru, septiembre 1974.
- SCOTT, DAVID A., 1983, "Depletion gilding and surface treatment of gold alloys from Nariño area of ancient Colombia", en: *Historical Metallurgy* 17(2), pp. 99 - 115.
- 1986a, "Gold and Silver Coatings over Copper: An Examination of some Artifacts from Ecuador and Colombia", en: *Archaeometry* 28, pp. 33 - 50.
- 1986b, "Fusion gilding and Foil Gilding in pre-Hispanic Ecuador and Colombia", en: Plazas, C. (ed.), *Metalurgia de América Precolombina*, pp. 307 - 325, Banco de la República, Bogotá.
- 1990, "El deterioro de aleaciones de oro y algunos aspectos sobre su conservación", en: *Boletín del Museo del Oro* 28, pp. 55 - 74.
- 1991, *Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals*, The Getty Conservation Institute, Manna del Rey, CA.
- 2004, "Gold and Platinum Metallurgy of La Tolita: A Metalworking Centre of the Pacific Lowlands of Ecuador", en: Perea, Alicia, Ignacio Montero y Óscar García-Vuelta (eds.), *Tecnología del oro antiguo: Europa y América*, Anejos de AEspA XXXII, pp. 63 - 82, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- SCOTT, DAVID A. y JEAN-FRANCOISE BOUCHARD, 1988, "Orfebrería prehispánica de las llanuras del Pacífico de Ecuador y Colombia", en: *Boletín del Museo del Oro* 22, pp. 3 - 16.
- SCOTT, DAVID A. y WARWICK BRAY, 1980, "Ancient platinum technology in South America", en: *Platinum Metal Review* 24(4), pp. 147 - 158.
- 1994, "Pre-hispanic platinum alloys: their composition and use in Ecuador and Colombia", en: Scott, David A. y Pieter Meyers (eds.), *Archaeometry of Pre-Columbian sites and artifacts*, Proceedings of a Symposium organized by the UCLA Institute of Archaeology and the Getty Conservation Institute, Los Angeles, California, March 23 - 27, 1992, pp. 285 - 322, The Getty Conservation Institute, Los Angeles.
- SELENE, C.-H., J. CHOU y CHRISTOPHER T. DE ROSA, 2003, "Case studies - Arsenic", en: *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 206, pp. 381 - 386.

- SELER, EDUARD, 1992a, "Ancient Mexican Attire and Insignia of Social and Military Rank", en: Thompson, J. Eric y Francis Richardson (eds.), *Collected Works in Mesoamerican Linguistics and Archaeology*, Vol. III, pp. 3 - 61, Labyrinthos, Culver City, CA.
- 1992b, "Ancient Mexican Bone Rattles", en: Thompson, J. Eric y Francis Richardson, *Collected Works in Mesoamerican Linguistics and Archaeology*, Vol. III, pp. 62 - 73, Labyrinthos, Culver City, CA.
- 1992c, "The Pulque Vessel of the Bilimec Collection", en: Thompson, J. Eric y Francis Richardson, *Collected Works in Mesoamerican Linguistics and Archaeology*, Vol. III, pp. 199 - 223, Labyrinthos, Culver City, CA.
- 1992d, "The Religious Songs of the Ancient Mexicans", en: Thompson, J. Eric y Francis Richardson, *Collected Works in Mesoamerican Linguistics and Archaeology*, Vol. III, pp. 272 - 291, Labyrinthos, Culver City, CA.
- SHANKS, MICHAEL y CHRISTOPHER TILLEY, 1987a, *Social Theory and Archaeology*, Polity Press, Cambridge.
- 1987b, *Re-Constructing archaeology. Theory and practice*, Cambridge University Press, Cambridge.
- SHAY, C. THOMAS, 1971, *The Itasca bison kill site: an ecological analysis*, Minnesota Prehistoric Archaeology Series 6, Minnesota Historical Society, St. Paul, MN.
- SHEN, S., 1987, "Acoustics of Ancient Chinese Bells", *Scientific American* 256(4), pp. 94 - 102.
- SHEPARD, ANNA, 1956, *Ceramics for the Archaeologist*, Carnegie Institution of Washington, Washington, D.C.
- SHEPHERD, R., 1980, *Prehistoric mining and allied industries*, Academic Press, London.
- SHERRATT, ANDREW, 1993, "The Relativity of Theory", en: Yoffee, Norman y Andrew Sherratt (eds.), *Archaeological Theory: Who sets the Agenda?*, pp. 119 - 130, Cambridge University Press, Cambridge.
- SHIMADA, IZUMI, 1978, "Economy of a Prehistoric Urban Context: Commodity and Labor Flow at Moche V Pampa Grande, Peru", en: *American Antiquity* 43(4), pp. 569 - 592.
- 1996, "Sican Metallurgy and its Cross-craft Relationships", en: *Boletín Museo del Oro* 41, pp. 27 - 63.
- 2000, "The Late Prehispanic Coastal States", en: Laurencich Minelli, Laura (ed.), *The Inca World: The Development of Pre-Columbian Peru, A.D. 1000 - 1534*, pp. 49 - 110, University of Oklahoma Press, Norman.
- SHIMADA, IZUMI, S. EPSTEIN y A. CRAIG, 1982, "Batán Grande: A Prehistoric Metallurgical Centre in Perú", en: *Science* 216, pp. 952 - 959.

- SHIMADA, IZUMI, ADON GORDUS, JO ANN GRIFFIN y JOHN MERKEL, 1999, "Sicán Alloying, Working and Use of Precious Metals: An Interdisciplinary Perspective", en: Young, Suzanne M.M., Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 301 - 309, Archaeopress, Oxford.
- SHIMADA, IZUMI y JO ANN GRIFFIN, 1994, "Precious Metal Objects of the Middle Sicán", en: *Scientific American* 270 (4), pp. 82 - 89.
- SHIMADA, IZUMI y J. MERKEL, 1991, "Copper-Alloy Metallurgy in Ancient Perú", en: *Scientific American* 265(7), pp. 80 - 86.
- SHOUKANG, ZHU y HE TANGKUN, 1993, "Studies of ancient Chinese mirrors and other bronze artefacts", en: La Niece, Susan y Paul Craddock (eds.), *Metal Plating and Patination*, pp. 50 - 62, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- SHUYUN, SUN y WANG KEZHI, 1994, "An Experimental Study of Chinese Gongs and Cymbals", en: *Bulletin of the Metals Museum* 21, pp. 19 - 34.
- SIEGEL, PETER E. y KENNETH P. SEVERIN, 1993, "The First Documented Prehistoric Gold-Copper Alloy Artefact from the West Indies", en: *Journal of Archaeological Science* 20(1), pp. 67 - 79.
- SIGAUT, FRANCOIS, 1994, "Technology", en: Ingold, Tim (ed.), *Companion Encyclopedia of Anthropology*, pp. 420 - 459, Routledge, London y New York.
- SILLAR, B., 2003, "Comments III: Technological Choices and Experimental Archaeology", en: *Archaeometry* 45(1), pp. 173 - 181.
- SILLAR, B. y M.S. TITE, 2000, "The Challenge of 'Technological Choices' for Materials Science Approaches in Archaeology", en: *Archaeometry* 42 (1), pp. 2 - 20.
- SIMÉON, RÉMI, 1994, *Diccionario de la lengua Náhuatl o Mexicana*, Siglo Veintiuno, México.
- SIMMONS, SCOTT, 2006, "The Late Postclassic-Spanish Colonial Period Political Economy of Lamanai, Belize: Insights from the Maya Archaeometallurgy Project", *Ponencia presentada en la 71 reunión anual de la SAA en San Juan, Puerto Rico, abril 2006* (no publicada).
- SKIBO, JAMES M., 1992, "Ethnoarchaeology, Experimental Archaeology and Inference Building in Ceramic Research", en: *Archaeologia Polona* 30, pp. 27 - 38.
- SLATER, E. A. y J. A. CHARLES, 1970, "Archaeological Classification by Metal Analysis", en: *Antiquity* 44, pp. 207 - 213.
- SLATER, E. A. y F. WILLETT, 1988, "Neutron Activation Analysis of Clay Cores from Nigerian Castings", en: Slater, Elizabeth A. y James O. Tate (eds.), *Science and Archaeology, Glasgow 1987, Proceedings of a Conference on the Application of Scientific Techniques to Archaeology, Glasgow, September 1987*, BAR British Series 196 (i), pp. 247 - 255.
- SMITH, C., 1992, "The articulation of style and social structure in Australian Aboriginal art", en: *Australian Aboriginal Studies* 1, pp. 28 - 34.

- SMITH, CYRIL STANLEY, 1961, "The Interaction of Science and Practice in the History of Metallurgy", en: *Technology and Culture* 2(4), pp. 357 - 367.
- 1977, *Metallurgy as a human experience*, American Society for Metals and The Metallurgical Society of AIME, Metals Park, Ohio, y New York.
- SMITH, MICHAEL E., 1987, "Archaeology and the Aztec Economy: The Social Scientific Use of Archaeological Data", en: *Social Science History* 11(3), pp. 237 - 259.
- 2003a (2a ed.), *The Aztecs*, Blackwell Publishers, Oxford.
- 2003b, "Aztec City-States in the Basin of Mexico and Morelos", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 58 – 60, University of Utah Press, Salt Lake City.
- 2003c, "Key Commodities", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 117 – 125, University of Utah Press, Salt Lake City.
- 2003d, "Economic Change in Morelos Households", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 249 – 258, University of Utah Press, Salt Lake City.
- 2004, "La vida diaria en Tenochtitlan", en: *El imperio azteca*, Catálogo de exposición, pp. 230 - 249, The Solomon R. Guggenheim Foundation, New York.
- SMITH, MICHAEL E. y FRANCES F. BERDAN, 2003, "Postclassic Mesoamerica", en: Smith, Michael E. y Francis F. Berdan (eds.), *The Postclassic Mesoamerican World*, pp. 3 – 13, University of Utah Press, Salt Lake City.
- SMITH, MICHAEL E., CYNTHIA HEATH-SMITH y LISA MONTIEL, 1999, "Excavations of Aztec Urban Houses at Yauhtepec, México", en: *Latin American Antiquity* 10(2), pp. 133 - 150.
- SNARSKIS, MICHAEL J., 2003, "From Jade to Gold in Costa Rica: How, Why, and When", en: Quilter, Jeffrey y John W. Hoopes (eds.), *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*, Symposium at Dumbarton Oaks, 9 and 10 October 1999, pp. 159 - 204, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- SNOEK, WILLEM, IAN R. PLIMER y SHANE REEVES, 1999, "Application of Pb isotope geochemistry to the study of the corrosion products of archaeological artefacts to constrain provenance", en: *Journal of Geochemical Exploration* 66, pp. 421 - 425.
- SNOW, C. P., 1959, *The two Cultures and the Scientific Revolution*, Cambridge University Press, Cambridge.
- SODDERS, BETTY, 1990, *Michigan prehistory mysteries*, Avery Color Studios, Au Train. Michigan.
- 1991, *Michigan prehistory mysteries II*, Avery Color Studios, Au Train. Michigan.
- SOLÍS OLGUÍN, FELIPE, 2003, "Desarrollo del imperio azteca", en: *Arqueología Mexicana*, Edición especial 13, pp. 10 - 86.

- SOLÍS OLGUÍN, FELIPE y MARTA CARMONA MACÍAS, 1997, "El oro en el México precolombino", en: *Tesoros de México: Oro Precolombino y Plata Virreinal*, pp. 55 - 71, INAH, Fundación El Monte, Sevilla.
- SPENCE, MICHAEL W., 1981, "On Aztec Specialization and Exchange", en: *Current Anthropology* 22(2), pp. 183 - 184.
- SPINDEN, HERBERT J., 1913, *A study of Maya art; its subject matter and historical development*, Memoirs of the Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology, Harvard University, Cambridge.
- SPRAGUE, R. y A. SIGNORI, 1963, "Inventory of Southwestern copper bells", en: *The Kiva* 28(4), pp. 1 - 20.
- SPRATLING, M.G., 1979, "The debris of metalworking", en: Wainwright, G. W., *Gussage All Saints: An Iron Age settlement in Dorset*, pp. 125 - 49, (DOE Archaeological Report No. 10), Her Majesty's Stationary Office, London.
- STANIASZEK, B.E.P. y P. NORTHOVER, 1982, "The Properties of Leaded Bronze Alloys", en: Aspinall, A. y S.E. Warren (eds.), *Proceedings of the 22nd Symposium on Archaeometry*, University of Bradford, Bradford, U.K. March 30th - April 3rd 1982, pp. 262 - 272, Schools of Physics and Archaeological Sciences, University of Bradford, Bradford.
- STARK, MIRIAM T., 1999, "Social Dimensions of Technical Choice in Kalinga Ceramic Traditions", en: Chilton, Elizabeth S. (ed.), *Material Meanings. Critical Approaches to the Interpretation of Material Culture*, pp. 24 - 43, University of Utah Press, Salt Lake City.
- STECH, TAMARA y ROBERT MADDIN, 1988, "Reflections on Early Metallurgy in Southeast Asia", en: Maddin, R. (ed.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, pp. 163 - 174, MIT, Cambridge, MA.
- STONE, DORIS y CARLOS BALSER, 1958, "La Metalisteria Aborigen en la Región Istmeña de América", en: *33º Congreso Internacional de Americanistas, San José de Costa Rica, Julio 20 - 27, 1958*.
- STRAFFORD, K.N., R. NEWELL, K. AUDY y J. AUDY, 1996, "Analysis of Bell Material from the Middle Ages to the Recent Time", en: *Endeavour* 20(1), pp. 22 - 7.
- STRESSER-PÉAN, GUY 1995, *El Códice de Xicoteppec: Estudio e interpretación*, prefacio de Charles E. Dibble, traducción de Araceli Méndez, Gobierno del Estado de Puebla-Centro Francés de Estudios Mexicanos y Centroamericanos, Fondo de Cultura Económica, México.
- STRESSER-PÉAN, GUY y DOROTHY HOSLER, 1992, "El cascabel de El Naranjo. Uno de los más grandes y bellos de Mesoamérica", en: *Trace: Travaux et Recherche dans les Amériques du Centre* 21, pp. 66 - 74.
- SWANN, C.P., S.J. FLEMING y M. JAKSIC, 1992, "Recent applications of PIXE spectrometry in archaeology I. Characterization of bronzes with special consideration of the influence of corrosion processes on data reliability", en: *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 64, pp. 499 - 504.

- TABOR, G.R., D. MOLINARI y G. JULEFF, 2005, "Computational simulation of air flows through a Sri Lankan wind-driven furnace", en: *Journal of Archaeological Science* 32, pp. 753 - 766.
- TAÇON, PAUL S.C., 1999, "All Things Bright and Beautiful: the Role and Meaning of Colour in Human Development", en: *Cambridge Archaeological Journal* 9(1), pp. 120 - 3.
- TAGLE, ALBERTO A., 1995, "Study of Pre-Hispanic Metallic Objects found in Cuba", en: Vandiver, Pamela B., James R. Druzik, Jose Luis Galvan Madrid, Ian C. Freestone y George Segán Wheeler (eds.), *Materials Issues in Art and Archaeology IV*, Materials Research Society Symposium Proceedings, volume 352, Symposium held May 16 - 21 1994, Cancun, México, pp. 779 - 787, Materials Research Society, Pittsburgh, Pennsylvania.
- TAGURI, J.M., M.B. I. JANJUA y W.C. COOPER, 1972-73, "Development of superior colored finishes for copper and copper alloys", en: *Electrodeposition and Surface Treatment* 1, pp. 77 - 102.
- TANDON, S.K., M. CHATTERJEE, A. BHARGAVA, V. SHUKLA y V. BIHARI, 2001, "Lead poisoning in Indian silver refiners", en: *The Science of the Total Environment* 281, pp. 177 - 182.
- TAPIA LÓPEZ, MARÍA DEL PILAR, 1999, *Limpieza de cobre y bronce arqueológicos: cascabeles del Templo Mayor*, Tesis para optar por el título de Licenciado en restauración de bienes muebles, ENCRyM, México.
- 2003, *Metals and corrosion products in Mexican copper alloys bells*, Dissertation presented for the degree of MSc in Archaeological Materials, Department of Archaeology, University of Nottingham.
- TARRAGÓ, MYRIAM N., 1994, "Jerarquía social y prácticas mortuorias", en: *Actas y Memorias XI Congreso Nacional de Arqueología Argentina* 1, pp. 170 - 174, San Rafael.
- TAUBE, KARL A., 1997, "La vasija de pulque de Bilimek. Saber astral, calendarios y cosmología del Posclásico Tardío en el México Central", en: Noguez Ramírez, Xavier y Alfredo López Austin (eds.), *De hombres y dioses*, pp. 93 - 130, El Colegio Mexiquense, México.
- TAYLOR, R. ERWIN, 1982a, "Archaeometry": The Meaning of the Term, en: Olin, Jacqueline S. (ed.), *Future Directions in Archaeometry*, pp. 25 - 26, Smithsonian Institution.
- 1982b, "Comment in the discussion: Teaching archaeometry", en: Olin, Jacqueline (ed.), *Future Directions in Archaeometry*, pp. 46, Smithsonian Institution.
- TEZOSOMOC, ver ALVARADO TEZOSOMOC 1992
- THE INSTITUTE OF BRITISH FOUNDRYMEN, 1950, *Atlas of Defects in Castings*, Manchester.
- THE NEW ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, vol. 21, 1995, Encyclopaedia Britannica, Inc., Chicago.

- THOMAS, DAVID HURST, 1978, "The awful truth about statistics in archaeology", en: *American Antiquity* 43(2), pp. 231 - 242.
- THOMPSON, F. C., 1958, "The early metallurgy of copper and bronze", en: *Man* 58(1), pp. 1 - 7.
- 1963, "Microscopic Studies of Ancient Metals", en: Brothwell, Don y Eric Higgs (eds.), *Science in Archaeology: A Comprehensive Survey of Progress and Research*, pp. 510 - 518, Thames and Hudson, London.
- THOMPSON, J. ERIC S., "1966, Merchants gods of middle America", en: *Suma Antropológica: Un homenaje a Roberto J. Weitlander*, pp. 159 - 172, INAH, México.
- THOMPSON, RAYMOND H., 1991, "The archaeological purpose of ethnoarchaeology", en: Longacre, William A. (ed.), *Ceramics Ethnoarchaeology*, pp. 231 - 245, University of Arizona Press, Tucson.
- THOMPSON, RAYMOND H. y NANCY J PAREZO, 1989, "A Historical Survey of Material Culture Studies in Anthropology", en: Hedlund, Ann Lane (ed.), *Perspectives on Anthropological Collections from the American Southwest, Proceedings of a Symposium*, Anthropological Research Papers No. 40, pp. 33 - 65, Arizona State University.
- TILLEY, CHRISTOPHER, 1989, "Interpreting material culture", en: Hodder, Ian (ed.), *Meanings of Things: Material Culture and Symbolic Expression*, *One World Archaeology* 6, pp. 185 - 194, Unwin Hyman.
- 1991, *Material Culture and Text: The Art of Ambiguity*, Routledge, London.
- TITE, M. S., V. KILIKOGLU y G. VEKINIS, 2003, "Reply", en: *Archaeometry* 45(1), pp. 181 - 183.
- TORQUEMADA, FRAY JUAN DE, 1975-83, *Monarquía indiana*, Edición e introducción de los estudios por Miguel León-Portilla, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas, México.
- TORRES MONTES, LUIS, 1981, "El examen científico de artefactos arqueológicos: un cuadro teórico general", en: *Anales de Antropología* 18(1), pp. 13 - 55.
- 1986, "El Tesoro del Pescador, estudio técnico de objetos recuperados en el Golfo de México", en: *Boletín Informativo del Museo Nacional de Antropología* 1(3), pp. 10 - 12.
- TORRES MONTES, LUIS y FRANCISCA FRANCO VELÁZQUEZ, 1989, "La Orfebrería Prehispánica en el Golfo de México y el Tesoro del Pescador", en: P., Aguilar, Carlos H., Beatriz Barba, Román Piña Chan, Luis Torres Montes, Francisca Franco Velásquez y Guillermo Ahuja O. (eds.), *Orfebrería Prehispánica*, pp. 217 - 270, Corporación Industrial Sanluis, México.
- 1996, "La metalurgia tarasca. Producción y uso de los metales in Mesoamérica", en: Lombardo, Sonia y Enrique Nalda (eds.), *Temas Mesoamericanas*, pp. 71 - 110, INAH, México.

- TOULMIN, STEPHEN, 1990, *Cosmopolis: The Hidden Agenda of Modernity*, The University of Chicago Press, Chicago.
- TOWNSEND, RICHARD F., 1992, *The Aztecs*, Thames and Hudson, London.
- TOZZER, ALFRED M. (ed.), 1941, *Landa's Relación de las Cosas de Yucatan*, Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology 18.
- TSCHAUNER, HARTMUT, 1996, "Middle-Range Theory, Behavioral Archaeology and Postempiricist Philosophy of Science in Archaeology", en: *Journal of Archaeological Method and Theory* 3 (1), pp. 1 - 30.
- TUSHINGHAM, A. D., URSULA M. FRANKLIN y ANNE CHRISTOPHER TOOGOOD, 1979, *Studies in Ancient Peruvian Metalworking*, History, Technology and Art Monograph 3, Royal Ontario Museum.
- TWILLEY, J. W. y J. BOYLES, 1980, "Composition Analysis of Columbian Tumbaga by X-Ray Fluorescence Spectroscopy", en: *Revue d'Archeometrie (Supplement, volume III)*, pp. 303 - 312.
- TYLECOTE, R.F., 1962, *Metallurgy in Archaeology*, Edward Arnold Publishers, London.
- 1979, "The Effect of Soil Conditions on the Long-term Corrosion of Buried Tin-bronzes and Copper", en: *Journal of Archaeological Science* 6, pp. 345 - 368.
- 1986, *The Prehistory of Metallurgy in the British Isles*, The Institute of Metals, London.
- 1987, *The early history of metallurgy in Europe*, Longman, London y New York.
- TYLECOTE, R.F. y P.J. BOYDELL, 1978, "Experiments on Copper Smelting Based on Early Furnaces Found at Timna in Chalcolithic Copper Smelting", en: *Archaeo-Metallurgy London* 1, pp. 27 - 51.
- TYLECOTE, R.F., H. A. GHAZNAVI y P. J. BOYDELL, 1977, "Partitioning of trace elements between the ores, fluxes, slags and metal during the smelting of copper", en: *Journal of Archaeological Science* 4(4), pp. 305 - 333.
- UBELAKER, DOUGLAS H., 1981, *The Ayalán Cemetery: A Late Integration Period Burial Site on the South Coast of Ecuador*, Smithsonian Contributions to Anthropology, No. 29, Smithsonian Institution Press, Washington.
- UCKO, PETER J., 2004 [1970], "Penis Sheaths, The Curl Lecture, Proceedings of the Royal Anthropological Institute for 1969", en: Buchli, Victor (ed.), *The Material Culture Reader: Critical Concepts in the Social Sciences*, Volume I, Part 2, pp. 215 - 308, Routledge, London y New York.
- UHLAND, SCOTT, HEATHER LECHTMAN y LARRY KAUFMAN, 2001, "Assessment of the As-Co-Ni system: An example from archaeology", en: *Calphad* 25(1), pp. 109 - 124.
- ULLÉN, INGA, ANDERS G. NORD, MONICA FJAESTAD, EINAR MATTSSON, GUNNAR CH. BORG y KATE TRONNER, 2004, "The Degradation of archaeological bronzes underground: evidence from museum collections", en: *Antiquity* 78(300), pp. 380 - 390.

- UMBERGER, EMILY, 1987, "Events commemorated by date plaques at the Templo Mayor: Further thoughts on the solar metaphor", en: Boone, Elizabeth Hill (ed.), *The Aztec Templo Mayor*, pp. 411 - 449, Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, D.C.
- URIBE VILLEGAS, MARÍA ALICIA, 1991, "La Orfebrería Quimbaya Tardía", en: *Boletín del Museo del Oro* 31, pp. 31 - 124.
- 2005, "Mujeres, calabazos, brillo y tumbaga. Símbolos de vida y transformación en la orfebrería quimbaya temprana", en: *Boletín de Antropología* 19(36), pp. 61 - 93.
- URUETA FLORES, CECILIA, 1990, *Presencia del material mixteco dentro del Templo Mayor*, Tesis de licenciatura en arqueología, ENAH, México.
- VALENCIA, ABRAHAN, 1978, "La platería tradicional de un pueblo del sur del Perú", en: Ravines, Roger (ed.), *Tecnología Andina*, pp. 535 - 554, Instituto de Estudios Peruanos e Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas, Lima.
- VAN BUREN, MARY y BARBARA H. MILLS, 2005, "Huayrachinas and tocochimbos: traditional smelting technology of the southern Andes", en: *Latin American Antiquity* 16(1), pp. 3 - 23.
- VAN DER LEEUW, S. E., 1994, "Cognitive aspects of 'technique'", en: Renfrew, Colin y Ezra B.W. Zubrow (eds.), *The ancient mind: Elements of cognitive archaeology*, pp. 135 - 142.
- VANPOOL, CHRISTINE S. y TODD L. VANPOOL, 1999, "The scientific nature of postprocessualism", en: *American Antiquity* 64(1), pp. 33 - 53.
- VARGAS, VICTORIA D., 1995, *Copper Bell Trade Patterns in the Prehispanic U.S. Southwest and Northwest Mexico*, Arizona State Museum Archaeological Series 187, Arizona State Museum, The University of Arizona, Tucson.
- 1999, "Copper, Ritual, and Power at Paquimé: An Alternative Interpretation for the Significance and Role of Copper Items", en: <http://www.unm.edu/~paquime/vargas/saa99/coprit.html> (site consulted 26/07/2001).
- VÁZQUEZ, ELENA, 1965, *Distribución Geográfica y organización de ordenes reigiosas en la Nueva España siglo XVI*, UNAM, México.
- VELÁZQUEZ CASTRO, ADRIÁN, 2000, *El simbolismo de los objetos de concha encontrados en las ofrendas del Templo MAyor de Tenochtitlan*, INAH, México.
- 2004, *Técnicas de manufactura de los objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan: La producción especializada de los objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan*, Tesis de Grado de Doctor en Antropología de la FFyL, IIA-UNAM, México
- VERLINDEN, C., 1986, "Minoan Metallurgy and Lost-Wax Casting, Experimentation with an Ancient Process", en: *Bulletin de Correspondance Hellenique* 110(1), pp. 41 - 52.

- VERNON, R.W., G. McDONNELL y A. SCHMIDT, 2002, "The Geophysical Evaluation of British Lead and Copper Working Site Comparisons with Iron Working", en: *Archaeological Prospection* 9, pp. 123 - 134.
- VETTER PARODI, LUISA, 1996, "El uso del cobre arsenical en las culturas prehispánicas del norte de Perú", en: *Boletín Museo del Oro* 41, pp. 63 - 82.
- VIDALE, MASSIMO, 1998, "Operational sequences beyond linearity", en: Milliken, Sarah y Massimo Vidale (eds.), *Craft Specialization: Operational Sequences and Beyond*, Papers from the EAA Third Annual Meeting at Ravenna 1997, Volume IV, BAR International Series 720, pp. 179 -184, Archaeopress, Oxford.
- VIGLIOTTI, L., M. ROVERI y L. CAPOTONDI, 2003, "Etruscan archaeometallurgy record in sediments from the Northern Tyrrhenian Sea", en: *Journal of Archaeological Science* 30(7), pp. 809 - 815.
- VIVANCO BONILLA, MARIA ELENA, 1992, *El ámbar en Mesoamérica*, Tesis de licenciatura en Arqueología, ENAH, México.
- VOCE, ERIC, 1961, "Scientific Evidence Concerning Metal-Working Techniques", en: *Man* 81, pp. 68 - 71.
- WADSAK, MICHAEL, INA CONSTANTINIDES, GUIDO VITTIGLIO, ANNEMIE ADRIAENS, KOEN JANSSENS, MANFRED SCHREINER, FREDDY C. ADAMS, PHILIPPE BRUNELLA, MICHEL WUTTMANN, 2000, "Multianalytical Study of Patina Formed on Archaeological Metal Objects from Bliesbruck-Reinheim", en: *Mikrochimica Acta* 133, pp. 159 - 164.
- WAGNER, DIANA, 1982, "Reporte de las ofrendas excavadas en 1978", en: Matos Moctezuma, Eduardo (ed.), *El Templo Mayor: Excavaciones y estudios*, pp. 119 - 142, INAH, México.
- WAINWRIGHT, G.W. y M.G. SPRATLING, 1973, "The Iron Age settlement of Gussage All Saints", en: *Antiquity* 47, pp. 109 - 30.
- WARREN, FINTAN B., 1968, "Minas de cobre de Michoacán, 1533", en: *Anales del Museo Michoacano* 6, pp. 35 - 52.
- WATLING, R. JOHN, JOAN J. TAYLOR, COLIN A. SHELL, ROBERT J. CHAPMAN, RICHARD B. WARNER, MARY CAHILL y ROBERT C. LEAKE, 1999, "The Application of Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICP-MS) for Establishing the Provenance of Gold Ores and Artefacts", en: Young, Suzanne M.M., Mark Pollard, Paul Budd y Robert A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*, BAR International Series 792, pp. 53 - 62, Archaeopress, Oxford.
- WATSON, R. P., 1986, "C14 and Cultural Chronology on the North Coast of Perú: Implications for a Regional Chronology", en: Matos M., R., S. A. Turpin y H. H. Eling Jr. (eds.), *Andean Archaeology, Papers in Memory of Clifford Evans*, Monograph XXVII, pp. 83 - 129, Institute of Archaeology, University of California, Los Angeles.

- WAYMAN, M.L.; M. GUALTIERI y R.A. KONZUK, 1988, "Bronze Metallurgy at Roccagloriosa", en: Farquhar, R.M.; R.G.V. Hancock y L.A. Pavlish (eds.), *Proceedings of the 26th Internat. Archaeometry Symposium*, held at the University of Toronto, Canada May 16 - 20 1988, pp. 128 - 32, Archaeometry Lab., Department of Physics, University of Toronto, Toronto.
- WEEKS, JOHN M., 1977, "Evidence for Metalworking on the Periphery of Utatlán", en: Wallace, Dwight T y Robert M. Carmack (eds.), *Archaeology and Ethnohistory of the Central Quiché*, (Publicación 1), pp. 55 - 67, University of New York, New York.
- WEIGAND, PHIL C., 1982, "Mining and mineral trade in prehispanic Zacatecas", en: Weigand, P.C. y G. Gwynne (eds.), *Anthropology, edición especial: Mining and mining techniques in ancient Mesoamerica*, Vol. 6, pp. 87 - 134.
- 1995, "Minería prehispánica en las regiones noroccidentales de Mesoamérica, con énfasis en la turquesa", en: Williams, Eduardo y Phil C. Weigand (eds.), *Arqueología del occidente y norte de México*, pp. 115 - 1138, El Colegio de Michoacán, A.C., Zamora, Michoacán.
- WERTIME, T. A., 1973, "The beginnings of metallurgy: a new look", en: *Science* 182(4415), pp. 875 - 887.
- WEST, R.C., 1961, "Aboriginal Sea Navigation between Middle and South America", en: *American Anthropologist* 63, pp. 133 - 135.
- WHEELER, TAMARA S. y ROBERT MADDIN, 1977, "The uses and properties of metals", en: *Bulletin of Metals Museum* 2, pp. 4 - 19.
- WHITE, JOYCE C., 1988, "Early East Asian Metallurgy: The Southern Tradition", en: Maddin, R. (ed.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, pp. 175 - 181, MIT, Cambridge, MA.
- WHITE, LESLIE, 1959, *The evolution of culture*, McGraw-Hill, New York.
- WHITEHEAD, N.L., 1990, "The Mazaruni pectoral: A golden artifact discovered in Guyana and the historical sources concerning native metallurgy in the Caribbean, Orinoco and Northern Amazonia", en: *Archaeology and Anthropology: Journal of the Walter Roth Museum of Anthropology* 7, pp. 19 - 38.
- 1996, "The Mazaruni dragon: Golden metals and elite exchanges in the Caribbean, Orinoco and Amazon", en: Langebaek, C.H. y F. Cárdenas-Arroyo (ed.), *Chieftains, Power and Trade: Regional Interaction in the Intermediate Area of the Americas*, pp. 107 - 132, Universidad de los Andes, Bogotá.
- WHITLEY, DAVID S., 1998, "New Approaches to old Problems: Archaeology in Search of an Ever Elusive Past", en: Whitley, David (ed.), *Reader in Archaeological Theory: Post-Processual and Cognitive Approaches*, pp. 1 - 28, Routledge, London.
- WILLEY, G.R., 1955, "Prehistoric Civilizations of Nuclear America", en: *American Anthropologist* 57(3), pp. 571 - 593.
- WINARDI, L., H. LITTLETON y C.E. BATES, 2005, "New Technique for Measuring Permeability of Cores Made from Various Sands, Binders, Additives and Coatings", en, *AFS Transactions, Paper 05-130(04)*.

- WITTRY, WARREN L. y ROBERT E. RITZENTHALER, 1956, "The Old Copper Complex: An Archaic Manifestation in Wisconsin", en: *American Antiquity* 21(3), pp. 244 - 254.
- WOLFMAN, DANIEL, 1982, "Comment in the discussion: Teaching archaeometry", en: Olin, Jacqueline (ed.), *Future Directions in Archaeometry*, pp. 43, Smithsonian Institution, Washington D.C.
- WYLIE, ALISON, 1992, "The interplay of evidential constraints and political interests: recent archaeological research on gender", en: *American Antiquity* 57, pp. 15 - 35,
- YOUNG, JUDITH, 1972, *The Addition of Lead to Alloys in the Late Bronze Age*, BSc tesis, University of Warwick.
- ZANTWIJK, RUDOLF VAN, 1970, "Las organizaciones social-económica y religiosa de los mercaderes gremiales Aztecas", en: *Boletín de Estudios Latino-Americanos* 10, pp. 1 - 20.
- 1981, "The Great Temple of Tenochtitlan: model of Aztec cosmovision", en: Benson, Elizabeth P. (ed.), *Mesoamerican sites and world-views*, pp. 71 - 86, Dumbarton Oaks Research Library and Collections, Washington, D.C.
- ZEVALLOS MENÉNDEZ, C., 1956, "Tecnología metalúrgica arqueológica; elaboración del alambre", en: *Cuadernos de Historia y Arqueología* 6(6-18), pp. 209 - 215.
- ZIEGERT, HELMUT, 1980, „Objektorientierte und Problemorientierte Forschungsansätze in der Archäologie“, en: *Hephaistos* 2, pp. 53 – 65.
- ZORITA, ALONSO DE, 1994, "Life and labor in ancient Mexico: The brief and summary relation of the lords of New Spain", Traducción, edición e introducción por Benjamin Keen, University of Oklahoma Press, Norman, London.

Lista de sitios web consultados durante la investigación

- <http://mineral.galleries.com>, sitio web consultado el 20.06.2005
- <http://nahuatl.iffrance.com/> sitio web consultado 25.04.2007
- <http://www.mindat.org/> sitio web consultado 20.10.2007
- <http://www.bookrags.com/ebooks/12219/7.html>, sitio web consultado 25.04.2007
- <http://www.economywatch.com/mineral/copper-production.html>, sitio web consultado 14.08.2007
- http://www.engineeringtoolbox.com/electrode-potential-d_482.html, sitio web consultado 15.08.2007.
- http://www.fisicanet.com.ar/quimica/procesos/ap05_metalurgia.php, sitio web consultado 11.07.2007
- http://www.gold.org/discover/sci_indu/properties/pdf/Property%20summary.pdf sitio web consultado 9.11.2007

http://www.icsg.org/Factbook/_products_trade/definitions.htm, sitio web consultado 16.07.2007.

<http://www.monografias.com/trabajos27/fundicion-precipitados/fundicion-precipitados.shtml>; sitio web consultado 10.07.2007

<http://www.optronik.de>, sitio web consultado 02.05.2007

http://www.tu-darmstadt.de/fb/ms/student/fs/german/lab/_w10/mse10-3.htm, sitio web consultado 04.06.06

<http://www.websters-online-dictionary.org>, sitio web consultado 20.08.2007

ANEXO I: EL PROCESO PREHISPÁNICO DE FUNDICIÓN A LA CERA PERDIDA DESCRITO EN EL *CÓDICE FLORENTINO*

(tomado de Anderson y Dibble 1959-82 vol.IX:73-5)

“**Sixteenth Chapter.** Here is told how the craftsmen who cast precious metals fashioned their wares.

The craftsmen fashioned [and] designed objects by the use of charcoal [and clay molds] and beeswax [models] to cast gold and silver. With this [step] they made a beginning in their craft. To start with, he who presided distributed charcoal among them. First they ground it, they pulverized it, they powdered it. And when they had ground it, then they added it to, they mixed it with, a little potter's clay; this was the clay which served for *ollas*. Thus they made the charcoal [and clay mixture] into a paste, kneaded it, worked it with the hands into a cohesive mass, so that it would dry and harden.

And also they prepared it: in just the same manner [as tortillas] they made it into flat cakes, which they arranged in the sun; and others were likewise formed of clay which they set in the sun. In two days [theses cakes] dried; they became firm, they hardened. When they had dried well, when they had hardened, then the charcoal [and clay core] was carved, sculptured, with a small metal blade.

[If] a good likeness, an animal, was started, [the core] was carved to correspond to the likeness, the form in nature [that] it imitated, so that from it would issue [in metal] whatsoever it was desired to make – perhaps a Huastec, perhaps a stranger, one with a pierced, perforated nose, an arrow across the face, painted [tattooed] upon the body with obsidian serpents. Just so was the charcoal [and clay core] dealt with as it was carved, as it was carefully worked. It was taken from whatsoever thing was intended to be reproduced; howsoever its essence or appearance, so would it become [in metal]. [...]

When the charcoal [core of the mold] had been prepared, designed, carved, then the beeswax was melted. It was mixed with white *copal*, so that it would [become firm and] harden well. Then it was purified, it was strained, so that its foreign matter, its dirt, the impure beeswax, could fall. And when the beeswax had been prepared, it was then flattened, rolled out, upon a flat stone with a round piece of wood. It was a very smooth, flat stone of which [the wax] was flattened [and] rolled.

When it was well flattened, just like a cobweb, nowhere of uneven thickness, then it was placed over the [carved] charcoal [and clay core]; the surface was covered with it. And carefully it was placed on [the core]; cautiously little pieces [of wax] were cut off or pared away. By this means a little [wax] entered hollows, covered eminences, filled depressions in places where the charcoal [ad clay core] had been carved away. By means of a stick [or sliver of wood] they went making it adhere [to the core].

And when it was prepared, when everywhere the beeswax was placed, then a paste of powdered charcoal was spread on the surface of the beeswax. Well was the charcoal ground, pulverized; and a rather thick coating [of paste] was spread on the surface of the beeswax.

And when it was so prepared, again a covering was placed over it, to wrap, to envelop completely the [thus far] completed work, in order for the gold to be cast. This covering was also of charcoal, also mixed with clay – not pulverized but relatively coarse. When the mold was thus covered, thus completely enveloped, it dried for another two days, and then to it was affixed what was called the *anillot*, likewise of beeswax. This would become the channel for the gold, for it to enter there [into the mold] when it was molten. And once more [the mold] was laid out; it was placed [in] what was called the crucible [a charcoal brazier], also made of charcoal [and clay] hollowed out. Then thus was the melting. The charcoal fire was laid. There the gold was placed in a crucible; it was melted, so that then it entered into the channel [in the mold], there to be led along, flow, spread out into the interior.

And when it was cast, whatsoever kind of necklace it was which had been made – the various things here mentioned – then it was burnished with a pebble. And when it had been burnished, it was in addition treated with alum; the alum with which the gold was washed [and] rubbed was ground. A second time [the piece] entered the fire; it was heated over it. And when it came forth, once more, for the second time, it was at once washed, rubbed, with what was called ‘gold medicine.’ It was just like yellow earth mixed with a little salt; with this the gold was perfected; with this it became very yellow. And later it was polished; it was made like flint, to finish it off, so that at last it glistened, it shone, it sent forth rays. It is said that in times past only gold [was known to] exist. It was taken advantage of. The gold-workers cast it; they made it into necklaces, and the goldbeaters hammered it, flattened it, into the devices which they required. Silver was not yet in use, though it existed; it appeared here and there. It was highly valued. [...]

And the goldbeaters, in times of old, hammered only gold. They smoothed it, they burnished it, with a stone, and they worked out a design along a black line with a stone. First the feather workers made them a design, and then they chased the design with a flint knife [as a tracer]. They followed the black line to form the design with a flint knife. They embossed it, they went making relief work, copying just as was the [black line] pattern. [...]" (Anderson y Dibble 1959-82 vol.IX:73-5).

ANEXO II: FOTOS DE LAS DIFERENTES FORMAS BÁSICAS Y ESTADOS DE CONSERVACIÓN DE LOS CASCABELES DEL TEMPLO MAYOR



Periforme
Cascabel: 20-21-18
Estado de conservación:
 Muy bueno



Periforme
Cascabel: 20-21-5
Estado de conservación:
 Muy bueno



Periforme
Cascabel: 3-sn-7
Estado de conservación:
 Muy bueno



Periforme
Cascabel: 20-135-8
Estado de conservación:
 Bueno



Periforme
Cascabel: 20-135-6
Estado de conservación:
 Bueno



Periforme
Cascabel: 6-32-9(15)
Estado de conservación:
 Bueno



Periforme
Cascabel: 20-21-2
Estado de conservación:
Regular



Periforme
Cascabel: 20-21-9
Estado de conservación:
Regular



Periforme
Cascabel: 6-33-2(42)
Estado de conservación:
Regular



Periforme
Cascabel: 20-21-17
Estado de conservación:
Malo



Periforme
Cascabel: 20-35-14
Estado de conservación:
Malo



Periforme
Cascabel: 6-32-6(15)
Estado de conservación:
Malo



Periforme
Cascabel: 13-sn1-5
Estado de conservación:
 Muy Malo



Periforme
Cascabel: 6-33-20(42)
Estado de conservación:
 Muy Malo



Periforme
Cascabel: 11-188-9
Estado de conservación:
 Muy Malo



Olivoide
Cascabel: 13-sn2-20
Estado de conservación:
 Bueno



Olivoide
Cascabel: sn-sn-1
Estado de conservación:
 Malo



Globular
Cascabel: 52-34-5
Estado de conservación:
Regular



Tubular
Cascabel: 11-113-11
Estado de conservación:
Bueno

Anexo IIIa: Base de datos de los cascabeles de la Bodega de Decomisos
Para ver los datos sin procesar, favor de contactar al autor (valeschuchado@yahoo.com.mx)

"-" = No detectado

Número Clave	No. ID	Morfología	Forma básica	Altura máxima	Anchura máxima	Estado de Conservación	Cantidad mínima	Objeto Entero	Fallas de función	Producción visible	Percutor	Materia de percutor	Número de Alambres	Boca / Argolla	ID análisis	Fe (%)	Ni (%)	Cu (%)	Zn (%)	As (%)	Ag (%)	Sn (%)	Sb (%)	Pb (%)	
3	130-70-01	Silleta compuesta	Otra	13.30	4.80	Muy Bueno	1	x					26	Boca perpendicular	2001006/8	0.25	0.03	95.0		0.19	0.08	4.47			
1	130-70-02	Silleta compuesta	Otra	12.30	4.50	Muy Bueno	1	x					Ninguno	Boca perpendicular	2001009/11	0.12	0.08	99.2		2.33	0.21		0.44	1.59	
2	130-70-03	Periforme	Periforme	2.90	1.40	Bueno	1	x		x			22	Boca perpendicular	2201010	0.05	0.08	99.4		3.15	0.28	0.13	0.44	6.44	
268	3487/73-01	Periforme	Periforme	5.15	2.20	Bueno	1	x					22	Boca paralela a Argolla	2101046/7	0.08	0.02	99.2		0.14	0.18	10.40			0.03
269	3487/73-02	Periforme	Periforme	4.40	1.60	Bueno	1						Indefinido	Boca paralela a Argolla	2101043	0.11	0.03	95.8		0.38	0.04	5.87			
270	3487/73-03	Periforme	Periforme	3.85	1.20	Bueno	1						Indefinido	Boca perpendicular	2101045	0.05	0.03	92.7		0.03	0.03	17.15			
4	352-972-01	Periforme	Periforme	4.50	2.30	Bueno	1	x					Indefinido	Boca perpendicular	2001022/3	0.36	0.03	99.5		0.02	0.09				
5	352-972-02	Periforme	Periforme	3.80	2.80	Bueno	1	x					Ninguno	Boca a 45° a Argolla (subiendo)	2001024/5	0.04	0.02	99.0		0.03	0.06				
6	352-972-03	Periforme	Periforme	3.70	2.70	Bueno	1	x					Ninguno	Boca a 45° a Argolla (subiendo)	2001020/1	0.05	0.03	99.2		0.08	0.10				
7	352-972-04	Periforme	Periforme	3.80	2.00	Regular	1	x					30	Boca perpendicular	2001018/9	0.03	0.03	97.0		2.19	0.02	0.08			
137	69772-01	Olivado	Olivado	1.80	0.90	Regular	1						Indefinido	Boca perpendicular	2101052	0.18	0.03	94.2		6.52	0.03	0.10			
138	69772-02	Olivado	Olivado	1.50	0.90	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular	2201013	0.17	0.03	96.5		3.03	0.03	0.07	0.15		
139	69772-03	Olivado	Olivado	1.60	0.90	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular	2201014	0.02	0.03	91.7		7.82	0.04	0.09	0.31		
140	69772-04	Olivado	Olivado	1.70	1.00	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular	2101053	0.02	0.03	97.6		2.31	0.01		0.06		
141	69772-05	Olivado	Olivado	1.70	0.85	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular	2201015	0.02	0.03	97.1		2.63	0.05	0.07	0.18		
142	69772-06	Olivado	Olivado	1.70	0.90	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular	2201016	0.04	0.03	96.8		2.87	0.04	0.08	0.13		
143	69772-07	Olivado	Olivado	1.80	0.90	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular	2201017	0.02	0.03	95.1		4.47	0.05		0.33		
144	69772-08	Olivado	Olivado	1.70	0.85	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular	2201018	0.05	0.03	99.8		9.20	0.07	0.18	0.66	0.01	
145	69772-09	Olivado	Olivado	1.85	0.95	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular	2201019	0.02	0.03	99.4		0.07			0.33		
146	69772-10	Olivado	Olivado	1.70	1.00	Regular	1	x					Indefinido	Boca paralela a Argolla	2201018	0.05	0.03	99.8		9.20	0.07	0.18	0.66	0.01	
8	JE-141	Periforme	Periforme	6.80	2.50	Bueno	1						52	Boca perpendicular	2101033/4	0.14	0.02	96.7		0.16	0.09	10.86		0.01	
9	JE-142	Periforme	Periforme	5.10	2.80	Bueno	1	x					27	Boca perpendicular	2101037/8	0.38	0.03	99.0		0.45	0.03	0.16			
11	JE-241	Olivado	Olivado	4.20	3.10	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular	2101034	0.38	0.02	99.2		0.12	0.10	19.23			
12	JE-242	Olivado	Olivado	3.80	2.70	Regular	1	x					Ninguno	Boca a 45° a Argolla (subiendo)	2101006/7	0.47	0.03	98.0		0.82	0.71				
13	JE-243	Olivado	Olivado	3.20	2.20	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular	2101012	0.28	0.02	92.2		0.08	0.14	7.26			
14	JE-244	Periforme	Periforme	2.10	1.60	Regular	1						10	Indefinido	2101009/10	0.45	0.03	96.3		1.17	0.07			0.01	
13	JE-245	Olivado	Olivado	2.10	1.50	Regular	1	x					Ninguno	Boca a 45° a Argolla (subiendo)	2101008	0.50	0.03	99.4		0.07				0.02	
17	JS-241	Periforme	Periforme	3.50	1.30	Bueno	1						Indefinido	Boca perpendicular	2101003	0.03	0.03	98.8		0.07			6.10		
18	JS-242	Olivado con pico	Olivado	2.00	1.00	Regular	1	x					24	Ninguno	Boca perpendicular										
19	JS-243	Olivado con pico	Olivado	1.80	1.00	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
20	JS-244	Olivado con pico	Olivado	1.60	1.20	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
21	JS-245	Olivado con pico	Olivado	1.70	1.00	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
22	JS-246	Olivado con pico	Olivado	1.90	1.00	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
23	JS-247	Olivado con pico	Olivado	1.70	0.95	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
24	JS-248	Olivado con pico	Olivado	2.00	1.00	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
25	JS-249	Olivado con pico	Olivado	1.90	1.00	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
26	JS-250	Olivado con pico	Olivado	2.00	1.10	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
27	JS-251	Olivado con pico	Olivado	1.90	0.90	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
28	JS-252	Olivado con pico	Olivado	1.70	1.00	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
29	JS-253	Olivado con pico	Olivado	1.60	0.90	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
30	JS-254	Olivado con pico	Olivado	1.60	1.00	Regular	1	x					Ninguno	Boca paralela a Argolla											
31	JS-255	Olivado con pico	Olivado	1.50	0.90	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
32	JS-256	Olivado con pico	Olivado	1.60	1.00	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
33	JS-257	Olivado con pico	Olivado	1.70	0.90	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
34	JS-258	Olivado con pico	Olivado	2.10	1.20	Regular	1	x					2101002	Boca perpendicular	2101002	0.18	0.03	92.0		7.31		0.45			
35	JS-259	Olivado con pico	Olivado	2.00	1.00	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
36	JS-260	Olivado con pico	Olivado	1.50	0.90	Regular	1	x					Ninguno	Boca a 45° a Argolla											
37	JS-261	Olivado con pico	Olivado	1.60	1.00	Regular	1	x					2101000	Boca perpendicular	2101000	0.06	0.03	89.7		0.12	0.02	10.10			
38	JS-262	Olivado con pico	Olivado	1.50	0.80	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular	2101001	0.18	0.02	93.7		0.19		5.96			
39	JS-263	Olivado con pico	Olivado	1.50	0.90	Regular	1	x					Ninguno	Boca a 45° a Argolla											
40	JS-264	Olivado con pico	Olivado	1.80	0.90	Regular	1	x					Ninguno	Boca a 45° a Argolla											
41	JS-265	Olivado con pico	Olivado	1.90	1.00	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular											
42	JS-266	Olivado con pico	Olivado	1.60	1.10	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
43	JS-267	Olivado con pico	Olivado	1.80	1.00	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
44	JS-268	Olivado con pico	Olivado	1.90	0.80	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
45	JS-269	Olivado con pico	Olivado	1.50	0.90	Regular	1	x					Ninguno	Boca perpendicular											
x	JS-2 frag 1 ch	Olivado con pico	Olivado			Fragmentos	0								2101005	0.03	0.04	99.8		0.23	0.03	0.06			
x	JS-2 frag 1 gr	Olivado con pico	Olivado			Fragmentos	0								2101004	0.02	0.03	99.4		0.31	0.03	0.20		0.01	
46	JS-341	Periforme	Periforme	2.10	1.00	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular											
47	JS-302	Periforme	Periforme	2.10	1.10	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular	2101026	0.75	0.03	95.0		1.72	0.02	1.36		1.01	
48	JS-303	Olivado	Olivado	1.70	1.10	Regular	1	x					Indefinido	Boca perpendicular											
49	JS-304	Olivado</																							

Anexo Ilib: Base de datos de los cascales del museo del Templo Mayor

Para ver los datos sin procesar, favor de contactar al autor (niklaschubz@yahoo.com.mx)

* = conteo > 350.000
 * (2) = dos análisis > 350.000, pero solamente uno representado en tabla
 * (3) = tres análisis > 350.000, pero solamente uno representado en tabla
 ** = conteo < 350.000
 * = no analizado
 Los números clave "faltantes" corresponden a objetos metálicos que no son cascales y que no fueron incluidos en la presente investigación

"-" = No detectado

Número Cueva	Análisis	No. Unidad	No. Lote	No. Objeto	No. de Entradas	No. de Inventario	Etapa Constructiva	Clasificación	Altura Max	Anchura I	Estado de Conservación	Cantidad milímetros	Objeto Entero	Fragmentos Grandes	Fragmentos Pequeños	Faltas de fundición	Producción visible	Percutor	Número de Alambres	Boca / Argolla	Tipo	No. Análisis	Análisis válidos	Cr (%)	Fe (%)	Cu (%)	As (%)	Ag (%)	Sn (%)	Sb (%)	Pb (%)							
271	001	118	004	118	004	an	ivb	Globular	1.10	1.00	Fragmentaria	1	x							Indefinido																		
274	001	118	004	118	004	an	ivb	Globular	1.00	1.00	Fragmentaria	2									Indefinido																	
275	001	118	004	118	004	an	ivb	Globular	1.00	1.00	Fragmentaria	1	x								Indefinido																	
276	001	118	004	118	004	an	ivb	Globular	1.00	1.00	Muy Mala	1	x								Indefinido																	
277	001	118	004	118	004	an	ivb	Globular	1.60	1.60	Mala	1	x								Indefinido																	
278	o	001	118	003	an	an	ivb	Olivado	0.90	0.90	Regular	1									Indefinido	Boca perpendicular	060075															
279	001	118	004	118	004	an	ivb	Olivado	1.00	1.00	Mala	1	x								Indefinido		060076															
280	001	118	005	an	an	ivb	Olivado	0.88	0.88	Mala	1										Indefinido																	
281	o	001	118	006	an	an	ivb	Olivado	1.50	0.70	Bueno	1	x								Indefinido	Indefinido	060077															
282	006	138	160	an	an	ivb	Periforme			Fragmentaria	4										Indefinido		060078															
283	006	138	160	an	an	ivb	Periforme	3.50	1.90	Mala	1										Indefinido																	
284	006	138	160	an	an	ivb	Periforme	4.40	1.90	Mala	1	x									Indefinido	Boca paralela a Argolla																
285	006	102	001	167	10-265054	166	ivb	Periforme	3.60	1.60	Mala	1	x								Indefinido	Boca paralela a Argolla																
286	006	102	002	167	10-265054	246	ivb	Periforme	3.50	1.70	Mala	1	x								Indefinido	Boca paralela a Argolla																
287	006	102	003	167	10-265054	336	ivb	Periforme	3.70	1.80	Mala	1	x								Indefinido	Boca paralela a Argolla																
288	006	102	004	167	10-265054	444	ivb	Periforme	3.70	1.80	Mala	1	x								Indefinido	Boca paralela a Argolla																
289	006	102	005	167	10-265054	536	ivb	Periforme	3.60	1.80	Mala	1	x								Indefinido	Boca paralela a Argolla																
290	006	102	006	167	10-265054	630	ivb	Periforme	3.70	1.80	Mala	1	x								Indefinido	Boca paralela a Argolla																
291	006	103	001	148	10-265056	1162	ivb	Periforme	3.60	1.70	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
292	x	006	033	002	148	10-265056	2142	ivb	Periforme	3.70	1.60	Regular	1	x							Indefinido	Boca paralela a Argolla	0709113															
293.1	006	033	002	148	10-265056	2142	ivb	Periforme	3.60	1.60	Mala	1	x								Indefinido	Boca paralela a Argolla	0911544	2		0.07	74.8	13.37	0.31	0.15	0.41	10.92						
293.2	006	033	006	148	10-265056	6142	ivb	Periforme	3.70	1.80	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
294	x	006	033	007	148	10-265056	7142	ivb	Periforme	3.80	1.90	Regular	1	x							Indefinido	Boca perpendicular	3-D	0709116	2		0.11	91.6	5.23	0.50	0.23	0.50	1.87					
295	006	033	008	148	10-265056	8142	ivb	Periforme	4.00	1.70	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
296	006	033	009	148	10-265056	9142	ivb	Periforme	3.60	1.60	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
297	006	033	010	148	10-265056	10142	ivb	Periforme	4.20	1.80	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
298	o	006	033	011	148	10-265056	11142	ivb	Periforme	4.10	1.60	Mala	1	x							Indefinido	Boca paralela a Argolla	3-A	0709112														
299	006	033	012	148	10-265056	12142	ivb	Periforme	3.70	1.80	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
300	006	033	013	148	10-265056	13142	ivb	Periforme	3.60	1.70	Mala	1	x								Indefinido	Boca paralela a Argolla																
301	006	033	014	148	10-265056	14142	ivb	Periforme	3.90	2.10	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
302	o	006	033	015	148	10-265056	15142	ivb	Periforme	3.70	1.90	Regular	1	x							Indefinido	Boca perpendicular	3-A2	0709117														
303	006	033	016	148	10-265056	16142	ivb	Periforme	3.70	1.90	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
304	006	033	017	148	10-265056	17142	ivb	Periforme	3.60	1.80	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
305	006	033	018	148	10-265056	18142	ivb	Periforme	3.70	2.00	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
306	006	033	019	148	10-265056	19142	ivb	Periforme	2.90	2.00	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
307	006	033	020	148	10-265056	20142	ivb	Periforme	4.10	1.90	Muy Mala	1	x								Indefinido	Boca a 45° a Argolla																
308	006	033	021	148	10-265056	21142	ivb	Periforme	4.00	1.90	Mala	1	x								Indefinido	Boca paralela a Argolla																
309	006	033	022	148	10-265056	22142	ivb	Periforme	3.50	1.90	Mala	1	x								Indefinido	Boca paralela a Argolla																
310	006	033	023	148	10-265056	23142	ivb	Periforme	3.70	2.00	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
311	006	033	024	148	10-265056	24142	ivb	Periforme	3.80	1.70	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
312	006	033	025	148	10-265056	25142	ivb	Periforme	3.60	1.70	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
313	006	033	026	148	10-265056	26142	ivb	Periforme	3.70	2.10	Mala	1	x								Indefinido	Boca paralela a Argolla																
314	006	033	027	148	10-265056	27142	ivb	Periforme	3.60	1.80	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
315	006	033	028	148	10-265056	28142	ivb	Periforme	3.80	1.70	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
316	006	033	029	148	10-265056	29142	ivb	Periforme	3.50	2.10	Mala	1	x								Indefinido	Boca perpendicular																
317	006	033	030</																																			

ANEXO IV: ASOCIACIONES DE LOS CASCABELES EN CUATRO OFRENDAS

Las descripciones por Olmo (1999) de las asociaciones de los cascabeles en las ofrendas 98, CA, 22 y 58 son las siguientes:

Ofrenda 98

Nivel	Descripción
2	“En el cuadrante noreste estaba situado en la parte norte y orientado al sur, un penate estilo mixteco. Hacia el este del cuadrante se encontró un cuchillo de sílex con mango de copal y junto a éste cascabeles de cobre. En el cuadrante sureste estaban dispuestas tres puntas de sílex blanco asociadas con la figura de basalto y los cascabeles de cobre” (Olmo 1999:69).
3	“En la esquina sureste estaban situados dos penates estilo mixteco, uno orientado al norte y otro al sur, restos de madera y cascabeles de cobre. [...] En el cuadrante noroeste, había al oeste una pequeña macana de obsidiana y hacía el este, el mango del cetro <i>chicahuaztli</i> de madera que se encontró en el nivel anterior. Junto a éste se localizaron un cuchillo de sílex café claro, un <i>átlatl</i> de concha, cascabeles de cobre y un cuchillo curvo de obsidiana, asociado a la máscara teotihuacana con orejeras y pendiente de caracol del nivel anterior. [...] En el extremo centro-sur se localizó una máscara-cráneo con incrustaciones de concha y pirita en los ojos, y con una cuanta de caracol dentro de la boca; estaba orientada al sur y rodeada de un collar de cuentas de caracol” (Olmo 1999:72). [probablemente cascabeles en dibujo]
4	“En el extremo centro-norte se descubrió una máscara-cráneo con incrustación de concha y pirita en los ojos y con cuchillo de sílex en las cavidades nasal y oral, rodeada de cascabeles de cobre y orientada al norte. [...] [74] Al sur del depósito fueron colocadas cuentas de caracol, cascabeles y copal” (Olmo 1999:72, 74).
5	“En el cuadrante noreste [...] Más hacia el este había un conglomerado de cascabeles de cobre y copal. [...] En el extremo norte había una pulsera de pequeños cascabeles de cobre, un poco más al sur, otra pulsera pero de caracoles marinos, una cuenta de piedra verde y cascabeles de cobre” (Olmo 1999:74).

Ofrenda CA

Nivel	Descripción
2	“Hacia el centro de la ofrenda fue depositada una máscara-cráneo con incrustaciones de concha en los ojos y cuchillos de sílex en las cavidades nasal y oral, orientada hacia el norte y rodeada de cascabeles de cobre. Al sur del cuadrante se encontraba un cuchillo de sílex con mango de copal y restos de madera, dispuesto este-oeste. [...] En el cuadrante sureste ... en la esquina sureste se localizó una máscara de piedra verde tipo Mezcala, orientada al este, junto a un penate mixteco, orientado al norte y asociado a un pendiente circular de concha y a un conjunto de cascabeles . Hacia el lado izquierdo había un cuchillo de sílex con mango de copal” (Olmo 1999:84).
3	“Al centro del depósito fue colocado un cartílago rostral de pez sierra (espadarte) dispuesto de norte a sur. Sobre el extremo sur del espadarte se situaba una concha nácar rodeada de cuentas de caracol marino, asociadas a la máscara-cráneo. Sobre el extremo norte se encontró un cuchillo de sílex con mango de copal; adherido al copal tenía fragmentos de madera y cascabeles de cobre. Sobre la hoja del cuchillo había mosaicos y un lanzadardos, ambos de concha. Bajo la punta del cuchillo, que indica al sur, se descubrió una orejera de concha y cuatro cascabeles de cobre. En la parte norte del cuadrante noreste había un grupo formado por una figura de piedra,

Nivel	Descripción
	<p>orientada al sur; sobre ésta se colocó un conglomerado de cascabeles de cobre, caracolitos marinos y falanges de un animal, posiblemente felino. A los pies de la figura se ubicaban cinco puntas de [85] proyectil de obsidiana con distintas orientaciones. Junto a este grupo, hacia el este y hacia el sur, había fragmentos de madera y copal.</p> <p>Entre los cuadrantes sureste y noreste se descubrió una máscara estilo Mezcala con la nariz aplanada, orientada al norte y junto a ésta, hacia el este y sobre los fragmentos de madera, había un grupo de cascabeles de cobre asociados a uno de los cráneos humanos y un pequeño mortero de obsidiana. En el extremo este del depósito se localizó una figura de piedra que representa a Tláloc, orientada al norte.</p> <p>En el cuadrante sureste se encontró un conjunto de cascabeles de cobre, un <i>átlatl</i> de concha y un mazo de obsidiana, asociados a un penate mixteco del nivel anterior.</p> <p>Junto al espadarte, en el cuadrante suroeste, estaban dispuestos un pendiente circular de concha asociado a un conglomerado de cascabeles, y más hacia el oeste se encontraron restos de madera y dos cuentas circulares de piedra verde” (Olmo 1999:85-6).</p>
4	<p>“En el cuadrante noreste ... Más hacia el sur, bajo la máscara-cráneo, se encontró un grupo formado por tres fragmentos alargados de madera, un pendiente circular de concha nácar, cascabeles de cobre, una cuenta de piedra verde y cinco puntas de flecha de obsidiana, apuntando hacia el norte.</p> <p>En el cuadrante sureste ... [87] En el extremo sur, cerca de una de las figuras de copal, se localizó un grupo de cascabeles de cobre. A esta misma altura, pero más hacia el este, había dos grupos: uno de cascabeles de cobre y otro de cascabeles y tres cuentas de caracol.</p> <p>En el extremo sur del cuadrante suroeste estaba situado un grupo de cascabeles de cobre, un fragmento de madera con una perforación central y una figura circular de madera con incrustación de mosaicos de turquesa” (Olmo 1999:87-8).</p>

Ofrenda 22

Nivel	Descripción
1	<p>“En el cuadrante sureste, al extremo sur, se encontró una cuna deformatoria de cerámica sobre cascabeles de cobre. Al norte de la cuna había una orejera de forma de gota ...” (Olmo 1999:77)</p>
3	<p>“Junto al <i>chicahuaztli</i> se localizó un conjunto de caracoles marinos, cascabeles de cobre y un hueso de tortuga.</p> <p>En el cuadrante suroeste estaban dispuestos pequeños caracoles marinos, cascabeles de cobre y un hueso de tortuga” (Olmo 1999:78).</p>

Ofrenda 58

Nivel	Descripción
1	<p>“En la esquina suroeste estaban colocados otros fragmentos de concha, un agrupamiento de pequeños caracoles marinos y cuentas de piedra verde. En la esquina noroeste se localizó un conglomerado de cascabeles de cobre. En la pared norte estaba situado un caparazón de tortuga orientado norte-sur. Al centro de la ofrenda había un espadarte colocado en posición norte-sur y sobre éste se encontraron cascabeles de cobre y fragmentos de madera” (Olmo 1999:80).</p>