

MIT Open Access Articles

*Los sonidos y colores del poder: la
metalurgia sagrada del occidente de Mexico*

The MIT Faculty has made this article openly available. **Please share** how this access benefits you. Your story matters.

Citation: Hosler, Dorothy. Los sonidos y colores del poder: la metalurgia sagrada del occidente de Mexico. El Colegio Mexiquense Zinacantepec, Mexico, 1995.

Publisher: El Colegio Mexiquense, A. C., Zinacantepec, Mexico

Persistent URL: <https://hdl.handle.net/1721.1/127992>

Version: Final published version: final published article, as it appeared in a journal, conference proceedings, or other formally published context

Terms of Use: Article is made available in accordance with the publisher's policy and may be subject to US copyright law. Please refer to the publisher's site for terms of use.



Dorothy Hosler

Los sonidos y colores del poder

La tecnología metalúrgica sagrada
del occidente de México



Los sonidos y colores del poder

La tecnología metalúrgica sagrada del occidente de México

El Colegio Mexiquense, A. C.

Dr. Carlos F. Quintana Roldán
Presidente

Mtro. José Antonio Álvarez Lobato
Secretario General

Dra. Cecilia Cadena Inostroza
Coordinadora de Investigación

Dorothy Hosler

Los sonidos y colores del poder

La tecnología metalúrgica sagrada del occidente
de México



669.0972 Hosler, Dorothy
H8269 Los sonidos y colores del poder. La tecnología metalúrgica sagrada del occidente de México/Dorothy Hosler; tr. Eduardo Williams, et al.– Zinacantepec, Estado de México: El Colegio Mexiquense, A.C., 2005.

447 p. : il.

Incluye referencias bibliográficas e ilustraciones. Título original: The Sounds and Colors of Power. The sacred Metallurgical Technology of Ancient West Mexico.

ISBN 970-669-077-8

1. - Metalurgia–México (Región Occidente)–Historia, 1200-1300 d.C. 2. Metalurgia–Mesoamérica–México (Región Occidente)–Historia 1200-1300 d.C. I. Williams, Eduardo, tr. II.t.



Traducido por: Eduardo Williams, Jorge Feuchtwanger y Diego Méndez de la Luz.

Corrección: Silvia Pelález y Hugo A. Espinoza

Cuidado de la edición: Luis Alberto Martínez López

Tipografía: Xiomara Espinoza Velázquez y Luis Alberto Martínez López

Diseño de interiores y portada: Luis Alberto Martínez López

Título original:

The Sounds and Colors of Power. The sacred Metallurgical Technology of Ancient West Mexico.

©1994, The MIT Press, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts.

Primera edición en español 2005

D.R. © El Colegio Mexiquense, A.C.

Ex hacienda Santa Cruz de los Patos, Zinacantepec, México

Correspondencia:

Apartado postal 48-D, Toluca 50120, México, MÉXICO

E-mail: ventas@cmq.edu.mx

Página-e: <http://www.cmq.edu.mx>

Queda prohibida la reproducción parcial o total del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor, y en su caso de los tratados internacionales aplicables. La persona que infrinja esta disposición se hará acreedora a las sanciones legales correspondientes.

Impreso y hecho en México/Printed and made in Mexico

ISBN 970-669-077-8

Contenido

Introducción a la edición en español	13
Agradecimientos	17
1. La perspectiva y la región de estudio	21
Síntesis de la prehistoria de Mesoamérica	29
La zona metalurgista del occidente	38
Contactos entre Sudamérica y el occidente de México	41
2. Recursos, metales y aleaciones	51
Distribución de metales nativos y minerales metalíferos en la zona metalurgista	54
Tipos de mena utilizados en la metalurgia del occidente de México	68
Evidencia documental para la minería antigua	76
3. El Periodo 1 de la metalurgia del occidente de México: 600-1200/1300 d.C.	85
La cronología tecnológica	88
Evidencia arqueológica para la metalurgia del Periodo 1	91

La tecnología metalúrgica del Periodo 1	97
Vaciado a la cera perdida: cascabeles	98
Trabajado en frío: objetos suntuarios y rituales	106
Trabajo en frío: objetos utilitarios	129
Resumen y observaciones	138
4. Orígenes de la metalurgia del Periodo 1 del occidente de México	141
Ecuador y el occidente de México	145
Colombia y sur de Centroamérica	157
Introducción de la tecnología al occidente de México	160
La evidencia de Ecuador	168
La reinterpretación	190
5. El florecimiento de la metalurgia del occidente de México: 1200-1300 d.C. hasta la invasión española	197
Evidencia arqueológica para la metalurgia del Periodo 2	203
La tecnología metalúrgica del Periodo 2: nuevos materiales y diseños	206
Vaciado a la cera perdida: cascabeles	207
Trabajo en caliente y en frío: elementos suntuarios	217
Trabajo en frío: herramientas y hachas-monedas	240
El enfoque de la metalurgia del Periodo 2	256
6. El Periodo 2: orígenes y transformaciones	261
Aleaciones	263
Aleaciones y artefactos	275
Mecanismos de introducción	280

La nueva tecnología: aleaciones del occidente de México y regímenes de fundición.....	284
La reinterpretación en el occidente de México	288
7. Diseminación de la metalurgia del occidente de México	297
Morelos occidental: Cuexcomate y Capilco	306
Lamanai, Belice	315
La región Huasteca: Vista Hermosa y Platanito	324
Otros sitios y regiones	328
Análisis	334
8. Los sonidos y colores del poder	339
Color	343
Sonido	351
Sonido, metal y creación	371
El contexto social	374
Apéndices	381
1. Estudios técnicos: datos y métodos	383
Medidas	383
El material del estudio	386
Permisos para la investigación	393
2. Análisis de química cuantitativa de objetos de la colección mrg	394
Glosario.....	405
Fuentes consultadas	411

Dedico este libro a dos personas. Una de ellas es el finado Cyril S. Smith, profesor de metalurgia del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), cuyo intelecto, destreza, curiosidad, capacidad lúdica y perspectiva expandieron y profundizaron mi comprensión de lo que significa ser, completa y exuberantemente humano. También dedico este libro a mi padre, quien, a su propia manera, comparte con Cyril el intelecto, creatividad, imaginación y destreza, por haberme mostrado que el trabajo y el juego pueden ser una misma cosa.

Introducción a la edición en español

Me complace ver realizada la edición en español de mi libro *The Sounds and Colors of Power: The Sacred Metallurgical Technology of Ancient West Mexico* (originalmente publicado por The MIT Press) y que sea El Colegio Mexiquense — localizado en Zinacantepec, México— quien lo publique. He querido ver este libro publicado en español desde el momento en el que comencé la recolección de los datos, porque tiene que ver con una tecnología cuya historia singular y nivel de agudeza técnica la hacen figurar de manera prominente en la historia de las metalurgias del mundo. Esta edición en español es particularmente importante para que los estudiantes y especialistas en el mundo de habla hispana tengan acceso a la información obtenida mediante un largo y difícil proceso de investigación. He tenido la determinación, desde mis inicios como estudiante norteamericana que ha trabajado con materiales mesoamericanos y sudamericanos, de que todos los datos y conclusiones sean accesibles tanto a los estudiantes como a mis colegas de habla hispana. Agradezco a mis colegas en México, Guatemala, Colombia, Ecuador, Perú y Argentina por su generosidad tanto intelectual como personal en la asistencia con varios aspectos de la versión en inglés de este trabajo y ahora con esta edición en español. También quisiera agradecer a Cristina Sanmartin, del *Department of*

Subsidiary Rights, MIT Press, por haber otorgado privilegios exclusivos de derechos de autor a El Colegio Mexiquense para esta edición en español.

Los datos, que fueron compilados hace nueve años, no han cambiado. Algunos trabajos más recientes sobre el norte de América del Sur y Mesoamérica amplían, sin alterar, la conclusión básica de este libro: que la tecnología metalúrgica fue introducida de América del Sur a Mesoamérica occidental en algún momento alrededor del año 600 d.C. o un poco después, y que en Mesoamérica, inicialmente, la tecnología tenía al cobre como base. Toda la evidencia significativa sobre aleaciones de cobre (cobre-estaño, cobre-arsénico, cobre-plata) apareció después del año 1200 a.C. Los objetos de aleaciones de cobre, como sus precursores de cobre, están en todos los tipos (cascabeles, pinzas ceremoniales, láminas de metal) que representan y comunican el poder sacro. Las características de la tecnología identificada aquí, que incluyen su localización geográfica, o lo que yo llamo la zona occidental mexicana del trabajo de metal, aportaron los datos cruciales para la segunda etapa en el estudio de esta antigua tecnología mesoamericana.

Este trabajo, actualmente en marcha, esto orientado a la búsqueda sistemática y la excavación de los sitios de fundición y beneficio del cobre en la zona donde se trabajó este metal. Mi encuesta de 1998 sobre los sitios metalúrgicos del área de la Tierra Caliente, en Guerrero, identificó algunos de éstos. Actualmente estoy haciendo trabajos de excavación en uno de ellos (El Manchón). Los datos deberán aclarar algunas de las siguientes preguntas: ¿cuáles grupos sociales de la región se hicieron cargo del procesamiento del metal y de la producción?, ¿cuáles eran el rango y la naturaleza de las tecnologías de fundición empleadas?, y ¿cómo estaba organizada la producción del metal?

Agradezco de manera muy especial a El Colegio Mexiquense por la publicación de este libro. Debo señalar que llegué a enamorarme del espacio físico de El Colegio en sí mismo y de la creatividad que inspira. Este espacio era una hacienda en el siglo XVII y ahora ha sido remodelado de manera muy imaginativa para alojar unidades académicas.

Está rodeado de antiguos árboles de eucalipto, a cuyas espaldas se levanta el Nevado de Toluca. Quiero manifestar mi gratitud al presidente de El Colegio, Dr. Carlos F. Quintana, por su estímulo para este trabajo; al Mtro. José Antonio Álvarez por su consistente ayuda durante este esfuerzo, y al Dr. Alfonso X. Iracheta Cenecorta por haberme invitado a participar en la vida intelectual de ésta institución.

La Unidad de Publicaciones de El Colegio y su equipo de trabajo, merece un párrafo aparte. Su responsable, Luis Alberto Martínez López, posee una aguda capacidad de capturar la esencia de una traducción y reelaborarla, un ojo de láser para detectar los pequeños errores y la elección de las palabras, y un incontrolable e irreverente, además de bilingüe, sentido del humor. Ojalá todos los autores pudieran tener la experiencia de trabajar con un editor con las cualidades de Luis Alberto.

También agradezco a otros colegas mexicanos y amigos que han contribuido en la preparación de esta edición en español: al Dr. Eduardo Williams (El Colegio de Michoacán) por su traducción, y al Dr. Jorge Feuchtwanger (MIT) y al Ing. Diego Méndez de la Luz (MIT) por el trabajo con los términos de ingeniería.

Este libro profundiza en la historia de una tecnología preindustrial. Demuestra que esta antigua tecnología mesoamericana —como otras— no se desarrolló como una entidad fuera de la cultura: que la tecnología en sí misma es una actividad cultural. Las elecciones sociales —con límite en los constreñimientos determinados por las leyes de la física— están enclavadas en y determinan el curso de cualquier tecnología. En el caso de la metalurgia de la zona occidental de México, aprendimos que las elecciones técnicas que la formaron revelan preceptos que conciben al metal como sagrado, apropiado para objetos tales como cascabeles que comunican con la esfera de lo sobrenatural mediante sus sonidos. Los artesanos también buscaron obtener determinados colores del metal, particularmente del oro y la plata, concebidos como emanaciones de las deidades. Lo lograron utilizando aleaciones como las de cobre-arsénico y cobre-estaño (para los colores plateado y dorado, respectivamente), y también cobre-plata para producir superficies plateadas.

Usaron oro y plata ahí donde los atributos del diseño de los objetos lo permitieron. Así, los preceptos culturales relativos al significado de dos propiedades del metal, su color y sus sonidos, determinaron la trayectoria de esta tecnología. Sólo podemos especular acerca de por qué esos usos del metal alcanzaron ese nivel de superioridad, pero para ello necesitamos saber más de la historia cultural específica de esos grupos dedicados a la producción y la fundición del cobre. Ése será el tema del siguiente libro.

Dorothy Hosler Ph.D
*Profesora de Arqueología y Tecnología Antigua
Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)
Profesora visitante de El Colegio Mexiquense*

Toluca, junio, 2005.

Agradecimientos

Cuando uno escribe un libro depende de miles de personas. En este caso, yo quisiera agradecer a quienes me ayudaron más directamente a producir este libro. Los profesores Barbara Voorhies (Universidad de California, San Bernardino), Michael Smith (Universidad Estatal de Nueva York, Albany) y Heather Lechtman (MIT) tuvieron la paciencia y la fortaleza intelectual para leer y comentar el texto en su totalidad, en ocasiones, a lo largo de varias versiones. Por otra parte, las doctoras Helen Pollard (Universidad Estatal de Michigan) y Annabel Ford (Universidad de California, San Bernardino), R. Tom Zuidema (Universidad de Illinois, Urbana), Maria Masucci (Universidad de Drew) y Louise Burkhart (Universidad Estatal de Nueva York, Albany), junto con mi editor, Larry Cohen, hicieron varias sugerencias en cuanto a la organización y el contenido de varios capítulos. El profesor Kenneth Hale (MIT) me ayudó con el náhuatl, y el profesor Ulrich Petersen (Universidad de Harvard) me asesoró con la geología y mineralogía de minas. Los profesores Robert Rose y Regis Pelloux (MIT) contribuyeron con información sobre relaciones de propiedades de los metales; el profesor David Parks (MIT) y Matt y Melissa Lewis (Los Alamos National Laboratories) refinaron ciertos problemas relacionados con el diseño y función de las pinzas. Matt y Melissa también me ayudaron con la investigación en Ecuador mientras estaban en su luna de miel en la irresistible metrópoli de Guayaquil. Leslie Compton (entonces estu-

dante del MIT) me acompañó en un viaje a la ciudad de México durante el eclipse de sol para tomar muestras y luego realizó extensos estudios de laboratorio en materiales de la zona huasteca. Patricia Capone (estudiante de posgrado de Harvard) también ayudó con algunos estudios metalográficos y con investigación complementaria, Tona Hangen (estudiante del MIT) con investigación complementaria; Katherine Williams, con parte del material de Belice, y Gabriela Canalizo con el español del siglo XVI y la teoría del caos. Asimismo, Robin Huang y Nate Osgood, estudiantes del MIT, fueron de gran ayuda con su programa para el manejo de bases de datos, y Brett Snyder (estudiante del MIT) me ayudó con la ardua tarea de unir todo el material. En la fase final, Jorge Calvo, luciendo sus patines verdes con cintas moradas, combinó su buen humor y pericia en la investigación, sus conocimientos del inglés, español, náhuatl y programas de manejo de bases de datos, para aligerar lo que pudo haber sido una tarea muy pesada. Walter Correia llevó a cabo la mayoría de los análisis químicos cualitativos y cuantitativos; Carol Roberts brindó paciente alegría y apoyo logístico; Mike Aloisi me inspiró al recordarme periódicamente que no se podría jubilar hasta que terminara mi libro, y Ann Lindemulder me brindó su buen humor y ayuda en un momento importante. Por otra parte, el Programa de Oportunidades de Investigación para Estudiantes del MIT proporcionó fondos a algunos de los estudiantes que me ayudaron en los estudios de laboratorio. El MIT también dio el apoyo económico que me permitió ausentarme un semestre para escribir, y una subvención del fondo HASS-D me permitió pagar las ilustraciones. La American Smelting and Refining Company (ASARCO) aportó fondos para un segundo semestre de ausencia y, junto con la Fundación Wenner-Gren y la Fundación Nacional de la Ciencia, proporcionaron el apoyo económico para realizar el estudio original y la toma de muestras. Estoy especialmente agradecida con el señor Charles Barber de ASARCO y con el señor Juan Gallardo de Industrial Minera México (IMMSA), en México, por su continuo interés en este campo.

Tengo también muchas deudas y profundo agradecimiento con mis colegas en Ecuador, México y otros lugares del continente americano, por haberme dado el estímulo inicial, el cual fue fundamental para recabar los datos metalográficos y químicos bási-

cos, y me ayudaron a obtener los permisos necesarios para realizar ese aspecto del trabajo. En México, el arqueólogo Otto Schöndube, el ingeniero Federico Solórzano y el Consejo de Arqueología del INAH fueron cruciales para este proceso; la Misión Francesa en México ayudó con varios permisos necesarios. El doctor David Pendergast me ayudó en Belice, mientras que en Ecuador el trabajo se facilitó gracias a Olaf Holm, Presley Norton, Iván Cruz y el Instituto del Patrimonio Nacional. La doctora Clemencia Plazas me ayudó a tener acceso a colecciones en Colombia.

Agradezco a Whitney Powell por las maravillosas ilustraciones y, en la editorial del MIT, a Matthew Abbate por su trabajo en la edición y a Jean Wilcox por el diseño de la obra original en inglés. Ha sido un placer y un privilegio trabajar con el editor Larry Cohen.

Finalmente, quisiera agradecer a Heather Lechtman, mentora y colega, cuyo trabajo hizo que me interesara inicialmente en este campo y quien —a pesar de difíciles circunstancias externas— mantuvo la ecuanimidad y apoyó este esfuerzo de principio a fin. La capacitación que recibí en el Center for Materials Research in Archaeology and Ethnology (Centro de Investigaciones en Materiales de Arqueología y Etnología, CMRAE) en el MIT hizo este posible trabajo. A pesar de los momentos inevitables de dificultad, esta investigación ha sido completamente satisfactoria desde todas las perspectivas, en parte porque tuve que aprender mucho para realizarla, y en parte porque las respuestas —cómo las visiones del mundo, las sensibilidades y los valores se expresaron en la tecnología antigua del occidente de México— resultaron fascinantes en sí mismas.

La repentina aparición de la metalurgia entre 600 y 700 d.C. en el occidente de México y su subsecuente desarrollo en esa región es una de las más interesantes series de acontecimientos en la historia del Nuevo Mundo. Esta tecnología llegó tardíamente, después del surgimiento de la civilización mesoamericana, circunstancia que brinda una singular oportunidad para examinar cómo un pueblo preindustrial administró un material enteramente nuevo, el cual apareció mucho después de que habían experimentado con y dominado las características de la piedra, el hueso, la arcilla, las fibras y otros materiales para enfrentar las necesidades de la vida en sociedad. Mi propósito es examinar la tecnología como expresión de la cultura, investigando cómo los pueblos del occidente (de México) prefirieron utilizar este nuevo material, el metal. Identifico las características de la tecnología a través de estudios de laboratorio de los artefactos, determinando las materias primas utilizadas y trazando los cambios en la tecnología a través del tiempo. También establezco los orígenes centro y sudamericanos de la metalurgia del occidente de México, y describo cómo los metalurgistas de esta área incorporaron ciertas facetas de estas complejas técnicas foráneas, transformándolas más tarde de acuerdo con sus propias percepciones de este nuevo material. Finalmente, exploro el significado de estas transformaciones; el porqué dos propiedades del metal (el sonido y el color) llegaron a ser tan importantes en esta región, a tal grado que determinaron el curso seguido por toda una tecnología.

Como base de este estudio está la premisa de que las tecnologías y sus productos dan forma y, a la vez, son formados por intereses económicos y políticos, valores sociales y otros elementos de la cultura. Staudenmaier lo ha señalado muy bien:

Los diseños técnicos no pueden interpretarse inteligiblemente abstraídos de su contexto humano. El entramado humano no es simplemente una cubierta alrededor de un artefacto culturalmente neutro. Los valores y visiones del mundo, la inteligencia y estupidez, los prejuicios e intereses ocultos de quienes diseñan, aceptan y mantienen una tecnología están inmersos en la propia tecnología (Staudenmaier 1985: 165).

Los valores, la visión del mundo, la inteligencia y la estupidez, los prejuicios y los intereses ocultos son todos aspectos de la cultura. Lo que hace de éste un estudio único es que, utilizando los métodos de la ciencia de materiales, podemos determinar *en dónde* se hacen visibles los aspectos de este particular “entramado humano” antiguo en la selección de materias primas, métodos de procesamiento y decisiones sobre diseño de los objetos. Esto es posible porque podemos distinguir entre las características de la tecnología que son resultado de *decisiones* técnicas, que reflejan y expresan valores, intereses y otras variables sociales, las cuales resultan de *requisitos* técnicos, impuestos por las propiedades físicas y mecánicas inherentes al material.

Ahora bien, los documentos que utilizo para caracterizar esta tecnología y para identificar las decisiones técnicas constan principalmente de artefactos, siendo éstos el dominio familiar de los arqueólogos. Sin embargo, mis documentos no son exclusivamente los artefactos, sino sus microestructuras, composiciones químicas, dureza y otros datos de la mecánica de los materiales. A través de técnicas de laboratorio, recopilo y registro la historia que éstos proporcionan. Este enfoque es poco usual incluso para un arqueólogo. Los datos son liberadores porque la microestructura y la composición química de un artefacto registran fielmente la historia de su manufactura. La microestructura y otros datos sobre las propiedades materiales no distorsionan, ni mienten ni modifican. Son inmunes a las modas intelectuales; no pueden ser deconstruidos.¹ Proporcionan una fuente de información extraordinariamente rica y, en gran medida, no han sido aprovechados por los historiadores de la tecnología, arqueólogos y antropólogos culturales — para cualquier persona interesada en cómo han usado los objetos (artefactos)— para ordenar, reflejar, alterar y crear su mundo emocional, físico y social. La historia de la manufactura de un artefacto está encerrada en estas microestructuras, y la historia de una tecnología se vuelve visible al leerlas, pues revelan la imaginación técnica, los errores, los experimentos, las inspiraciones, así como lo ordinario.

Así, la tarea que me he propuesto realizar es identificar y, posteriormente, explicar las decisiones que dieron forma a la metalurgia del occidente de México, distinguiendo estas decisiones técnicas de los requisitos a través de estudios de laboratorio. Las decisiones que pueden presentarse en varios momentos dentro de un régimen de procesamiento y son posibles porque, por lo general, existen alternativas técnicas en los materiales, diseños y secuencias de fabricación. Las más obvias tienen que ver con el producto final, con *qué* es lo que se quiere hacer. Entre los elementos de metal usualmente encontrados en contextos preindustriales se incluyen adornos corporales, herramientas manuales, instrumentos musicales, recipientes, armaduras, armas y herramientas agrícolas. El metal funciona para elaborar armas porque puede endurecerse a través del forjado y conserva un filo de corte agudo, pero propiedades como la fluidez y la resonancia lo hacen útil para la fabricación de otros objetos. La elección o decisión de qué hacer con el metal tiene lugar dentro de un contexto social específico y se determina por la adaptación de las realidades sociales con las propiedades físicas de los materiales. Las circunstancias ambientales locales también influyen; será poco probable una industria de herramientas de metal si las materias primas para el bronce o el hierro son inaccesibles, pero incluso cuando sí lo son, la tecnología puede desarrollarse siguiendo otras líneas.

Las decisiones también inciden en los métodos de fabricación y materias primas utilizados, pero dependen del uso propuesto o función del objeto, así como los aspectos específicos de su diseño. Tomar una decisión dentro de un ámbito determinado, por ejemplo, en el diseño (espesor, longitud y otras dimensiones), puede imponer requisitos técnicos que corresponden a otros ámbitos: los metales o aleaciones que pueden usarse y las técnicas de fabricación. Esto sucede por varias razones: primero, las propiedades (dureza, elasticidad, resistencia, color, etc.) varían según el material de que se trate, y se ven afectadas por los procesos a que es sometido el material: el bronce vaciado es más duro que el cobre vaciado, pero el cobre que ha sido trabajado en frío puede ser casi tan duro como el vaciado de bronce con poco estaño. Además, las propiedades de cualquier material varían dentro de ciertos rangos, y las decisiones en cuanto a desarrollar determinadas propiedades específicas son posibles precisamente porque existen estos rangos. De esa manera, las decisiones técnicas se refuerzan unas a otras. Por ejemplo, si el cobre, que no tiene la resiliencia del bronce, es el único metal disponible, un implemento de trabajo de cobre deberá hacerse más corto y grueso que uno semejante hecho con bronce. Asimismo-

mo la funcionalidad o posibilidad de utilización se ve afectada por los métodos de fabricación. Algunos implementos deben deformarse o doblarse de manera flexible en el uso; si se forman a través de trabajo en frío, pueden volverse quebradizos y fallar. Todas las decisiones técnicas están condicionadas por el contexto social y, acumulativamente, dan forma y definición a la tecnología.

De esta manera, la posibilidad de elección entre alternativas técnicas es lo que hace de la empresa tecnológica una actividad cultural. Sin embargo, hasta hace relativamente poco, los arqueólogos e historiadores de la tecnología la han considerado como un tipo de entidad extracultural y la han confundido con sus productos, especialmente las herramientas.² Se ha supuesto que las tecnologías, definidas implícitamente como herramientas y que actúan aparte de la cultura, se comportan como agentes genéricos del cambio social a través de su progresivo aumento en eficiencia y complejidad. Ahora los historiadores de la tecnología ponen en tela de juicio, de manera enfática, este punto de vista³ usando datos obtenidos principalmente de tecnologías occidentales o industriales.

Equiparar la tecnología con las herramientas ha sido una tendencia especialmente acentuada entre los arqueólogos que estudian las metalurgias antiguas. La supuesta naturaleza “extracultural” de la metalurgia antigua ha sido especialmente fuerte, la tendencia a igualar la tecnología con las herramientas. La supuesta naturaleza “extracultural” de la metalurgia ha llevado a algunos investigadores a decir que, en sus formas tempranas y preindustriales, las metalurgias se desarrollaron invariablemente en una trayectoria fija, no cultural, de lo simple a lo complejo, guiadas por una inherente “lógica tecnológica” (Wertime 1973; véase también Charles 1980). Esta idea está encasillada en las referencias a “edades” de piedra, cobre, bronce e hierro, asociadas siempre con un virtualmente inevitable desarrollo cultural cada vez más complejo. La idea de que las tecnologías en general se desarrollan en secuencias lineales refleja los conceptos del siglo XIX sobre la evolución social, la que también se pensaba avanzaba inexorablemente a través de etapas progresivas. Por lo general, los arqueólogos concuerdan en que estas ideas inhiben no sólo el estudio de los procesos sociales (Johnson y Earle 1987; Wenke 1981), sino también la comprensión de las tecnologías contemporáneas y de las no industriales. Sin embargo, el punto de vista de que las tecnologías se desarrollan de manera lineal y secuencial es aún muy evidente dentro de la literatura arqueológica.

Este modelo cuasi-evolutivo y esencialmente no antropológico del desarrollo de la metalurgia ha sido refutado por las investigaciones de laboratorio de Heather Lechtman (1977, 1984, 1988, 1991), antecedidas por el trabajo pionero de Cyril Smith sobre la ciencia de materiales aplicada a obras de arte y objetos arqueológicos (véase C.S. Smith 1965a, 1965b, 1968a, 1968b, 1972, 1975, 1978, 1981). Lechtman (1980) demuestra que los modelos del Viejo Mundo, los cuales suponen que los seres humanos trabajan metales nativos (como el cobre) antes de fundir menas, no se aplican al contexto andino, donde no hay evidencias de tal etapa primordial. Hay buenas razones para esto: en los Andes centrales, el cobre nativo es poco común y tiende a ser físicamente inaccesible; en cambio, fueron accesibles en abundancia los metales de mena. Los habitantes de los Andes utilizaron lo que tenían a su alcance, fundiendo menas de cobre en las más tempranas etapas de actividad metalurgista. Lechtman también demuestra que, en el mundo inca, el bronce de cobre-estaño no solamente sirvió para fines utilitarios, sino que se convirtió en poderoso símbolo de la hegemonía inca. El imperio diseminó la aleación de bronce a través de todos sus territorios conquistados en el norte. El bronce de cobre-estaño empezó a reemplazar al bronce autóctono de cobre-arsénico, pero no por una superioridad técnica, ya que fue técnicamente equivalente, sino porque era indicador de poder político. Lechtman (1977) recomienda estudios de caso, basados en el laboratorio de tecnologías indígenas y prehistóricas, para identificar comportamientos tecnológicos que sigan patrones culturales similares a los antes citados. La autora denomina estos comportamientos como *estilos tecnológicos*.

Hace varias décadas, Mark Leone (1973, 1977), al igual que Heather Lechtman, propuso la función simbólica de las tecnologías, aunque su trabajo no sigue el enfoque ni los datos de la ciencia de materiales. Leone sostiene que la cultura material y sus tecnologías asociadas representan percepciones de categorías sociales, y que las “comunidades utópicas” como los mormones y los *shakers* se caracterizan por tecnologías sagradas que expresan estos preceptos ideológicos básicos (1973). Una manifestación tecnológica de la ideología mormona se manifestó en la forma en que la comunidad dividía el espacio, lo cual se logró gracias a mapas del pueblo y cercas que crearon compartimientos cercanos entre sí, pero separados. El principio de compartimientos mutuamente excluyentes reflejaba una doctrina básica de la filosofía mormona, mientras que también resolvía los problemas del hacinamiento ecológico resultante de la vida en un entorno desértico árido. Las

cercas, las casas y los patios permitían ciertos comportamientos requeridos socialmente, al tiempo que reforzaban modos de pensar sobre esos mismos comportamientos.

Durante la misma época, Pierre Lemonnier (1976, 1986) formuló la pregunta de la decisión técnica en el diseño del artefacto desde una perspectiva etnográfica. Él reconoció que el antropólogo que relaciona los procedimientos técnicos con las características de las sociedades que los desarrollan debe comprender el rango de alternativas técnicas conocidas de un grupo en particular. Sin embargo, él no trató el tema de las propiedades materiales, lo cual es esencial para entender las diferencias entre las decisiones de diseño que derivan de elecciones, y las decisiones que no pueden evitarse debido a limitaciones inherentes al material.

Además, ha recibido poca atención el llamado de Lechtman (1977) a favor de estudios de caso de tecnologías indígenas realizados en el laboratorio y aprovechando los datos de la ciencia de materiales.⁴ Los investigadores han llevado a cabo numerosos estudios técnicos sobre materiales líticos, cerámica y textiles, mediante métodos de laboratorio para documentar las secuencias de fabricación,⁵ aunque el enfoque ha sido bastante limitado en varios casos. Algunos estudiosos han empezado a examinar las elecciones técnicas, casi siempre desde el ángulo de que optimizan ciertas propiedades del material para objetivos funcionales específicos.⁶ Sin embargo, hasta el presente trabajo los investigadores generalmente no han seguido estos enfoques⁷ de manera sistemática para identificar las decisiones técnicas (o las limitantes materiales y posibilidades que influyen en tales decisiones), que generan los patrones más amplios distinguiendo las tecnologías indígenas o prehistóricas en particular, o sus contrapartes industriales. Más bien los arqueólogos se han enfocado en los productos de la tecnología —la cultura material— y su papel constitutivo en la sociedad humana.

De esta manera, la investigación sobre tecnologías, ya sea llevada a cabo por historiadores de la tecnología, arqueólogos o antropólogos, en su mayor parte no ha examinado la producción y, cuando lo ha hecho, los enfoques de la ciencia de materiales han sido escasos o la visión es muy limitada. Los datos de esta ciencia puede revelar las decisiones tomadas entre varias alternativas técnicas; así, permiten al investigador identificar cómo y en qué aspectos las actitudes, valores e intereses han dado forma a la empresa tecnológica y se expresan a través de ésta. El objetivo de este trabajo es identificar estas elecciones técnicas y explorar los patrones que representan.

Los datos principales para mi investigación se derivan de estudios de laboratorio realizados en una amplia muestra de artefactos antiguos de metal del occidente de México, junto con objetos de metal de otras regiones de Mesoamérica y de diversas áreas de Sudamérica, principalmente de Ecuador. Algunas facetas de la secuencia operacional que he identificado son predecibles o inevitables debido a las propiedades físicas y mecánicas inmutables y los comportamientos de los materiales; otras, se deben a decisiones tomadas entre varias alternativas técnicas. Interpreto tales decisiones utilizando información arqueológica, etnográfica, histórica y etnohistórica. También resultó útil la evidencia lexicográfica de dos lenguas mesoamericanas habladas en o cerca de la zona metalurgista, el tarasco y el náhuatl. Empecemos con una síntesis de la prehistoria de Mesoamérica, para luego centrarnos en su extremo occidental, donde se desarrolló esta tecnología.

Síntesis de la prehistoria de Mesoamérica

La tecnología metalúrgica que investigo en estas páginas se desarrolló en la región occidental de la antigua Mesoamérica (figura 1.1) entre 600 d.C. y la invasión europea en 1521. Como Mesoamérica los arqueólogos se refieren a la región comprendida por el centro y sur de México, Guatemala, Belice y el occidente de Honduras y El Salvador. Éste fue uno de los dos centros de América donde surgió la civilización en la antigüedad. Se cree que al momento de la invasión española la población del área oscilaba entre los 25 millones de personas. Los pueblos mesoamericanos vivieron en asentamientos que comprendían pueblos y pequeñas aldeas agrícolas y hasta grandes ciudades multiétnicas, como la capital azteca de Tenochtitlan (cuadro 1.1). Durante unos 3500 años de vida sedentaria, los pueblos de Mesoamérica desarrollaron las matemáticas, sistemas de escritura y notacionales, la astronomía, filosofía, un amplio rango de estrategias agrícolas, arquitectura pública monumental y muchas otras expresiones del esfuerzo humano práctico y abstracto asociados con la vida civilizada. Lograron todo esto sin importantes influencias del exterior, fuera de intermitentes contactos con otras culturas del Nuevo Mundo. También lo lograron sin hacer uso del metal, al menos hasta bastante avanzada su historia.

Inicialmente Mesoamérica se pobló por pequeños grupos de recolectores cuyos predecesores habían llegado a América desde Asia durante el Pleistoceno tardío (20,000-

Cuadro 1.1. Cronología de los periodos culturales mesoamericanos, de algunos sitios y grupos culturales

Cronología relativa	Altiplano central	Oaxaca	Tierras bajas del sur	Occidente
Posclásico (900-1521 d.C.)	Tenochtitlan (azteca)			Amapa Autlán Ixtlán del Río Tamazula Tzintzuntzan (tarasco)
Clásico (150-900 d.C.)	Teotihuacán	Monte Albán	Tikal (maya)	Amapa Ixtlán del Río Teuchitlán Tingambato
Formativo (2500 a.C.- 150 d.C.)	Cuicuilco		San Lorenzo (olmeca)	

10,000 a.C.). Sabemos con certeza que los hombres cazaban varias especies de mamíferos pleistocénicos en el Valle de México alrededor de 8,000 a.C. Tras el final del Pleistoceno, bandas nómadas organizadas con base en el parentesco siguieron constituyendo la unidad social básica de Mesoamérica durante varios milenios. Los datos arqueológicos muestran que hacia 4,000 a.C. ya había iniciado la compleja serie de eventos que llevó a la domesticación de las plantas, la producción de alimentos y la vida aldeana sedentaria.

Ciertamente el rico y diverso medio ambiente físico de Mesoamérica ayudó, pero no explica por completo el surgimiento de la civilización. La región consiste en una masa terrestre montañosa, la cual casi en su totalidad se encuentra dentro de latitudes tropicales. Las elevaciones van desde el nivel del mar a lo largo de las planicies costeras y la península de Yucatán hasta picos volcánicos, algunos de los cuales alcanzan 6,000 metros. La lluvia abundante permite la existencia de diversas comunidades de flora y fauna. Entre las primeras estaban algunos progenitores silvestres de plantas que luego se domesticarían, incluyendo el maíz, el frijol, los chiles y la calabaza. El volcanismo del

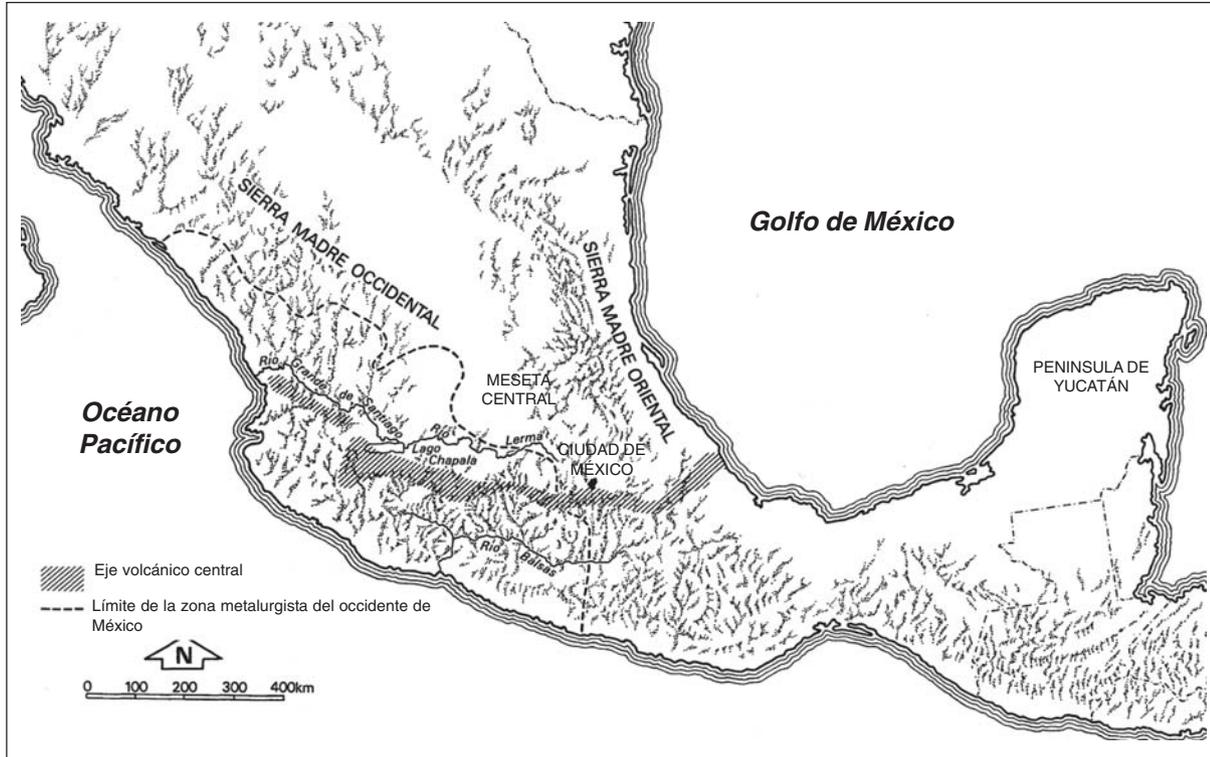


Fig. 1.1 Mapa topográfico de Mesoamérica, con los límites de la zona metalúrgica del occidente de México

Terciario contribuyó a crear un ambiente hospitalario para la vida humana, creando una cadena de volcanes que atraviesa la planicie del centro de México (figura 1.1). Estos volcanes bloquearon el flujo del agua hacia el oeste y oriente, y formaron una serie de lagos a considerable altura sobre el nivel del mar, poco profundos y alimentados por manantiales. Estos lagos ofrecieron abundantes aves, incluyendo especies migratorias, así como peces de agua dulce y otros recursos para la subsistencia, proporcionando, además, un medio ambiente para el desarrollo eventual de ingeniosas técnicas agrícolas intensivas. Los ricos suelos resultantes de la descomposición de las rocas ígneas también



Fig. 1.2 Figura excéntrica de pedernal (periodo Clásico tardío, 600-900 d.C.), tomado de Willey (1974: fig. 199).

fueron un estímulo para la agricultura desarrollada posteriormente. Los pueblos mesoamericanos aprovecharon una forma de esta roca volcánica, la obsidiana, para hacer herramientas precisas de corte así como elegantes objetos rituales. Además utilizaron el *tezontle*, piedra volcánica porosa, para la construcción, y el basalto para fabricar implementos de molienda y otras herramientas. El pedernal también se empleó para elaborar tanto herramientas como elementos rituales (figura 1.2). Hacia el año 2000 a.C., los pueblos mesoamericanos ya cosechaban maíz, frijol, calabaza, aguacate, entre otras plantas. Alrededor de esta misma época, en algunas regiones empezaron a aparecer evidencias inequívocas de vida sedentaria, diferenciación social y sociedades organizadas jerárquicamente.

Durante este mismo periodo, tuvo lugar en Mesoamérica la transición de la vida nómada a la sedentaria y de la apropiación a la recolección y a la agricultura. Sin embargo, las condiciones que permitieron una organización social más compleja (ciudades, clases sociales y especialistas de tiempo completo) estuvieron presentes en sólo algunas de estas regiones, y el occidente no fue una de éstas. La más temprana e importante evidencia de formas sociales complejas en Mesoamérica aparece durante el periodo Formativo o Preclásico (2500 a.C.-150 d.C.) entre los olmecas de las tierras bajas tropicales del sur de Veracruz y el oeste de Tabasco (véase cuadro 1.1). En esta zona, los arqueólogos han excavado varios sitios que fueron centros de la vida ceremonial y religiosa olmeca. Por ejemplo, se ha calculado que en San Lorenzo (1400-900 a.C.), el prime-

ro o más antiguo de estos centros ceremoniales había una población de mil personas (figura 1.3). Los vestigios materiales indican no sólo que los olmecas fueron grandes arquitectos, escultores, lapidarios y ceramistas, sino que sus dirigentes pudieron movilizar y administrar una gran fuerza de trabajo. Las habilidades administrativas de los olmecas se manifiestan de manera espectacular en grandes bloques de basalto (algunos que pesan hasta 20 toneladas métricas), modificados en forma de cabezas colosales y altares que fueron transportados hasta los centros ceremoniales desde unos 60 km de distancia. Los arqueólogos sostienen que en San Lorenzo surgió una elite (tal vez la primera en la antigua



Fig. 1.3 Sitios arqueológicos de Mesoamérica y la zona metalurgista de occidente

Mesoamérica) a causa de la competencia por la tierra altamente productiva de los bordes fluviales, que se depositaba por las inundaciones temporales. Los artefactos olmecas que se han encontrado en las tierras altas de México, en el Valle de Oaxaca y en otras partes, muestran claramente que este pueblo fue el primero en diseminar ampliamente los elementos de su repertorio material. Sin embargo, los olmecas dejaron de existir como cultura conocida arqueológicamente alrededor de 400 a.C., y sus centros fueron abandonados.

Grandes centros religiosos y administrativos empezaron a aparecer al oriente de la región olmeca durante el periodo Formativo tardío (*ca.* 250 a.C.) en las tierras bajas del sureste de México, Guatemala y Belice. Estas áreas se convirtieron en el núcleo de la civilización maya de las tierras bajas durante el subsecuente periodo Clásico.

Durante el periodo Formativo, las sociedades complejas también surgieron en las tierras altas. Los asentamientos en el Valle de Oaxaca al sudeste de San Lorenzo, así como en el Valle de México, donde floreció Cuicuilco, son ejemplos tempranos de ello (figura 1.3). Los arqueólogos piensan que la diferenciación social en las tierras altas durante el periodo Formativo estuvo relacionada con la distribución de los recursos: las abruptas variaciones locales de altitud ocasionaron la existencia yuxtapuesta de comunidades bióticas muy diferentes, particularmente donde la planicie central mexicana desciende hacia las planicies costeras tropicales del oeste y del este. Los habitantes explotaron múltiples zonas de recursos en tales áreas, intercambiando los productos. Las necesidades de organización para ese tipo de relaciones de intercambio requirieron de mecanismos sociales para facilitarlas, y la presencia de esos mecanismos contribuyó, a su vez, a la formación de jerarquías sociales.

En el Valle de Oaxaca aparecieron por primera vez edificios públicos alrededor de 1200 a.C., y hacia 400 a.C. ya estaban floreciendo pequeños sistemas sociopolíticos complejos. También las terrazas y la irrigación aumentaron la productividad agrícola y permitieron incrementos en la población; se desarrollaron ciudades en el Valle de México, siendo la mayor de ellas Cuicuilco, en el extremo sur del valle, la cual estuvo habitada por alrededor de veinte mil personas. Cuicuilco fue destruida por una erupción volcánica hacia el 150 a.C. y Teotihuacan, localizada unos 50 km al norte, se convirtió en la fuerza política y económica dominante en el valle.

Durante el periodo Clásico (150- 900 d.C.) los centros urbanos (grandes ciudades planificadas, burocracias y clases sociales) estaban bien establecidos en el Valle de Méxi-

co, Guatemala y Belice. No se han encontrado objetos de metal en ninguno de estos centros, con excepción de unos cuantos de las tierras bajas sureñas que probablemente fueron importados del sur de Centroamérica. La entidad política más grande fue Teotihuacan, seguida por Monte Albán en el Valle de Oaxaca, la capital del estado zapoteca. Las ciudades mayas de tierras bajas eran menos grandes que Teotihuacan.

También surgieron sociedades complejas a principios del periodo Formativo en muchas otras áreas, por ejemplo, las tierras altas de Guatemala, la planicie costera del Pacífico de Guatemala y Chiapas, y al este de la Sierra Madre Oriental, en la planicie costera de Veracruz. Muchos pueblos mesoamericanos, que representaban distintos grupos étnicos y lingüísticos, crearon sus propias variaciones de temas mesoamericanos básicos como la arquitectura monumental sagrada y civil; las tradiciones cerámicas, patrones de asentamiento, tecnologías agrícolas y otras esferas de la existencia humana.

Teotihuacan (100-750 d.C.), la capital del mayor estado mesoamericano del Clásico, tal vez fue una de las ciudades más grandes del mundo en su época. La ciudad estaba dominada por la Pirámide del Sol, una estructura de 71 m de altura localizada sobre una amplia avenida bordeada por templos, residencias de elite y edificios administrativos. La ciudad cubría unos 20 km cuadrados en su apogeo, alrededor de 600 d.C., y estaba habitada por aproximadamente 125,000 personas, algunas de las cuales habían llegado del área maya y de Oaxaca como migrantes, comerciantes o tal vez emisarios políticos. La densidad de población fue el resultado de una política que consistía en concentrar gente del campo en la ciudad. Estos 125,000 habitantes pudieron sostenerse gracias a que Teotihuacan explotaba una rango de nichos ecológicos productivos: el valle (donde se utilizaban una variedad de técnicas de irrigación); los lagos de agua dulce y las adyacentes zonas de menor y mayor altitud que proporcionaban un amplio espectro de recursos de flora y fauna, entre otros. Además, Teotihuacan gozó de los beneficios económicos derivados del control de grandes depósitos de obsidiana. Estos yacimientos fueron explotados y la obsidiana se procesó en miles de talleres dentro de la ciudad; los comerciantes luego la transportaron a través de Mesoamérica. Teotihuacan ejerció control político directo sobre todo el Valle de México y partes de Puebla, y su influencia fue aún más amplia. Aparecen arquitectura y artefactos de estilo teotihuacano en las tierras altas de Guatemala (Kaminaljuyú), en las tierras bajas mayas (Tikal y Copan) y en varios sitios del occidente y norte de México. Teotihuacan empezó a eclipsarse después de 600 d.C., y



Fig. 1.4 Dintel 25 de Yaxchilán, Chiapas, México. Periodo Clásico tardío (725 d.C.). Piedra caliza. Tomado de Schele y Miller (1986: lámina 63a).

fue incendiada alrededor de 750 d.C. Pero el metal no se conoció en Teotihuacan: ninguna de las tareas de subsistencia, las actividades constructivas, las campañas militares o los eventos religiosos y ceremoniales se realizó usando implementos, armas u objetos religiosos ceremoniales de metal.

También la civilización clásica maya se conformó durante este periodo (150-900 d.C.). Los mayas desarrollaron una variedad de tecnologías materiales complejas pero, de nuevo, los metales no figuraron entre ellas. Los pueblos de habla maya habitaban una gran región, desde las tierras altas de Guatemala hasta la península de Yucatán, aunque los elementos que definen lo que los arqueólogos denominan el Clásico maya eran compartidos principalmente por la gente de los bosques tropicales del sur de la península de Yucatán (en México), Guatemala y Belice. Las características de los mayas del Clásico incluyen una escritura calendárica y jeroglífica y tecnologías complejas de arquitectura y escultura monumental (figura 1.4), así como de cerámica. Las ciudades mayas no estuvieron unificadas políticamente, excepto a través de alianzas vagas y cambiantes. Tikal fue la más grande, con una población calculada aproximadamente en veinte mil personas. Los sistemas sociopolíticos mayas tendieron a surgir donde la productividad de la tierra era grande, en zonas altas bien drenadas. En las zonas menos productivas, los pueblos mayas desarrollaron una forma de explotación de pantanos, conocida como “campos levanta-

tados”, que permitía la agricultura intensiva. Las características que definen la cultura clásica maya (el estilo arquitectónico, la escritura jeroglífica, el calendario y la cerámica policroma) empiezan a desaparecer del registro arqueológico alrededor de 800-900 d.C. Durante este periodo, algunas ciudades fueron abandonadas o experimentaron drásticas reducciones en su población. Los pueblos mayas siguieron viviendo en las áreas de las tierras bajas, pero en densidades muy inferiores al periodo Clásico.

A inicios del periodo Posclásico (900-1521 d.C.) se habían colapsado algunas de las civilizaciones más poderosas y carismáticas de Mesoamérica. Teotihuacan y muchas ciudades mayas de las tierras bajas habían sido abandonadas. En Oaxaca, la densa población antes concentrada en Monte Albán también se había dispersado. Pequeñas ciudades-Estado llegaron a formar las unidades políticas predominantes en toda la región. Nuevos centros, más pequeños o ciudades-Estado también surgieron cerca de la cuenca de México.

El metal fue virtualmente desconocido en esos centros primarios de civilización mesoamericana hasta el periodo Posclásico. La única área donde se desarrolló la metalurgia antes de dicho periodo fue en el occidente de México, aunque esta área no atestiguó el desarrollo temprano de sociedades complejas, estratificadas, como las del Valle de México, Oaxaca y el área maya. Sin embargo, la aparición de la metalurgia en el occidente de México durante 600 y 800 d.C. coincidió con eventos en esas áreas primarias, y creo que fue desencadenada por ellos, tema que analizo en el capítulo final.

No es de sorprendernos que el occidente de México tenga abundantes depósitos de metales nativos y menas. Los metales nativos y minerales metalíferos no aparecen en el Valle de México o en sus alrededores, ni en las tierras bajas del sureste. Los depósitos de minerales metalíferos sí existen en Oaxaca, en las tierras altas de Guatemala y en otras regiones que tuvieron desarrollos culturales tempranos, pero estos depósitos no se comparan en variedad y abundancia con los del occidente de México. Los depósitos de mena también son abundantes en algunas áreas del norte de México, pero debido a la aridez de éstas, la densidad de población ha sido relativamente baja.

El occidente de México también es la única región de Mesoamérica donde hay evidencia persistente de contactos con el norte de Sudamérica. Aunque los detalles de esas relaciones nos siguen eludiendo, resulta claro que estos contactos provocaron el florecimiento de la metalurgia en el occidente de México. La tecnología metalúrgica

que tomó forma en esta área se difundió a otras regiones de Mesoamérica durante el periodo Posclásico tardío (1200-1521 d.C.). Durante esta época, los pueblos del occidente de México, o sus intermediarios, exportaron artefactos de metal y ciertas técnicas a Oaxaca,⁸ al área maya y a la región del actual estado de Tamaulipas, donde vivían los pueblos huastecos (capítulo 7). Los artefactos de metal del occidente de México también aparecen en áreas alrededor del Valle de México antes y durante el tiempo en que estas regiones estuvieron bajo el control de los aztecas, cuyo imperio primero fue invadido por los españoles en 1519 y subsecuentemente diezmado.

La zona metalurgista del occidente

Los primeros objetos de metal del occidente aparecen alrededor de 600 d.C. en el área que he designado “zona metalurgista del occidente” (figura 1.1). Esta zona comprende los estados actuales de Jalisco, Michoacán, Nayarit, Colima y el sur de Sinaloa, así como el norte de Guerrero y partes del Estado de México. La zona metalurgista atraviesa varias zonas fisiográficas; incluye la orilla occidental de la planicie central mexicana: las cuencas altas, amplias y planas de Jalisco, Michoacán y regiones del Estado de México que ofrecen comunicación relativamente fácil y amplio espacio para centros urbanos. También comprende la porción sur de la Sierra Madre Occidental, la cordillera que va de norte a sur que limita la planicie central de México en partes de Nayarit y Jalisco. La cuenca del río Balsas en Guerrero y Michoacán, un árida depresión estructural que va de oeste a este, y las tierras bajas o “tierra caliente” de Nayarit, sur de Sinaloa, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero también están dentro de esta zona. Los sistemas fluviales del Balsas y del Lerma-Santiago son las dos principales cuencas fluviales en esta área metalurgista. El sistema Lerma-Santiago, que se origina en la cuenca de Toluca, que pasa por el Lago de Chapala en Jalisco y descarga en el Océano Pacífico en Nayarit, sirvió de corredor natural entre la planicie central mexicana y la costa oeste.

Los ricos depósitos de minerales metálicos en la zona metalurgista incluyen plata nativa y menas de plata (incluida la argentita, proustita y otros), cobre nativo, óxido de cobre y de sulfuro, oro, arsenopirita (la mena sulfurada de hierro y arsénico), y plomo, entre otros.

Desde el punto de vista topográfico, el área que comprende el occidente de México es mucho más grande y culturalmente diversa que las otras regiones a las que me he referido. En ningún momento de la historia existió una “cultura” única del occidente. Esta área ha recibido mucho menos atención arqueológica que Oaxaca, las tierras bajas mayas, el Valle de México y otras regiones que exhiben rasgos espectaculares como sistemas de escritura y arquitectura monumental extensa. Esta falta de atención por parte de los arqueólogos hace especialmente difícil la tarea de reconstruir la historia cultural. Describiré aquí, en términos generales, las áreas y asentamientos sobre los que tenemos más conocimientos; los capítulos siguientes se enfocan con mayor detalle en los sitios donde se han encontrado artefactos de metal en las excavaciones.

Probablemente, durante el periodo Formativo, pequeñas aldeas, caseríos y hogares aislados caracterizaron la mayor parte del área donde se podía cultivar, ya sea con irrigación o aprovechando las lluvias. Puesto que son escasos los elementos en la superficie, como en sitios habitacionales y estructuras ceremoniales, sabemos poco acerca del tamaño y organización social de estas comunidades. Los arqueólogos generalmente identifican estas “culturas” por medio de sus distintivos estilos cerámicos regionales y prácticas funerarias. Los sistemas sociopolíticos con estructuras ceremoniales conspicuas empiezan a aparecer en el periodo Clásico temprano (150-500 d.C.), pero no se comparan en cuanto a su complejidad o escala a los del Valle de México, Oaxaca y las tierras bajas mayas. La sociedad de nivel estatal no existió hasta mucho después en el occidente. Actualmente los arqueólogos contemporáneos piensan que esta región, de hecho, consta de varias subáreas independientes: las tierras altas de Michoacán, la región lacustre de Jalisco y la planicie costera.⁹ Los investigadores podrán definir mejor éstas y otras regiones una vez que hayan esclarecido las secuencias temporales y las relaciones culturales.

Los objetos de metal aparecen primero a lo largo de la costa con excepción de algunos casos. La tecnología se trasladó lenta y gradualmente tierra adentro a lo largo de las cuencas fluviales. Hacia el periodo Posclásico, los arqueólogos reportan objetos de metal en sitios de tierras altas, y en el Posclásico tardío, como ya he mencionado, los elementos de la metalurgia del occidente de México se difunden a otras regiones de Mesoamérica. Durante la primera parte de este periodo en que se desarrollaba la metalurgia (600-1000 d.C.), surgían sistemas sociopolíticos organizados jerárquicamente de una base local. Teuchitlán, en la región lacustre de Jalisco, nos da un buen ejemplo de ello

(Weigand 1985). Sin embargo, Teotihuacan también influyó en la zona metalurgista, y es probable que contactos con esa ciudad, visibles en la cerámica y arquitectura del occidente, hayan intensificado procesos locales de diferenciación social. Grandes asentamientos con evidencia de influencia de Teotihuacan aparecen en esta época en las tierras altas de Jalisco y Michoacán, así como en la planicie costera. Amapa, en la costa, (Meighan 1974, 1976) e Ixtlán del Río, tierra adentro, son dos ejemplos. Ambos presentan arquitectura pública monumental con montículos de templo y estructuras similares a plazas orientadas a las direcciones cardinales, rasgos típicos de los sitios del centro de México. En las tierras altas de Michoacán varios centros, dispersos entre sí, como Tingambato, también manifiestan características del centro de México. Algunos incluyen juegos de pelota, plazas, pirámides y la arquitectura de *talud-tablero*, un marcador del estilo teotihuacano. Pollard (1993) piensa que los rasgos arquitectónicos y el patrón de la comunidad en estos sitios de tierras altas puede indicar contactos de elite con Teotihuacan, o posiblemente haya habido migraciones desde esa ciudad después del colapso del imperio. Aparte de Amapa, donde se encontraron unos doscientos objetos de metal, en los demás sitios se reporta muy poco este material.

La tradición Teuchitlán, caracterizada por una serie de grandes centros con un patrón arquitectónico único, que no es característico del centro de México, floreció en las tierras altas de Jalisco entre 200 y 800/900 d.C. No se han encontrado objetos de metal ahí. Los centros de Teuchitlán presentan conjuntos residenciales, evidencia de especialización artesanal y otros marcadores de organización social compleja (Weigand 1992), pero un rasgo poco común es la arquitectura pública, que consta de un diseño definido por círculos concéntricos desconocido en otras áreas de Mesoamérica. Weigand propone que Teuchitlán es la contribución exclusiva del occidente de México al mosaico que formó la civilización mesoamericana, compuesta por rasgos de Oaxaca, las tierras bajas del sur (maya, olmeca), las tierras altas centrales (Teotihuacan) y otras zonas nucleares regionales (Mountjoy y Weigand 1974; Weigand 1985, 1992, 1993).

Las sociedades de nivel estatal e imperios expansionistas no se presentaron en el occidente de México hasta el periodo Posclásico tardío, cuando surgió el Estado tarasco (Pollard 1993). Al momento de la invasión española, éste era la mayor unidad política de Mesoamérica, aparte de los aztecas, y había resistido exitosamente intentos de conquista por parte de estos últimos. Con excepción de la capital tarasca de Tzintzuntzan y de los sitios de Tamazula y Autlán en Jalisco, los cronistas españoles caracterizaron a

todos los demás asentamientos indígenas del occidente de México como “caseríos” o “aldeas” (Schöndube 1980a: 246), dándonos mayores evidencias de que los desarrollos en el occidente de México no fueron equivalentes en escala a los de las otras regiones que he comentado aquí.

El elemento que distingue el occidente de México es la metalurgia que se examina en este libro, por variada que sea la zona metalurgista en su topografía y cultura. Otro rasgo distintivo que está relacionado con la metalurgia, existe evidencia arqueológica convincente y concreta de contactos intermitentes con Sudamérica, durante un periodo muy largo. Esta evidencia, que describo a continuación, no aparece en otras áreas de Mesoamérica, y sugiere que las sociedades del occidente de México especialmente alentaron tales contactos por razones económicas, políticas, religiosas o de otro tipo.

Algunos arqueólogos especialistas en Mesoamérica piensan que el occidente de México es tan diverso y tiene tan poco en común con las grandes civilizaciones de las tierras altas centrales o las tierras bajas del sudeste (urbanismo definido por arquitectura cívica-ceremonial elaborada y extensa, distintivas iconografías regionales, estratificación social y grandes concentraciones de población que excluyen al occidente de México de Mesoamérica por completo hasta el periodo Posclásico tardío. Estos investigadores piensan en el occidente de México como una zona de estancamiento cultural, mientras que otros, entre quienes me incluyo, consideran que el occidente de México, o seguramente algunas áreas dentro de esa región, conforma uno de los múltiples núcleos culturales (*cultural hearths*) de la civilización mesoamericana, el cual aportó formas y estilos regionales de cerámica técnicamente sofisticada, una arquitectura innovadora y otros rasgos únicos, de los cuales el más significativo fue la polifacética e inventiva metalurgia, como este estudio dejará en claro.

Contactos entre Sudamérica y el occidente de México

Existen fuertes evidencias de contactos culturales entre el occidente de México y el norte de Sudamérica en la época prehispánica, que resultan sumamente relevantes para el desarrollo de la metalurgia en esa región de México. Al resumir la arqueología de Jalisco, Schöndube observa que

muchos investigadores han tendido a buscar el origen, o al menos una explicación, de las manifestaciones culturales del occidente de México en el arte y las costumbres de los pueblos instalados hacia la vertiente del Pacífico en Sudamérica. Pocos dudan actualmente que haya habido contacto entre ambas regiones, y las preguntas por contestar ahora más bien se refieren a temporalidad, a la calidad e impacto de dichos acercamientos, o sobre las direcciones del movimiento de la difusión de rasgos (Schöndube 1980b: 211).

La evidencia más convincente de contacto aparece en un estilo cerámico del Formativo, en una forma poco usual de tumba (las “tumbas de tiro”), fechada entre 200 a.C. y 400 d.C., y en la metalurgia a partir de cobre, tema del presente estudio. Estos rasgos no aparecen en otras áreas de Mesoamérica, ni en Centroamérica. Durante mucho tiempo, los arqueólogos han sostenido que los contactos marítimos por el Pacífico entre el norte de Sudamérica y el occidente de México son los que mejor explican la distribución geográfica discontinua de estos rasgos (Meighan 1969; Mountjoy 1970).

Cerámicas y tumbas de tiro

La costa de Colima exhibe evidencias muy tempranas de contactos con Sudamérica. La cerámica de la fase formativa de Capacha (1500 a.C.) se parece mucho a la cerámica del norte de Sudamérica. De hecho, se parece mucho más a la alfarería de la fase Machalilla de Ecuador (1500-500 a.C.) que a la contemporánea de Mesoamérica. De hecho Kelly (1980: 37) señala que, virtualmente, las características que definen a Capacha también están presentes en los conjuntos cerámicos del norte de Sudamérica. Sin embargo, problemas de fechamiento dificultan la comprensión del sentido de esta influencia: si fue de sur a norte o viceversa.

Por otra parte, las tumbas de tiro del occidente de México indican nexos con el norte de Sudamérica en periodos posteriores (Meighan y Nicholson 1989; Schöndube 1980b; M.E. Smith 1978). Estas tumbas fueron diseñadas con un muy característico tiro vertical o ligeramente inclinado que conduce a una o más cámaras que se abren desde él. Los tiros varían en longitud entre 2 y 17 metros. Ciertas tumbas del occidente de México tienen una fecha de 1500 a.C.,¹¹ pero la mayoría datan de entre 200 a.C. y 400 d.C. Tienen una amplia distribución en Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, y en occidente

de México se encuentran en Jalisco, Nayarit y Colima. En Sudamérica, las tumbas más tempranas son las de Colombia, con fecha de 545 a.C. (Duque 1964, citado por M.E. Smith 1978). Kelly (1980) informa de tumbas de tiro en Colima asociadas con cerámicas Capacha, mientras que otras tumbas de tiro tempranas en el occidente de México (*ca.* 1500 a.C.) se han encontrado en el noroeste de Michoacán, aunque la mayoría de los arqueólogos piensa que sus formas varían demasiado como para agruparlas con los tipos posteriores relacionados con Sudamérica.

Por desgracia, muchas de estas tumbas han sido saqueadas y otras no parecen estar ubicadas dentro de áreas habitacionales, por lo que sabemos poco acerca de los pueblos que practicaron estos ritos funerarios. Sin embargo, en el norte de Sudamérica, al igual que en occidente, los difuntos se enterraban con figuras de barro huecas hechas a mano. Esta cerámica presenta un estilo técnicamente sofisticado y frecuentemente naturalista, el cual constituye una de las características que definen ciertas culturas regionales del periodo. Tanto las tumbas como las figuras se han interpretado como elementos de un complejo chamánico (Furst 1965a) importado del norte de Sudamérica. Furst sostiene que podrían representar un cuerpo de conocimiento esotérico y religioso introducido desde el norte de los Andes hasta el occidente de México antes de *ca.* 400 d.C. Ya sea que estas tumbas y sus cerámicas asociadas representen específicamente tal complejo o no, las similitudes físicas entre los tipos de tumbas del norte de Sudamérica y el occidente de México son inconfundibles. La aparición subsecuente de la metalurgia en el occidente de México probablemente refleja los contactos duraderos entre ambas áreas.

Metalurgia

En general, los arqueólogos coinciden en que la metalurgia del occidente de México no se desarrolló de manera autóctona, sino que tuvo sus raíces en las metalurgias de Centro y Sudamérica. La presente investigación es el primer estudio que profundiza en esta cuestión. Se demuestra aquí que los complejos técnicos bien definidos (clases de artefactos idénticas, métodos de fabricación y tipos de metales y aleaciones) de hecho se introdujeron al occidente de México desde el sur, pero de dos regiones distintas: el área andina que incluye a Ecuador, Perú y Bolivia, y el área que comprende al sur de Centroamérica y Colombia.

Ahora bien, la evidencia más temprana de presencia de metal en América se presenta en una región más al sur, las tierras altas de Perú, alrededor de 1500 a.C. Hacia 600 d.C., cuando la metalurgia empezaba a tomar forma en el occidente de México, la metalurgia andina era diversa y técnicamente compleja. Los metalurgistas andinos aprovecharon un amplio rango de metales no ferrosos disponibles en la región, utilizándolos para elaborar herramientas de bronce de cobre-estaño y cobre-arsénico. También elaboraron objetos rituales y de estatus hechos de plata, oro y de aleaciones con cobre, mostrando un especial entusiasmo técnico por los colores metálicos, uno de los rasgos distintivos de esa tecnología. Al desarrollar complejas técnicas para el enriquecimiento de la superficie, los metalurgistas andinos produjeron superficies plateadas y doradas en objetos martillados a partir de aleaciones de cobre-plata, cobre-oro y cobre-plata-oro (Lechtman 1970, 1979, 1984). De hecho, dar forma al metal por medio del martillado fue un método tan buscado que los metalurgistas andinos solían producir formas tridimensionales uniendo piezas individuales de hoja de metal, en lugar de vaciar formas huecas o sólidas. La preferencia técnica por el martillado fue apropiado para pueblos interesados en el color de los metales. Los efectos del enriquecimiento de la superficie que alteran el color, resultan inevitablemente de las técnicas de martillado y recocido requeridas para producir las hojas de metal.

En el sur de Centroamérica y en Colombia, la metalurgia surgió un poco después, alrededor de 500-200 a.C. (en Colombia) y 200-300 d.C. (Centroamérica). Los recursos minerales en esta última área son mucho menos diversos que en la región andina. Los depósitos primarios son de cobre y oro, metales que carecen de las propiedades mecánicas óptimas para elaborar herramientas de corte finas y duras. En ocasiones, los metalurgistas fabricaron pequeñas herramientas de mano, pero de *tumbaga*, la aleación de cobre con oro. Estos pueblos también manejaron el metal de forma diferente a sus contrapartes en el sur. Muy a menudo elaboraron formas huecas o sólidas, vaciándolas mediante la técnica de la cera perdida. Muchos de los objetos tenían propósitos rituales y de estatus; la mayor parte eran hechos de oro o de aleaciones de cobre-oro.

Aún no sabemos si estas dos tradiciones metalurgistas, la andina y la del sur de Centroamérica y Colombia, se desarrollaron de manera independiente o si surgieron a partir de una fuente común. Lo que sí sabemos es que no están relacionadas con metalurgias de China, Medio Oriente ni de África. También está claro que la metalurgia del

occidente de México no se limitó a reproducir ninguna de estas dos tecnologías, aunque se haya desarrollado a partir de ellas. La tecnología se modificó por decisiones técnicas y experimentos surgidos de la experiencia social de los pueblos de la zona metalurgista, pero basados en realidades físicas: en los tipos de materias primas disponibles, su distribución, abundancia relativa y propiedades físicas y mecánicas.

El plan de la investigación

Con el fin de recabar la información necesaria para caracterizar la metalurgia del occidente de México, llevé a cabo estudios analíticos de laboratorio en un gran conjunto de objetos de esta región elaborados antes de la llegada de los europeos. Dichos estudios describieron los atributos formales del diseño de los objetos e identificaron tipos de metal o de aleación, métodos de fabricación, relaciones entre las aleaciones y sus propiedades y, cuando fue posible, la forma en que se usaron los objetos. Estos análisis y exámenes tuvieron que realizarse antes de contemplar la cuestión de las decisiones técnicas. Una completa descripción de la muestra de estudio, de los métodos analíticos y de la estrategia de muestreo aparece en el apéndice 1.

En este sentido, las colecciones de objetos de metal del Museo Regional de Guadalajara (MRG) constituyeron el material básico del estudio. Contienen aproximadamente 3,200 artefactos prehispánicos procedentes de los estados de Nayarit, Colima, Michoacán y Jalisco; algunos atribuidos a sitios específicos. Examiné el cuerpo de estudio completo, macroscópicamente, para realizar después estudios analíticos de laboratorio en una muestra de aproximadamente 10% (véase el apéndice 1), tomada de las principales clases de artefactos, que incluyen agujas, pinzas, hachas y cascabeles.

Los resultados del trabajo técnico realizado en la colección de referencia del MRG se ampliaron con estudios de aproximadamente 400 artefactos encontrados en los siguientes sitios: Tomatlán (Jalisco), Amapa (Nayarit), Urichu (Michoacán), Milpillas (Michoacán), Cuexcomate y Capilco (Morelos), Lamanai (Belize), Platanito y Villa Hermosa (la Huasteca). Efectué estudios técnicos de todos los objetos de Cuexcomate, Capilco, Lamanai, Milpillas, Platanito y Villa Hermosa, examinando los de Urichu macroscópicamente. Los objetos de Amapa (Root citado en Meighan 1976: 116-118) y Tomatlán (Mountjoy y Torres 1985) ya habían sido analizados para saber su composi-

ción química. Esos datos, aunados a otra información publicada sobre objetos de metal fechados, conjuntamente con mi propia evidencia técnica, proporcionaron información básica sobre su cronología y asociación.¹²

No existen conjuntos fechados de objetos de metal del occidente de México comparables en tamaño y variedad a la colección del MRG. En el apéndice 1 señalo cómo comprobé la representatividad de los conjuntos y la autenticidad de los objetos. Me fue posible fechar algunos tipos de artefacto del MRG y el uso de ciertos métodos y materiales (véase el capítulo 3), cuando objetos fechados con características de diseño similares aparecieron en la literatura. Los metalurgistas del occidente de México invariablemente realizaron ciertos diseños (tipos de artefacto) de aleaciones (bronce de cobre-estaño y de cobre-arsénico) porque, como demuestran los estudios de laboratorio, sus características de diseño requerían propiedades específicas de las aleaciones para su éxito funcional: dureza, elasticidad u otras propiedades físicas y mecánicas. Tracé el desarrollo cronológico de los principales elementos de esta metalurgia, estableciendo patrones de asociación con la colección del MRG y luego comparándolos con el diseño (y la composición química, cuando existía esa información) de los objetos en conjuntos con buen control temporal.

La documentación de las técnicas de fabricación y los metales y aleaciones usados, así como los estudios de relaciones entre las aleaciones y sus propiedades, dieron el marco para la evaluación de las decisiones técnicas. Sin embargo, para identificar esas decisiones era necesario establecer cómo los pueblos del occidente de México usaban los objetos de metal. Para lograrlo, me basé en datos de los estudios de laboratorio y utilicé criterios mecánicos y de la ingeniería junto con información de fuentes etnográficas, documentales (del siglo XVI) y arqueológicas. Desde la perspectiva de un ingeniero mecánico, son dos las características que determinan la habilidad de un objeto para realizar una tarea determinada: su diseño y propiedades mecánicas. Por lo general, el diseño es lo que percibimos como la forma: se expresa en dimensiones como longitud, ancho y espesor. Las propiedades mecánicas gobiernan el comportamiento de un material cuando se le aplica fuerza. Estas propiedades (ductilidad, resistencia, dureza, elasticidad y otras) son una función de las propiedades inherentes del metal o aleación y de los métodos de fabricación, puesto que ciertas propiedades, como la dureza, se alteran a través de las técnicas de manufactura. Por ejemplo, un hacha de bronce útil debe apegarse a

ciertos requisitos de diseño, manteniendo una particular relación entre longitud, ancho y espesor. También debe cumplir con ciertos criterios de propiedades mecánicas: la hoja tiene que ser suficientemente dura para cortar, pero el interior tiene que ser flexible y resistente para absorber la fuerza del impacto.

Evalué el diseño y propiedades mecánicas de cada tipo de artefacto, comparándolo con criterios de ingeniería para objetos útiles con función aparentemente similar. Los criterios se desarrollaron a partir de datos de ingeniería mecánica y en un caso a través de un estudio de simulación por computadora del diseño del artefacto. Una vez determinadas las propiedades mecánicas normalmente requeridas para el éxito funcional, se midieron de manera directa cuando fue posible (por ejemplo, en el caso de la dureza) o se derivaron de cálculos estándar utilizando datos determinados experimentalmente.

Otros dos tipos de información también permitieron determinar cómo se usaron los objetos: una fue la evidencia microestructural, especialmente presente en herramientas, en las que con frecuencia puede verse la deformación por el uso. Los manuscritos del siglo XVI también fueron útiles, porque a veces describen objetos de metal o los ilustran en su uso.

También los artesanos tomaron decisiones sobre las materias primas y tecnologías de fundición. Establecí los metales nativos y menas que estos metalurgistas pudieron haber utilizado recopilando información sobre la geología de menas del occidente de México y zonas adyacentes. Al combinar esta información con datos de los análisis químicos de los artefactos e información documental sobre minería prehispánica, pude determinar los metales nativos, menas y regímenes de fundición que fueron usados probablemente por estos metalurgistas antiguos.

Para examinar los orígenes externos de ciertos elementos de la tecnología, comparé las técnicas de fabricación, los metales, los sistemas de aleación y clases de objetos en el occidente de México con los de Ecuador, Perú, Colombia y sur de Centroamérica. La mayor parte de los datos sobre Sudamérica se derivan de mis estudios macroscópicos y de laboratorio de los objetos de metal en las colecciones del Museo Antropológico del Banco Central en Guayaquil, Ecuador (MAG), y de sitios en ese país (véase el capítulo 4). Aproximadamente 4,000 objetos del MAG estuvieron disponibles para su estudio y se realizaron análisis químicos en 5% de ellos.¹³ También se llevaron a cabo estudios macroscópicos y análisis de laboratorio en objetos de conjuntos excavados de los sitios costeros ecuatorianos Salango, Loma de los Cangrejitos, El Azúcar y otros.

La evidencia deja en claro que técnicas específicas metalúrgicas y de procesamiento, así como tipos de artefactos, se introdujeron al occidente de México desde el sur de Centroamérica, Colombia y el norte de los Andes, estimulando el desarrollo de una tecnología mesoamericana local. Sin embargo, las circunstancias alrededor de la introducción de la tecnología, el porqué ocurrió en el periodo en cuestión, quién estuvo directamente involucrado y qué elementos pudieron haber sido dados a cambio de los conocimientos técnicos que venían del sur, son temas que se deben reconstruir a través de inferencias, pues en su mayor parte carecemos de evidencias arqueológicas (por ejemplo, el hallazgo de un puerto en el occidente de México con restos de embarcaciones de Sudamérica, u objetos de metal sudamericanos encontrados en el occidente de México). No obstante lo anterior, estos datos tomados en su conjunto proporcionan evidencia confiable de muchas fuentes sobre dónde se originó la tecnología, cómo se transmitió y cómo se transformó una vez que se hubo establecido en la región.

En el capítulo final de este libro examino la interrogante más interesante relacionada con el carácter distintivo de esta metalurgia antigua: ¿qué fue lo que hizo que estos metalurgistas se cautivaran por el sonido y color metálico, hasta concentrar su tecnología hacia estas propiedades? La evidencia geológica y de análisis de laboratorio muestra que había muchas otras opciones técnicas, algunas de las cuales, de hecho, desarrollaron. Examino sus decisiones y busco el significado que tuvieron el sonido y color metálicos para estos pueblos antiguos, tomando en cuenta la variedad de datos descrita previamente. Asimismo, considero los factores temporales y sociales que quizás alentaron una orientación ritual y elitista tan pronunciada para esta tecnología, cuando un amplio rango de alternativas utilitarias estaba claramente disponible.

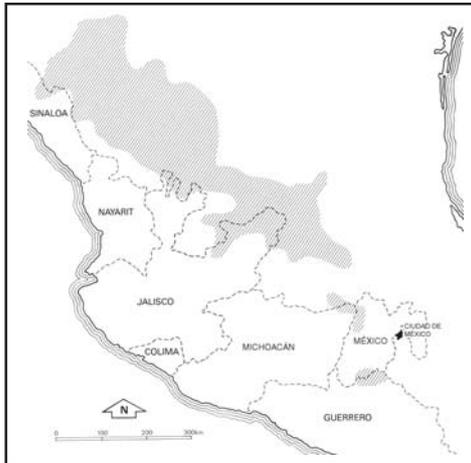
Notas

1. La adquisición de los datos, la interpretación de la información de laboratorio y las preguntas que genera la investigación inevitablemente incorporan y reproducen paradigmas dominantes, modas intelectuales y sesgos de clase y género. Sin embargo, la composición de un hacha de bronce de 5% de estaño normalmente no varía y la microestructura de esa misma hacha revela de manera objetiva cómo fue hecha, siempre y cuando no haya sido deformada después de su deposición y que la corrosión sea mínima. En otras palabras, los datos analíticos de laboratorio pueden repetirse con los mismos resultados mucho tiempo después de que los paradigmas hayan cambiado.
2. Igualar las herramientas con la tecnología se discute en Hosler (1986); véase también Childe (1944, 1983) y Adams (1975). Pfaffenberger (1988) proporciona un resumen útil y una crítica de este punto de

vista; Ingold (1990) examina la noción en la cultura occidental de que la actividad técnica significa el uso de herramientas, argumentando que las sociedades occidentales confunden lo “técnico” con lo mecánico. Desgraciadamente, el examen de Cotterell y Kamminga (1990) de la mecánica de la tecnología preindustrial contribuye poco a alterar esta igualdad, pues casi todos sus ejemplos representan inventarios de herramientas y de máquinas.

3. Staudenmaier (1985) presenta una lúcida reseña del surgimiento de la historia de la tecnología como disciplina y rastrea el interés de la escuela contextualista por examinar la tecnología dentro de su entorno cultural. M.R. Smith (1977) proporciona un ejemplo brillante de esta perspectiva.
4. Existen varias excepciones notables, por ejemplo, Childs (1986), De Atley (1986), Hosler (1986), Killick (1990), Lechtman y Steinberg (1970) y Steinberg (1973).
5. Hay un gran cuerpo de literatura sustancial sobre estos temas. La breve selección enlistada aquí incluye trabajos que se enfocan principalmente en tecnologías de producción. Cerámicos: London (1991); Steponaitis (1984); Stimmell y Stromberg (1986); van As (1989); Vandiver y Koehler (1986). Textiles: Bolland (1991); Conklin (1979); Frame (1986); Paul y Niles (1984); Rowe (1980). Piedra: McAnany (1989); Shafer y Hester (1991); Torrence (1984); Yerkes (1989); Young y Bonnicksen (1984).
6. Véase, por ejemplo, Braun (1983); Hosler (1986); Schiffer (1992); Shiffer y Skibo (1987); Skibo y Schiffer (1987).
7. El número de la revista *Archaeological Review from Cambridge*, correspondiente al verano de 1990 (vol. 9, núm. 1), trata el tema de la “tecnología en las humanidades”, y sus artículos dan una idea de las maneras en que los investigadores contemporáneos que no son arqueólogos están enfrentando ese tema. Muchos de los autores, incluyendo a Tim Ingold y a Pierre Lemonnier, están interesados en la producción de cultura material y en las formas en que la tecnología y las relaciones técnicas se insertan en las relaciones sociales. Pocos investigadores examinan los aspectos físicos de los materiales y de las técnicas de producción de la cultura material. Herbert (1984) ha llevado a cabo un estimulante estudio acerca del papel del cobre en las sociedades africanas tradicionales, desde la perspectiva de un historiador de la economía, pero sin la perspectiva adicional que dan los estudios técnicos. Franklin, Berthrong y Chan (1985) han intentado explorar las relaciones entre la metalurgia y la cosmología del periodo Shang. Niessen (1991), al considerar algunos enfoques alternativos para el estudio de la tecnología del tejido entre los artesanos contemporáneos, propone la noción de “insistencia”, o sea de tecnologías que son expresiones culturales con homólogos en otras áreas de la cultura.
8. Una metalurgia de cobre y oro basada en el vaciado a la cera perdida surgió en Oaxaca alrededor de 1200 d.C. o después, y aparentemente estuvo íntimamente relacionada con las metalurgias del sur de Centroamérica y de Colombia. La tecnología de la metalurgia oaxaqueña no ha sido estudiada. Además, aproximadamente en esa época se desarrollaron tecnologías metalúrgicas similares en el área maya sudoriental, también relacionadas con el sur de Centroamérica y Colombia.
9. Otto Schöndube, comunicación personal, 1991.
10. Las traducciones al inglés del texto original las realizó la autora.
11. Arturo Oliveros, comunicación personal, 1991.
12. También se incluyen los datos de mi estudio de las colecciones del Museo Nacional de Antropología de la ciudad de México, del American Museum of Natural History y de otros.
13. Los datos de los análisis cualitativos se encuentran archivados en el Center for Materials Research in Archaeology and Ethnology (MIT); los datos cuantitativos se presentan en el cuadro 4.9.

Recursos, metales y aleaciones



2

¿Qué metales nativos y minerales metalíferos existen en la zona metalurgista, y cuáles fueron usados por los antiguos metalurgistas? Existe poca evidencia arqueológica, tanto para la minería como para la metalurgia extractiva en occidente de México o en Mesoamérica en su conjunto. (La metalurgia extractiva consiste en recuperar el metal de la mena a través de medios físicos y químicos. Los trabajadores aplastan la mena para separar el material rocoso de ganga de los minerales metalíferos y luego los funden en un horno o crisol para eliminar todos los materiales no metálicos que quedan, en esta etapa generalmente se forma la escoria.) No se ha excavado un solo sitio en Mesoamérica donde la producción de metal haya sido una actividad relevante, y se han obtenido pocos artefactos asociados con su procesamiento.¹ Para documentar la minería y las actividades relacionadas a esta, deberíamos excavar sitios mineros y de procesamiento de la mena, sitios de extracción y otros donde se trabajaban los metales. También debemos estudiar las menas de las zonas donde tuvo lugar la minería y analizar los productos secundarios de las etapas intermedias de producción de metal: escorias, fundentes y material fundido total o parcialmente. La información de tales estudios es esencial en identificar las menas, regímenes de fundición, metales y aleaciones que caracterizaron esta tecnología antigua.²

Por fortuna, la mineralogía de menas del occidente de México ha sido lo suficientemente bien investigada que es posible especificar los metales nativos y menas que pudieron haberse usado en la época prehispánica y determinar su distribución geográfica. También podemos reconstruir los tipos de menas y de minerales, que probablemente

explotaron los metalurgistas antiguos, por la presencia y concentración de ciertos elementos diagnósticos en los metales de los artefactos. En algunos casos, también es posible determinar de dónde obtuvieron ciertas materias primas los metalurgistas, una vez que hemos circunscrito la distribución de una mena en particular. Al combinar estas fuentes de información, podemos identificar los metales y aleaciones que caracterizaron esta tecnología, los tipos de mena que se fundieron para producirlos, trazar la distribución geográfica de estos tipos de mena y proponer regímenes de fundición probables.

Todos los metales nativos y minerales de mena que procesaron y ocuparon los metalurgistas del occidente de México son abundantes en la zona metalurgista, menos la casiterita, una mena de óxido de estaño y la única fuente de estaño en México. Estos metales y menas incluyen el cobre nativo, óxidos y sulfatos de cobre, la arsenopirita, sulfarsenuros y muchos minerales de plata, incluyendo el metal nativo, sulfuros de plata (como la argentita) y sulfosales de plata (como la polibasita, entre otras). Los depósitos de estaño son escasos. Los metalurgistas del occidente de México produjeron objetos de cobre, estaño, plomo, plata y oro, así como aleaciones comunes y exóticas: los dos bronce (cobre-arsénico y cobre-estaño), una aleación de cobre-arsénico-estaño y aleaciones de cobre-plata y cobre-arsénico-plata. La aleación más llamativa es una de cobre-arsénico, en la que este último elemento alcanzó concentraciones de 23% por peso.

Distribución de metales nativos y minerales metalíferos en la zona metalurgista

La zona metalurgista está dentro de la zona de metales básicos y preciosos de México (Ruvalcaba-Ruiz y Thompson 1988), una franja de menas que se extiende desde Sonora y Chihuahua en el norte hasta Oaxaca en el sur. Podemos localizar los depósitos de metales económicamente significativos en esta región por los mapas producidos por el Instituto de Geología de la UNAM. Estos mapas no identifican la mineralogía de las menas, pero sí indican qué metales estaban potencialmente al alcance de los antiguos metalurgistas y, de esa manera, nos permiten trazar la distribución geográfica de los metales que sí fueron utilizados.³

Los mapas muestran que los depósitos de cobre y plata son abundantes en la zona metalurgista del occidente de México (figuras 2.1 y 2.2); ambos depósitos fueron usa-

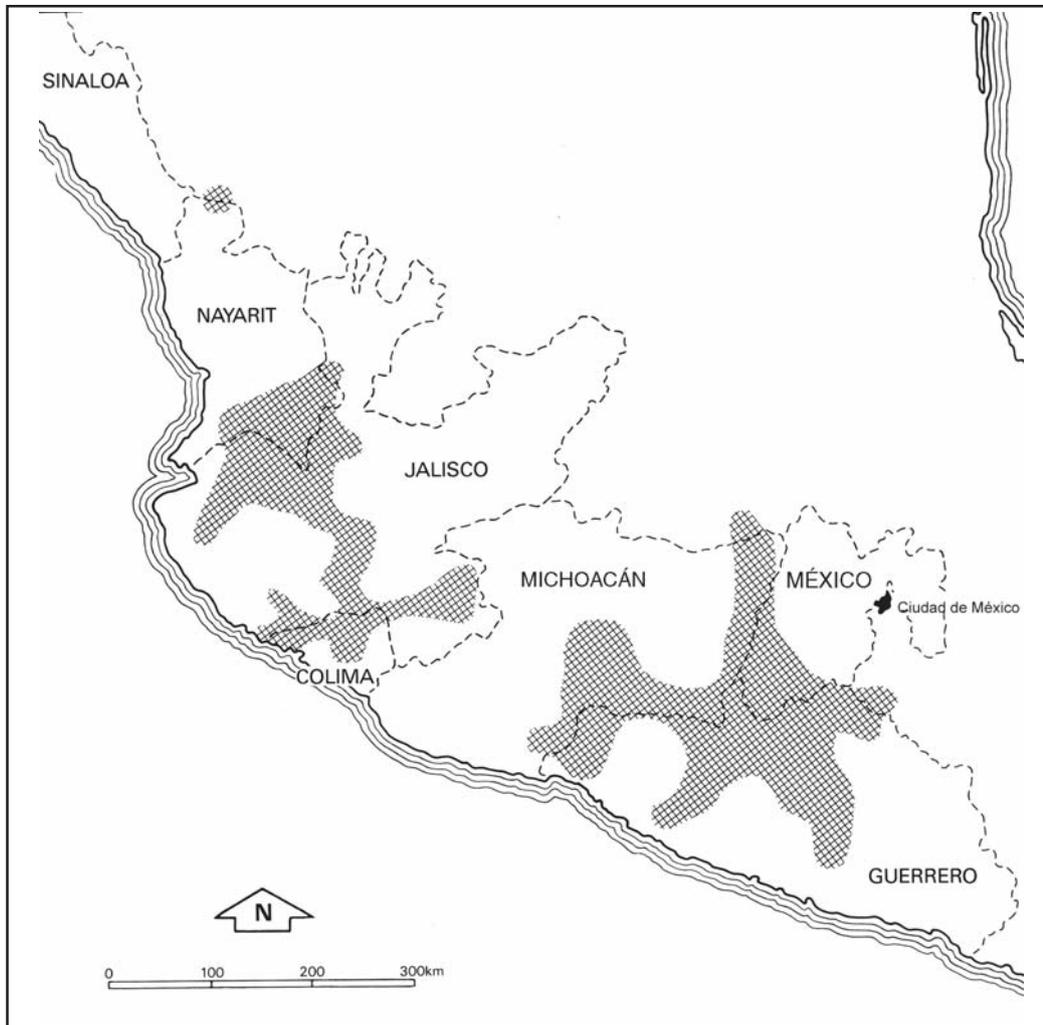


Fig. 2.1. Zonas de depósitos de cobre en la zona metalurgista del occidente de México

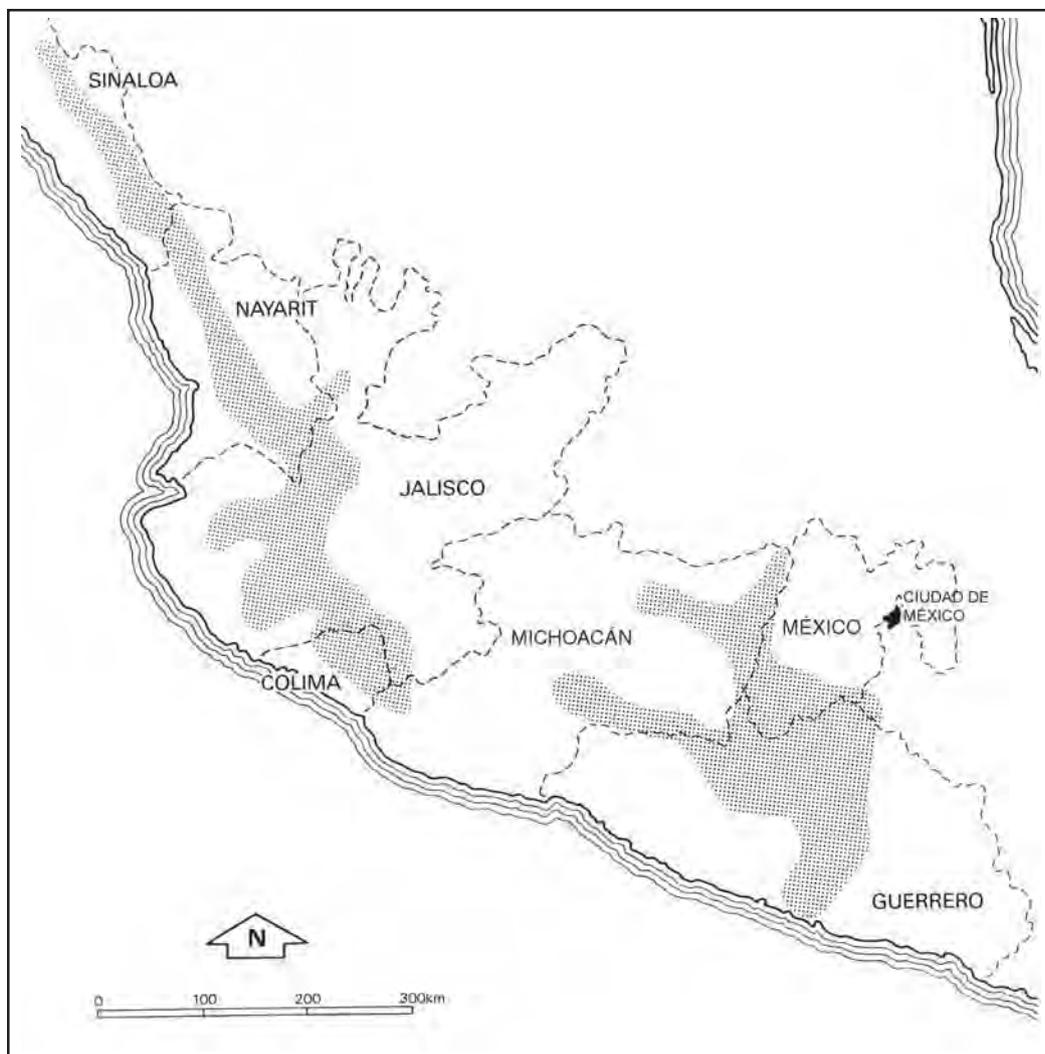


Fig. 2.2. Zonas de depósitos de plata en la zona metalurgista del occidente de México

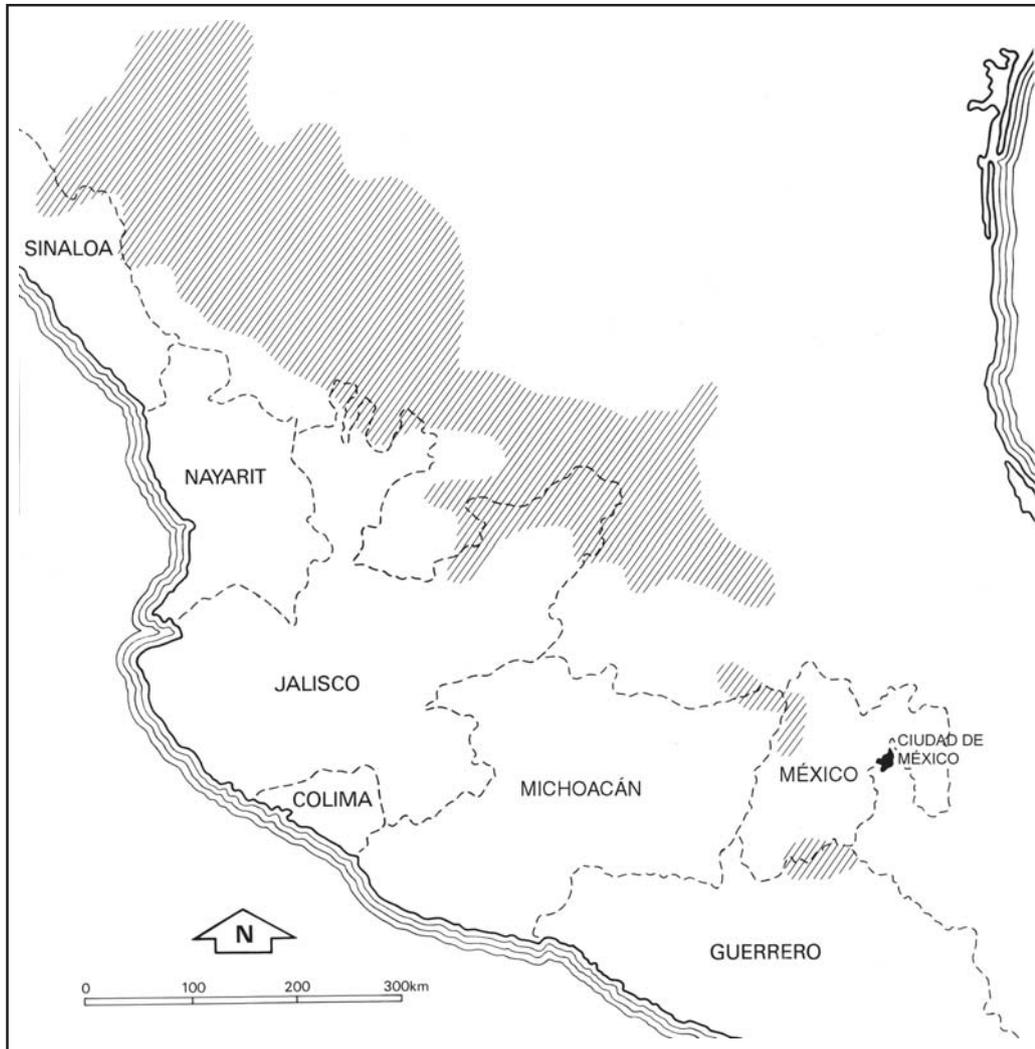


Fig. 2.3. La provincia estañífera de Zacatecas y áreas con yacimientos de estaño hacia el sur

dos extensivamente. Para cada metal existen dos zonas de mineralización, separadas por un área en el oeste de Michoacán y norte de Jalisco que contiene pocos o nulos depósitos. El mapa geológico para el cobre incluye 53 depósitos en la región más al sur (en realidad al sudeste) y 34 en la más al norte (noroeste). La distribución de los depósitos de plata generalmente coincide con la del cobre; el mapa de la UNAM identifica 56 depósitos de plata en la zona sur y unos 54 al norte.

Sólo unos cuantos depósitos de estaño aparecen en el occidente de México propiamente; pues casi todo el estaño de México se encuentra en una zona conocida como la provincia estañífera de Zacatecas (figura 2.3), una franja de 500 km de longitud que se extiende a lo largo del límite oriental de la Sierra Madre Occidental, desde el sur de Durango hasta el norte de Jalisco (Terrones 1984). Esta provincia contiene unos mil depósitos dispersos, todos pequeños. La explotación moderna del metal no ha sido viable comercialmente, aunque la aleación de bronce de cobre-estaño fue muy utilizada antes de la conquista española. Aparte de los depósitos localizados en la provincia de estaño de Zacatecas, o en su periferia, la casiterita está prácticamente ausente en México, al igual que en Centroamérica y el norte de Sudamérica. De hecho, los únicos depósitos importantes de estaño en América Latina están en las zonas ricas en estaño del altiplano de Perú, Bolivia y el noroeste de Argentina.

El arsénico, otro importante metal en la metalurgia antigua del occidente de México, fue usado como componente de aleación del bronce de cobre-arsénico. En México, el arsénico aparece principalmente combinado con otros elementos en diversos minerales. El mapa mencionado de la UNAM sólo muestra algunos depósitos de arsénico y carece del detalle disponible para el cobre, la plata o el estaño. A pesar de esto, me fue posible recabar información de otras fuentes sobre la distribución de minerales de mena de arsénico.

Ahora bien, el cobre, la plata, el arsénico y el estaño aparecen en muchas formas. El primero, por ejemplo, se puede presentar como cobre nativo, como óxidos o carbonatos de cobre, como la malaquita, o como sulfuros de cobre, como la calcopirita. La forma mineral en que aparece este material es la clave para reconstruir las antiguas tecnologías de procesamiento, porque los métodos usados para extraer el metal de las menas de óxido y de carbonato difieren de los usados para extraerlo de las menas de sulfuro. La fuente del material debe ser identificada para determinar si los metalurgistas empleaban

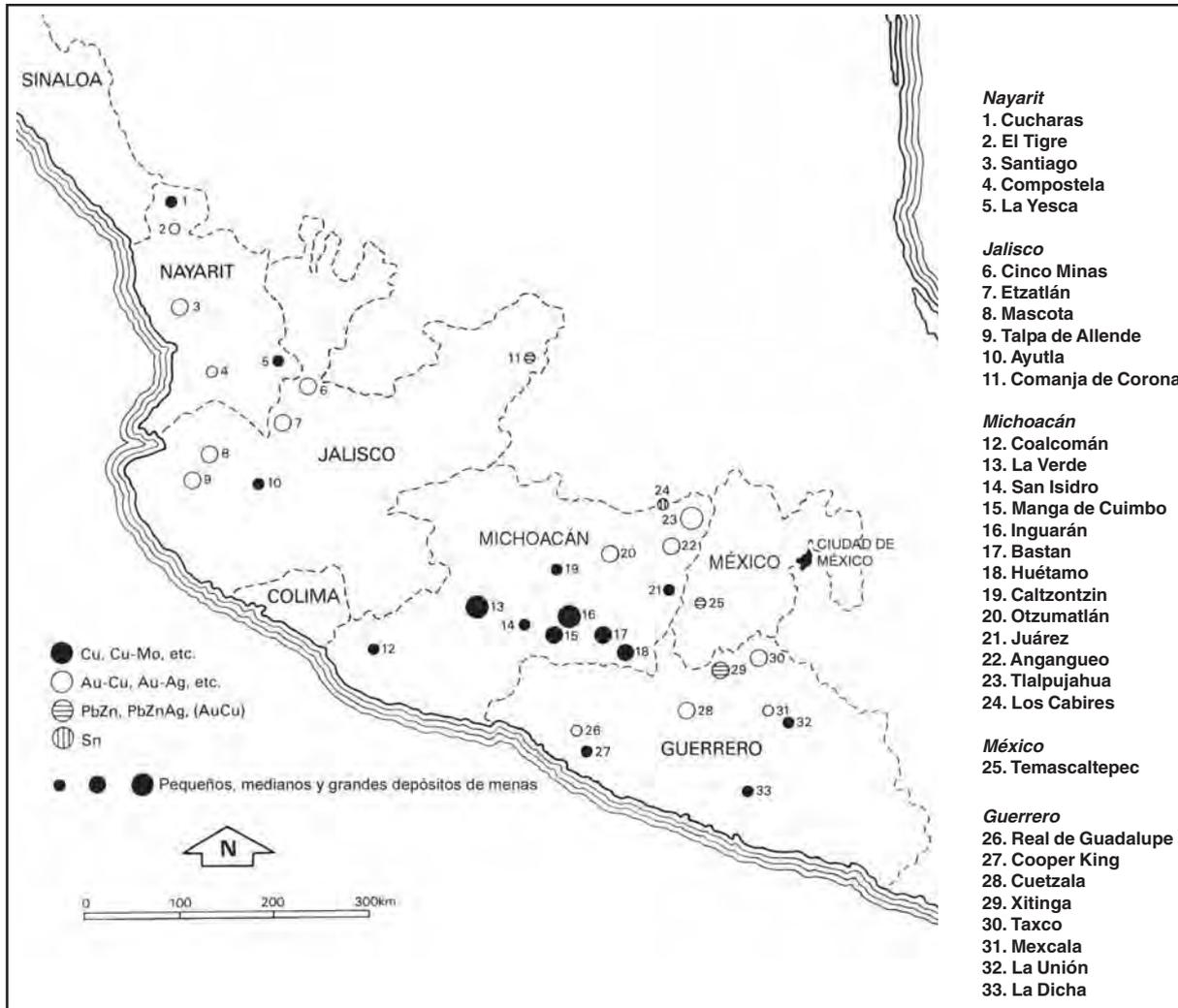


Fig. 2.4. La distribución de metales primarios en la zona metalúrgica del occidente de México. Tomado del *Mapa metalogénico de México* (Salas 1980).

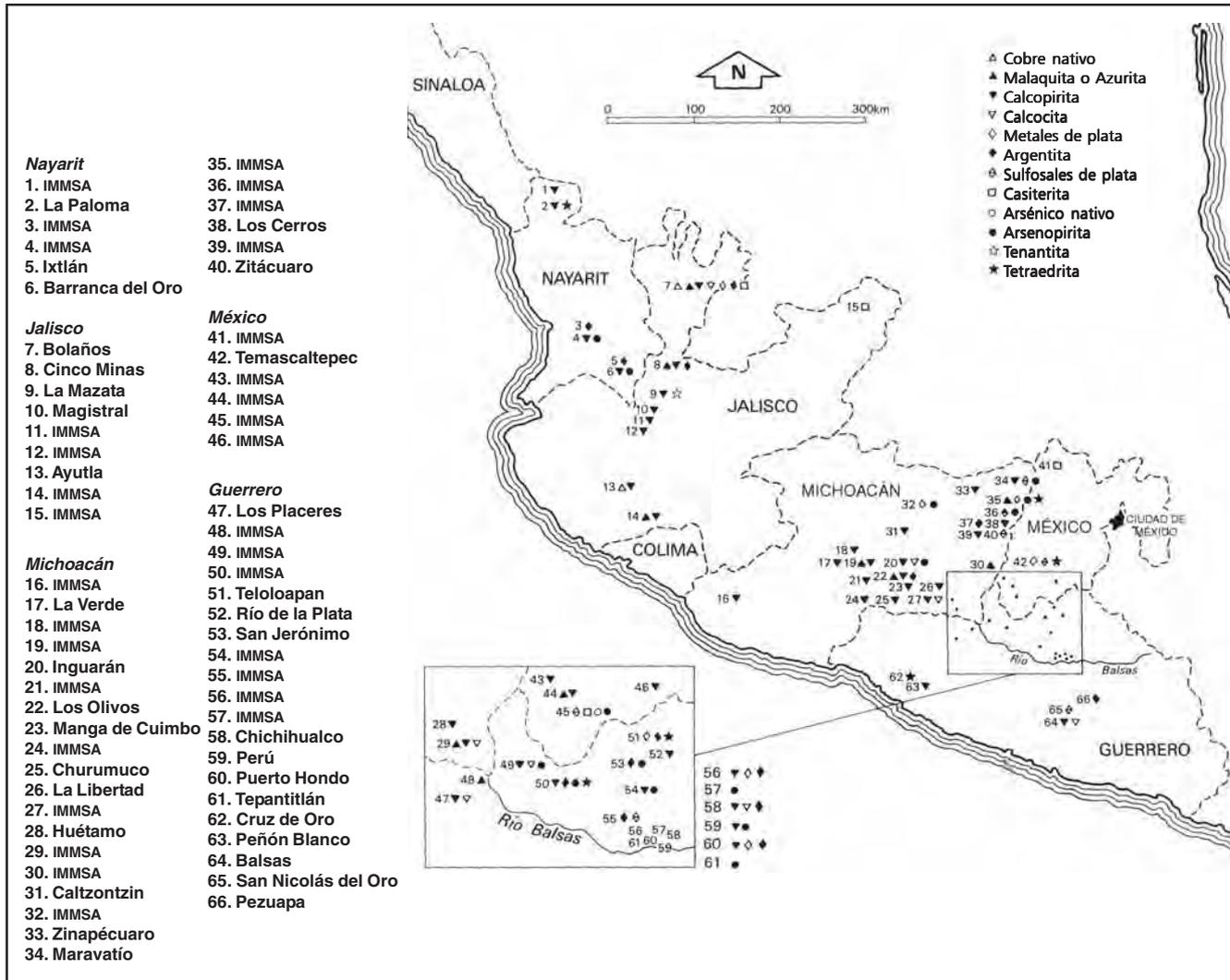


Fig. 2.5. Metales nativos y asociaciones con minerales metalíferos en la zona metalurgista

un metal nativo o un mineral de mena, y cuál era este último. Las asociaciones de tipos de metal o mena en un depósito geológico específico también son importantes, porque sugieren cómo ciertas aleaciones (por ejemplo, cobre con arsénico) pudieron haber sido hechas.

La información sobre cómo se presentan estos metales en la zona metalurgista, su abundancia relativa y los metales y tipos de mena con los que aparecen conjuntamente, procede de varias fuentes. El *Mapa metalogénico de México* (Salas 1980) localiza los depósitos principales de menas, identifica los principales metales asociados con ellos y describe el medio geológico circundante. La información específica sobre la mineralogía de menas de depósitos específicos puede aparecer en informes geológicos (pero no siempre es el caso), los cuales con frecuencia también describen la abundancia relativa y la asociación de minerales metalíferos específicos.

El *Mapa metalogénico de México* localiza los principales depósitos de menas en el país pero, al igual que los mapas de la UNAM, no especifica la mineralogía de las menas. En el caso del cobre, por ejemplo, no sabemos si el mineral de mena es calcopirita, malaquita u otro. (La documentación que acompaña el mapa indica si predominan metales nativos o menas de óxido o de sulfuro en algún depósito.) El mapa es útil, no obstante lo anterior, puesto que a menudo es posible inferir la mineralogía y tipo de la mena a partir de la naturaleza del medio ambiente geológico, el cual se describe con detalle en el mapa. En este caso, las inferencias son especialmente importantes, pues para varias regiones o depósitos del occidente de México no contamos con descripciones de la mineralogía metalífera.

Ahora bien, los minerales de mena que puede esperarse se presentan en los contextos geológicos descritos en el *Mapa metalogénico de México* fueron inferidos por Ulrich Petersen, profesor de geología de la Universidad de Harvard, con base en su experiencia con menas mexicanas y andinas. Los metales encontrados como depósitos mostrados en el mapa se reproducen en la figura 2.4. Los minerales de mena característicos de los tipos de depósito e inferidos a partir del mapa aparecen en el cuadro 2.1.

Para nuestros propósitos, la información más útil proviene de identificar minerales de mena específicos en depósitos particulares, con base los datos analíticos. Esta información, disponible en informes geológicos, concreta las inferencias tomadas del *Mapa metalogénico*. Recopilé la información sobre los minerales metalíferos en la zona

Cuadro 2.1. Mineralogía de los principales depósitos de mena del occidente

Mineral inferido	Depósitos principales				
	Guerrero	Michoacán	Jalisco	Nayarit	Estado de México
Calcopirita, arsenopirita	Cooper King La Unión	Bastan Caltzontzin Coalcomán Huetamo Inguarán Juárez Manga de Cuimbo San Isidro La Verde		La Dicha	
Calcopirita, arsenopirita, tetraedrita, argentita, esfalterita			Ayutla	La Yesca	
Calcopirita, arsenopirita, oro				Cucharas	
Calcopirita, arsenopirita, argentita, proustita, Oro, calena		Otzumatlán		Compostela Santiago El Tigre	
Calcopirita, argentita, proustita, oro, galena	Cuetzala Mezcala Real de Guadalupe	Tlalpujahua			

Cuadro 2.1 (continuación)

Mineral inferido	Depósitos principales				
	Guerrero	Michoacán	Jalisco	Nayarit	Estado de México
Calcopirita, arsenopirita, tetraedrita, argentita, proustita, esfalerita, galena	Taxco	Anganguero	Mascota		
Calcopirita, arsenopirita, tetraedrita, argentita, proustita, esfalerita	Real de Guadalupe		Cinco Minas Etzatlán Talpa de Allende		
Tetraedrita, proustita, galena	Xitinga	Comanja de Corona			Temascaltepec
Casiterita		Los Cabires			

metalurgista citada en estos informes (Barrera 1931; Berrocal y Querol 1991; Flores 1946; Lorinczi y Miranda 1978; Lyons 1988; Parga y Rodríguez 1991; Salas 1991a, 1991b, Santillán 1929; Scheubel *et al.* 1988) y en la abundante información de archivo puesta a mi disposición por la Industrial Minera México S. A. IMMSA, una importante compañía minera que ha hecho prospección y explotación minera en la región del occidente de México desde 1900.

Como vemos, la figura 2.5 se basa en estos estudios e informes de campo, e identifica los metales nativos, los minerales metalíferos y las asociaciones minerales que caracterizan a cada sitio o depósito. (Cada número en el mapa localiza el depósito o mina y lo identifica en la leyenda por nombre, si los datos están publicados, y por las siglas IMMSA

si los datos se derivan de los archivos de esa compañía. Los símbolos enseguida de cada número identifican los metales nativos y minerales metalíferos encontrados en el depósito.) Algunos depósitos son o han sido grandes minas, otros son prospectos. Ciertos depósitos de mena indicados en el *Mapa metalogénico de México* no son acompañados por la descripción de su mineralogía en la figura 2.5 debido a que esa información no está disponible. Por otra parte, algunos depósitos menores, que no se incluyeron en los mapas geológicos menos detallados de la UNAM, aparecen en la figura 2.5. En algunos depósitos, probablemente no todos los minerales presentes fueron registrados, ya sea debido a la naturaleza del estudio o porque los geólogos solamente estaban interesados en la presencia y abundancia de menas económicamente importantes. El valor de este mapa reside en su especificidad; documenta la presencia y asociaciones de minerales metalíferos particulares que pudieron haber servido como materiales base para los objetos de metal hechos y usados en la época prehispánica. No es de sorprender que las minas en este mapa, que también aparecen en el *Mapa metalogénico de México* presentan los mismos minerales metalíferos que el doctor Petersen ha inferido para ellas (véase cuadro 2.1).

Los cinco mapas (tres basados en los datos de distribución de la UNAM, uno basado en el *Mapa metalogénico* y uno construido a partir de informes de campo) reafirman la idea de que hay dos zonas geográficas distintas de mineralización que caracterizan la zona metalurgista. Los depósitos se agrupan en un área sureña, que incluye el oriente de Michoacán, el oeste de Guerrero y el Estado de México, y en una zona norteña, que comprende el oeste de Jalisco, Colima y Nayarit. En la región más al sur, la calcopirita es el mineral de cobre más abundante, la cual aparece en todos los depósitos de Guerrero y del sudoeste de Michoacán, donde el cobre es un metal importante. En estas minas, la malaquita, que frecuentemente es producto de la intemperización de la calcopirita, también aparece con frecuencia. Algunos de estos depósitos contienen calcocita, la cual, al igual que la calcopirita, es un sulfuro de cobre, y varios contienen los óxidos de cobre, la malaquita y la azurita.

La mena de cobre de Churumuco y La Verde, dos minas michoacanas en el área sureña (La Verde aparece en la figura 2.4), ha sido analizada por Grinberg (1989) usando métodos de absorción atómica. Sus resultados proporcionan concentraciones de elementos para las menas, pero no identifican los minerales. Las muestras no fueron analizadas

por el azufre, por lo que la identificación de la mena es más difícil, sin embargo, los datos permiten inferir con cierto nivel de certeza los minerales de la mena. Las muestras de La Verde contienen altos niveles de hierro y cobre, mientras que otros elementos están presentes sólo en concentraciones mínimas, lo que sugiere que el mineral metalífero es probablemente calcopirita o bornita. En contraste, casi todas las muestras de Churumuco, a excepción de una, carecen de hierro o lo presentan en cantidades mínimas; en ese caso es probable que la mena sea malaquita o calcocita.

La principal mena en la que aparece el arsénico dentro de la zona sur es la arsenopirita (véase cuadro 2.1). En la mayoría de los casos donde aparece esta mena, se encuentra asociada con calcopirita. También en esta zona hay depósitos de tetrahedrita, una mena de sulfuro de cobre que contiene antimonio, pero que también puede contener arsénico (véase cuadro 2.2). En las tetrahedritas, el arsénico siempre aparece en concentraciones menores a las del antimonio. La tetrahedrita forma una serie de soluciones sólidas con la tenantita, que contiene arsénico en concentración mayor a la del antimonio, pero que no es frecuente en estos contextos geológicos. La figura 2.5 muestra que la arsenopirita existe en 13 minas o sitios en esta zona y la tetrahedrita, en cuatro. En Sierra Tlatlaya, Estado de México, se reporta un depósito de arsénico (número 45 en el mapa). No se reportó tenantita ni enargita.

La mena de plata más común en el área sur es la sulfosal de plata-arsénico-antimonio, llamada proustita. Los datos derivados del *Mapa metalogénico de México* muestran que la proustita probablemente está presente en siete minas y el sulfuro de plata o argentita en seis de estas siete. La figura 2.5, basada en los datos de reconocimiento, muestra que las sulfosales (proustita, polibasita y pirargirita) aparecen en siete depósitos, la plata nativa en seis minas y la argentita en nueve.

Todas las fuentes indican que el estaño es escaso en esta región. En el *Mapa metalogénico* hay un depósito, mientras que los datos mineralógicos de la figura 2.5 indican dos depósitos en el Estado de México.

Los minerales metalíferos más comunes en la región norteña son los mismos que se encuentran en el sur. Los datos del *Mapa metalogénico* (véase cuadro 2.1) indican que la mena del cobre más usual es la calcopirita, que aparece en diez de las once minas del mapa. Los datos del reconocimiento en la figura 2.5 también demuestran que la calcopirita es común, la calcocita ocurre con menos frecuencia y el cobre nativo aparece una sola vez. Por lo que respecta a las menas que contienen arsénico, se infiere la presencia de

arsenopirita en cada una de las diez minas donde se muestra calcopirita y la tetrahedrita en siete de ellas. Los depósitos ilustrados en la figura 2.5 indican que el arsénico aparece como arsenopirita en dos sitios, y probablemente está presente como tenantita en uno de ellos. La plata se identifica como argentita en nueve depósitos y se acompaña por proustita en siete de esas nueve minas. La proustita también está presente sola en una ocasión. La figura 2.5 indica que la argentita es el mineral metalífero de plata más abundante. La plata nativa o metálica se encuentra solamente en una ocasión. La mena de estaño que se reporta es la casiterita, pero sólo se indica en dos depósitos.

Cuadro 2.2. Elementos en el metal de artefactos usados para identificar tipos de mena

Mena	Composición mineral	Mena contiene	Mena no contiene	Mena puede contener
Cobre nativo		Cu	As*, In, Ni, Sb	Ag
Calcopirita	$CuFeS_2$	Cu, Fe	As, In, Sb	Ag, Bi, Ni, Sn**
Tetrahedrita	$(Cu, Ag)_{10}(Fe, Zn)_2Sb_4S_{13}$	As, Cu, Sb	In, Ni	Ag, Bi
Tenantita	$(Cu, Ag)_{10}(Fe, Zn)_2As_4S_{13}$			
Enargita	Cu_3AsS_4	As, Cu	In, Ni	Ag, (Sb,Zn)***
Arsenopirita	$FeAsS$	As, Fe	In, Ni, Sb	Ag
Casiterita	SnO_2	In, Sn	Ni	As, Bi, Pb, Sb
Fibergita (tetrahedrita alta en plata)	$(Cu, Ag)_{10}(Fe, Zn)_2(Sb, As)_4S_{13}$	Ag, As, Cu	In, Ni	Bi, Sb

* El arsénico ha sido excluido como elemento diagnóstico del cobre nativo. El cobre nativo a veces contiene arsénico, pero los artefactos de este conjunto que el análisis metalográfico reveló que estaban hechos de cobre nativo, pero no mostraron arsénico al analizarse químicamente.

** Cuando el estaño está presente en niveles menores (m) en los análisis cuantitativos, he identificado el tipo de mena como calcopirita. Esto corresponde a menos de aproximadamente 0.45% por peso en los análisis cuantitativos.

*** La enargita usualmente contiene antimonio y zinc.

Para la metalurgia del occidente, las aleaciones de cobre-estaño se volvieron esenciales a pesar del hecho de que la casiterita es escasa en la zona metalurgista. Casi todos los depósitos de casiterita aparecen en la provincia estañífera de Zacatecas, a excepción de algunos ejemplos aislados a lo largo de la frontera norte entre Michoacán y Jalisco y en el Estado de México. La casiterita aparece en depósitos de veta, los cuales, en algunos casos, dan lugar a placeres aluviales. Los depósitos de mena en vetas son tan pequeños que los mineros contemporáneos recogen el material con herramientas manuales. Los propios depósitos aluviales contienen poco estaño, debido a que la cantidad de casiterita en la fuente es bastante limitada. Igualmente, el contenido de estaño de la mena es muy reducido, por lo que la cantidad de este metal obtenida durante el proceso de fundición es muy baja (Foshag y Fries 1942). Los depósitos de estaño en México son tan pequeños y están tan dispersos que la mayor parte de la minería en el presente y el pasado recientes ha sido llevada a cabo por gambusinos, o sea mineros que trabajan individualmente o en grupos pequeños que recogen la mena para venderla a las fundiciones.

Una razón por la que las operaciones de fundición obtienen tan poco estaño es que las casiteritas mexicanas se presentan en asociación íntima con la especularita, un mineral de óxido de hierro. De hecho, ésta generalmente, más abundante que la casiterita. Los dos minerales están íntimamente entrelazados y, en algunos casos, la especularita reemplaza a la casiterita. Su asociación es tan íntima que no pueden separarse completamente incluso con mallas finas, por lo que las operaciones de fundición sólo permiten recoger pequeñas cantidades de estaño. En algunos tan sólo 12% del estaño del total que contiene la mena se recupera como metal (Foshag y Fries 1942).

Una característica potencialmente útil de la casiterita, es que contiene el elemento indio en cantidades identificables. En las casiteritas mexicanas, el indio está presente en concentraciones especialmente altas, lo cual facilita la detección cuando se analiza la mena o el metal fundido de ésta. Esto puede ofrecer la oportunidad de caracterizar los depósitos de casiterita por sus proporciones de estaño e indio.

Ahora bien, las observaciones acerca de la abundancia relativa de ciertos minerales metalíferos en la zona metalurgista han sido corroboradas por geólogos familiarizados con la región y en tratados publicados sobre la geología mexicana. Por lo general, el cobre aparece como sulfuro y la calcopirita es la mena de cobre que sirve como fuente para la mayoría del cobre metálico producido en el país. Entre las principales menas de plata están la argentita,

la plata nativa, la proustita y otros sulfuros de plata, como la piragirita, la estefanita y la polibasita (González 1956). En México, el arsénico normalmente está presente como arsenopirita (González 1956).⁴ La enargita no es característica de estos ambientes geológicos.⁵ Finalmente, la casiterita es el único mineral metalífero conocido del estaño.

En resumen, todos los metales nativos y minerales metalíferos que con mayor probabilidad fueron ocupados por los antiguos metalurgistas, con excepción de la casiterita, se encuentran en la zona metalurgista del occidente de México. La más frecuente mena de cobre es la calcopirita, un sulfuro, aunque el cobre también aparece como metal nativo, como óxidos de cobre (especialmente malaquita) y como otras menas de sulfuro (incluida la calcocita). La principal forma en que se presenta el arsénico es como el sulfuro complejo de hierro arsenical, la arsenopirita. Esta última muy frecuentemente se encuentra asociada con la calcopirita en la zona metalurgista; esta asociación es muy importante para determinar cómo se hicieron las aleaciones de cobre-arsénico. El arsénico también puede aparecer en menas de sulfarsenuro de cobre, como la tenantita-tetrahedrita. La tenantita es escasa en el occidente de México, pero las tetrahedritas sí aparecen. La tetrahedrita siempre contiene altas concentraciones de antimonio, niveles que pocas veces he detectado en el metal de artefactos, lo que resulta poco probable que se haya usado este mineral metalífero fuera de uso común. Por otra parte, al transformarse la serie de tetrahedrita en tenantita, la concentración de arsénico aumenta el sustituir al antimonio por arsénico. Así, debemos dejar abierta la posibilidad de que algún metal rico en arsénico (como bronces de cobre-arsénico) pudo haber derivado de mena de tetrahedrita de composición similar a la tenantita. La plata aparece más frecuentemente como el sulfuro proustita en la región sureña y como sulfuro argentita hacia el norte, aunque la proustita también se encuentra ahí. La plata nativa y las sulfosales de plata, incluyendo la polibasita y otras, también surgen pero con menor frecuencia.

Tipos de mena utilizados en la metalurgia del occidente de México

¿Cuáles de estos metales nativos y minerales metalíferos ocuparon los metalurgistas antiguos del occidente de México y cómo los procesaron? Hasta ahora la indicación más clara proviene de análisis cualitativos y cuantitativos de la composición de los artefactos de

metal. Estos datos no dan evidencia directa de las menas a partir de las cuales fueron fundidas, pero sí identifican los metales y aleaciones que se emplearon. Con base en esa información, específicamente en la presencia y concentración de elementos diagnósticos en el metal de los artefactos, así como el conocimiento de la presencia, abundancia relativa y asociaciones de varios minerales metalíferos en la zona metalurgista, se pueden hacer inferencias sobre las materias primas que probablemente se usaron. También es posible reconstruir las tecnologías de fundición en forma hipotética.

Para identificar los minerales metalíferos específicos se utilizaron datos analíticos cualitativos químicos de 374 artefactos del MRG y análisis cuantitativos de 263 de ellos.⁶ Los métodos y criterios del muestreo se delinear en el apéndice 1. Como ahí se señala, los objetos se seleccionaron entre los siete tipos de artefacto más comunes en el MRG: cascabeles, hachas-monedas, argollas, pinzas, agujas y punzones.

Agrupé los datos analíticos cualitativos sobre estos objetos, buscando conjuntos de elementos que normalmente caracterizaran a los metales y minerales nativos que fueran la materia prima más probable en producir los objetos. Los elementos usados para caracterizar o representar cada uno de estos metales nativos y minerales fueron identificados por el doctor Ulrich Petersen y se enlistan en el cuadro 2.2 (véase pág. 66).

Con base en estos análisis, identifiqué dos grupos composicionales primarios: uno que contiene objetos hechos de cobre, con otros elementos presentes en trazas, y otro que consta de aleaciones de cobre. Pude identificar los metales o minerales nativos que tienen una alta probabilidad de haber servido como materias primas para los objetos en los dos grupos; evaluando estos datos, conjuntamente con la información de los análisis cuantitativos (que indican la concentración de varios elementos), se revelan cuáles artefactos fueron quizá aleaciones intencionales. Los dos grupos composicionales primarios se indican en la figura 2.6, junto con el número de artefactos pertenecientes a cada uno.

Los objetos del Grupo I están hechos de cobre “puro”; pero el cobre se deriva de una gran variedad de fuentes: por una parte, de metal nativo y de óxidos y carbonatos de cobre muy puros y, por otra, de minerales como la calcopirita y algunos óxidos y carbonatos impuros. El Grupo II consta de objetos hechos de aleaciones binarias, como cobre-plata, cobre-arsénico y cobre-estaño; y de aleaciones ternarias como cobre-plata-arsénico, cobre-arsénico-antimonio y cobre-arsénico-estaño.

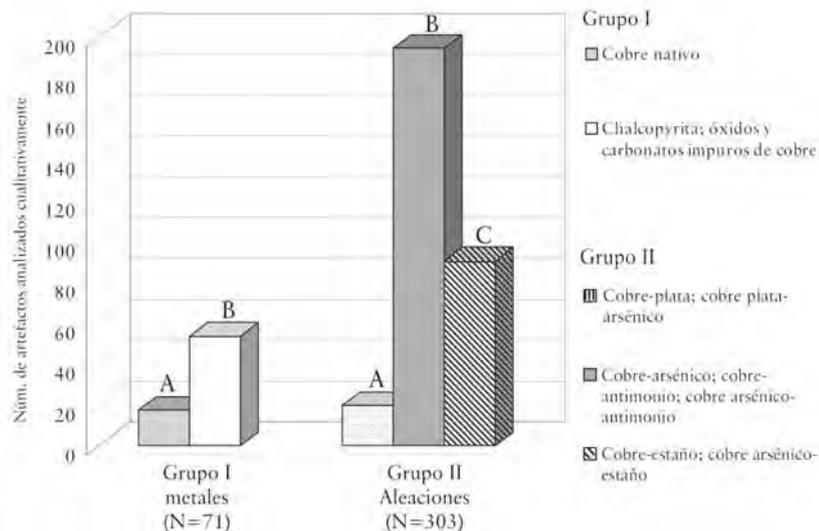


Fig. 2.6. Grupos de composición: artefactos de metal del occidente de México (colección del MRG)

En teoría, cada uno de los distintos subgrupos composicionales puede obtenerse de varias maneras; ¿cuál de esas alternativas fue la más probable, dados los recursos metalíferos disponibles en la zona metalurgista y los datos de las composiciones químicas de los artefactos? Consideremos primeramente los objetos en el Grupo I.

Los objetos de cobre puro pueden hacerse de cobre nativo o de uno de varios minerales de mena de cobre que sabemos fueron comunes en la zona metalurgista: calcopirita o sus productos de intemperización, normalmente óxidos, carbonatos y sulfatos, como malaquita y azurita. El Grupo I contiene 71 objetos de cobre y se divide en dos subgrupos, cada uno de los cuales contiene ejemplos de todos los tipos de artefacto presentes en la colección del MRG. Ninguno de los artefactos del Grupo I contiene arsénico, antimonio o indio. Del mismo modo, todos contienen estaño o plata en trazas. Como indica el cuadro 2.2, las trazas de estaño y plata pueden estar presentes en ciertas menas de cobre.

Así, el Grupo IA incluye objetos fabricados hechos de cobre nativo o de menas de óxido o carbonato, las cuales son relativamente puras. Ninguno de estos 17 artefactos contiene estaño, bismuto o níquel. La microestructura característica del cobre nativo, confirmada en los estudios metalográficos de algunos de estos 17 artefactos, los identifica como hechos de metal nativo. Otros objetos fueron hechos de metal fundido de menas de cobre intemperizadas, consideradas como relativamente puras. Y, como es frecuente en esas menas, están presentes cantidades mínimas de plata, hierro y manganeso (C.S. Smith 1968b; Maddin *et al.* 1980; Rapp 1982).

Probablemente, el metal de algunos de los 54 objetos del Grupo IB fue fundido de calcopirita, mientras que el metal de otros objetos quizá se derivó de óxidos o carbonatos relativamente impuros. Los 54 artefactos contiene ya sea estaño, níquel, bismuto o combinaciones de estos tres elementos en cantidades mínimas. (También cantidades mínimas de plata, hierro y manganeso.) Los tres elementos: estaño, níquel y bismuto, son especialmente característicos de las menas de calcopirita, en las cuales el estaño aparece en solución sólida con el cobre.⁷ Los objetos del Grupo IB que no contienen estaño fueron fundidos de menas de cobre asociadas con menas que contienen níquel y bismuto.

Por otra parte, los objetos del Grupo II están hechos de aleaciones y caen dentro de tres subgrupos principales: IIA (aleaciones de cobre y plata); IIB (aleaciones de cobre con arsénico, antimonio o ambos); y IIC (aleaciones de cobre con estaño o con arsénico y estaño). Los 19 artefactos hechos de aleaciones de cobre y plata, contienen plata en concentraciones que varían de 14 a 99% en peso (para este grupo uso el término “aleación” cuando el elemento en cuestión está presente en concentraciones lo suficientemente altas como para afectar las propiedades mecánicas del metal). Estas aleaciones de cobre-plata pueden obtenerse de varias maneras: una, es fundir directamente un mineral metalífero como la freibergita, que contiene tanto cobre como plata (y comúnmente antimonio o arsénico), la cual podría producir una aleación de cobre con hasta 20% en peso de plata. Esos minerales no son abundantes en la zona metalurgista, y sólo las composiciones de tres objetos indican la freibergita como posible materia prima. (Estos objetos no están presentes en la figura 2.6.) Sin embargo, por lo general, las aleaciones de cobre-plata se producen cuando se funden minerales de cobre para obtener dicho metal; las de plata para obtener plata metálica, y luego se funden ambos para formar la aleación. (En esta sección, el término “aleación de cobre-plata” se refiere a casos en los

que el cobre es el elemento mayoritario, mientras que “aleación de plata-cobre” se refiere a casos en los que la plata está presente en mayor cantidad.) Las aleaciones del Grupo IIA tuvieron que producirse de esa manera. No hay menas que contengan cobre y plata en cantidades lo suficientemente altas para producir el rango de composiciones de aleación presente en estos objetos. El mineral metalífero de cobre para estas aleaciones parece haber sido la calcopirita, puesto que ningún objeto del Grupo IIA contiene arsénico o antimonio, mientras que todos tienen estaño y/o bismuto en concentraciones mínimas. Ahora bien, con tan sólo 19 objetos de cobre y plata, en los análisis químicos no fue posible evaluar las fuentes probables de la plata, sin embargo, pueden estar representadas tres distintas menas de plata. Un grupo de artefactos contiene cantidades mínimas de plomo y de oro, mientras que otro carece de este último elemento. Algunos objetos de aleación de plata-cobre carecen de oro. En el único objeto hecho de plata pura, no hay evidencia de otros elementos a excepción del galio, lo cual puede indicar que se trate de plata nativa.

Las aleaciones de cobre-arsénico (Grupo IIB) pueden producirse fundiendo minerales metalíferos de sulfarsenuro de cobre como la enargita o la tenantita después de haber sido calcinados para quitarles el azufre.⁸ Estos minerales metalíferos contienen cobre y arsénico (y en el caso de la tenantita, antimonio en bajas concentraciones), y el metal extraído de ellos será automáticamente una aleación de cobre y arsénico. Otro método para conseguir la aleación consiste en fundir una mezcla de minerales metalíferos de azufre: minerales de cobre como la calcopirita y otros que contienen arsénico como la arsenopirita, o los productos intemperizados de estos dos minerales co-ocurrentes,⁹ que pueden ser malaquita con arsenato de cobre o chenevixita¹⁰ (Lechtman 1985; Rostoker y Dvorak 1991). En el raro caso donde el metal arsénico nativo se encuentra disponible (como lo indica un registro geológico para un depósito en el Estado de México), éste puede añadirse al cobre fundido o también se pueden añadir, en lugar de arsénico nativo, minerales que contengan arsénico como la enargita, tenantita o arsenopirita para formar la aleación.

Los 194 objetos hechos de aleación de cobre-arsénico contienen arsénico en concentraciones entre 0.02% y 23% en peso. Cuando este metal está presente en concentraciones superiores al 0.5% en peso, afecta las propiedades mecánicas del metal. La cuestión que aquí nos interesa, en relación con los 194 objetos, es si éstos representan la

fundición de menas mezcladas, como calcopirita o arsenopirita, las cuales sabemos que se presentan en asociación muy íntima en los depósitos del occidente de México; o si los objetos son el resultado de fundir una mena de sulfarsenuro de cobre como la enargita o la tenantita; método que pudo haber sido utilizado en la zona andina. Un grupo de objetos contiene arsénico como elemento aleante con el cobre; otro contiene arsénico y antimonio, y un tercer grupo sólo tiene antimonio. La concentración de antimonio siempre es menor a la de arsénico cuando ambos elementos están presentes. Todos los objetos tienen trazas de plata, entre 0.03% y 0.17% en peso. La mayoría también contiene trazas de bismuto, níquel y estaño.

Hay dos formas de explicar el conjunto de elementos que aparecen en estos objetos. La primera es que el metal proveniente de la fundición de una mena mixta de calcopirita y arsenopirita asociada con bismutinita, lo cual explica la presencia de bismuto en el metal. En otras partes del mundo la asociación metalogénica de estos tres minerales metalíferos es muy común. El estaño en concentraciones mínimas puede estar presente en la calcopirita; los minerales de níquel como la pentlandita pueden asociarse con la arsenopirita. La presencia de antimonio puede explicarse con la extracción de un cuerpo de mena que pudo haber contenido arsenopirita en el centro y un mineral de antimonio, como la estibinita, en la superficie.¹¹ Ésta es común en la zona metalurgista.

En contraste, estas aleaciones pudieron haber sido producidas fundiendo menas de sulfarsenuro de cobre como la enargita, la cual es probable que haya aportado arsénico al metal, o una mena de tenantita, que pudo aportar arsénico y antimonio, el primero en concentraciones más altas que el segundo. Sin embargo, los sulfarsenuros de cobre generalmente no contienen níquel ni estaño, y en muchos casos tienen altas concentraciones de plata; en contraste, la mayoría de los objetos estudiados contiene tanto níquel como estaño y su contenido de plata es bajo. Así, las menas de sulfarsenuro por sí mismas no explican la composición elemental típica de los objetos. Además, la enargita y la tenantita son comunes en esta región.

Con base en los datos sobre la composición, hay una alta probabilidad de que el metal de estos objetos del Grupo II haya sido obtenido a través de la fundición de minerales metalíferos mezclados de calcopirita y arsenopirita los cuales pudieron haber estado asociados con minerales que contienen níquel y bismuto.¹² También es posible que las formas intemperizadas de calcopirita y arsenopirita (como la chenevixita y

limonita), o bien la malaquita y un arsenato de cobre, hayan sido las materias primas para estas aleaciones, aunque no se ha informado de la presencia de estos minerales en los estudios mineralógicos de menas en el occidente de México.

Ahora bien, las aleaciones de cobre-estaño (Grupo IIC) pueden derivarse de la fundición directa de minerales metalíferos de cobre que contienen estaño, como la estanita, pero no hay evidencia geológica de la existencia de menas de este metal en el occidente de México. La aleación de cobre-estaño, entonces, pudo haber sido producida en una de dos formas: ya sea fundiendo la casiterita para extraer el estaño metálico y luego añadiendo éste al cobre fundido, o bien fundiendo conjuntamente la casiterita con los minerales metalíferos de cobre. La composición química de los objetos del Grupo IIC indica que el metal para los 90 artefactos hechos de bronce y de cobre-estaño resultó de la aleación intencional de ambos metales. La presencia de indio en todos los artefactos indica, de manera inequívoca, que el estaño de estos objetos se derivó de la casiterita. El indio se detectó sólo en artefactos con contenido de estaño en concentraciones superiores al 1%. Puesto que el indio es un elemento característico de la casiterita, detectado en las aleaciones de cobre-estaño se introdujo a través de la fundición de minerales metalíferos de casiterita. Casi todos los objetos de aleación de bronce de estaño también contienen níquel y bismuto.

Para investigar la posibilidad de caracterizar los depósitos en base a la proporción entre el indio y el estaño, examiné dicha proporción con un estudio de activación de neutrones (con el que se detecta el indio aun cuando sólo está presente en concentraciones muy bajas). Los resultados se presentan en la figura 2.7: el diagrama de la concentración de indio y de estaño muestra que generalmente la primera aumenta de manera proporcional con la segunda, aunque hay excepciones notables a este patrón. El hecho de que estos dos elementos se asocien, por lo general, de manera lineal, sugiere que las proporciones de indio y de estaño pueden variar de un depósito metalífero a otro, y que los objetos se hicieron usando distintas fuentes de casiterita.

Dentro del Grupo IIC, 66 de los 90 objetos contienen arsénico y están hechos de aleaciones de cobre, arsénico y estaño. Todos contienen estaño en concentraciones superiores al 1%, y el arsénico está presente de manera consistente en cantidades inferiores al estaño, algunas veces solamente en trozos. También el antimonio aparece en todos estos objetos en trazas. Las aleaciones de cobre-arsénico-estaño pueden resultar de cualquiera de las

permutaciones mencionadas para la producción de aleaciones de cobre-arsénico y cobre-estaño. El metal de cobre para estas aleaciones se fundió de una mena de cobre que, probablemente, se encontraba en asociación con minerales metalíferos como la arsenopirita y, tal vez, bismutinita y pentlandita, las cuales sirvieron para introducir las cantidades mínimas de arsénico, bismuto y níquel encontradas en los análisis. Incluso, en algunos casos, el arsénico aparece en concentraciones demasiado altas como para ser consideradas “trazas”; algunos objetos contienen entre 1% y 3% en peso de arsénico. Es muy probable que las aleaciones de cobre-estaño en el Grupo IIC se hayan hecho fundiendo conjuntamente estaño, extraído de casiterita, y cobre, extraído de menas de calcopirita y arsenopirita mezcladas.

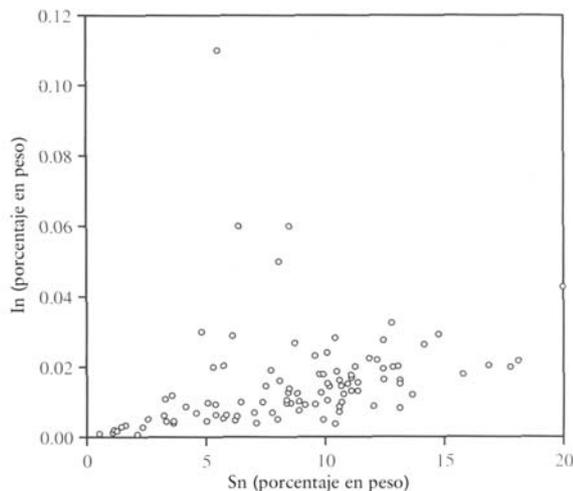


Fig. 2.7. Proporción entre indio y estaño en los artefactos del MRG

Resumen. Ahora podemos identificar los materiales que probablemente sirvieron como fuente para el metal de los artefactos con base en esos datos químicos analíticos y la información sobre la presencia, abundancia y asociaciones de minerales metalíferos en la zona metalurgista. El cobre puro se derivó principalmente de la fundición de calcopirita (un sulfuro) o de óxidos impuros de cobre. Con menos frecuencia, los metalurgistas emplearon el cobre nativo o menas muy puras de óxido de cobre. Hicieron aleaciones de cobre-arsénico, ya fuera de calcopirita asociada con arsenopirita, o bien, fundiendo conjuntamente arsenopirita con una mena no sulfurada de cobre. Estas aleaciones de cobre-arsénico bajas en arsénico también pudieron haberse fundido directamente de una mena de cobre con contenido de arsénico, como la enargita o la tenantita, pero tanto la eviden-

cia geológica sobre la abundancia relativa de menas como la composición química de los artefactos indican de manera más directa el uso de la calcopirita con la arsenopirita. Las aleaciones de cobre-estaño se hicieron aleando deliberadamente el cobre fundido de la calcopirita con el estaño fundido de la casiterita. Las aleaciones de cobre-plata o de plata-cobre representan la aleación intencional de los metales por separado.

Dada la información geológica antes mencionada, que junto con estudios de la composición química de los artefactos, nos da una clara idea de los metales nativos y minerales metalíferos utilizados por los metalurgistas del occidente de México. Los documentos del siglo XVI constituyen otra importante fuente de información sobre la localización y explotación de ciertas minas. Haré referencia a las principales fuentes publicadas, pero existen manuscritos inéditos en archivos históricos que ofrecen otro cuerpo de datos muy útil, aunque poco estudiado.

Evidencia documental para la minería antigua

El *Lienzo de Jucutacato*, que ilustra la migración del pueblo tarasco hacia lo que ahora es el estado de Michoacán, es un documento clave sobre la explotación de la región rica en minerales del este de Michoacán y el oeste de Guerrero. De acuerdo con una interpretación (Jiménez Moreno 1948), el *Lienzo* representa la migración de un gremio de orfebres de la costa del Golfo a una región cercana a Uruapan, Michoacán (figura 2.8). Jiménez Moreno sostiene que el *Lienzo* ilustra subsecuentes expediciones de migrantes: una hacia Pátzcuaro, para establecer un gremio de orfebres, y otra a La Huacana, Churumuco, Arcelia y Coalcomán para buscar minas (figura 2.8). Cuatro de estas áreas son ricas en minerales metálicos y dos (La Huacana/Inguarán y Coalcomán) aparecen en el *Mapa metalogénico* como importantes minas de cobre.

Así, la expedición que se dirigió hacia La Huacana, comunidad localizada en la región de la mina de Inguarán, siguió hasta un lugar identificado en el *Lienzo* como Tepulan. Inguarán es una de las más grandes minas de México, y Barrett (1981) sostiene que Tepulan es su antiguo nombre. El *Lienzo* sigue la migración hasta Churumuco, en la misma área donde hoy en día se explota una gran mina que contiene calcopirita. Barrett (1981) cita evidencia documental de que en la época prehispánica se extraía cobre de



Fig. 2.8. Centros de población y minas mencionados en los documentos españoles y nativos del siglo XVI

Churumuco y Guaraxo (Inguarán), ambos sujetos al pueblo de Sinagua, así como en Cocían, localizado en el noreste.

Por su parte, las *Relaciones geográficas* proporcionan evidencia complementaria; pues éstas se basan en las respuestas dadas por funcionarios locales a un cuestionario con 50 puntos elaborado en 1577 por la corona española. Las preguntas tratan sobre geografía política, medio ambiente y terreno, límites de pueblos, idiomas, gobierno nativo, recursos minerales y vida económica. Así, las *Relaciones* reportan el tributo pagado por muchas comunidades en esta región, en lingotes de oro, plata y cobre (Hosler 1986; Pollard 1987), pero de mayor interés para esta discusión son los registros que permiten inferir las tecnologías de fundición y los tipos de menas disponibles. La *Relación de Sinagua*, por ejemplo, sugiere que en las menas explotadas en esa región pudo haberse producido bronce de cobre-arsénico al fundirse. La misma fuente menciona que había una mina de la que se extraía cobre y que servía para hacer herramientas “como el hierro, con que ellos trabajan y labran sus sementeras” (Acuña 1987: 254). Los datos de los análisis de artefactos y de los reportes que describen la mineralogía de las menas sugieren que el “cobre” es una aleación de bronce de cobre-arsénico, fundido de menas mezcladas de arsenopirita y calcopirita, o de los productos de su intemperización. Los datos presentados aquí y que describen la mineralogía de las menas de las dos minas, Churumuco e Inguarán, indican que la calcopirita y la arsenopirita se encontraban en ambas.

J. Benedict Warren (1968) publicó el *Legajo 1204*, un manuscrito del siglo XVI que trata sobre las minas de cobre de Michoacán. Este documento describe una visita de Vasco de Quiroga a Michoacán en 1533, cuyo propósito fue investigar la existencia, localización y extensión de los depósitos de cobre de la región. Este manuscrito verifica que algunas de las minas mostradas en los mapas de las figuras 2.4 y 2.5 (Inguarán, Churumuco, Huetamo, Bastan) se explotaban antes de la invasión española. El *Legajo* también menciona otras minas (Tancítaro y Coyuca) que no aparecen en los mapas, pero que supuestamente fueron fuentes de metal de cobre. Las *Relaciones geográficas*, además, indican que había minas, tanto de plata como de cobre, en las áreas de Sinagua y de Guayameo, en Tacámbaro y en Turicato (cerca de La Huacana), así como minas de cobre en La Huacana. Las *Relaciones* también señalan que los metales de cobre y de plata fueron elementos de tributo en Michoacán: 13 de los pueblos enlistados pagaban tributo en cobre y 12 en plata (Hosler 1986; Pollard 1987).

Una de las noticias más intrigantes, ofrecidas por el *Legajo* publicado por Warren, es que la mena obtenida de algunas de estas minas era extremadamente difícil de fundir (lo cual sugiere que los metalurgistas trabajaban con sulfuros de cobre como bornita o calcopirita), mientras que el metal de otras minas era más blando (lo cual puede ser debido a que el mineral metalífero consistiera en óxido de cobre). Del cobre de Sinagua, por ejemplo, se dijo que “porque es muy recio de coger y después tardan en soplar y fundirlo cada uno dos o tres días” (Warren 1989: 50);¹³ en contraste, “[en] la mina del dicho pueblo de Cocían es blanda la tierra... y habiendo allí gente... se sacaría mucha cantidad” (Warren 1989: 46). La fundición repetida reportada para Sinagua podría sugerir que, después de romper la mena en pedazos, el primer paso en el procesamiento fue calcinarla para quitarle el azufre antes de poder fundirla para extraer el cobre.

Regresando al *Lienzo de Jucutacato*, Jiménez Moreno (1948) sostiene que otra migración siguió hacia el oriente de la región de Arcelia, Guerrero, en la frontera con el Estado de México. Arcelia está a unos 30 km al sur de un depósito en la Sierra de Tlatlaya, donde se ha reportado arsenopirita, plata, y casiterita. Las *Relaciones* de Sultepec, el pueblo tributario más cercano a Tlatlaya, afirman que había muchas minas de estaño en esa región (Paso y Troncoso 1905-1906, vol. 7:13). La expedición hacia esa zona en busca de minas quizá haya explotado arsénico, arsenopirita, estaño y plata. Es probable que haya sido una fuente clave para estas materias primas.

Asimismo, el mapa geológico de la UNAM, que ilustra la distribución de estaño, localiza un depósito cerca de Taxco, Guerrero, cuya existencia podría corroborar la afirmación de Hernán Cortés de que después de la invasión española de Tenochtitlan envió a sus soldados a Taxco para buscar estaño con el fin de hacer cañones de bronce (Caley y Easby 1964). No se extrae casiterita en la mina moderna de Taxco, pero la mena de estaño pudo haberse obtenido cerca de ese lugar.

También en Guerrero, las relaciones mencionan minas de cobre en la provincia de Tepecoacuilco y Tetela del Río. En la *Relación de Tetela*, por ejemplo, se lee: “dijeron que tenían dos mynas de cobre... y questas mynas las labrauan en tiempo antiguo y agora no las labran”(sic) (Paso y Troncoso 1905-1906 vol. 6: 136). También se reportan minas de plata en Taxco, Zumpango e Iguala (figura 2.8).

Los habitantes locales mostraron a los españoles una mina de plata en Temascaltepec (figura 2.8) (Paso y Troncoso 1905-6, vol. 7: 26). En un informe posterior, los españoles

relatan que la mina había sido previamente trabajada por los indios que vivían en la región.¹⁴

Asimismo la información acerca del conjunto de depósitos más al norte (figura 2.8) describe vetas de cobre y de plata en el área de Ayutla, en el centro de Jalisco.¹⁵ Sin embargo, según las fuentes, tales minas no se trabajaban porque eran demasiado “cobrizas”. La *Relación de Tenamaxtlán* reporta el mismo problema; Tenamaxtlán estaba localizado inmediatamente al norte de Ayutla. Es posible que estas menas hayan contenido tetrahedrita o freibergita con una alta concentración de plata. La *Relación de Cuzalapa* menciona que había minas de cobre a unos cinco kilómetros del pueblo.

También se llevó a cabo la minería en la región sudoeste de Jalisco, cerca de los pueblos modernos de Tamazula y Tuxpan. Carl Sauer (1948) sostiene que ciertos documentos del siglo XVI señalan a Tamazula como la región de donde los tarascos obtenían plata, indicando además que Hernán Cortés había reclamado esa área y la de Amula y Tuxcacuesco precisamente por sus depósitos de plata. Pero Tamazula no puede haber sido la única región de donde los tarascos obtuvieron la plata, ya que se han reportado minas de ese metal en el noroeste de Michoacán y en el área de La Huacana, que evidentemente estaban bajo control de los tarascos en esa época. El objetivo de una de las expediciones reportadas en el *Lienzo de Jucutacato* era encontrar minas en la región de Coalcomán, que se encuentra en la misma zona. Por su parte, Schöndube (1974) sostiene, que a partir de las *Relaciones* y otros documentos del siglo XVI, que Tamazula tenía minas de plata, cobre y oro, y que placas o *tejuelos* (lingotes) de oro y de plata. Las *Relaciones* también reportan minas de plata en Zapotlán.

Este breve resumen indica que algunos de los depósitos de cobre y de plata en el área de Huetamo-La Huacana que aparecen en el *Mapa metalogénico* y en los datos incluidos en la figura 2.5, fueron explotados antes de o durante la invasión. Algunas de las menas pudieron haber sido asociaciones de calcopirita-arsenopirita o productos de su intemperización; otras podrían haber sido óxidos de cobre. Los datos de Sinagua indican que los metalurgistas pudieron haber estado produciendo aleaciones de cobre-arsénico. En esa región la calcopirita se asocia con la arsenopirita. Nuestros datos también señalan que los depósitos de estaño en la zona sur del Estado de México y el norte de Guerrero fueron las fuentes de este metal más probables para el área. Esa zona también pudo haber sido una fuente de arsenopirita al igual que de plata. Aparentemente, la

plata también fue extraída en Temascaltepec. Hacia el noroeste, en la región sudoccidental del estado de Jalisco, también se explotaron los depósitos de cobre y de plata que aparecen en el mapa de las figuras 2.4 y 2.5.

Así, he establecido los metales y aleaciones que definieron la metalurgia del antiguo occidente de México, así como los metales nativos y menas más probables, al igual que los regímenes de procesamiento empleados. Se sabe que la metalurgia estuvo basada en el cobre, aunque objetos de plata y de oro también constituyeron una faceta importante de la tecnología (véase el capítulo 6 para un análisis más detallado de este tema). Los metalurgistas trabajaron con las dos aleaciones de bronce (cobre-arsénico y cobre-estaño), con otra de cobre-arsénico-estaño y con aleaciones de cobre y plata. Los objetos de cobre se hicieron de cobre nativo, así como de metal fundido de menas de óxido de cobre, como la malaquita y menas de sulfuro de cobre, frecuentemente la calcopirita. Por lo general las aleaciones de cobre-arsénico se hicieron fundiendo arsenopirita con calcopirita o los productos de su intemperización. Estos dos minerales metalíferos son las principales menas que contienen arsénico y cobre en el occidente de México; ocurren en íntima asociación en algunas minas, y la composición química de los artefactos sugiere fuertemente que éstos fueron las materias primas para esa aleación. El metal de bronce de cobre-estaño se elaboró añadiendo estaño al cobre, o bien fundiendo conjuntamente la casiterita con calcopirita o los productos de su intemperización. No sólo es escasa la casiterita en esta región, sino que la proporción de indio y estaño en el metal de los artefactos sugiere que se explotó más de una fuente. Lo anterior indica que los pueblos del occidente de México importaron, por lo menos, una fracción de la casiterita de zonas al noreste de la zona metalurgista.

En los siguientes capítulos se discute la evidencia arqueológica y de laboratorio sobre cómo, cuándo y con qué fines sociales los metalurgistas decidieron utilizar estos metales y aleaciones, así como los orígenes en Centro y Sudamérica de algunas facetas de esta metalurgia. Empiezo tratando el periodo más temprano de esta tecnología.

Notas

1. Los artefactos encontrados que definitivamente reflejan el procesamiento del material incluyen cuatro pequeños lingotes de la ocupación del Posclásico en Lamanai, Belice (véase el capítulo 7), varias piezas de material fundido (Grinberg *et al.* 1986; Hosler y Stresser-Péan 1992) y un lingote (Hosler y Stresser-Péan 1992) del sitio huasteco de Vista Hermosa y cuatro pequeñas piezas de escoria de Amapa, Nayarit (Meighan 1976) y de varios otros sitios.
2. Quisiera enfatizar que, incluso si tal información sobre las menas y escorias estuviera disponible, no permitiría relacionar los artefactos con las fuentes de la misma manera que es posible con otros materiales, como la obsidiana. Durante décadas, los investigadores que trabajan con las metalurgias del Viejo Mundo han intentado hacer esto sin mucho éxito.
3. El oro es el único metal que no se considera aquí, aunque fue usado por los artesanos de la época prehispánica; no se contó con objetos de oro para su estudio.
4. Amador Osoria, comunicación personal, 1985.
5. Ulrich Petersen, comunicación personal, 1985.
6. Se excluyeron los análisis cuantitativos de algunos objetos de metal en la colección del MRG que se dice son de Oaxaca.
7. Ulrich Petersen, comunicación personal, 1986.
8. No existe una terminología aceptada por la comunidad científica que describa las aleaciones binarias de cobre y arsénico. Los metalurgistas se refieren a todas esas aleaciones como cobre arsenical, sin importar la cantidad de arsénico aleada con el cobre. Lechtman (1981) introdujo el término «bronce arsenical» para referirse a las aleaciones de cobre-arsénico cuyas propiedades mecánicas se asemejan a las del bronce de cobre-estaño. A lo largo de este libro me apego a una terminología que relaciona la concentración de arsénico de una aleación de cobre-arsénico con las propiedades mecánicas de la aleación, en el sentido más general: cobre arsenical (< 0.1% As); aleación de cobre-arsénico con una baja concentración de arsénico (0.1-0.5% As); bronce arsenical (0.5-10% As). Las aleaciones con más de 10% de arsénico son consideradas bronce arsenical, pero rápidamente se hacen demasiado quebradizas para trabajarse en frío. Tales aleaciones se usaron en el occidente de México para vaciar objetos como cascabeles. Estas aleaciones y los objetos hechos con ellas tienen un intenso color plateado.

Los cobres arsenicales son cobres impuros cuyas propiedades eléctricas se afectan notablemente por la presencia del arsénico, pero sus propiedades mecánicas son similares a las del cobre. Las propiedades mecánicas de las aleaciones de cobre-arsénico, como la dureza y la maleabilidad, comienzan a cambiar de manera apreciable al alcanzarse concentraciones de arsénico de aproximadamente 0.5% en peso. A estos niveles de arsénico, relativamente bajos, aumenta la resiliencia total de la aleación, con incrementos en dureza cercanos a 20% cuando la aleación se trabaja en frío (Heather Lechtman, comunicación personal, 1991). Para concentraciones de arsénico de alrededor de 0.5% en peso o mayores, las aleaciones de cobre-arsénico pueden considerarse bronce. Sus propiedades mecánicas mejoradas al trabajarse están siendo estudiadas sistemáticamente (Heather Lechtman, comunicación personal, 1991; Northover 1989; Budd y Ottaway 1991).
9. Estas posibles alternativas se están explorando a través de la investigación experimental de los métodos prehistóricos de producir aleaciones de cobre-arsénico por Heather Lechtman en el MIT.
10. Heather Lechtman, comunicación personal, 1990.

11. Ulrich Petersen, comunicación personal, 1986.
12. Debido a la ocasional presencia de tenantita (rica en arsénico) y a que las tetrahedritas se asocian con la calcopirita en el occidente de México, es concebible que estos minerales metalíferos, mezclados y asociados, se hayan fundido directamente. Esto explicaría la presencia del estaño y del níquel en el metal.
13. Warren (1989) es una publicación revisada de Warren (1968).
14. Archivos de Industrial Minera México, S.A., San Luis Potosí, México.
15. Nancy Troike, manuscrito archivado en el Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México.

**El Periodo 1 de la metalurgia
del occidente de México:
600-1200/1300 d.C.**



3

Durante cerca de 900 años, floreció la tecnología metalúrgica que se desarrolló en el occidente mexicano. A lo largo de este periodo, los metalurgistas de esta zona incorporaron elementos introducidos de las metalurgias de Centro y Sudamérica y las desarrollaron aún más, inventando formas para manejar el material completamente nuevas. Resulta difícil de reconstruir el momento de estos eventos técnicos, así como las circunstancias históricas que los impulsaron. La arqueología de nuestra región no es tan bien conocida como la de otras áreas de Mesoamérica, por lo que son pocos los conjuntos de objetos de metal analizados y fechados. Sin embargo, me fue posible ordenar cronológicamente los componentes principales de la tecnología evaluando los resultados de estudios de laboratorio practicados sobre artefactos del MRG (apéndice 2)¹ a la luz de información acerca de los objetos de metal para los que tenemos fechas.

Del análisis surgieron dos periodos tecnológicos: el primero abarca del año 600 a 1200/1300 d.C., cuando principalmente se usó cobre. Durante este tiempo, se elaboró una variedad de objetos con vaciado a la cera perdida y trabajo en frío, seguido por el recocido. La constelación de artefactos metálicos deja en claro que estos artesanos estaban interesados en la expresión visual y auditiva de sus concepciones sobre lo sagrado y que reforzaban el estatus de la elite. Dejaron a un lado, en gran medida, las múltiples aplicaciones funcionales del metal. La propiedad del metal que más les interesó y que cobró mayor relevancia dentro de sus experimentos técnicos fue su capacidad de producir sonidos, un interés que se manifestó en miles de cascabeles de diferentes tamaños,

formas y tonos. Durante este periodo, los artesanos también hicieron herramientas de metal, pero en números muy reducidos.

En el Periodo 2, que se inicia alrededor de 1200 o 1300, los metalurgistas de nuestra región se enfocaron en el desarrollo de otra propiedad del metal: el color. Su enfoque en el color metálico es claramente evidente en el rango de aleaciones de cobre que utilizaron (cobre-estaño, cobre-arsénico, cobre-arsénico-estaño, cobre-plata)³ para cascabeles, para grandes pinzas ornamentales y para otros objetos rituales y suntuarios. En la mayoría de los casos, el elemento de la aleación, estaño, arsénico o plata, estaba presente en concentraciones lo suficientemente altas para transformar el color del metal del artefacto en varios tonos de dorado o plateado. También ocuparon aleaciones de bronce (cobre-estaño y cobre-arsénico) para hacer herramientas, incorporando el elemento de aleación en concentraciones bajas. Al repertorio técnico existente se agregó el forjado en caliente, un método de fabricación requerido para evitar lo quebradizo cuando se trabajan objetos hechos de aleaciones de cobre-estaño. La mayoría de los objetos fabricados de estas aleaciones son variaciones de objetos hechos de cobre durante el Periodo 1. Sin embargo, en el Periodo 2, las propiedades superiores de las aleaciones permitieron a los artesanos explorar nuevas posibilidades de diseño: fundieron cascabeles más grandes e intrincados, elaboraron hachas más delgadas y duras, pinzas más grandes, anchas y de hoja delgada con espirales simétricas apretadas que salen de cada lado de ambas hojas. En otras palabras, emplearon estas aleaciones para desarrollar alternativas a los objetos que ya existían y que les eran familiares, más que para diseñar usos para el metal fuera de la experiencia cultural del Nuevo Mundo, por ejemplo, para armaduras de metal. Los artesanos del Periodo 2 también aumentaron el rango de minerales metálicos y tecnologías extractivas y de fundición, mientras expandían su repertorio de diseños y de técnicas de fabricación.

La cronología tecnológica

En cuanto al método usado para ordenar cronológicamente los distintos componentes de esta metalurgia, hay que señalar que es único de este estudio. Depende en gran medida de principios de la ingeniería, así como de medidas físicas comúnmente utiliza-

das en el campo de la ciencia e ingeniería de materiales. Dividí la metalurgia del occidente mexicano en dos periodos cronológicos, con base en una notable relación sistemática aparente entre la composición química de los artefactos del MRG y su diseño formal (o sea, tipos o clases funcionales). Por “diseño formal” quiero decir los arreglos y dimensiones específicas de los elementos estructurales de un objeto, por ejemplo, grado de curvatura, altura, longitud, ancho, espesor y volumen interno. Cada una de las principales clases de artefacto en el *corpus* del MRG (cascabeles, agujas, pinzas, argollas, hachas y otros) contuvo algunos especímenes hechos de cobre y otros, con diferentes atributos de diseño, hechos de las aleaciones de bronce: cobre-estaño, cobre-arsénico y cobre-arsénico-estaño. Por ejemplo, la mayoría de los cascabeles de bronce difieren sistemáticamente de los de cobre en cuanto a parámetros clave como espesor y longitud. Sin embargo, los ornamentos de lámina de metal son las excepciones a este patrón, pero éstos están hechos casi exclusivamente de oro y de aleaciones de oro, de plata y de aleaciones de plata y cobre.

En este sentido, la ingeniería de materiales explica estos patrones en términos de las muy diferentes propiedades físicas y mecánicas del cobre y del bronce. Estas diferencias en las propiedades influyen de manera decisiva sobre las posibilidades de diseño formal, también sobre las capacidades funcionales de los objetos de cobre y de bronce. Por ejemplo, una pinza de cobre de determinada longitud, ancho y espesor puede fallar en el uso, mientras que una de bronce, con exactamente las mismas dimensiones, puede ser totalmente funcional. Así, el método de fabricación también es crucial, porque afecta directamente las propiedades y comportamiento mecánico inherentes a un determinado metal o aleación. Es posible que se requiera de métodos determinados de fabricación para lograr y asegurar el éxito funcional de cierto diseño formal. Tal interdependencia entre diseño formal, composición de materiales y técnica de manufactura puede verificarse experimentalmente.

Al evaluar los diseños formales de cada tipo de artefacto por datos dimensionales y de propiedades mecánicas, las asociaciones sistemáticas entre atributos del diseño formal, elección de materiales y técnicas de manufactura se volvieron explicables y predecibles. Utilicé estas asociaciones predecibles al descubrirlas para analizar los artefactos del MRG y establecer la cronología. Esto significó examinar el diseño formal (y la composición química del artefacto siempre que estuvo disponible) de otros artefactos

Cuadro 3.1. Resumen de la cronología del desarrollo de la tecnología metalúrgica del occidente

Característica	Periodo 1 (600-1200/1300 d.C.)	Periodo 2 (1200/1300-1521 d.C.)
Metales y aleaciones		
Cobre	x	x
Oro	x	x
Plata	x	x
Cobre-arsénico (bajo arsénico)	x	x
Cobre-arsénico (alto arsénico)		x
Cobre-arsénico-plata		x
Cobre-arsénico-estaño		x
Cobre-oro		x
Cobre-plata	?	x
Cobre-plata-oro		x
Cobre-estaño		x
Tipos de artefactos		
Anzuelos	x	x
Punzones (una punta)	x	x
Punzones (dos puntas)	x	x
Punzones (de hoja)		x
Cascabeles (pared lisa)	x	x
Cascabeles (alambre)	?	x
Agujas (ojo perforado)	x	x
Agujas (ojo de lazo)	?	x
Aros (sección transversal redonda)	x	x
Aros (sección transversal rectangular)	x	x
Pinzas (diseño de barra)	x	x
Pinzas (diseño de concha)		x
Hachas	?	x
Hachas-monedas		x
Ornamentos de lámina de metal	?	x
Métodos		
Recocido	x	x
Trabajado en frío a partir de tejo vaciado inicial	x	x
Vaciado a la cera perdida	x	x
Forjado en caliente		x

mesoamericanos de metal con forma idéntica a los de la colección de estudio del MRG. Algunos de estos artefactos han sido obtenidos de contextos arqueológicos fechados, aunque sus composiciones químicas aún no se han determinado. Otros artefactos se han analizado químicamente, pero no se pudieron fechar, se desconoce su procedencia, o se derivan de contextos arqueológicos no fechables. Puede datarse una pequeña proporción de objetos de metal y también éstos han sido analizados químicamente.

Los estudios de laboratorio de la colección del MRG, con base en los principios de la ingeniería de materiales discutidos aquí, predijeron correctamente que la composición química de los artefactos fechados repetiría los patrones del MRG (Hosler 1988a). En el conjunto de objetos del MRG, ciertos tipos de artefactos siempre se fabrican de ciertos metales o aleaciones. Los artefactos fechados, idénticos en diseño formal a los objetos analizados en el MRG, muestran que fueron hechos de los mismos metales y aleaciones, y fueron formados usando las mismas técnicas de manufactura. Esos objetos, luego sirvieron como puntos de referencia clave en la secuencia cronológica. En el cuadro 3.1 se muestran ambos periodos de la tecnología y los métodos de fabricación, así como de los metales y aleaciones que los caracterizan. La tecnología del Periodo 1 se describe en este capítulo; la del Periodo 2, en el capítulo 5.

Evidencia arqueológica para la metalurgia del Periodo 1

Entre el año 600 y el 800, aparece la evidencia inicial de metalurgia en Mesoamérica principalmente en sitios localizados a lo largo de la planicie costera occidental o con acceso fluvial a la costa (figura 3.1 y cuadro 3.2). No se conocen objetos de metal en Mesoamérica anteriores a esta época, con excepción de una sola pieza de comercio de Centroamérica encontrada en el sitio maya de Altun Ha, Belice. De Tomatlán, Jalisco, procede el que parece ser el objeto más temprano: una pieza de metal de hoja fechada alrededor de 600 d.C., o posiblemente antes (Mountjoy y Torres 1985). Dos cascabeles elaborados con la técnica de vaciado a la cera perdida con fecha de *ca.* 650-750 d.C. han sido excavados en el sitio de Cerro del Huistle (Hers 1990), también en Jalisco. Así la tecnología que a continuación se desarrolló en occidente antecedió a la metalurgia en cualquier otra área de Mesoamérica durante trescientos o cuatrocientos años.

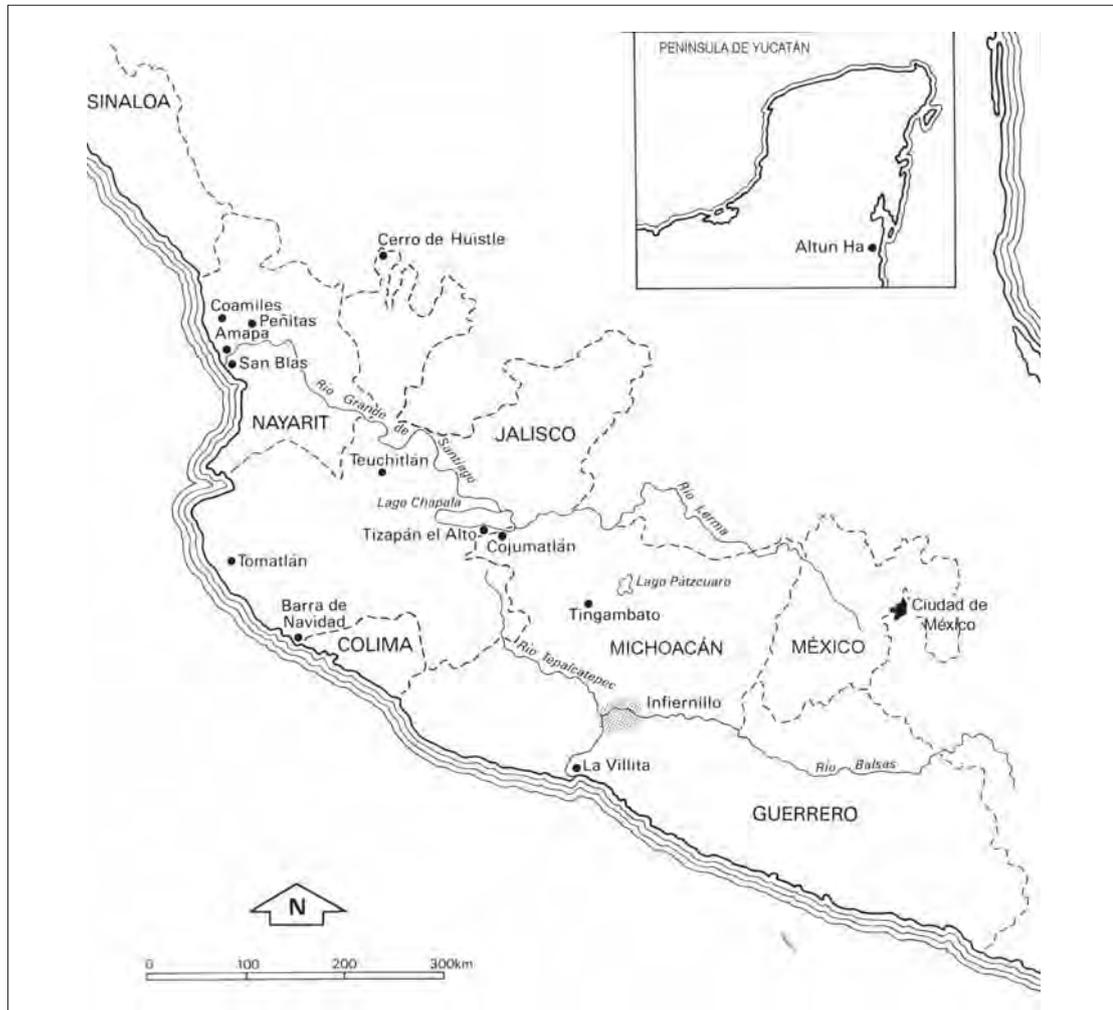


Fig. 3.1. Sitios arqueológicos y regiones del Periodo 1 mencionados en el texto. Los sitios donde se han encontrado objetos de metal incluyen Cerro de Huistle, Coamiles, Peñitas, Amapa, Tizapán, Cojumatlán, Tomatlán, Barra de Navidad, el área de Infiernillo y La Villita

Muchos investigadores (por ejemplo, Arsandaux y Rivet 1921; Meighan 1969; Mountjoy 1969; Pendergast 1962b) han sostenido que la metalurgia se introdujo al occidente de México de Centro o Sudamérica a través del comercio marítimo. No es de sorprender entonces que la mayoría de sitios del Periodo 1 se localice cerca de la costa. Los objetos de metal aparecen posteriormente en asentamientos en las cuencas lacustres interiores de mayor elevación, por ejemplo Cojumatlán y Tizapán en el Lago de Chapala. Como ya se mencionó, la metalurgia parece haberse difundido tierra adentro a lo largo de los sistemas de ríos, como el Lerma-Santiago, el Balsas y sus tributarios. Sin embargo el movimiento, fue lento. Hasta ahora no se han excavado objetos de metal en Teuchitlán, Jalisco, en Tingambato, Michoacán ni en otros grandes centros en la región lacustre de este periodo. Los objetos de metal siguen siendo poco comunes en las áreas de cuencas lacustres y de tierras altas dentro de la zona metalurgista hasta después de 1250 d.C., cuando el Estado tarasco se cohesionó en la cuenca de Pátzcuaro.

Como lo demuestra el análisis que se hace a continuación, aparte de la presencia de objetos de metal, los sitios del Periodo 1 donde aparecen esos objetos tienen poco entre sí en lo tocante a tamaño, patrón de asentamiento y posibles afiliaciones culturales. Por ejemplo el periodo Posclásico en todo el occidente mexicano se caracteriza por muchos complejos culturales independientes, la mayoría de las cuales tiene su propia cerámica (Cabrera 1986). Ahora bien, la aparición del metal en algunos sitios coincide con la tradición cerámica policroma de Aztatlán, pero esta cerámica abarca un gran lapso, varía de una región a

Cuadro 3.2. Sitios del occidente con conjuntos de artefactos fechables

Sitio	Estado
Periodo 1 (600-1200/1300 d.C.)	
Cerro del Huistle	Jalisco
Tizapán el Alto	Jalisco
Tomatlán	Jalisco
Cojumatlán	Michoacán
Amapa	Nayarit
Coamiles	Nayarit
Peñitas	Nayarit
Periodo 1 y 2 (600-1521 d.C.)	
Infiernillo	Guerrero/Michoacán
La Villita	Guerrero/Michoacán
Periodo 2 (1200/1300-1521 d.C.)	
Bernard	Guerrero
El Chanal	Colima
Lo Arado	Jalisco
Tuxcacuesco	Jalisco
Apatzingán	Michoacán
Huandacareo	Michoacán
Milpillas	Michoacán
Tzintzuntzan	Michoacán
Urichu	Michoacán
Culiacán	Sinaloa
Guasave	Sinaloa

otra y presenta discrepancias en cuanto a sus orígenes (por ejemplo Mountjoy 1982; Nicholson 1960; Smith y Heath-Smith 1980). El hecho de que estas dos clases de cultura material (un estilo cerámico dado y el metal) aparezcan en los mismos contextos merece más atención; pero hasta el momento la interpretación sigue siendo oscura.

Así, el metal aparece en primer lugar en Cerro de Huistle (Hers 1989, 1990), Tomatlán (Mountjoy 1982; Mountjoy y Torres 1985), Amapa (Meighan 1976) y, posiblemente, en los sitios de Infiernillo a lo largo del río Balsas (Cabrera 1976, 1986; Maldonado 1980), aunque las fechas de este último no están del todo definidas (figura 3.1). Tomatlán, localizado en el afluente del río del mismo nombre, consta de numerosos sitios habitacionales pequeños con cimientos de casas y con sus patios, sin arquitectura pública. Mountjoy (1982) calcula que alrededor de 1,500 personas vivían en el asentamiento más grande durante la época en que el metal aparece por primera vez (600-1000 d.C.). La cerámica de Aztatlán aparece en la misma época. En una excavación Mountjoy localizó 199 objetos hechos a base de cobre, pertenecientes a contextos domésticos y funerarios. El investigador piensa que el metal pudo haber sido trabajado en el sitio, y clasifica varios objetos como herramientas de metalurgia.

Amapa, donde se descubrieron numerosos objetos de metal, abarca una superficie de un kilómetro cuadrado y hay estructuras orientadas a la manera de las que se localizan en el centro de México. Amapa estuvo habitado desde 300 a.C. hasta, por lo menos, 1300 d.C. (Meighan 1976). Los objetos de metal aparecen entre 600 y 1000 d.C., durante el periodo cuando fueron construidas las estructuras que reflejan influencia del centro de México. La cerámica de Aztatlán, parte de ella idéntica a la encontrada en Tomatlán (Mountjoy 1982), también corresponde a este periodo. Las excavaciones han producido 205 artefactos de metal, al igual que evidencia de actividades metalúrgicas, en forma de algunos ejemplos de escoria. Además, los arqueólogos encontraron objetos descritos como objetos aplanados, deformes, de metal (*slugs*) (Meighan 1976; Pendergast 1962a) que pueden ser planchas, producidos por el vaciado o elementos de adorno ceremonial. Los artefactos de metal se encontraron en entierros y en pozos de sondeo. El único sitio tierra adentro donde hay metal con fechas tan tempranas es el centro ceremonial de Cerro de Huistle, en la frontera entre Jalisco y Zacatecas, ocupado entre aproximadamente 100 y 900 d.C. (Hers 1989, 1990). Cerro de Huistle está relacionado con la cultura Chalchihuites del noroeste de México. En Cerro del Huistle Hers encon-

tró tres pequeños cascabeles que ella fecha antes de 850 d.C. (dos entre 650-750 d.C. y uno un poco antes de 650 d.C.).

Un poco después aparecen objetos de metal en Peñitas, sitio al noroeste de Amapa, también en la planicie costera, el cual estuvo ocupado entre 400 y 1300 d.C. Las excavaciones revelaron un montículo plataforma de cantos rodados, montículos funerarios y algunos espacios habitacionales. La cerámica asociada en cuanto al tiempo con los objetos de metal está fechada entre el año 1000-1200 d.C. (Meighan 1960),⁴ y se relaciona con el centro de México y con complejos hacia el norte, en Sinaloa (Bell 1971). Sólo se localizaron unas cuantas piezas de metal, pero los reportes de los saqueadores sugieren que muchas otras piezas, por ejemplo cascabeles, salieron del mismo sitio. Los arqueólogos también encontraron unos tiestos de cerámica con residuos de metal, los cuales pudieron haber sido usados como implementos para retirar la escoria del metal fundido (Carriveau 1978). Lo anterior sugiere que se elaboraron objetos de metal en Peñitas. Coamiles, un sitio a 16 km de Peñitas, produjo una aguja del único pozo de prueba excavado en ese lugar (Meighan 1960).

Un poco después, el metal también aparece a lo largo del río Balsas (figura 3.1). Un proyecto extenso de salvamento realizado por el gobierno de México (INAH) en la región de Infiernillo identificó numerosos sitios sobre ambos márgenes del río, desde centros ceremoniales hasta cimientos de casas aislados. Se encontraron por lo menos 200 objetos de metal, principalmente en entierros. Algunos arqueólogos calculan que el metal en la región data del Posclásico temprano (900-1200 d.C.), hasta la invasión española en el siglo XVI, mientras que otros especialistas sostienen que apareció varios siglos antes, es decir, alrededor de 700 d.C. (J. Lorenzo citado por Chadwick 1971: 680). La cerámica muestra nexos con sitios ubicados tanto en Michoacán, como en Jalisco y Nayarit hacia el norte.

Otro proyecto de salvamento, llevado a cabo en el sitio de La Villita, en el Balsas inferior, localizó objetos de metal y posiblemente evidencia de producción de metal. Rubén Cabrera y otros arqueólogos han identificado estructuras residenciales al igual que ceremoniales y públicas. Por lo general, los objetos de metal tienen una fecha dentro del periodo Posclásico (900-1521 d.C.), pero algunos aparecen en la fase temprana (900-1200) y continúan hasta el fin del Posclásico tardío (Cabrera 1976, 1986; Litvak 1968). Fragmentos amorfos de metal aparecen adheridos a un artefacto identificado como crisol, lo que lleva a Cabrera (1986) a opinar que este material pudo haber sido

derretido o fundido en La Villita. Resulta difícil determinar las afiliaciones culturales de los pueblos del Balsas.

El metal estuvo prácticamente ausente de otras áreas de Mesoamérica durante el periodo anterior a 1000 d.C., aunque a veces se encuentra en sitios de la periferia sureña (véase el capítulo 4). Estos objetos están relacionados estilísticamente con la tecnología de vaciado a la cera perdida del sur de Centroamérica y Colombia. Pueden representar ya sea importaciones o bien el inicio de la tradición metalúrgica maya local. No obstante, es notable que no se haya recuperado más metal del occidente de México en localidades costeras como San Blas (Mountjoy 1970), que yacen en proximidad a Amapa.

En la región lacustre de Jalisco, el metal más temprano proviene de dos sitios del lago de Chapala: Tizapán el Alto (Meighan y Foote 1968) y Cojumatlán (Lister 1949). En ambos lugares, el metal estaba asociado con cerámica de Aztatlán. Estos dos centros estuvieron habitados entre 800 y 1100 d.C. Ninguno fue excavado extensamente. Tizapán es grande y consta de un área de 1 km² de montículos, aunque no todos estuvieron ocupados simultáneamente. Es probable que algunos de los montículos hayan sido acumulación de desechos, algunos otros sitios de entierro y, otros más, pirámides o basamentos de templos. Ninguno se orienta a los puntos cardinales, una característica típica de las estructuras del centro de México. Tizapán produjo 12 artefactos de metal, uno de los cuales, descrito como objeto aplanado deforme (*slug*), puede constituir materia prima para elaboración posterior. En Cojumatlán no hay estructuras visibles. El sitio consiste más bien en acumulaciones de tiestos y entierros, en donde se encontraron 13 objetos de metal. En ambos sitios, los arqueólogos excavaron los objetos de metal de entierros o de áreas de cementerios. El metal más temprano en ambos sitios data de alrededor de 900 d.C., aunque se piensa que un objeto de Tizapán podría ser de antes de 800 d.C.

Aparte de estos sitios, se han encontrado pocos objetos de metal en la zona metalurgista del occidente que fecha al Periodo 1. Sin embargo, los estudios técnicos esbozados en la descripción de la cronología tecnológica indican que muchos de los objetos que se encuentran en colecciones de museos —agujas, punzones, cascabeles y pinzas hechos de cobre— pertenecen a este periodo.

La tecnología metalúrgica del Periodo 1

Ahora bien, los objetos encontrados en Tomatlán y en Cerro de Huistle marcan los inicios de la metalurgia en esta zona metalúrgica. El cobre fue el metal principal utilizado para los objetos del Periodo 1. Aunque otros metales nativos y minerales metalíferos estuvieron presentes en la región (véase el capítulo 2), los metalurgistas no desarrollaron los sistemas de aleación (con la posible excepción de una de cobre con arsénico representada por unos pocos objetos de Tomatlán y de Peñitas), sino hasta unos siglos después.⁵ Tales innovaciones fueron el resultado, al menos en parte, de conocimientos técnicos obtenidos del área andina (véase el capítulo 6).

Los datos de laboratorio indican que durante este tiempo los metalurgistas del occidente mexicano ocuparon el cobre nativo, pero también obtuvieron metal de cobre por fundición. Los análisis químicos (cuadro 3.3) de los tres pequeños cascabeles vaciados encontrados en el Cerro de Huistle muestran que fueron hechos con materiales del Grupo IA (véase el capítulo 2): ya sea de cobre nativo o de óxidos de cobre muy puros y de carbonatos, como malaquita o azurita.

Por otra parte, los estudios de microestructura no determinaron si los cascabeles de Cerro de Huistle fueron hechos de cobre nativo o metal fundido, porque al calentarlos se recrystalizó el metal. No obstante, sabemos que los metalurgistas del occidente de México a veces emplearon cobre nativo. Ciertos objetos del MRG forjados en frío revelan la microestructura característica de cobre sin recocer, en su estado nativo (Hosler 1986). Los artesanos también fundieron menas de calcopirita durante este periodo. Los

Cuadro 3.3. Análisis químicos cuantitativos de cascabeles de Cerro de Huistle

Núm. de ID	Composición (% en peso)								
	Ag	As	Au	Fe	In	Ni	Pb	Sb	Sn
J-1A	0.02	—	—	0.008	—	0.004	—	0.01	—
J-1B	0.07	—	—	0.01	—	0.005	0.005	0.02	—
J-1C	0.07	—	—	0.07	—	0.004	0.007	0.02	—

objetos de cobre de Amapa (Meighan 1976) y de Tomatlán (Mountjoy y Torres 1985) contienen estaño en cantidades mínimas, característica de las menas de calcopirita. Algunos artefactos de Tomatlán también contienen arsénico, lo cual indica que fueron hechos con metal aleación de cobre-arsénico, con el segundo elemento presente en concentraciones bajas. La presencia de arsénico, aunque sea en bajas concentraciones, sugiere que los metalurgistas del Periodo 1 ocupaban algunos de los regímenes de fundición descritos en el capítulo 2 para producir la aleación. Los artesanos de este periodo trabajaron de forma muy ocasional también con plata (o una aleación de cobre-plata) y con oro. Se ha informado que se encontraron algunos artefactos plateados en las tumbas de Infiernillo. Por otra parte, se identificaron hojuelas de oro en Amapa y en Tomatlán.

Ahora bien, los metalurgistas del Periodo 1 formaron el metal de dos maneras muy distintas, vaciaban cascabeles con la técnica de la cera perdida, pero martillaban otros objetos en frío (agujas, pinzas, anillos, punzones y hachas) de una plancha vaciada original. Esta zona metalurgista fue la única región en América donde los artesanos practicaron en forma tan dedicada el trabajo del metal con dos métodos física y conceptualmente tan diferentes: en uno daban forma al metal en estado líquido, y en el otro lo formaban como sólido. Elaboraron objetos rituales de cobre por ambos métodos, mientras que las herramientas se fabricaron por medio de martillado. Unos siglos después, el Periodo 2, esta metalurgia se volvió extraordinariamente inventiva: como veremos los metalurgistas manejaron una gran e impresionante rango de metales y aleaciones para ambas clases de objetos.

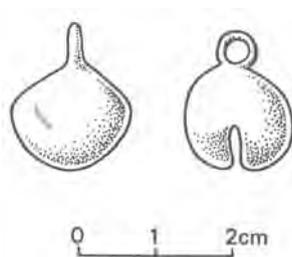


Fig. 3.2. Cascabel de Cerro de Huistle (anterior a 750 d.C.).

Vaciado a la cera perdida: cascabeles

Para los metalurgistas del occidente, los cascabeles habrían de convertirse en objetos de interés distintivo, imaginativo y envolvente. El cascabel más antiguo, hecho por vaciado de cera perdida, se encontró en el Cerro de Huistle (figura 3.2). Esta técnica de manufactura se introdujo al occidente mexicano desde el sur de Centroamérica y Colombia (capítulo 4); algunos cascabeles del Periodo 1 son réplicas de dise-

ños formales que aparecen en esas regiones localizadas más al sur. En Amapa, los cascabeles de metal son más numerosos que el siguiente tipo de artefacto de metal más abundante, en más del doble. Los cascabeles se encontraron con más frecuencia en entierros, y eran portados por los difuntos en sartaes alrededor de los tobillos, cintura o cuello. Un entierro de Amapa contuvo 33 cascabeles asociados con un solo individuo. De hecho, 101 de los 205 objetos de metal encontrados en ese sitio son cascabeles (Pendergast 1962a), y tres cuartas partes proceden de contextos funerarios. También se han encontrado cascabeles en Cojumatlán, en los sitios de Infiernillo y en La Villita. Un grupo de cascabeles se recuperó de un entierro saqueado en Peñitas.

Prácticamente el total de los cascabeles del resto de Mesoamérica y del occidente mexicano que he examinado han sido diseñados de la misma manera, esto es, son pequeños, y miden, por lo general, entre 1 y 8 cm de alto, aunque muy ocasionalmente son más grandes. Su forma varía entre redonda y ovalada o cilíndrica, y en todos hay una apertura (o ranura) angosta y alargada en la base, y se suspenden mediante un anillo en la parte superior. La mayoría de los cascabeles contiene badajos sueltos, casi siempre hechos de piedritas o de cerámica o de metal. Los cascabeles suenan cuando el badajo golpea la pared interior de la cámara de resonancia, o cuando los cascabeles, que eran atados a bandas en los tobillos o muñecas, o cosidos a la ropa, golpean uno contra el otro.

Todos los cascabeles mesoamericanos fueron vaciados en una sola pieza usando la técnica de la cera perdida, por lo menos de acuerdo con la amplia información disponible. En el *Códice Florentino* (1950-1982, Libro 9:73) fray Bernardino de Sahagún describió el proceso de vaciado por cera perdida como se practicó en México durante el siglo XVI. Sahagún menciona que el artesano primero pulverizaba algo de carbón, mezclándolo después con un poco de arcilla de alfarero, amasándolo hasta que se forma una masa cohesionada. Después de secarse durante dos días al sol, se esculpía y labraba la forma precisa del objeto de metal deseado, incluyendo los detalles decorativos. Enseguida, se mezclaba cera de abeja con copal, para que la mezcla se endureciera; ésta se colaba y se extendía muy delgada. El modelo esculpido se cubría con esta mezcla de cera y con una delgada capa de carbón en polvo. Posteriormente, el modelo cubierto por la cera se envolvía en una mezcla de carbón y arcilla, y se le dejaba secar durante otros dos días. Durante este tiempo se fijaba a unos tubos o canales de colada. Enseguida, el

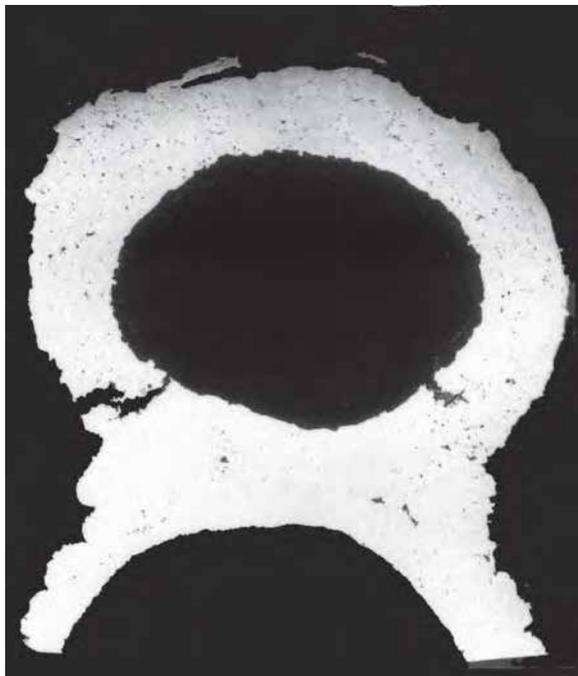


Fig. 3.3. Sección pulida de argolla de suspensión de un cascabel de cobre del Periodo 1 (tipo 11b); MRG (amplificación: 12.5)

modelo se ponía en un brasero o crisol para derretir la cera y el metal líquido luego se vertía por el canal. Una vez que el metal se solidificaba, se rompía el molde de arcilla y carbón. En el caso de objetos huecos, como cascabeles, se extraía el núcleo interior de arcilla usando una herramienta filosa.

Ahora bien, la evidencia microestructural de un cascabel de la colección del MRG, idéntico a los encontrados en Amapa y en otros sitios del Periodo 1, demuestra ciertos aspectos de la técnica de vaciado. Este cascabel pertenece al tipo 11b, ilustrado en la figura 3.5. Por su parte, la figura 3.3 muestra una sección pulida del argolla de suspensión y de la parte superior del resonador del cascabel. Se observa una ruptura en la base del anillo de suspensión; la figura 3.4 ilustra la microestructura característica de toda la sección.

Aquí el metal exhibe los granos equiaxiales y sin deformar que caracterizan el vaciado. Este cascabel fue vaciado en una pieza. La microestructura es continua, sin uniones, fisuras, porosidad u otros indicios de que el anillo y el resonador hubieran sido hechos por separado y luego hayan sido unidos. El cascabel ilustrado contiene oxígeno en cantidades considerables, como lo revela el eutéctico de óxido de cobre; pero, evidentemente,

los procedimientos de vaciado fueron controlados para minimizar la aparición de burbujas y macroporos en el metal sólido. Éstas pueden desarrollarse cuando el cobre líquido disuelve oxígeno. Los estudios metalográficos realizados en 26 cascabeles, ejemplos de los 11 tipos (diseños formales) identificados en la colección del MRG, muestran que los cascabeles del occidente fueron hechos invariablemente por medio de vaciado de una pieza. Esto incluye aquellos con decoración elaborada que, en un principio, parecen haber sido hechos por *appliqué*.

Durante el Periodo 1, los artesanos vaciaron por lo menos siete distintas variedades de cascabel dentro de cinco diseños formales (figura 3.5). Se definieron los tipos (diseños formales) con base en los atributos del diseño, incluyendo altura y forma del cascabel (redondo, ovalado, globular/cónico, entre otros) (Hosler 1986). Las subcategorías (a, b, c, etc.) reflejan la presencia de características decorativas externas.

El cuadro 3.4 presenta una lista de las dimensiones de los cascabeles, el número que se tomaron para la muestra el análisis y la composición química general de los que forman parte de la colección del MRG. Los cascabeles hechos de cobre se fechan dentro del Periodo 1. El cuadro también menciona los sitios arqueológicos donde se encontraron cascabeles de estos tipos y la composición química aproximada de los especímenes encontrados en los casos donde se realizaron análisis. Como indica el cuadro citado, todos los ejemplos procedentes de sitios arqueológicos analizados de contextos del Periodo 1 están hechos de cobre. Los ejemplos del MRG que se tomaron como muestra estos siete diseños, exceptuando algunos del tipo 1a, también están hechos de cobre. Se tomó muestra de todos los tipos, salvo unos para determinar su composición química; el tipo de cascabel que se exceptuó (tipo 11a) fue encontrado en Amapa, y los análisis de Root (Meighan 1976: 116-118) mostraron que estos cascabeles también fueron vaciados de cobre puro.

Además, las dimensiones de estas siete variedades de cascabeles del Periodo 1 del MRG son distintas, y resulta extraño que los objetos carezcan de de-

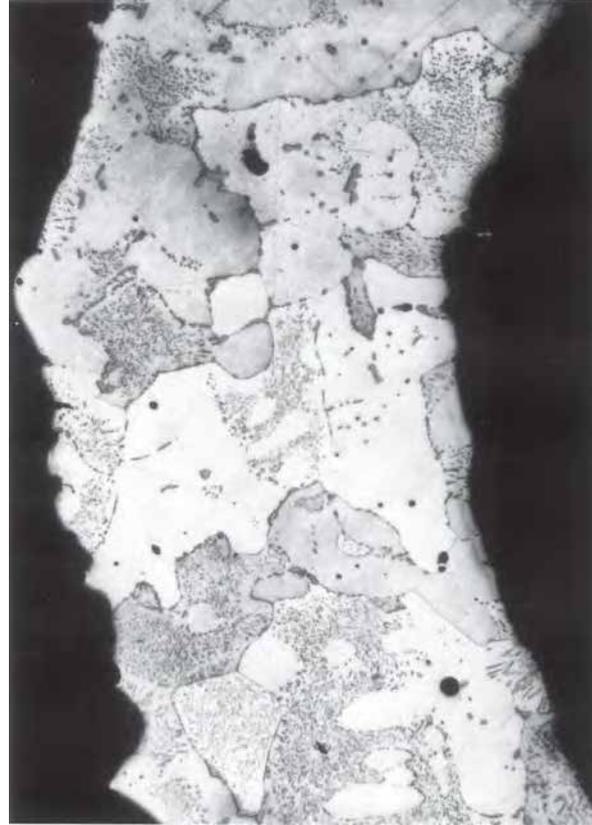


Fig. 3.4. Corte longitudinal de una argolla de suspensión del tipo 11b (MRG). Nótese los granos equiaxiales característicos de la estructura vaciada y una cantidad considerable de óxido de cobre como eutéctico. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 50)

coración, así como de paredes relativamente gruesas. Todos pueden vaciarse en cobre sin dificultades, menos el tipo 6b, el cual, por ejemplo, cuando se encontró en las colecciones del MRG, por lo general era asimétrica. El uso del cobre impuso grandes limitaciones sobre el diseño formal, incluso en los cascabeles en los que no había dificultades aparentes en el vaciado. Esto se aclara al comparar las relaciones entre altura y espesor de cascabeles del mismo tamaño de dos tipos: uno elaborado durante el Periodo 1 y hecho de cobre; el otro, hecho de bronce de cobre-estaño durante el Periodo 2. Los datos comparativos en el cuadro 3.5, en especial las relaciones entre altura y espesor, demuestran que los

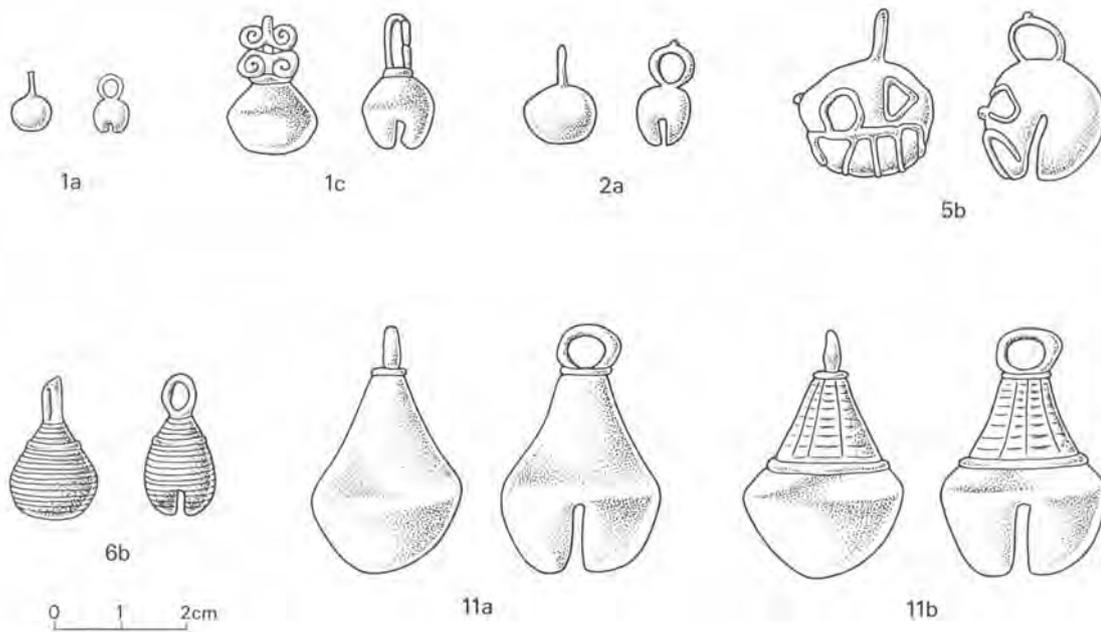


Fig. 3.5. Tipos de cascabeles del Periodo 1 identificados en la colección del MRG y presentes en contextos arqueológicos fechables

Cuadro 3.4. Tipos de cascabel del Periodo 1 en el MRG (vaciados a la cera perdida): dimensiones, composición, cantidad analizada en la colección del MRG y sitios arqueológicos en que aparecieron

Especímenes fechables de sitios arqueológicos		Especímenes de la colección del MRG				
Tipo del MRG	Sitio	Espesor de pared promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Cantidad de cobre	Cantidad analizada	Cantidad en colección
1a	Amapa (Cu) Cerro de Huistle (Cu) Cojumatlán Infiernillo Tomatlán	0.05	0.61	5	8	894
1c	Cerro de Huistle (Cu) Cojumatlán	0.05	0.90	1	1	2
2a	Amapa (Cu)	0.06	0.90	9	9	136
5b	Amapa (Cu)	0.09	1.60	11	11	33
6b	Amapa (Cu)	0.07	1.40	9	9	79
11a*	Amapa (Cu)		6.50		0	15
11b	Amapa (Cu)	0.13	3.00	6	6	10

Nota: (Cu) indica que los especímenes analizados de éstos sitios eran hechos de cobre.

* Ejemplos del MRG no analizados.

artesanos podían vaciar cascabeles de bronce con paredes mucho más delgadas que los vaciados en cobre, debido a la resistencia superior de la aleación de bronce.

Dos propiedades del cobre explican los diseños relativamente sencillos y de paredes gruesas de los cascabeles del Periodo 1. El cobre carece de la resistencia mecánica de sus aleaciones, por lo que los metalurgistas no podían vaciar los objetos grandes y de paredes delgadas que posteriormente lograron en bronce. En segundo lugar, el cobre se solidifica en una sola temperatura. Cuando el metal líquido se vierte en

Cuadro 3.5. Diferencias en diseño formal: cascabeles de bronce (cobre y estaño)

Tipo	Material	Núm. de especímenes	Espesor promedio (cm)	Altura promedio (cm)	Relación altura/espesor
11b	Cu	6	0.13	3.0	23
8a	Cu-Sn	6	0.05	3.2	64



Fig. 3.6. Cascabel tipo alambre, correspondiente al Periodo 2, hecho de aleación de bronce (cobre-estaño). Las propiedades de las aleaciones de bronce son necesarias técnicamente para lograr el intrincado vaciado de paredes delgadas (aprox. 0.05 cm)

un molde, como el descrito por Sahagún, empieza a enfriarse, y cuando el cobre alcanza el punto de congelación, todo el metal se solidifica por completo. El metal líquido adyacente a la pared del molde se solidifica más rápido que el líquido en el centro del molde, pero el tiempo total de solidificación es extremadamente breve. Por lo tanto, el vaciado de cascabeles de cobre de paredes lisas y gruesas es técnicamente posible, pues en un molde con un espacio de circulación adecuado el metal líquido puede fluir y llenar la cavidad total del molde antes de solidificarse. Sin embargo, esta misma característica del cobre (de hecho de cualquier metal puro) hace difícil el vaciado de diseños altamente intrincados, como el cascabel de la figura 3.6, porque el metal líquido se solidifica antes de entrar y llenar los detalles. Los canales estrechos en moldes como los usados para los vaciados de paredes delgadas se tapan, impidiendo el flujo del líquido a través del molde.

Ahora bien, los cascabeles vaciados durante el Periodo 1 varían considerablemente en tono, y puede ser que la variedad tonal haya sido una prioridad desde el principio. El tono se define como la cualidad de un sonido para ser alto o bajo en una escala musical y se determina por el volumen interno de la cavidad de resonancia del cascabel; mientras más grande sea el cascabel, más bajo será el tono. La otra variable del diseño en cascabeles como éstos es el ancho de la apertura en la base.⁶ En los cascabeles del occidente mexicano esta dimensión no necesita tomarse en cuenta, puesto que aumenta sistemáticamente con el tamaño del objeto. A pesar de las limitaciones del diseño formal impuestas por la utilización del cobre, los artesanos pudieron variar el tamaño de los cascabeles, y lo hicieron, de ahí las variaciones en el tono.

Así, el tono de los cascabeles (o de cualquier otro instrumento) se produce cuando se aplica fuerza a un sistema vibratorio. Una vez puesto en vibración, el sistema produce ondas de

sonido, cuya frecuencia determina el tono. Los cascabeles vibran de una manera particularmente compleja debido a su forma. Cuando el badajo golpea el cascabel vibra de muchos modos. El modo es un componente del sonido, y el sonido de un cascabel se produce por muchos modos de vibración y, por ende, a varias frecuencias. El tono de los cascabeles del diseño del occidente mexicano se determina por la frecuencia de su modo de vibración más bajo. El metal del cascabel es un factor en la transmisión de las vibraciones; el cobre no es un material ideal para hacer cascabeles por las burbujas de gas que se generan en el metal líquido durante el vaciado. Si no escapan, estas burbujas se quedan atrapadas y permanecen como poros en el metal sólido. La evidencia experimental ha demostrado que la porosidad relativa de un metal influye, en gran medida, en el tono porque los poros amortiguan la vibración. A mayor porosidad, menor sonoridad en el cascabel. Sin embargo, pocos cascabeles de cobre estudiados metalográficamente exhiben porosidad, lo que sugiere que los metalurgistas del occidente mexicano resolvieron este problema en la mayoría de los casos.

En los sistemas musicales del mundo occidental, los instrumentos se afinan para producir tonos específicos; por ejemplo, una determinada cuerda de un violín produce un tono fundamental claramente definido. En contraste, en la antigua Mesoamérica, los instrumentos individuales, incluyendo estos cascabeles, por lo general no se afinaban a un tono determinado.⁷ Los musicólogos denominan ese tipo de cascabel como “no afinados”. Cuando estos objetos sonaban juntos, producían muchos tonos simultáneamente y el resultante tipo de sonido “con textura” era una de las características de los sistemas de música indígena en América. La evidencia arqueológica sugiere que durante el Periodo 1 este tipo de “sonido con textura” pudo haberse buscado y conseguido vaciando cascabeles de metal de varios tamaños. Los cascabeles de varios tamaños y formas, que producían distintos tonos, sirvieron de acompañamiento en entierros de individuos en Amapa y Cojumatlán. Los relatos etnográficos de la región huasteca del oriente de México indican que los danzantes en el pasado reciente se ataban pequeños cascabeles en los tobillos, lo que producía un sonido alto. Grandes cascabeles, que producían tonos más bajos, se ataban alrededor de la cintura (Hosler y Stresser-Péan 1992), suspendidos de un cinto llamado “cinturón-sonaja” en otras áreas de México. En la región huasteca, los habitantes coleccionaban estos cascabeles antiguos de sitios arqueológicos.

No obstante, el hecho de que el cobre no es un material óptimo para el vaciado a la cera perdida, los datos señalan que durante el Periodo 1 se fabricaron cascabeles en mayores cantidades y variedades que cualquier otra clase de objetos, a juzgar por su abundancia relativa en conjuntos excavados y en colecciones. Por lo general, se encuentran en entierros asociados con objetos de alto estatus, lo cual sugiere que definían una posición y rango social elevado. Se cuentan 1,936 cascabeles de los 3,200 artefactos de metal del MRG, y poco más de 1,200 de ellos son diseños del Periodo 1. Aunque no puede determinarse con precisión el número de cascabeles de este periodo en la colección del MRG (porque algunos de estos diseños siguieron haciéndose después de 1200 d.C.), los cascabeles constituyen 59% del total de la colección, y estas proporciones, por lo general, se mantienen en otros conjuntos de artefactos.⁸

Trabajado en frío: objetos suntuarios y rituales

Durante el Periodo 1, los metalurgistas del occidente mexicano también elaboraron objetos trabajándolos en frío de una plancha vaciada. Esta técnica y unos tipos específicos de artefactos fueron introducidos del sur del Ecuador y de Perú, como se documenta en el capítulo 4. Aunque los metalurgistas sí elaboraron herramientas, la mayoría de los objetos trabajados eran elementos de estatus y rituales. El cuadro 3.6 enumera las clases principales de artefactos hechos por trabajado en frío durante el Periodo 1, sus números relativos en las colecciones del MRG, y la cantidad de los que se tomaron como muestra fueron hechos de cobre. El cuadro 3.6 también indica los sitios arqueológicos donde se localizaron esos artefactos y el tipo de metal o aleación en los casos en los que se realizó análisis químicos.

Argollas. En el Periodo 1, pequeñas argollas abiertas usadas como aretes, ornamentos para el cabello o broches para trenzas fueron los objetos de metal más comunes realizados por trabajo en frío. Los diámetros de estas argollas varían entre 1.2 y 4 cm. Se encontraron en Tomatlán en contextos domésticos, pero también en entierros, colocados cerca de la frente del cadáver (Mountjoy y Torres 1985). También aparecen grupos de argollas en entierros en sitios de Infiernillo y unos cuantos en Amapa. En Tomatlán,

Cuadro 3.6. Objetos forjados en frío del Periodo 1: composición y cantidad analizada en la colección del MRG y sitios arqueológicos de aparición

Tipo de objeto	Sitios arqueológicos	Cantidad de cobre fechables	Total analizados	Total en colección (MRG)
Argollas de sección redonda	Amapa (Cu) Infiernillo Tomatlán (Cu, Cu-As)	16	45	499
Argollas de sección rectangular	Infiernillo Tomatlán (Cu, Cu-As)	6	23	188
Pinzas de barra	Amapa (Cu) Tomatlán	10	10	10
Hachas	Peñitas (Cu-As) Tomatlán	17	35	38
Agujas de ojo perforado	Amapa (Cu) Coamiles** Infiernillo Tizapán el Alto Tomatlán	13	13	87*
Punzones de una punta	Amapa Infiernillo Tomatlán	3	4	6
Punzones de dos puntas	Amapa (Cu) Tomatlán	6	7	9
Anzuelos	Amapa (Cu) Infiernillo Tizapán el Alto	2	3	14

Nota: Cu indica que los especímenes analizados de estos sitios fueron hechos de cobre. Cu-As indica que fueron hechos de una aleación cobre-arsénico con bajo contenido de arsénico.

* Sólo 54 de las agujas del MRG pudieron ser identificadas por tipo de ojo.

** Tipo de ojo desconocido.

estas argollas, ya sea unidas una a otra en cadenas o por separado, suman 175 de los 192 objetos en el conjunto de artefactos de metal. Los entierros de Tomatlán y de Infiernillo contenían dos variedades de argollas: una de sección transversal redonda y otra de sección rectangular. De hecho, las argollas conforman 400 de casi 450 artefactos en esos dos grupos. Maldonado (1980) piensa que algunas se usaban como ornamentos para el cabello, porque se encontraron en el cráneo del esqueleto. Un objeto compuesto perteneciente a las colecciones del MRG, consistente de múltiples anillos adyacentes envolviendo una tela, pudo haber sido un ornamento de ese tipo; el objeto podría haber servido como un tipo de banda para el cabello.

La *Relación de Michoacán*, manuscrito ilustrado del siglo XVI que narra la vida en el imperio tarasco al momento de la invasión española, se refiere repetidamente a un objeto llamado *guirnalda* hecho de fibras tejidas y portado en la cabeza. La *Relación* deja claro que una cofradía de trabajadores se dedicaba a hacer estos objetos y, frecuentemente, muestra a individuos que las llevan (véase el sacerdote ilustrado en la figura 3.16).

También las argollas son comunes en la colección del MRG y conforman un total de 21.4% del total, o sea, unos 687 objetos (véase el apéndice 1 y el cuadro 3.6). Parte de ellos se hizo durante el Periodo 2, pero es claro que fueron más comunes antes.

Estas argollas varían en diámetro, así como en la forma de sus secciones transversales. La figura 3.7 ilustra ambos tipos de sección transversal. La evidencia metalográfica de las argollas de la colección del MRG deja en claro que las de sección redonda se formaron a partir de una vara vaciada que probablemente fue cuadrada inicialmente. Las fisuras superficiales visibles en el corte transversal (figura 3.8) se introduje-

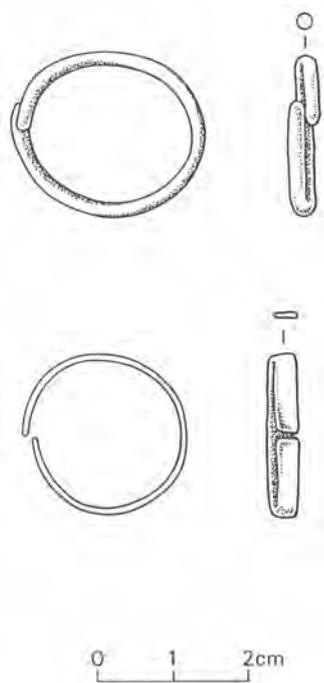


Fig. 3.7. Argollas de MRG. Dos tipos, pertenecientes al Periodo 1, se han identificado: uno con sección transversal redonda (el espesor varía entre 0.1 y 0.2 cm), el otro, con una sección transversal rectangular formando una banda que varía en ancho entre 0.1 y 0.7 cm



Fig. 3.8. Corte transversal pulido de una argolla de sección transversal redonda (MRG) (amplificación: 25). Nótense las fisuras formadas al doblar y martillar el metal



Fig. 3.9. Microestructura de un corte longitudinal de una argolla de sección transversal redonda del MRG. Se aprecian las maclas de recocido e inclusiones de óxido de cobre orientadas y alargadas. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 200)

ron al martillar la vara cuadrada para hacerla redonda. Esa vara se martilló en frío y se recoció varias veces en secuencia para que el metal alcanzara la longitud y espesor deseados. La micrografía en la figura 3.9 revela inclusiones alargadas altamente orientadas del martillado en frío inicial, granos equiaxiales y maclas de recocido. Estos últimos proporcionan evidencia de que el metal fue calentado después del trabajo en frío final, y el tamaño reducido de los granos indica que hubo varias secuencias de martillado y recocido. En algún momento, durante el proceso de formación, la vara alargada y aplanaada fue doblada sobre su eje longitudinal para engrosar el metal, creando una fisura



Fig. 3.10.
Microestructura de la argolla ilustrada en la fig. 3.8, mostrando una fisura central. Nótese los granos equiaxiales, maclas de recocido e inclusiones altamente orientadas, distribuidas alrededor de la fisura en la dirección de trabajado del metal. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 50)

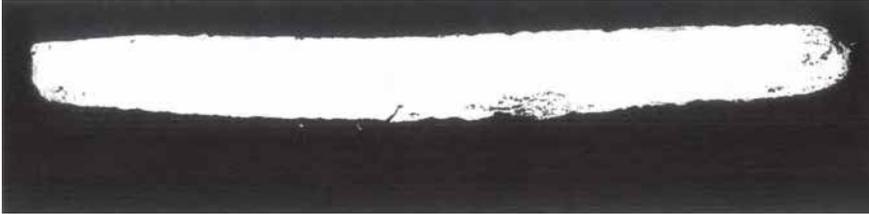


Fig. 3.11. Corte transversal pulido de una argolla de sección transversal rectangular del MRG. Nótese la ausencia de fisuras (amplificación: 20)

interna (figura 3.10). La orientación de las inclusiones que circunscribe la fisura central refleja el movimiento del metal que resultó del martillado direccional.

Los metalurgistas también elaboraron argollas con sección transversal rectangular, pero por secuencias de fabricación distintas. Las argollas de sección transversal rectangular carecen de fisuras internas, como aclara la micrografía de la figura 3.11. Aquéllas se hicieron a partir de una plancha vaciada original de sección rectangular. Estos objetos simplemente fueron alargados y doblados a través del trabajo en frío, seguido por el recocido y fueron dejados en este proceso. La micrografía en la figura 3.12 revela grandes granos equiaxiales y maclas de recocido, lo que evidencia el recocido final.

Casi todas las argollas del Periodo 1 están hechas de cobre. Algunas de Tomatlán contienen arsénico en concentraciones superiores a 0.50% en peso (Mountjoy y Torres 1985), por lo que son de aleación de cobre-arsénico. Los datos del MRG y los de Tomatlán sugieren que para realizar los mis-



Fig. 3.12. Microestructura del corte transversal de una argolla de sección transversal rectangular, mostrando granos equiaxiales y maclas de recocido. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 100)

mos diámetros, los metalurgistas hicieron argollas más gruesas de ambos diseños usando cobre y argollas más delgadas de aleaciones de cobre. El cuadro 3.7 presenta las dimensiones y composiciones de algunas argollas de sección transversal rectangular de Tomatlán y del MRG. Se incluyen las argollas de cobre-estaño para fines comparativos; las aleaciones de cobre-estaño no se ocuparon sistemáticamente hasta después de 1200 d.C. Las aleaciones de bronce permitieron que hicieran bandas más delgadas, como se deduce de los valores absolutos de las dimensiones y sus proporciones. La proporción de diámetro-espesor para las argollas de cobre de sección transversal rectangular del MRG se agrupa en torno de 17 (Hosler 1986); la proporción es considerablemente mayor para las argollas hechas de aleaciones. En este caso, el cobre limita las opciones de diseño formal. Las

Cuadro 3.7. Dimensiones y materiales de los argollas

Núm. de ID	Material	Diámetro (cm)	Ancho de la banda (cm)	Espeso de la banda	Relación diámetro/grosor
Argollas de sección transversal rectangular en la colección del MRG					
36a	Cu	3.0	0.50	0.15	20
36b	Cu	3.0	0.40	0.13	23
635	Cu-Sn (12.44% Sn)	2.5	0.60	0.05	50
620	Cu-Sn (8.50% Sn)	2.5	0.60	0.05	50
Argollas de sección transversal rectangular de Tomatlán					
98	Sin analizar	2.8	0.30	0.10	28
102	Sin analizar	2.9	0.25	0.10	29
103	Sin analizar	2.9	0.30	0.10	29
5	Cu-As	2.7	0.40	0.05	54
Selección de argollas de sección transversal redonda de Tomatlán					
9	Cu	2.6	—	0.15	17
151	Cu	3.9	—	0.13	30
3	Cu-As	2.9	—	0.05	58
8	Cu-As	3.1	—	0.05	62

argollas de Tomatlán podrían seguir el mismo patrón, aunque no contamos con análisis de todas. Cuando los argollas están hechos de aleaciones, son delgados. Aparecen patrones similares en las argollas de Tomatlán hechas con sección transversal redonda, como sugiere el cuadro 3.7. Los datos de Tomatlán son especialmente significativos porque indican que, aun durante el Periodo 1, los metalurgistas ya trabajaban una aleación de cobre con poco arsénico y, al menos en algunos casos, la aleación se usó selectivamente para diseños formales más delgados.

Asimismo, los metalurgistas del occidente mexicano hicieron otros objetos de cobre durante el Periodo 1, aunque en cantidades mucho menores a las argollas o los cascabeles. Todos fueron formados por trabajo en frío, e incluyen pinzas, hachas, punzones, agujas y anzuelos. Los pobladores del occidente de México usaban pinzas y hachas como herramientas, pero hay evidencia arqueológica e histórica que indica que ambos objetos también funcionaron como símbolos de poder sagrado y secular.

Pinzas. La depilación facial y corporal fue y sigue siendo una práctica muy difundida entre los indígenas americanos. Para ello se fabricaron herramientas depilatorias en una variedad de configuraciones y de varios materiales, incluyendo metal, madera, hueso y concha. Los habitantes de los Andes contemporáneos a veces emplean dos monedas para quitar el pelo facial; en otras ocasiones hacen pinzas de hojas de metal o compran pinzas comerciales. Durante el Periodo 1, los metalurgistas del occidente mexicano realizaron dos tipos de pinzas, variantes del diseño que los ingenieros mecánicos describen como “de barra”.

Así las pinzas del occidente mexicano constan de dos hojas simétricas unidas por una articulación, hechas de una sola pieza de metal (figura 3.13). La colección del MRG contiene diez de ellas, todas de cobre, que varían de 4.5 a 7.8 cm de largo. Están hechas de tal forma que la lámina plana

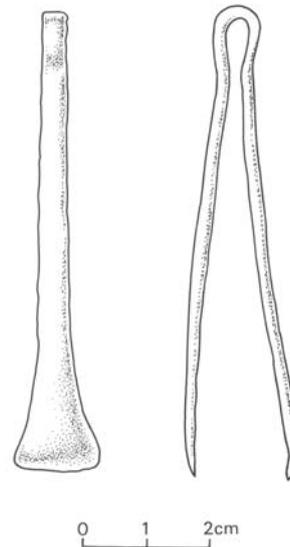


Fig. 3.13. Pinza de barra del occidente de México: vista de frente y de perfil. En algunos especímenes, la hoja, vista de perfil, empieza a doblarse hacia adentro aproximadamente en la parte media (véanse, por ejemplo, las pinzas ilustradas en Meighan 1976)

de metal de la pinza, tanto la parte de la hoja como la de la articulación, cambia sólo en un plano longitudinalmente, y no a lo ancho. De perfil, las hojas tienen una indentación como de enroscadura en la parte superior de la articulación; las hojas se curvan hacia afuera y después hacia adentro, algunas veces en el punto medio y otras cerca de la punta (figura 3.13). En el segundo diseño, las hojas de las pinzas de barra son paralelas entre sí. Aparte de la longitud total, las pinzas también varían en otras dimensiones que son cruciales para su desempeño: ancho de la articulación, grueso de la articulación y apertura de la punta.

Una pinza fragmentada de diseño de barra perteneciente al Periodo 1 fue encontrada en Tomatlán, junto con dos tipos de pinza, no mesoamericanos, hechos de alambre doblado. Dos pinzas encontradas en Amapa son de diseño de barra, todas hechas de cobre (véase el cuadro 3.6). Las pinzas de alambre de Tomatlán y un espécimen del sitio de Barra de Navidad en Jalisco (Long y Wire 1966) no se parecen a ningún ejemplo encontrado en Mesoamérica durante esta época o posterior; los tres tienen sus análogos en Sudamérica.



Fig. 3.14. Corte longitudinal de la hoja de una pinza de barra del Periodo 1 (MRG). La estructura es típica del cobre nativo martillado. Muestra atacada con dicromato de potasio (ampliación: 200)

En este sentido, los estudios metalográficos mostraron que todas las pinzas de barra del MRG fueron elaboradas por trabajo en frío. En dos casos, la plancha original fue hecha de cobre nativo; en los otros ejemplos, el metal fue fundido de una mena de cobre. Algunas pinzas fueron dejadas en la condición de trabajado en frío, mientras que otras se dejaron recocidas. Una micrografía de la sección longitudinal de la hoja de una de las pinzas del MRG (figura 3.14) muestra una microestructura típica del cobre nativo trabajado en frío. En toda la sección, hay granos de formas y tamaños irregulares presentes. En general, la microestructura es alargada por el trabajo en frío que sufrió el metal durante el formado, y se pueden ver unas maclas de recocido bastante largas, característicos del cobre nativo. Se cree que estos gemelos se forman a través del calentamiento (recocido) que resulta del movimiento de rocas presente en la falla geológica donde se localizó el metal nativo.

Esta pinza fue formada martillando la forma completa a partir de un núcleo de cobre nativo, representado por el nú-

mero 1 en la figura 3.15. La forma plana resultante (figura 3.15, núm. 2) se aproximaba a la longitud y ancho finales de la articulación, incluyendo el ángulo agudo necesario para formar la (muesca) y asemejaba las hojas desplegadas y abiertas. Los datos de microdureza tomadas de la sección de muestra indican que el metal original fue reducido cuando menos a 50% de su espesor durante estas operaciones. Después, el metal fue colocado sobre una forma de madera o algún aparato de formado con la forma de la articulación, y doblado a la mitad en su parte media (figura 3.15, núm. 3). En esta etapa, la articulación se trabajó en frío hasta alcanzar su forma final. El último paso (núm. 4) consistió en alinear las dos puntas de la hoja, cortando el metal sobrante o desgastado a lo largo de las orillas en las áreas donde era necesario rectificar.

Existen documentos del siglo XVI que, junto con otros datos (véase el capítulo 8), indican que las pinzas se usaron para quitar la barba y otro tipo de pelo facial, pero, a la vez, fue una clase de herramienta sagrada portada por los sacerdotes, funcionarios religiosos y, tal vez, algunos dirigentes. Las pinzas de Amapa se encontraron en entierros, al igual que otras del Periodo 2. con frecuencia estas últimas aparecen en contextos que demuestran que las pinzas eran llevadas suspendidas alrededor del cuello. De hecho, un tipo de pinzas como éstas, diseño usado por sacerdotes tarascos, se convirtió en símbolo del cargo (véase la figura 3.16 y los capítulos 5 y 8). Las pinzas del occidente a menudo son tan grandes y elaboradas que obliga a preguntarnos si fueron diseñadas como herramientas funcionales. Esta interrogante se discute en la siguiente sección.

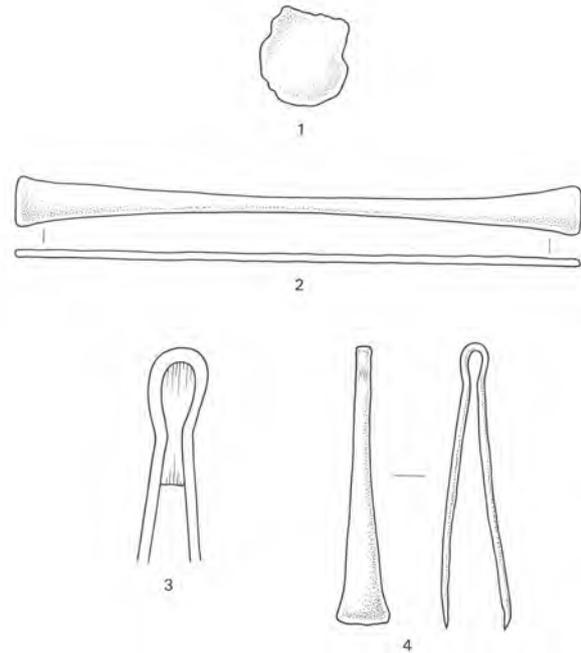


Fig. 3.15. Reconstrucción de la posible secuencia de fabricación de una pinza de barra: 1) trozo de cobre aplanado con martillo para la forma aproximada de la pinza; 2) en su configuración plana; 3) la pinza, hasta entonces plana, se dobla sobre la forma para completar el detalle de la articulación; 4) alineación final y rectificado de las hojas



Fig. 3.16. Escena de la *Relación de Michoacán* que ilustra la “administración general de justicia” (Craine y Reindrop 1970: lámina 19). El sacerdote tarasco lleva puesta una gran pinza con espirales que salen de ambos lados de cada hoja.

Determinación de la función de las pinzas. La forma más directa de establecer la funcionalidad de las pinzas del occidente mexicano sería someterlas a una serie de pruebas directas de laboratorio que midieran sus propiedades mecánicas y su respuesta en uso. Sin embargo, las pinzas no pueden resistir las pruebas mecánicas porque exhiben extensiva corrosión superficial e intragranular además de que el metal se ha vuelto quebradizo. Tales pruebas darían resultados falsos, incluso si se llevaran a cabo sin causar la fractura. Otra forma de establecer si se usaron o no los implementos es examinar su microestructura. Dado que la acción requerida para sacar la barba u otro pelo no

Cuadro 3.8. Pinzas de diseño de barra: atributos críticos para su funcionamiento

Núm. de ID	Material (cm)	Longitud de la articulación (cm)	Espesor de articulación (cm)	Ancho de la punta (cm)	Apertura (en cm)	Fase final de fabricación
5	Cu	6.2	0.2	0.50	0.50	recocido
6	Cu	7.8	0.1	0.60	—	recocido
224	Cu	6.9	0.2	0.40	0.05	recocido
225	Cu	7.0	0.1	0.65	—	recocido
2345	Cu	4.5	0.1	0.30	0.38	trabajado en frío
2346	Cu	7.5	0.1	0.48	1.00	trabajado en frío
2678	Cu	7.7	0.1	0.40	0.38	trabajado en frío
2679	Cu	7.0	0.1	0.55	0.18	trabajado en frío
2686	Cu	5.0	0.2	0.35	0.20	—

genera la suficiente fuerza como para deformar la microestructura metálica, la interpretación metalográfica ordinaria no establecería evidencia de uso. Un enfoque particularmente fructífero en casos como éste es examinar la funcionalidad de las pinzas a través de métodos de simulación por computadora. Con la simulación fue posible determinar si esos instrumentos en particular, dada su composición química, dimensiones y métodos de fabricación (cuadro 3.8), poseían las propiedades físicas y mecánicas, así como los atributos de diseño requeridos para haber funcionado como pinzas.

El método usado para evaluar la funcionalidad de las pinzas se conoce como análisis de elemento finito. Esta técnica es usada con frecuencia en los campos de la ingeniería mecánica y de materiales para simular el comportamiento mecánico de estructuras sólidas (Reddy 1984). El método se basa en un conjunto de teorías derivadas de experimentos sobre el comportamiento de los materiales cuando se ven sujetos a deformación. La capacidad de las pinzas de ser usadas se evaluó modelando sus diseños matemáticamente, luego sometiéndolos a una simulación de deformación-esfuerzo que una pinza sufre al abrirse, cerrarse y jalar un pelo. Los resultados revelaron si una pinza en particular fue funcional indicando si esas deformaciones excedían los límites que puede soportar el material de la pinza (metal o aleación).

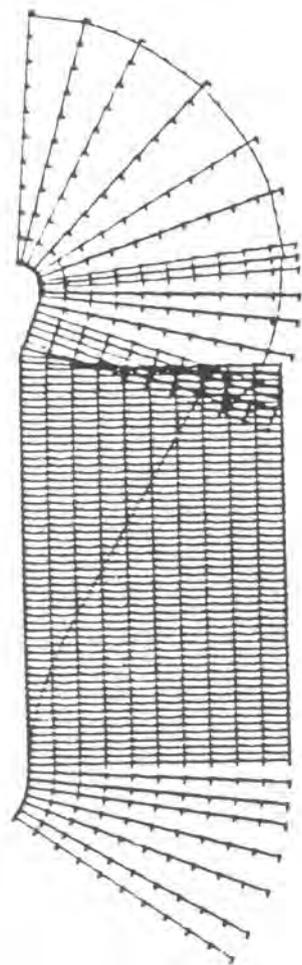


Fig. 3.17. Modelo de elemento finito de una pinza de barra. Este diagrama presenta una vista del modelo de pinza al deformarse en uso, en respuesta a la fuerza aplicada para usar la pinza

El análisis de elemento finito también es útil en estudios de artefactos arqueológicos porque pueden cambiarse los parámetros críticos (por ejemplo, dimensiones, composición, técnica de manufactura). Al alterar los parámetros clave de las pinzas y observando el comportamiento del modelo bajo nuevas condiciones (por ejemplo, el uso de bronce con 2% de estaño en lugar de cobre, o un espesor de la articulación de 0.10 en vez de 0.05 cm) es posible distinguir atributos que son mecánicamente necesarios para el funcionamiento de las pinzas (o sea, requisitos técnicos) de otros que son superfluos, y así expresar los aspectos de la tecnología que pueden determinarse gracias a otros factores.

Utilicé el análisis de elemento finito para determinar si estas pinzas en particular fueron capaces de cerrarse alrededor de un pelo facial y sacarlo, dadas sus técnicas de manufactura, características de diseño y composición química. También usé este análisis para determinar los rangos en los que esos atributos de las pinzas (dimensiones, relaciones de las dimensiones, composición química y técnicas de manufactura) podían variar permitiendo su funcionalidad.

Así, el primer paso fue elaborar un modelo matemático de una determinada pinza, llamado “malla de elemento finito”, basado en las medidas tomadas del objeto real. El modelo de la pinza fue entonces sometido a la simulación de cargas (deformaciones) equivalentes a las requeridas para cerrar una pinza de esas dimensiones (longitud de la hoja, ancho de la articulación, etc.), y la composición del material como para sacar un pelo facial. Como consecuencia de las cargas

o deformaciones, el modelo simulado de pinza se deforma como lo haría la pinza real durante el uso (figura 3.17). Las deformaciones resultantes generadas en la pinza se trazan como distribuciones de deformación-esfuerzo en todo el modelo de la pinza. Si estas deformaciones exceden los límites que puede soportar el material, la pinza falla en uso.

¿Cuáles son los atributos de diseño y propiedades mecánicas de una pinza útil? Cuando una pinza se cierra y se jala un pelo, se siente la deformación-esfuerzo máximo en la articulación de la pinza. La magnitud de esa deformación-esfuerzo (y en última instancia el éxito o fracaso de la pinza) es una función de los valores específicos de ciertas variables de diseño (dimensiones de la pinza) y una variable del material, el módulo de elasticidad del metal. Las dimensiones fundamentales para las pinzas son la longitud de la hoja, el grosor de la articulación y la distancia entre las dos puntas de las hojas donde se hace el contacto al jalar el pelo. El módulo de elasticidad del material afecta la magnitud de la deformación-esfuerzo tolerable en la articulación de la pinza. Los valores de módulo de elasticidad especifican la magnitud de la deformación-deformación elástica que ocurre en un metal en particular bajo una deformación-esfuerzo dado; en este caso, al cerrarse la pinza. Estos valores se toman de tablas estándar para el cobre y sus aleaciones. Las deformaciones-esfuerzos que simplemente resultan de cerrar las pinzas se amplifican cuando se aplica una fuerza (carga) adicional para jalar el pelo. Este segundo conjunto de deformaciones es función de la longitud de la pinza, del ancho de la articulación y del espesor de la hoja.

Así, las ecuaciones que generan el modelo incluyen valores para estas dimensiones críticas y para el módulo de elasticidad del particular metal o aleación. La solución de la ecuación para cada pinza, llamada la “excursión del esfuerzo”, expresa numéricamente los esfuerzos que se presentan en la articulación del instrumento cuando se usa como pinza. Ese valor no puede exceder el valor del esfuerzo de cedencia del metal o aleación usado para hacer la pinza. El esfuerzo de cedencia expresa los límites reales tras los cuales se presenta la falla. Si la pinza excede su esfuerzo de cedencia, sufrirá deformación plástica durante el uso y fallará. Para determinar si una pinza en particular podía servir como tal, comparamos los valores para la excursión de esfuerzo (el esfuerzo generado en esa pinza, dadas sus dimensiones y composición) con el esfuerzo de cedencia, la cual depende de la técnica de manufactura (si la pinza está en estado recocido o si ha sido endurecida por trabajado en frío). Si la excursión de esfuerzo es menor que el esfuerzo de cedencia entonces la pinza fue funcional, de lo contrario no lo fue. Sin embargo, hay otros factores que

también influyen en el desempeño mecánico de la pinza. Por ejemplo, doblar el metal al formar la articulación puede introducir esfuerzos residuales anisotrópicos en el material, que pueden aumentar el rango elástico de esfuerzos en la articulación hasta 1.5 veces el esfuerzo de cedencia inicial (por ejemplo, véase el cuadro 3.10, así como los artefactos 2345 y 2346).⁹

Otra propiedad esencial de un metal usado para hacer una pinza es la “elasticidad” (límite de elasticidad): el rango en el cual el metal se comporta de manera elástica y no cede ni se deforma plásticamente. La elasticidad se rige por un conjunto de propiedades materiales elásticas, una de las cuales es la elasticidad del metal o aleación específica, otra es su resistencia. La elasticidad es la propiedad de la materia que permite a la pinza regresar a su forma y dimensión originales después de quitarse la fuerza aplicada (o sea la fuerza requerida para cerrar la pinza y quitar el pelo). La resistencia se refiere a la capacidad que tiene el metal para funcionar sin fracturarse por fragilidad. La resistencia se confiere por las características inherentes del metal o aleación, pero se ve afectada por la técnica de fabricación. La aplicación repetida de fuerza —abrir y cerrar la pinza— puede causar la fractura frágil a través de la propagación de grietas cortas en la articulación de la pinza, las cuales, si el metal no es lo suficientemente resistente, excederá hasta que el metal falle y se rompa.

¿Cómo determinar si estas pinzas tuvieron la suficiente elasticidad para funcionar como tales? La elasticidad se mide por la relación entre el esfuerzo de cedencia del metal o aleación y su módulo de elasticidad. Esta relación se conoce como deformación de rendimiento. La deformación cedencia de muchos metales, incluyendo el cobre y sus aleaciones, es aproximadamente una tercera parte de la dureza del metal. Aquí el esfuerzo de cedencia se determinó midiendo la microdureza de muestras tomadas de 8 de las 10 pinzas de diseño de barra en la colección del MRG cuya condición permitió determinar los niveles de microdureza (cuadro 3.9). Los valores de deformación de cedencia calculados para cada pinza indican que todas tuvieron la suficiente elasticidad como para haber funcionado exitosamente. Idealmente, los valores para un buen material elástico varían entre 0.01 y 0.005.¹⁰

Además, las otras propiedades mecánicas esenciales para el funcionamiento de las pinzas incluyen la resistencia (en este caso, qué tan rápidamente se propaga una grieta en la articulación) y resistencia a la fatiga (cuántas veces se puede accionar una pinza antes de

Cuadro 3.9. Dureza, esfuerzo de cedencia y deformación de cedencia de las pinzas de barra

Núm. de ID	Dureza (VHN: Núm. de dureza de Vickers, kg/mm ²)	Esfuerzo de cedencia (psi x 10 ¹)	Deformación de cedencia (kg/mm ²)
5	108	51.1	0.0031
6	91	43.1	0.0026
224	113	53.5	0.0032
225	102	48.3	0.0029
2345	131	62.0	0.0037
2346	124	58.7	0.0035
2678	127	60.1	0.0036
2679	125	59.2	0.0036

que se inicie una grieta). En términos generales, estas dos propiedades prescriben los “límites de aguante”, o sea la capacidad del metal de la pinza de resistir muchos ciclos de esfuerzo y deformación impuestos al ser abierta y cerrada antes de fallar. Ambas propiedades dependen de las características inherentes del metal o aleación, así como de los métodos de fabricación. Los materiales usados para hacer estas pinzas, el cobre y sus aleaciones, son resistentes y no se fatigan con facilidad. No obstante, los métodos de fabricación influyen en el éxito de las pinzas de varias maneras. El trabajado en frío aumenta la dureza de estos metales o aleaciones. Como indica el cuadro 3.9, el esfuerzo de cedencia de un metal aumenta cuando se trabaja en frío. Si una pinza ha sido trabajada en caliente, o si se deja en estado recocido, el metal se vuelve más suave, el esfuerzo de cedencia se reduce, y el material por lo general también se vuelve menos elástico.

Estudios de simulación de pinzas de barra. Se elaboraron modelos de elemento finito (véase la figura 3.17) para pinzas de barra individuales, y los esfuerzos que soportarían los objetos reales en uso se determinaron a través de simulaciones por computadora. Los datos de las simulaciones muestran que todas las pinzas modeladas, salvo por una excepción, eran funcionales dados sus particulares atributos de diseño y técnicas de

Cuadro 3.10. Datos sobre el desempeño: simulación de las pinzas de barra

Tipo	Núm. de ID	Fuerza de contacto (g)	Esfuerzo de cedencia (MPa)	Excursión de esfuerzo (MPa)	Años en uso
Hojas paralelas	224	213	207	80	$> 5 \times 10^5$
Articulación con doblez	2345	107	265	397	330
Articulación con doblez	2346	24	265	856	no funcional
Articulación con doblez	2678	110	265	233	1.6×10^5
Articulación con doblez	2679	124	265	135	$> 5 \times 10^5$

Nota: MPa = Mega pascals (10^6 Pascals); 1 Pascal = 0.145×10^{-3} psi. “Años en uso” se refiere a años antes del fracaso, de 50 ciclos/día.

fabricación. Entre estas pinzas, las dimensiones cruciales para su función como tales — longitud, espesor y ancho de la articulación— varían significativamente (véase el cuadro 3.8). También varía la técnica de fabricación; cuatro pinzas se dejaron recorridas, con lo que el metal se volvió más bien suave; mientras otras cuatro se forjaron en frío y son significativamente más duras.

En el cuadro 3.10 se aprecia el desempeño simulado de cada diseño de pinza de barra y puede evaluarse mediante el examen de las columnas de esfuerzo de cedencia, máxima excursión de esfuerzo y fuerza de contacto. El esfuerzo de cedencia es una constante para un metal o aleación dada y tratada en forma particular. Por ejemplo, 207 MPa es el valor de esfuerzo de cedencia para el cobre dejado en condición de recocido, 265 MPa para el cobre puro-trabajado en frío, y 377 MPa para un bronce con 5% de estaño en estado de recocido. La fuerza de contacto es la magnitud de la fuerza que se requiere para cerrar una pinza de dimensiones dadas y jalar un pelo. Aunque la fuerza requerida para jalar un pelo es esencialmente constante,¹¹ la fuerza requerida para cerrar una pinza en particular es una función de su diseño. La excursión de esfuerzo representa la cantidad de esfuerzo que ocurre en una pinza de ciertas dimensiones cuando se cierra y jala un pelo.¹²

Por otra parte, el cuadro 3.10 muestra que los valores de excursión de esfuerzo para dos pinzas exceden el esfuerzo de cedencia. Sin embargo, la pinza núm. 2345 fue utilizable como resultado de tensiones residuales introducidas al hacer la articulación. La pinza número 2346 no fue funcional porque la apertura en los extremos de la hoja era

demasiado ancha; sin embargo, esto pareció haber sucedido después de que el objeto fue depositado arqueológicamente, y probablemente fue funcional en sus orígenes.

Cambios de parámetros. ¿Hasta qué punto fueron necesarios los atributos formales de diseño, las técnicas de fabricación y composición material de estas pinzas para funcionar exitosamente? ¿Cuáles podrían variar y hasta qué punto? En otras palabras, ¿cuáles eran las decisiones que estaban tomando estos artesanos en el diseño formal y el proceso de manufactura, y cómo se limitaban por las propiedades físicas y mecánicas inherentes del material?

Todas las pinzas de barra fueron hechas de cobre. Los datos de la simulación muestran que el diseño pudo fácilmente haber sido ejecutado usando aleaciones y, de hecho, que el uso de aleaciones hubiera permitido mayor flexibilidad en el diseño, por ejemplo, en dimensiones como longitud, ancho y espesor. Considérese el desempeño de la pinza núm. 2679. El desempeño se modeló manteniendo todas las dimensiones constantes, pero cambiando la composición química de cobre a bronce de cobre-estaño y de cobre-arsénico. Los resultados se muestran en el cuadro 3.11. El uso de una aleación de bronce de 5% de cobre-estaño aumenta sustancialmente el esfuerzo de cedencia del metal, incluso cuando es dejado en estado de recocido, de 265 MPa, que representa la pinza de cobre trabajado en frío, a 377 MPa. Esto constituye un aumento de casi 40%.

Aun cuando ha sido trabajado en frío, el cobre no es un material óptimo para estas pinzas, pero sí es adecuado. El esfuerzo de cedencia es mucho menor que los valores

Cuadro 3.11. Cambio de parámetro en la simulación de pinzas de barra: pinza de cobre hecha de aleaciones de bronce

Núm. de ID	Composición	Técnica de fabricación	Esfuerzo de cedencia (MPa)	Deformación de cedencia (MPa)
2679	Cu	forjado en frío	265	135
	5.0% Sn	recocido	377	135
	10.0% Sn	recocido	418	135
	3.5% As	recocido	345	135

típicos de los bronce y los implementos de cobre de estas dimensiones en particular no pueden resistir esfuerzos similares. Cuando la misma pinza se hace de aleaciones de bronce, el esfuerzo de cedencia aumenta en la condición de recocido (cuadro 3.11) y aumentaría todavía más si el material se trabajara en frío, siempre y cuando la concentración del aleante no fuera tan alta que lo hiciese quebradizo.

Cuadro 3.12. Cambio de parámetro en la simulación de pinzas de barra: dimensiones de la articulación de la pinza núm. 2345

	Ancho de la articulación (cm)	Espesor de la articulación (cm)	Fuerza de contacto (g)	Esfuerzo de cedencia (MPa)	Excursión de esfuerzo (MPa)
Original	0.3	0.10	107	265	397
Alterado	1.0	0.01	100	265	450

Dos variables del diseño fundamentales para el funcionamiento de las pinzas son el ancho y espesor de su articulación. ¿Dentro de qué rangos pudieron variar estas dimensiones sin comprometer la función? Se simuló el desempeño de la pinza núm. 2345, hecha de cobre, pero con una reducción en el grosor de la articulación y un aumento en su ancho. El cuadro 3.12 ilustra el efecto sobre el desempeño del cambio de estos parámetros en particular.¹³

Esta pinza hubiera fallado si el espesor de la articulación hubiera disminuido y su ancho aumentado como se especificó. Aunque el caso escogido es extremo, muchas simulaciones similares mostraron claramente que, a menos que el material mantenga un cierto

Cuadro 3.13. Simulación de las pinzas de barra: longitud y funcionalidad

Núm. de ID	Longitud (cm)	Ancho de la articulación (cm)	Espesor de la articulación (cm)	Apertura de la punta (cm)	Fuerza de contacto (g)	Esfuerzo de cedencia (MPa)	Excursión de esfuerzo (MPa)
2345	4.5	0.3	0.1	0.38	107	265	397
2678	7.7	0.4	0.1	0.38	110	265	233

espesor y ancho mínimo, la pinza falla durante el uso. Queda por considerarse el efecto de la resistencia del material. Los desempeños simulados de las pinzas de cobre números 2345 y 2678, que son similares en todas las dimensiones excepto el largo, se muestran en el cuadro 3.13, esto es, de sus longitudes y de los valores de excursión de esfuerzo y del esfuerzo de cedencia, es evidente que cuando otras variables se mantienen casi constantes, la funcionalidad de las pinzas de barra decrece al hacerse más cortas. La mayor longitud de la pinza núm. 2678 distribuye la fuerza sobre un área mayor, de tal suerte que disminuyen los esfuerzos desarrollados en la articulación.

Con este método podemos determinar límites reales en el diseño formal (dimensiones y relaciones de dimensiones) para las pinzas de barra cuando fueron elaboradas en cobre. Los modelos muestran que estas pinzas fueron completamente funcionales, pero que el cobre limitó su diseño, como en el caso de los cascabeles y de las argollas. Los límites reales están en las relaciones de las dimensiones críticas, como longitud a ancho de la articulación y longitud a espesor. Como resultado de esto, llevar una dimensión a su extremo no necesariamente vuelve inútil el objeto; un valor extremo puede compensarse en otra parte del diseño.

Las pinzas de diseño de barra que caracterizaron este periodo inicial de la metalurgia en el occidente mexicano cumplieron con dos requisitos sociales simultáneamente: fueron símbolos de rango y de poder sagrado (si se puede generalizar la evidencia del Periodo 2) y también sirvieron como herramientas depilatorias altamente eficientes.

Hachas. Sólo se han encontrado unas cuantas hachas o instrumentos de corte parecidos a hachas en contextos del Periodo 1 con razonable certeza. Una de ellas fue analizada químicamente. El grupo más grande es un conjunto de Tomatlán, pero para éste no tenemos datos de análisis químico.¹⁴ La colección del MRG contiene 32 hachas, 14 de las cuales son de cobre y el resto de aleaciones de bronce. Las hachas de cobre tienen una longitud que va de 8 a 17.4 cm. Dado que el cobre fue el principal metal usado en el Periodo 1, aquí se supone que al menos algunas de las hachas de cobre del MRG fueron elaboradas en esa época, y en esta sección se describirá su tecnología de producción. Los resultados de futuras excavaciones posiblemente podrían cambiar su ubicación temporal, pero la información sobre la historia de su fabricación sigue siendo la misma. La figura 3.18 ilustra algunas hachas e instrumentos de corte del MRG.

Existe evidencia sustancial sobre el uso de estas herramientas en documentos del siglo XVI, documentos a los que recurriré en el capítulo 5. Estas fuentes indican que de hecho las hachas sí fueron utilizadas como herramientas de corte, pero las hachas de metal también marcaron rango social y poder sagrado y político.

Así, los estudios metalográficos de las hachas de cobre proporcionan evidencia inequívoca sobre su uso. Algunas sirvieron como artefactos de corte, mientras que otras no tuvieron ningún uso práctico en absoluto. Seis de los 14 especímenes no muestran evidencia macroscópica de uso y las microestructuras de tres de los seis confirman esta observación. Dos se dejaron en condición de recocido, y uno de trabajo en frío. Las dos hachas recocidas resultaron demasiado suaves como para haber servido como herramientas de corte. Los estudios metalográficos de una sección tomada de la hoja de un hacha revelan pocas inclusiones alargadas y una estructura completamente recocida y recristalizada en la cual ninguno de los granos está deformado (figura 3.19). Las pruebas de dureza de esta sección de la hoja y de la sección tomada de la parte posterior dieron valores entre 60 y 80 en la



Fig. 3.18. Hachas y otras herramientas de corte del MRG

escala de dureza de Vickers (VHN). Estos valores son congruentes con los datos de dureza estándar para cobre recocido puro.¹⁵ La hoja es lo suficientemente suave, incluso en el ejemplo trabajado en frío (VHN: 128 máximo), que la evidencia microestructural y macroscópica sería visible si el hacha hubiera sido usada para cortar. Se efectuaron estudios metalográficos en secciones tomadas de la hoja y de la parte posterior de todas las hachas.

¿Por qué los metalurgistas estaban haciendo objetos en forma de hacha que eran mecánicamente inútiles de ser usados o que nunca lo fueron? En Mesoamérica, la forma del hacha tradicionalmente representaba autoridad divina. Las hachas descritas aquí dan evidencia concreta de que realmente existieron tales “herramientas simbólicas” hechas de metal. Estos ejemplos representarían especímenes utilitarios reciclados por no ser útiles debido a razones mecánicas no aparentes en la microestructura (por ejemplo, la presencia de una fisura interna o algún otro defecto de fundición). Como herramientas defectuosas, posteriormente fueron recocidas y usadas en rituales o para mostrar estatus. Estas hachas también pudieron haber sido manufacturadas intencionalmente como elementos rituales. Difieren en su diseño de las hachas con evidencia de uso: son más delgadas en proporción a su largo (Hosler 1986). Dado que el cobre no es un material especialmente duro, cualquier hacha de cobre utilizable necesita mantener un cierto espesor mínimo. No sucede así con estas hachas, ya sea por accidente o por diseño.

Ocho de las hachas de cobre del MRG (véase el cuadro 3.6) fueron indudablemente fabricadas para usarse y el examen de laboratorio muestra desgaste por el uso. La micrografía en la figura 3.20, que ilustra una sección del filo de la hoja de una de estas hachas, exhibe granos algo alargados con maclas de



Fig. 3.19. Corte longitudinal de una hoja de hacha de cobre del MRG, dejada en condición de recocido. Nótese los granos equiaxiales y las maclas de recocido. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 200)

recocido en la porción interior del metal que se vuelven muy alargados en el extremo de la hoja, donde parte del metal exhibe flujo plástico y severa distorsión. Otro corte más hacia el interior del filo de la hoja muestra granos completamente equiaxiales. Esta microestructura revela que después que la hoja fue vaciada en la forma aproximada se trabajó en frío, de forma dura; después se recoció y luego trabajada en frío nuevamente, un proceso que dejó los granos deformes y endureció el metal. En el extremo de la hoja,

el metal se dobla hacia arriba para formar el filo achatado que también se ve macroscópicamente. Los datos de dureza confirman los metalográficos; los valores de microdureza para la hoja van de 83 a 128 VHN. Los valores más altos ocurren en el filo de corte y los más bajos en el centro de la muestra. Estos valores de microdureza demuestran que esta herramienta posee el rango de propiedades requeridas: debe ser más dura en el filo de corte y resistente en el centro, la cual es una medida de la resistencia del metal a la fractura frágil. El hacha debe poder absorber el impacto durante su uso.

Todas las hachas en este grupo se hicieron de la misma manera, y la evidencia microestructural y macroscópica demuestra inequívocamente que sí se utilizaron. Un metal tan suave como el que se usó para hacer estas hachas, invariablemente muestra evidencia de deformación si es que la hubo. Los máximos valores de dureza en las hojas sólo miden 130 VHN. Sin embargo, hasta las hachas de cobre endurecidas por el trabajo en frío, con dureza ligeramente mayor en el filo de corte (alrededor de 135 VHN), no son lo suficientemente fuertes como para cortar maderas duras o árboles. El cobre es un material poco idóneo para un hacha si su propósito es cortar. Es más probable que estas herramientas se usaran para



Fig. 3.20. Corte longitudinal de la punta de una hoja de hacha de cobre trabajada en frío. Los granos están altamente alargados y comprimidos por el intenso trabajo en frío. Muestra atacada con dicromato de potasio seguido de cloruro férrico (amplificación: 50)

partir. Para partir la madera se necesita una herramienta lo suficientemente resistente para que no se resquebrajara, pero no especialmente dura o filosa. Dado que los estudios metalográficos no mostraron deformaciones en la parte posterior de estos artefactos, probablemente fueron enmangados de manera que eso se evitara. Sahagún (1950-1982, Libro 11, lámina 371) muestra una herramienta aparentemente usada para rajar troncos que se enmangó como hachuela, y algunas de estas hachas de cobre probablemente se usaron de esta manera para partir troncos o ramas.

Trabajo en frío: objetos utilitarios

Agujas. Las agujas conforman uno de los tipos más abundantes de objetos utilitarios del Periodo 1. Antes de que se desarrollara la metalurgia, las agujas habían sido hechas de hueso (como algunas lo siguieron siendo), pero al menos en algunas áreas, las agujas de metal empezaron a reemplazarlas. En Amapa, por ejemplo, aparte de los cascabeles, muy frecuentemente se encontraron agujas de metal; éstas conforman 32 de un total de 205 objetos. Los arqueólogos sólo reportaron cuatro agujas de hueso. La preservación diferencial podría explicar esas cantidades relativas, pero es notable el hecho de que con frecuencia se estaban haciendo agujas de cobre. En Tizapán, se encontraron siete agujas de cobre, y sólo una de hueso.¹⁶ En ese lugar, al igual que en los sitios de Infiernillo, aparecieron agujas de cobre en entierros, sugiriendo ya sea que el metal en sí mismo era considerado lo suficientemente importante como para incluirse en las ofrendas funerarias, o bien que las agujas representaban alguna actividad realizada por el difunto. En Amapa fueron encontradas tanto en entierros como en pozos estratigráficos.

La resistencia y elasticidad del cobre permiten elaborar una aguja bastante superior a una hecha con hueso, ya que éste se fractura fácilmente, por lo que es preferible el uso de cobre en agujas largas, curvas o con cuerpos extremadamente delgados. La gran variación en longitud y configuración es una característica especialmente notable de las agujas del Periodo 1. Las agujas de cobre encontradas en Amapa, por ejemplo, varían entre aproximadamente 6-19 cm de largo y 0.065-0.2 cm de espesor y en algunos casos están curvadas. Un ejemplo notable de Tizapán mide 35 cm de largo. Estas diferencias en diseño formal sugieren un amplio rango de actividades especializadas de producción de tela, redes o

canastas. La misma variedad de longitudes y espesores también se presenta en las agujas de ojo perforado del MRG, que miden entre 7 y 22 cm (Hosler 1986).

Así, los artesanos del occidente mexicano hicieron dos distintos diseños de aguja, que se distinguen por el tipo de ojo. Uno de éstos fue escaso en el Periodo 1. El ojo del tipo más común del Periodo 1 está hecho en forma de acanaladura cóncava, con el hoyo del ojo perforado o taladrado en el centro (figura 3.21). Estas agujas se han localizado en Tizapán, Cojumatlán, Infiernillo y Amapa. El otro tipo, con ojo de lazo, puede aparecer en Amapa, aunque la evidencia no es muy clara.¹⁷ Estos dos diseños son tan diferentes entre sí como para sugerir que se usaron en tareas distintas. El extremo del ojo de la aguja de ojo perforado es angosto y va disminuyendo en tamaño hasta una punta extremadamente aguda, que fácilmente pudo haber atravesado telas al pasar la aguja a través suyo. Este movimiento hubiera sido virtualmente imposible con el ojo de lazo, porque el

lazo mantiene el grosor del cuerpo de la aguja. En el capítulo 5 se habla del diseño del lazo y trata del desarrollo de la tecnología después de 1200 d.C.; durante ese periodo, la mayoría de las agujas de este diseño se hicieron de aleaciones de bronce. El reducido número de agujas de este tipo, independientemente de su finalidad, indica que los aspectos de producción de tela o de tejido que requerían este tipo de aguja fueron relativamente poco importantes en el Periodo 1.

Todas las agujas del MRG con el ojo perforado fueron hechas de cobre, al igual que las de Amapa analizadas. La acanaladura, el agujero del ojo, la región arriba de éste, la parte superior de la acanaladura y el extremo que se angosta de ese tipo de aguja se pueden ver en la figura 3.21. El cuerpo de la aguja es de sección transversal rectangular en la base del ojo, para luego rodearse gradualmente hacia la punta. La acanaladura para el ojo se aplanó un poco y luego se forjó en frío hasta alcanzar una forma de “U”. En el extremo del ojo, las orillas aplanadas se martillaron

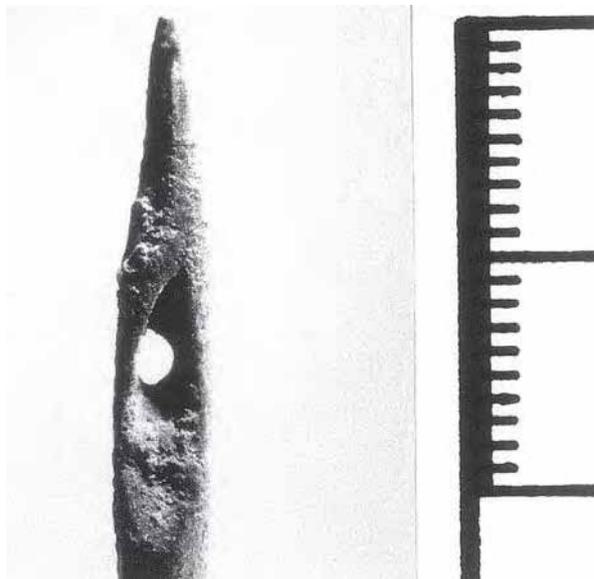


Fig. 3.21. Ojo perforado de una aguja del Periodo 1

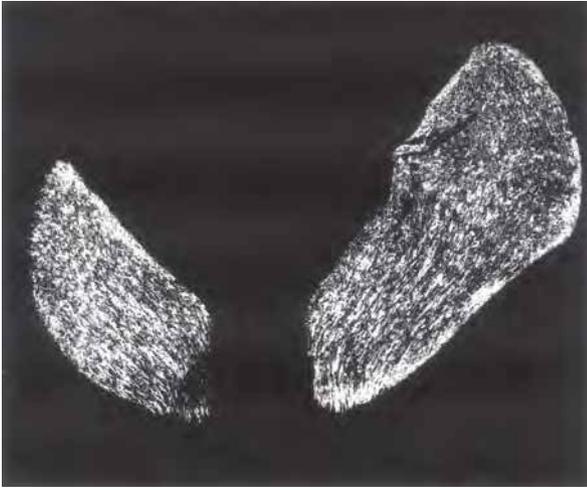


Fig. 3.22. Corte a través del ojo de una aguja: los granos alargados y comprimidos muestran el intenso trabajo en frío. El flujo plástico y el estiramiento del metal a lo largo de ambas orillas del ojo indican que el hoyo fue perforado, no taladrado. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 50)

hacia adentro hasta que se tocaron, formando una punta sólida. Ambas caras paralelas y el ojo se muestran en sección en la figura 3.22. El agujero del ojo se perforó con un instrumento parecido a un punzón; la micrografía que muestra un lado del ojo (figura 3.23) revela las marcas del instrumento. Los valores de microdureza de la sección del ojo varían de 119 a 141 VHN, lo que refleja el intenso trabajo en frío al formar la aguja. Todas las agujas de este tipo se hicieron precisamente de la misma manera.

Las agujas empezaron como pedazos de cobre largos y rectangulares que se aplanaron y luego se dobla-

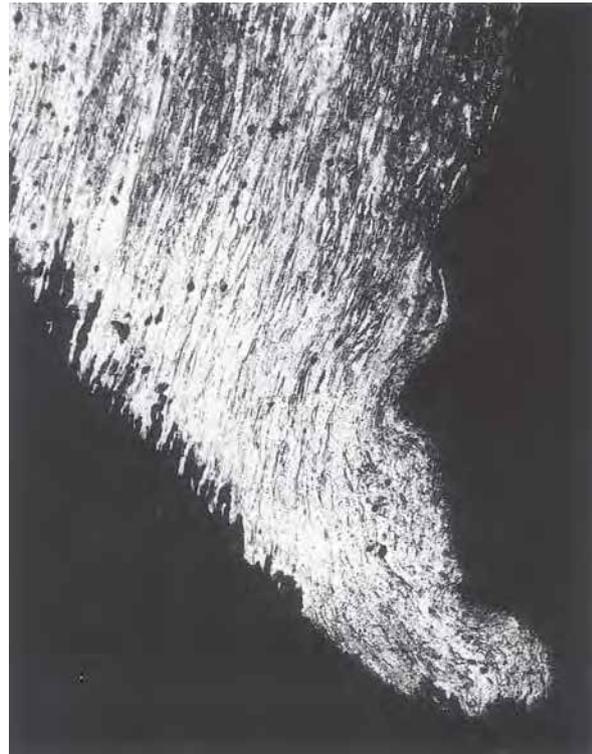


Fig. 3.23. Corte transversal de un lado de la acanaladura del ojo de una aguja, con las indentaciones dejadas por la herramienta usada para perforar el ojo. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 200)



Fig. 3.25. Corte transversal de una aguja de ojo perforado, aproximadamente a la mitad del cuerpo. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 100)

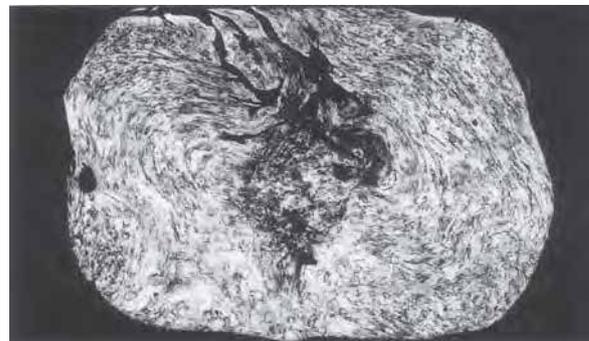


Fig. 3.24. Corte transversal del cuerpo de una aguja de ojo perforado, directamente debajo del ojo. Nótese las fisuras centrales, la forma rectangular y los granos altamente alargados y comprimidos. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 50)

ron a lo largo de su eje longitudinal para engrosar el metal que se convertiría en el cuerpo de la aguja. El doblamiento produjo una varilla que conservó una sección transversal más o menos rectangular, pero que también creó una fisura interna a lo largo de la varilla. La sección de la aguja inmediatamente debajo del ojo se trabajó en frío todavía más para aplanarla. La orientación de las líneas de flujo muestra cómo se movió el metal al ser trabajado (véase la figura 3.24). La sección fue transformada de rectangular a redonda martillando el metal a lo largo mientras se hacía rotar la varilla. La figura 3.25, una sección transversal cortada en la parte media del cuerpo, muestra la fisura.

Las agujas elaboradas durante el Periodo 1 presentan una situación mixta en lo tocante al control sobre el diseño formal y las propiedades de los mate-

riales. Una aguja útil debe lograr un balance entre resistencia y resiliencia. Debe ser lo suficientemente resistente para que los esfuerzos a que se ve sujeta (en el ligero doblamiento que puede ocurrir cuando se pasa a través de tela gruesa o de otro material) no causen la fractura. La aguja también debe ser lo bastante fuerte para que no se deforme permanentemente con el uso; así, parte de la elasticidad es una ventaja. Además, la aguja debe ser muy dura y puntiaguda para atravesar material bastante resistente.

Nueve de las 17 agujas de ojo perforado de Amapa que examiné estaban deformadas, o sea, el cuerpo de la aguja estaba doblado. También el ojo de muchas más estaba quebrado. Siete de las agujas de ojo perforado del MRG analizadas estaban deformadas y quebradas al pie del ojo o en otro lugar. El daño causado a estos utensilios no ocurre al azar, sino que es en función de la longitud y espesor del artefacto. Como indica claramente el cuadro 3.14 (grupo A), las agujas de cobre más delgadas que 0.19 cm no tienden a deformarse. De igual forma, las agujas en un rango de espesor entre 0.09 y 0.19 cm se deforman si son más largas de 12 cm (grupo C); si son más cortas de 12 cm no se deforman (grupo D). Sólo unas cuantas agujas del MRG del otro diseño, con ojo de lazo, son de cobre; también están deformadas o dañadas con una sola excepción, debido a la inherente fragilidad del lazo cuando se hace de cobre.

Entonces, los artesanos se enfrentaban a un problema técnico si querían hacer agujas de cobre largas y delgadas: el metal, aun cuando se trabaja en frío, carece de la fuerza mecánica necesaria para soportar el diseño. El cobre es relativamente suave, incluso cuando es trabajado en frío, no es el material óptimo para realizar el diseño ni para la funcionalidad de estas agujas. Los artesanos del Periodo 2 sí produjeron agujas largas y delgadas, pero con aleaciones de bronce, lo que sugiere que pudieron haberse generado cambios concurrentes en algunas facetas de la tecnología de producción de textiles.

Así, estos metalurgistas produjeron ambas formas parecidas a una varilla de manera similar: vaciando una plancha, aplanando y extendiendo el metal, luego doblándolo y martillándolo a lo largo de su eje longitudinal. Hicieron argollas de sección transversal redonda y agujas de esta manera y, como demostraré, también hicieron anzuelos y punzones de sección transversal redonda siguiendo el mismo principio. Esta forma de elaborar los objetos ocasiona una fisura interna que sigue el eje longitudinal del artefacto. Esta fisura no compromete la funcionalidad de las argollas o agujas, porque no son instrumentos de impacto en los que la resistencia es esencial.

Cuadro 3.14. Agujas de cobre: fractura o deformación como función del espesor y la longitud

Espesor (cm)	Longitud (cm)	Condición	Espesor (cm)	Longitud (cm)	Condición
Grupo A			Grupo D		
0.04	9.4	deformada	0.09	8.2	intacta
0.05	8.3	deformada	0.10	6.0	intacta
0.08	6.0	deformada	0.10	8.0	intacta
0.08	9.1	deformada	0.10	8.8	intacta
			0.10	10.8	intacta
			0.10	11.3	intacta
Grupo B					
0.2	8.9	intacta	0.12	10.2	intacta
0.2	14.7	intacta	0.12	11.5	intacta
0.2	22.5	intacta	0.15	8.4	intacta
0.3	12.9	intacta	0.15	10.5	intacta
Grupo C					
0.10	11.1	deformada			
0.10	13.4	deformada			
0.12	13.0	deformada			
0.12	14.4	deformada			
0.13	14.0	deformada			
0.15	12.2	deformada			
0.15	12.8	deformada			
0.15	14.0	deformada			
0.15	14.0	deformada			
0.15	14.8	deformada			
0.18	13.5	deformada			

Sin embargo, la funcionalidad indudablemente se compromete en las herramientas pequeñas de cobre como los punzones.

Punzones: de una y de dos puntas. Durante el Periodo 1 se hicieron por lo menos dos diseños de punzón (figura 3.26), uno con una punta y otro con dos. Éstos se encontraron en Amapa, Nayarit, en Tomatlán, Jalisco, y en los entierros de Infiernillo (véase el cuadro 3.6). Las herramientas del MRG van de 6 a 13 cm de largo. Dentro de cada grupo,

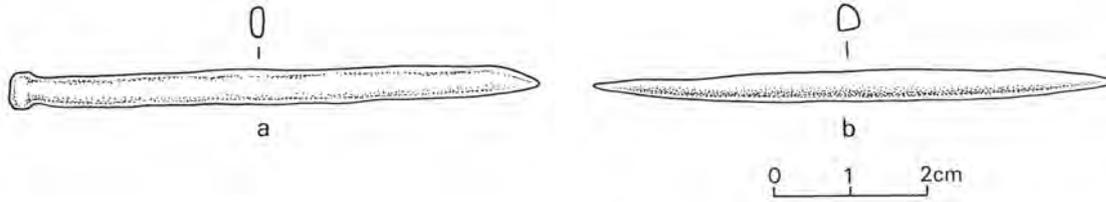


Fig. 3.26. Diseños de punzón del Periodo 1: a) de una punta y b) de dos puntas.

algunos punzones tienen sección transversal redonda y otros son rectangulares; los regímenes de manufactura para ambos tipos de sección transversal difieren ligeramente entre sí.

Ahora bien, los estudios metalográficos muestran que los artesanos elaboraron los punzones de sección redonda, al igual que las agujas y argollas de sección transversal redonda: martillando una plancha vaciada hasta alcanzar la forma aproximada, luego doblando el metal y martillándolo alrededor de su eje longitudinal. Después de trabajar en frío la varilla resultante en forma de punzón, dejaron el metal recocido, con excepción de los extremos donde se trabajó más para incrementar la dureza. La figura 3.27 es una micrografía de una sección transversal del cuerpo de un punzón pequeño, mostrando las fisuras internas y las líneas de flujo del metal, que indican el flujo direccional del trabajado en frío inicial. Los granos alrededor de la fisura exhiben maclas de recocido. La punta funcional del objeto se trabajó en frío para endurecerla tras el recocido final, como indican los granos extremadamente alargados y deformes (fi-



Fig. 3.27. Punzón de una punta: microestructura del corte transversal del cuerpo, ilustrando parte de una fisura interna, granos equiaxiales y maclas de recocido. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 50)

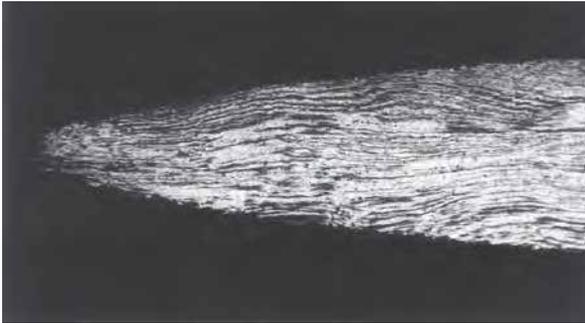


Fig. 3.28. Corte longitudinal de la punta de trabajo de un punzón. Los granos delgados y altamente comprimidos se han deformado drásticamente por el trabajo en frío llevado a cabo para endurecer la punta (amplificación: 50)



Fig. 3.29. Corte longitudinal cerca de la punta de un punzón. La orientación de los granos en la superficie es perpendicular al eje longitudinal, como resultado de la deformación por uso. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 100)

gura 3.28). Esto se refleja en los datos de microdureza en la punta (129 a 146 VHN). Una sección longitudinal de la punta de otro punzón de cobre (figura 3.29) también muestra granos alargados, algunos perpendiculares al eje longitudinal, indicando deformación del metal que sólo pudo haber sido el resultado del uso.

Anzuelos. Los anzuelos son poco usuales en la zona metalurgista; sólo se ha recobrado uno de cada uno de los sitios enlistados en el cuadro 3.6, tampoco son abundantes en la colección del MRG. El diseño básico se muestra en la figura 3.30. La fisura central que caracteriza a estos objetos es visible en la micrografía de la figura 3.31.



Fig. 3.30. Anzuelo en la colección del MRG



Fig. 3.31. Corte transversal del anzuelo, mostrando una fisura central. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 50)

En este caso, los estudios metalográficos demostraron que los anzuelos se elaboraron de la misma manera que las argollas de sección redonda, las agujas y los punzones. primero se martilló una plancha vaciada hasta la forma aproximada, luego el metal se dobló y martilló alrededor de su eje longitudinal. El anzuelo se dobló a su forma final mediante una secuencia de martillado y recocido. Después del recocido final, el anzuelo se trabajó ligeramente para rectificarlo.

Resumen y observaciones

El Periodo 1 comprende desde aproximadamente 600 d.C. hasta 1200/1300 d.C. Durante este tiempo, los artesanos trabajaron principalmente con cobre, tanto el metal nativo como el fundido de menas de cobre. La evidencia de Tomatlán y Peñitas sugiere que los metalurgistas también empezaban a experimentar con una aleación de cobre-arsénico baja en arsénico. En Amapa, Tomatlán, Peñitas, La Villita y Cojumatlán, el metal pudo haber sido trabajado *in situ*: Mountjoy describe herramientas de metalurgistas; en Amapa se encontró escoria; se reporta un crisol en La Villita, etc. Los artesanos del Periodo 1 dentro de una gran región parecen haber estado haciendo el mismo tipo de objetos, a partir de materiales similares y de la misma manera.

Uno de los rasgos más inusuales de la metalurgia del Periodo 1 es que estos artesanos emplearon dos métodos distintos de formar el material: vaciado a la cera perdida y trabajo en frío a partir de una forma original vaciada en un molde abierto. Estos artesanos crearon con más frecuencia cascabeles, vaciándolos con el método de la cera perdida; cuyos diseños fueron bastante variados incluso en el Periodo 1, cuando aparecieron por lo menos siete tipos distintos. Una segunda clase importante de objetos de metal (con respecto de sus grandes cantidades y de su contexto suntuario) consta de pequeñas argollas abiertas, formadas por trabajo en frío y usadas como ornamentos para el cabello y las orejas. Estos dos tipos de artefacto constituyen la mayoría de objetos hechos de metal durante el Periodo 1. Los cascabeles fueron principalmente elementos rituales, mientras que los argollas marcaron estatus social. Las herramientas fueron mucho menos comunes, incluso muchas (por ejemplo, las pinzas y las hachas) en ocasiones tuvieron fines simbólicos más que utilitarios.

Todos los objetos de metal del Periodo 1 tienen sus contrapartes en otros materiales. Se hicieron cascabeles de cerámica, los cuales se incluyen en las colecciones del MRG. También se conocen ampliamente ejemplos etnográficos de sonajas de vainas con semillas, de pezuñas de venado y de otros materiales que se ilustran en cerámica arqueológica y en murales (véase el capítulo 8) en todo el continente americano. También se han encontrado agujas, anzuelos y punzones de hueso, así como pinzas y argollas de concha y de madera. Las hachas de piedra son bastante comunes. Las superiores propiedades físicas y mecánicas del metal hubieran optimizado el diseño y función de cual-

quiera de estos objetos. Sin embargo, cuando se desarrolló la metalurgia, el metal desplazó sólo a uno de ellos (los cascabeles) en grado significativo. El rango de tonos que permitieron las superiores propiedades de resonancia del metal se convirtió en el foco de la tecnología del Periodo 1. Estos pueblos exploraron y desarrollaron esta cualidad (dentro de las limitaciones impuestas por el cobre) en un material enteramente nuevo.

Si consideramos que las propiedades físicas y mecánicas del metal pudieron haber ofrecido grandes ventajas para otras muy variadas clases de objetos suntuarios, así como para herramientas o implementos, la importancia de estas decisiones técnicas se vuelve evidente. Los artesanos sí fabricaron algunos implementos de metal, pero nunca en grandes cantidades. En gran medida, pasaron por alto las herramientas e implementos de metal que otros pueblos hicieron (cuchillos, puntas de lanza y otras armas y ciertas herramientas agrícolas, como azadones y puntas de palo sembrador).

Como demuestro en el capítulo 4, muchos objetos del Periodo 1 son casi idénticos en su diseño formal, técnicas de fabricación y materiales a los correspondientes objetos encontrados en la tradición de vaciado de Centroamérica y Colombia, o en la tradición de martillado y trabajado de los Andes Centrales. La evidencia muestra, de manera inequívoca, que el conocimiento técnico y, en algunos casos, los artefactos, fueron importados de esas dos regiones y originaron el desarrollo de la metalurgia en el occidente. Sin embargo, los artesanos del occidente no incorporaron por completo el rango de objetos y técnicas de Centro y Sudamérica a su propio repertorio metalurgista, aunque claramente sí tuvieron el dominio técnico y las menas minerales para haberlo hecho. El énfasis central de la metalurgia del Periodo 1, los cascabeles, ciertamente no fue adquirido de ninguna de las dos metalurgias en el sur. Los componentes de esas tecnologías que los artesanos del occidente decidieron integrar y enfatizar (algunas fueron decisiones entre alternativas técnicas) revelan sus propias visiones del mundo, sus actitudes y preocupaciones. Este tema se discute en el capítulo final.

Notas

1. Los resultados completos de las pruebas de dureza de los análisis químicos cualitativos y de los estudios metalográficos adicionales aparecen en Hosler (1986).
2. Los términos trabajado, trabajo en frío y martillado se refieren a la deformación plástica del metal frío, es decir, a temperatura ambiente. El trabajado en caliente se refiere a la deformación plástica mientras el

- metal está caliente. El recocido implica calentar el metal después de que el trabajo en frío ha reducido su plasticidad; el metal se recristaliza cuando se calienta y recupera sus propiedades plásticas.
3. En el capítulo 5 me refiero a “objetos de lámina de metal hechos de aleaciones de cobre-plata-oro”. Éstos no son comunes en el occidente de México, pero aparecen a veces en colecciones privadas y de museos. Es difícil calcular las proporciones relativas de tales objetos hechos de aleaciones, en vista de que muchos fueron fundidos por los españoles.
 4. Clement Meighan, comunicación personal, 1991.
 5. Las aleaciones de cobre-plata pueden aparecer un poco antes en los sitios de Infiernillo, pero las fechas no son confiables.
 6. Robert Rose, comunicación personal, 1987.
 7. El diseño de algunos instrumentos, como el *huehuatl*, o tambor de dos tonos azteca, fue tal que invariablemente producían las mismas dos notas (Stevenson 1968).
 8. La imagen de los entierros de Infiernillo es interesante, puesto que proporcionalmente se encontraron menos cascabeles que otras clases de artefactos. Esto podría indicar que los cascabeles se reservaron sólo para entierros de individuos de un estatus alto en sitios importantes, que los cascabeles no fueron comunes en la región de Infiernillo, o bien que hubo un problema con la muestra. Sin embargo, se ha informado que hay grandes cantidades de cascabeles en sitios cercanos al área de Infiernillo.
 9. David Parks, comunicación personal, 1986.
 10. Regis Pelloux, comunicación personal, 1985.
 11. Ese valor lo determinaron experimentalmente Matthew Lewis y Melissa Krawizcki, por medio de un ingenioso experimento con uno de los pelos de la barba del señor Lewis.
 12. Dado que no sabemos exactamente cómo se sostenían las pinzas, las simulaciones se hicieron aplicando la fuerza en dos distintas posiciones sobre el modelo, obteniendo los esfuerzos resultantes de la carga en cada localización. Una fuerza de contacto de entre 100 y 200 gramos, generada en las puntas de las hojas de las pinzas, resultó ser suficiente para cerrar las pinzas y jalar un pelo.
 13. La pinza número 2345 era funcional, a pesar de que al usarla se excedía el esfuerzo de cedencia del material. El metal de la articulación fue trabajado en frío al doblarse durante su formado, produciendo un fenómeno conocido como esfuerzo residual. Como resultado, los esfuerzos reales que puede tolerar la articulación de la pinza son sustancialmente mayores que el esfuerzo de cedencia teórico del metal.
 14. El hacha analizada viene de Peñitas, Nayarit, de 1000-1200 d.C. (Clement Meighan, comunicación personal, 1990).

Orígenes de la metalurgia
del Periodo 1 del occidente
de México



4

Durante muchos años, los investigadores han sospechado que la metalurgia del occidente de México se originó en las metalurgias de Centro o Sudamérica (Arsandaux y Rivet 1921; Meighan 1969; Mountjoy 1969; Pendergast 1962b). Hacia 1500 a.C., en los Andes centrales, los artesanos elaboraban objetos de metal, aunque la metalurgia no tuvo su auge sino hasta el Horizonte Temprano (700-200 a.C.). La metalurgia de Colombia empezó a tomar forma alrededor de 200 a.C. o antes, y la de Centroamérica del sur varios siglos después. En la zona metalurgista del occidente de México la tecnología ya florecía hacia el 800 d.C., aunque se han encontrado objetos de metal que se remontan varios siglos antes de esa fecha. La aparición tardía de la metalurgia en el occidente de México sugiere que se introdujo de fuera. Al mismo tiempo, algunos artefactos de metal de la zona andina y del sur de Centroamérica y Colombia son idénticos en diseño formal a algunos objetos posteriores del occidente de México. Tales similitudes de diseño pueden indicar conexiones históricas, pero representan sólo un aspecto de éstas. Para explorar a fondo este tema debemos investigar todas las facetas de la tecnología: los tipos de objeto que se fabricaron y sus características de diseño, técnicas de manufactura, metales y aleaciones empleados para hacerlos y, cuando sea posible, su significado dentro de contextos sociales específicos. Esta evidencia, tomada en su conjunto, indica, sin lugar a duda, que la metalurgia del Periodo 1 es tan semejante a la de ciertas zonas metalurgistas de Sur y Centroamérica que algunos elementos de la tecnología del occidente de México fueron introducidos de esas áreas. Las metalurgias de dos regiones tuvieron papeles importantes: el sur de Centroamérica y Colombia, y la zona sur del moderno Ecuador.

Los pueblos de estas dos áreas manejaron el metal de formas muy diferentes. En el sur de Ecuador y en los Andes centrales, los artesanos formaron el metal como material sólido, trabajándolo ya fuera en frío o en caliente. Generalmente ocuparon lámina de metal, aun para figuras tridimensionales (figura 4.1), pero también para pectorales, máscaras, diademas, pendientes y plumas metálicas, objetos a veces de dos metales que exhiben superficies planas, altamente reflejantes y de brillantes colores plateado y dorado.

Estos artesanos andinos crearon ciertas formas mediante vaciado; por ejemplo, algunos símbolos del Estado, como mazos en forma de estrella, *tupus* decorativos y narigueras. A veces usaron moldes abiertos; otras, moldes de dos piezas y en ocasiones, utilizaron el método de la cera perdida. También fueron comunes las herramientas de bronce; algunas, por ejemplo las hachas y los azadones, fueron vaciadas en moldes y, después, trabajadas en frío para lograr su forma final y aumentar su dureza. Los metalurgistas también hicieron implementos de menor tamaño (agujas, pinzas, punzones, hachas y anzuelos) formándolos por martillado a partir de una plancha inicial vaciada.



Fig. 4.1. Jaguar de la costa norte de Perú, hecho de 12 piezas individuales de lámina de metal (fotografía cortesía del Virginia Museum of Fine Arts)

Ahora bien, la metalurgia del sur de Centroamérica y de Colombia se centró en el vaciado, sobre todo a través del método de la cera perdida y otras técnicas. La *tumbaga*, o sea, la aleación de cobre-oro, fue sumamente común; los metalurgistas la emplearon para vaciar aretes elegantes e intrincados, pendientes y narigueras usados por las élites (véase figura 4.2). Otros objetos de mayor tamaño se usaron en rituales. Los artesanos realizaron relativamente pocas herramientas e implementos de metal.

Cada región aportó ciertos elementos a la metalurgia que surgió en la zona metalurgista del occidente de México. En primer lugar, consideraré los que se derivan del sur de Ecuador. En la actualidad, tenemos una cronología confiable para la metalurgia del Ecuador gracias a las investigaciones de laboratorio de objetos fechados y al amplio y puntual estudio de las colecciones de metal en el Museo Antropológico del Banco Central en Guayaquil (MAG). Esa información se compara con los datos de laboratorio y de otras fuentes de los artefactos del occidente de México para evaluar las aportaciones de Ecuador a la tecnología. La sección “El medio, los sitios y los objetos” proporciona los antecedentes y el contexto de la evidencia comparativa presentada aquí. En esa sección se discute el desarrollo de la metalurgia en sitios ecuatorianos específicos y se presentan datos del análisis químico de objetos procedentes de esos lugares (véanse también los cuadros 4.1 y 4.2).

Ecuador y el occidente de México

Existen similitudes notables entre la metalurgia del occidente de México durante el Periodo 1 y la del antiguo Ecuador antes de y durante esta época; tales si-



Fig. 4.2. Pendiente antropomorfo de Colombia de la cultura tairona (fotografía cortesía del Museo del Oro, Bogotá, Colombia)

Cuadro 4.1. Desarrollo cronológico de la metalurgia ecuatoriana: primera aparición de tipos de objetos, metales y aleaciones

Cronología relativa	Tipo	Metales y aleaciones
Integración (800-1530 d.C.)	Hachas-moneda Hachas	Cobre-estaño(sólo en las tierras altas del sur; importación inca)
Desarrollo regional (500 a.C.- 800 d.C.)	Punzones Cuentas Cascabeles Agujas Argollas para la nariz Argollas (abiertas) Pendientes Placas Pinzas	Cobre-arsénico Cobre-oro Cobre-plata
Formativo (1500-500 a.C.)	Argollas para la nariz Lámina de metal	Cobre Oro Plata

militudes aparecen en muchas facetas de estas tecnologías: en los tipos de objetos hechos de metal, en sus características específicas de diseño, así como en las técnicas de fabricación y materias primas usadas en ambas áreas para realizar esos diseños. Los cascabeles fueron los objetos de metal más comunes del Periodo 1 en occidente de México, así como las argollas, las agujas de ojo perforado, las pinzas de diseño de barra, las hachas, los punzones y los anzuelos hechos de cobre y, ocasionalmente, de aleaciones de cobre con arsénico en bajas concentraciones. En Ecuador, antes y durante este periodo, el metal se usó para las mismas clases de artefactos, hechos de los mismos materiales; los artefactos se hicieron de la misma manera en todos los casos, salvo en el de los cascabeles, que en Ecuador fueron formados por trabajo en frío. De hecho, los artesanos ecuatorianos elaboraron muchos otros objetos (narigueras y otros elementos rituales, por ejemplo) que nunca llegaron hasta el occidente de México. Sin embargo, la congruencia en diseño, materiales y métodos de fabricación en la constelación de objetos

Cuadro 4.2. Ubicación cronológica y geográfica de los sitios ecuatorianos

Cronología relativa	Costa		Interior	Altiplano	
	Centro	Sudoeste		Norte	Sur
Integración (800-1530 d.C.)	Salango (manteño)	Ayalán Cerro Alto (ambos Milagro- Quevedo) Loma de los Cangrejitos (manteño)	La Compañía Peñón del Río (Milagro- Quevedo)	Ingapirca (inca)	
Desarrollo Regional (500 a.C.-800 d.C.)	Salango (Bahía)	El Azúcar Cerro Alto La Libertad OGSE-MA-172 Palmar (todos Guangala)	San Lorenzo (Jambelí)		
Formativo (1500-500 a.C.)	Salango (chorrera)			La Florida	Pirincay

que he mencionado sugiere fuertemente la existencia de conexiones históricas. Los cuadros 4.1 y 4.2 presentan la cronología para el desarrollo de la metalurgia ecuatoriana y enlistan los sitios que se discuten aquí donde aparecen los objetos de metal; la figura 4.3 ubica esos sitios.

En Ecuador, los objetos de metal encontrados son las argollas de sección transversal redonda, hechas de cobre o de aleaciones de cobre-arsénico y cobre-plata. Los estudios de laboratorio demuestran que estos artefactos son idénticos en composición, técnicas de manufactura y diseño a los del occidente de México, y también se encuentran en contextos arqueológicos similares. La figura 4.4 ilustra una de estas argollas y, como se observa en el cuadro 4.8, el cuerpo de estudio del MAG contiene otros 954. Los diámetros varían

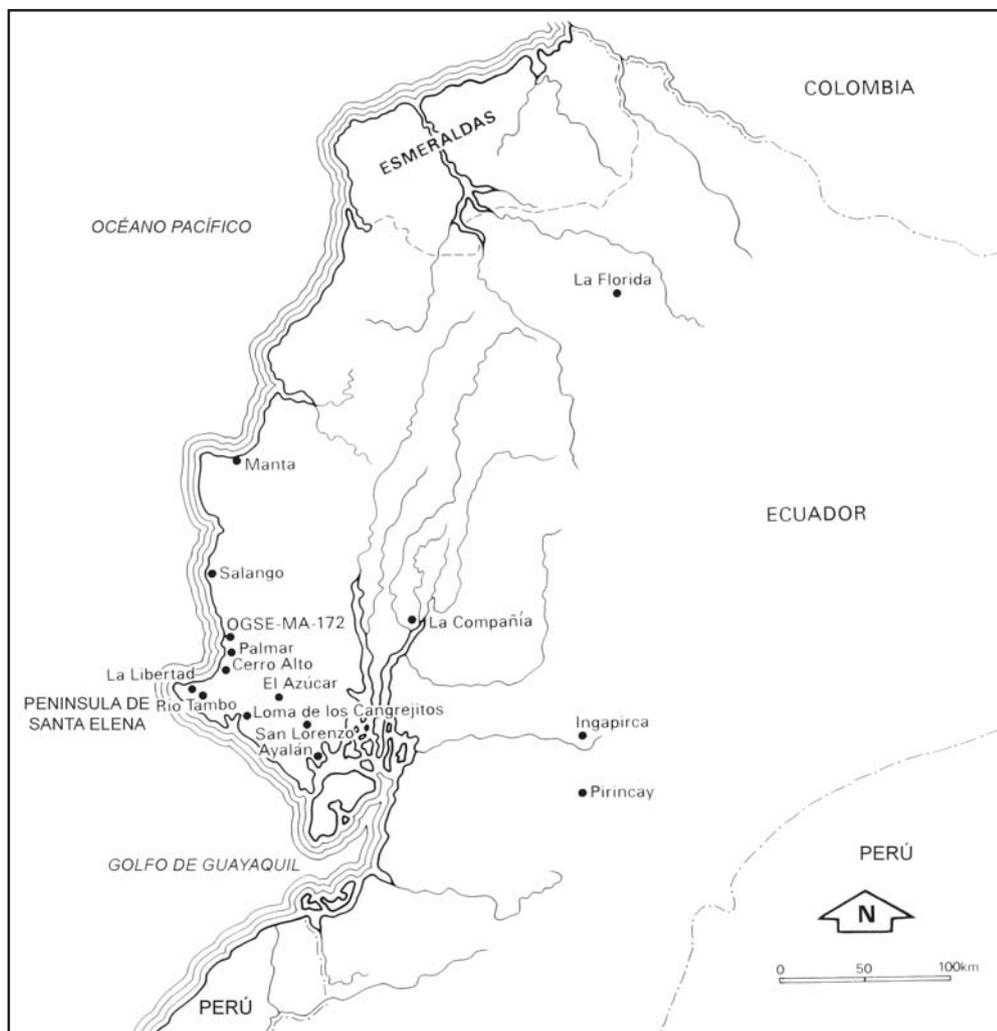


Fig. 4.3. Mapa de Ecuador con los sitios arqueológicos de la costa, interior y altiplano, donde se han encontrado artefactos de metal. Manta y Salango fueron centros activos en la red marítima del Pacífico

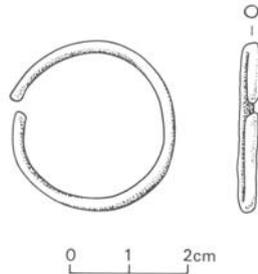


Fig. 4.4. Argolla de corte transversal redondo de las colecciones del MAG, Guayaquil, Ecuador (compárese con la fig. 3.7)

entre 1 y 5 cm aproximadamente, un rango similar a las argollas del occidente de México. En Ecuador, los ejemplos más tempranos de estos artefactos datan de entre 500 a.C. y 500 d.C. en San Lorenzo (Ubelaker 1983). Las argollas encontradas en El Azúcar (Masucci 1992), un sitio en la Península de Santa Elena, datan entre 150 y 300 d.C.; uno está hecho de cobre, el otro de aleación cobre-plata-oro (véase el cuadro 4.4). Ubelaker (1981) encontró argollas en Ayalán con fecha de 750 d.C. Los estudios metalográficos muestran que las argollas ecuatorianas se fabricaron de la misma manera que las del occidente de México (véase la figura 3.9): se martillaba una tira de metal alrededor de su eje longitudinal para obtener una varilla. La fisura que esta técnica produce es visible en la micrografía de la figura 4.5. La sección atacada en la figura 4.6 muestra granos equiaxiales y maclas de recocido, así como las inclusiones alargadas que reflejan el trabajo en frío que se percibe en el martillado. Al doblarse la varilla para formar una argolla, sufrió una serie de secuencias de martillado y recocido, se dejó en condición de recocido.

Por lo general, estas argollas se encuentran en entierros tanto en Ecuador como en el occidente de México. El contexto del yacimiento específico, que es el mismo en

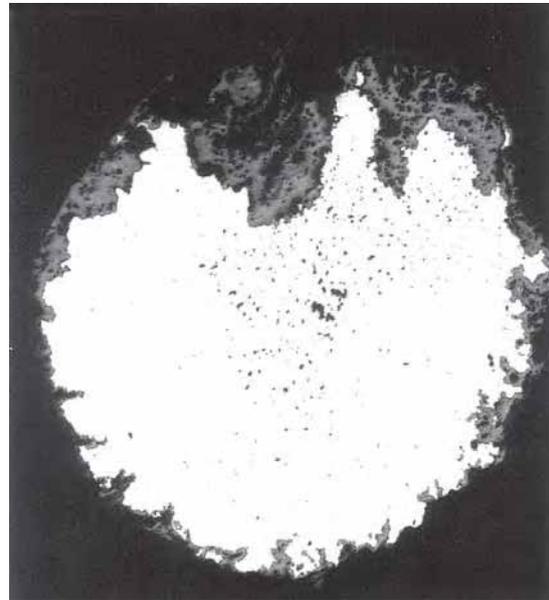


Fig. 4.5. Corte transversal pulido de una argolla de sección transversal redonda. La fisura formada al doblar el metal sobre su eje longitudinal ha sido parcialmente borrada por la corrosión interna. El corte transversal de la fig. 4.10 muestra una fisura similar sin corroer (amplificación: 30)

ambos casos, sugiere que las argollas fueron llevados como parte del atuendo: como adornos para el pelo, argollas para la nariz o aretes. En Ayalán, los arqueólogos las descubrieron en entierros de urnas; las argollas fueron encontradas en el cráneo y el área nasal de los individuos masculinos, y en el área de las orejas en el caso de individuos femeninos. En los entierros del occidente de México, en los sitios de Tomatlán y de Infiernillo, se han encontrado argollas cerca del cráneo y del área de las orejas. En algunos entierros excavados recientemente por Helen Pollard en Urichu (Michoacán), también contenían argollas en grupos de dos o tres junto a la oreja.¹ El ejemplo del

Ecuador más temprano con fecha confiable de esta clase de artefacto proviene de El Azúcar y fecha entre 150 y 300 d.C.; sus contrapartes del occidente de México, en Tomatlán y en Infiernillo, tienen una fecha posterior a 700 d.C.

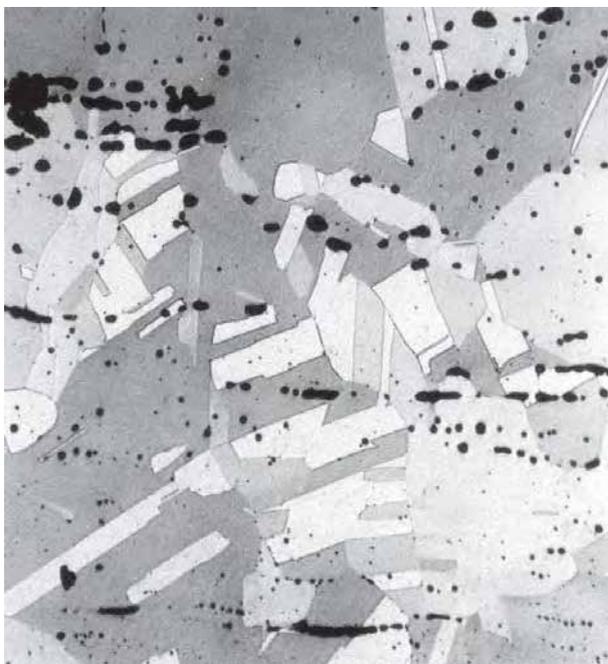


Fig. 4.6. Corte longitudinal de un aro de sección transversal redonda, mostrando granos equiaxiales con maclas de recocido e inclusiones alargadas. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 100)

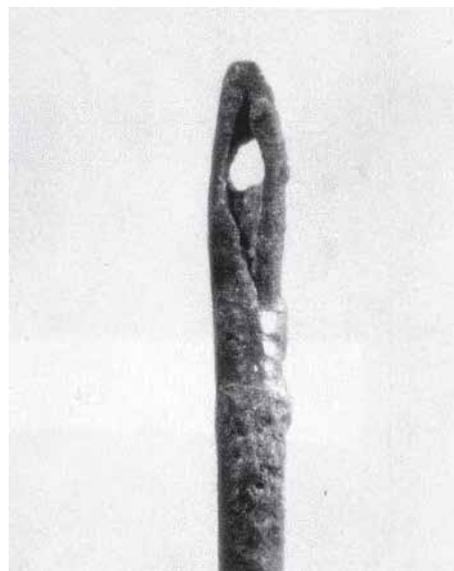


Fig. 4.7. Aguja ecuatoriana de ojo perforado. Compárese con la fig. 3.21

Asimismo, las agujas son otro tipo de artefacto ecuatoriano con contrapartes iguales en el occidente de México, pero posteriores. Éstas presentan el ojo perforado, y el ejemplo de la figura 4.7 está hecho con cobre puro. En Ecuador, estas agujas aparecen por primera vez entre 100 y 500 d.C., en sitios de la costa sur (véanse los cuadros 4.1 y 4.2). Uno, procedente de El Azúcar, está hecho de cobre relativamente puro (véase el cuadro 4.4), mientras que otro, de Cerro Alto, también en la Península de Santa Elena, está elaborado con una aleación de cobre con 3.24% de arsénico (véase el cuadro 4.5). Este mismo diseño se reporta también para El Palmar, y después de 500 d.C. se vuelve muy común en el norte, en Manabí (Holm 1963). Las agujas de ojo perforado también aparecen esporádicamente en la costa y el altiplano del Perú, así como en ciertas regiones del altiplano andino del sur. En el occidente de México, los primeros especímenes aparecen en Tomatlán, en los entierros de Infiernillo y Amapa; su fecha es de alrededor de 800 d.C., o sea unos cuatro siglos después que los ejemplares de Ecuador. Todas las agujas de ojo perforado del occidente de México conocidas hasta ahora y que se pueden fechar dentro del Periodo 1 están hechas de cobre.

Los estudios metalográficos demuestran que las agujas de Ecuador, al igual que las argollas, se hicieron exactamente de la misma manera que los diseños posteriores del occidente de México (véanse las figuras 3.22 a la 3.24). El cuerpo cilíndrico sólido de cada una se formó martillando una tira rectangular de metal alrededor de su eje longitudinal, produciendo una fisura central. La acanaladura para el ojo se hizo primero aplanando un extremo del cuerpo y luego martillando los lados opuestos del área aplanada. La micrografía en la figura 4.8 muestra las dos caras de la acanaladura inmediatamente abajo del hoyo del ojo, el cual se hizo perforando o taladrando en la acanaladura.

Por otra parte, las pinzas depilatorias también son comunes en ambas regiones y son casi idénticas en su diseño. El diseño ecuatoriano, como el mode-

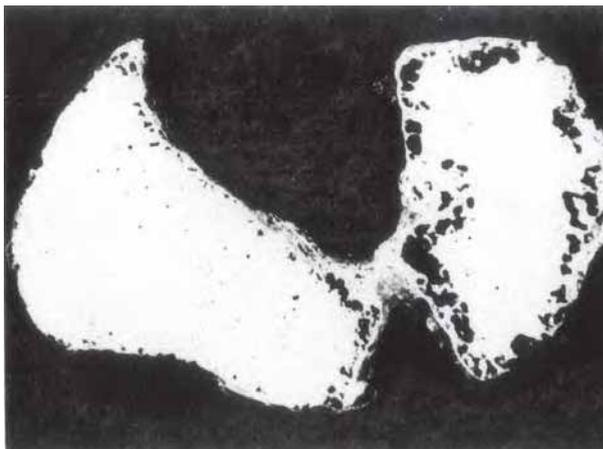


Fig. 4.8. Aguja de ojo perforado ecuatoriana. Corte transversal pulido del ojo, lleno de productos de la corrosión (amplificación: 50)

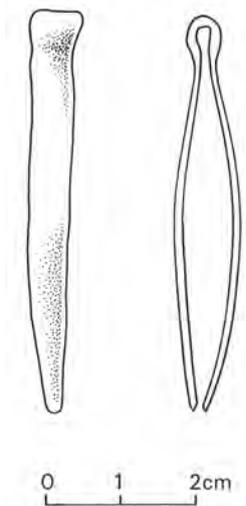


Fig. 4.9. Frente y perfil de pinzas de barra de las colecciones del MAG, Guayaquil, Ecuador. Compárese con la fig. 3.13

lo temprano del occidente de México, es de tipo de barra (figura 4.9). Estas pinzas aparecieron primero en Cerro Alto, en la Península de Santa Elena (véanse los cuadros 4.1 y 4.2) y en La Libertad (Bushnell 1951); en ambos sitios su origen es anterior a 800 d.C. Algunas veces aparecen como ofrendas en entierros.² Los especímenes de La Libertad y de Cerro Alto son hechos de cobre.

Las pinzas de barra de Ecuador y del occidente de México son similares en sus dimensiones por lo general, aunque las de las primeras y sus proporciones (entre longitud y espesor) difieren suficientemente de las del occidente de México, como para distinguir fácilmente ambos grupos. Las técnicas de fabricación son idénticas: ambas fueron formadas por martillado a partir de una sola pieza de metal. Los metalurgistas elaboraron la articulación doblando y martillando el metal sobre algún tipo de forma, tal vez hecha de madera. En ambos casos, las pinzas se dejaron trabajadas en frío o recocidas. Las pinzas de

Ecuador, al igual que las del occidente de México, fueron herramientas depilatorias funcionales. Sus dimensiones y relaciones dimensionales se asemejan a las que los estudios de simulación por computadora (Hosler 1986) muestran que eran necesarias para el funcionamiento de las pinzas. Las pinzas de barra del occidente de México se hicieron de cobre, replicando en todos sus aspectos su contraparte más temprana, el diseño estándar de Ecuador, mismo que persistió hasta la llegada de los españoles.

En algunas pinzas ecuatorianas hay perforaciones para suspensión en la parte superior de la articulación, y aparentemente se colgaron alrededor del cuello. Por otra parte, entre las colecciones del Museo Americano de Historia Natural (AMNH) de Nueva York, hay pinzas procedentes de la costa de Perú, con los hilos para sostenerse todavía puestos. Su diseño difiere de los de Ecuador, pero los artefactos del AMNH, todavía con sus hilos de suspensión, indican que en la región andina las pinzas también eran usadas para

llevarse puestas, como en el occidente de México. La depilación facial por pinzas es común todavía en el altiplano de Perú y Ecuador.

Los dos diseños de punzón del Periodo 1 del occidente de México (encontrados en los sitios de Infiernillo y Tomatlán) tienen análogos ecuatorianos en los sitios de Río Tambo y La Libertad (Bushnell 1951), con fecha dentro del Periodo Guangala.³ Los ejemplos ecuatorianos fueron martillados a lo largo de su eje longitudinal, dejando una fisura interna en el centro. Al igual que los punzones del occidente de México (figura 3.29), fueron dejados ya sea en condición de trabajo en frío o de recocido. La figura 4.10 muestra un corte transversal de un fragmento de punzón excavado en el sitio costero de El Azúcar. Este punzón fue dejado en condición de recocido, pero tiene huellas de deformación en la punta. La fisura central es claramente visible en la figura 4.10. Estas herramientas son escasas en las colecciones del MAG, pero sí aparecen en la cuenca de Guayas, en Loma de los Cangrejitos (véase cuadro 4.7) y en La Compañía. En ambos sitios, los punzones fueron hechos de una aleación de cobre-arsénico, con este último elemento presente en bajas cantidades.

Los anzuelos también son frecuentes en Ecuador y en el occidente de México. Aparecieron primeramente en Ecuador entre 500 a.C. y 800 d.C., o sea el Periodo Guangala, en el sitio OGSE-MA-172 de la aldea de Valdivia,⁴ así como en La Libertad y en la Península de Santa Elena (Bushnell 1951). Los anzuelos de ambos sitios están hechos de cobre y, al igual que las pinzas de barra, son similares en diseño a los implementos del occidente de México (véanse las figuras 3.30 y 4.11) y se fabricaron de la misma mane-

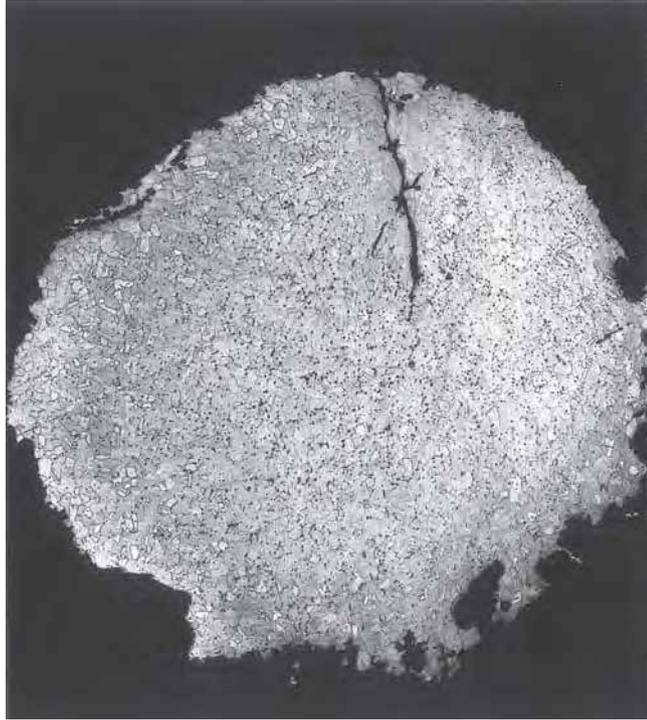


Fig. 4.10. Corte transversal de un punzón de Ecuador, con una fisura central. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 17)

ra: doblaban una tira de metal sobre su eje longitudinal y la martillaban en redondo, dejando una fisura interna en el centro (véanse las figuras 3.31 y 4.12). La forma final se logró a través de secuencias de martillado y recocido. Los anzuelos ecuatorianos están hechos de cobre; algunos de la colección del MAG son de aleación de cobre-arsénico, con este último metal en muy baja concentraciones.

Una de las conexiones técnicas más notables entre la metalurgia de esta área andina y la del occidente de México es la manera en que formaron un objeto redondo, por ejemplo, una varilla. Estas formas sirvieron como punto de partida para la elaboración de agujas, anzuelos, argollas y punzones de sección transversal redonda. Los metalurgistas martillaron y doblaron el metal sobre un eje longitudinal para engrosarlo, creando una

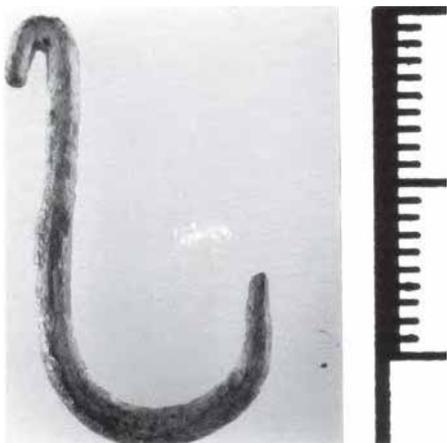


Fig. 4.11. Anzuelo de las colecciones del MAG, Guayaquil, Ecuador



Fig. 4.12. Corte transversal del anzuelo de Ecuador. Nótese la fisura central. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 31)

fisura interna larga, visible en secciones transversales tomadas de todos estos cuatro tipos de artefacto, hechos ya sea en el occidente de México o en Ecuador. Estos procedimientos reflejan una larga tradición de los Andes Centrales de dar forma al metal deformándolo en estado sólido. No hay nada inherente a este diseño que requiera esta secuencia de fabricación pues se pudieron haber vaciado varillas que acercaban su forma y espesor final, lo cual requeriría sólo rectificaciones menores.

Los cascabeles fueron los objetos hechos con mayor frecuencia por los artesanos del occidente de México. Los metalurgistas de Ecuador también fabricaron grandes cantidades de estos objetos, como se indica en la sección “El medio, los sitios y los objetos”. Sin embargo, desde el punto de vista técnico, los cascabeles ecuatorianos no están relacionados con los cascabeles del occidente de México; están hechos mediante martillado en frío en vez de vaciado a la cera perdida, y se suspenden de dos orificios en la parte superior de la cámara de resonancia. Los especímenes del MAG generalmente están hechos de aleación de cobre-arsénico con este último elemento presente en concentraciones bajas, aunque unos se hicieron de aleaciones de cobre-plata (véase cuadro 4.9). La figura 4.13 ilustra un cascabel ecuatoriano típico. Como puede apreciarse, los granos extremadamente alargados en el corte longitudinal de la pared del cascabel ilustrada en la figura 4.14 reflejan el intenso trabajo en frío.

En el antiguo Ecuador y el antiguo Perú, los cascabeles, al igual que en el occidente de México, se colocaban alrededor de los tobillos y muñecas en las danzas rituales. Un dibujo de Poma de Ayala muestra músicos y danzantes andinos llevando cascabeles (1936: 322); sin embargo, estos danzantes son de la selva y pudieron haber usado cáscaras secas de fruta con un guijarro como badojo, en vez de cascabeles de metal.⁵ Las élites en la zona andina al igual que en occidente de México usaban cascabeles. Un documento de 1598, citado por Salomón (1986), describe a nobles de las tierras altas de Ecuador llevando tocados de plata martillada, de los cuales se suspendían 36 cascabeles pequeños. Los difuntos de la elite enterrados en el sitio moche de Sipán, en la costa norte de Perú,

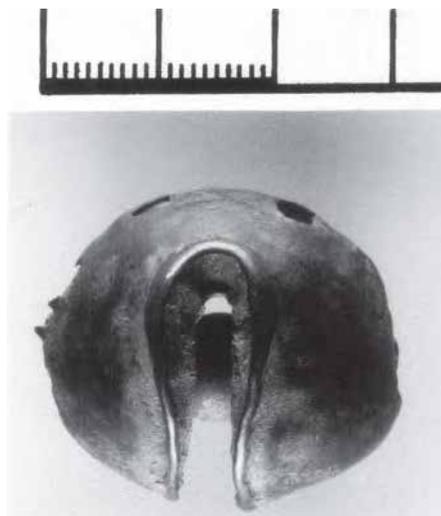
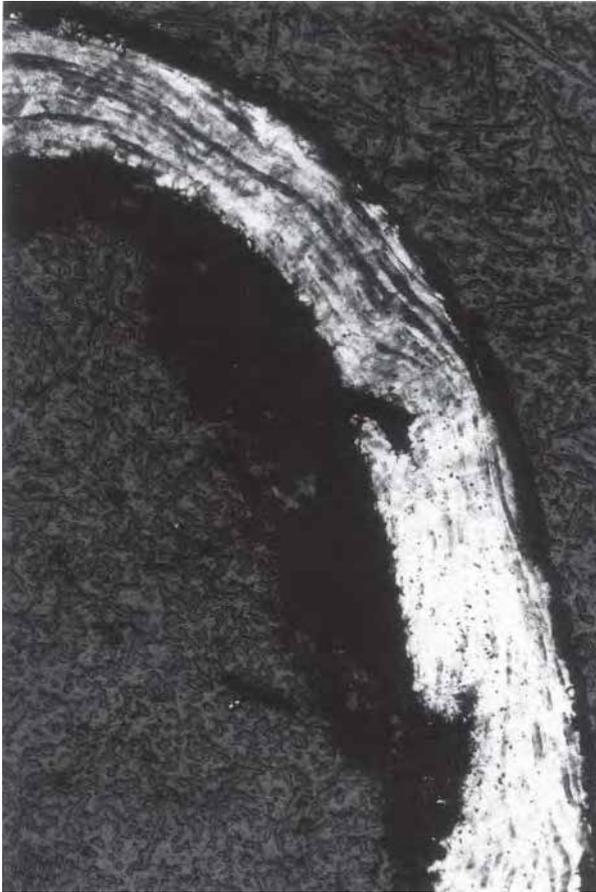


Fig. 4.13. Cascabel del MAG, Guayaquil, Ecuador



4.14. Corte longitudinal de la pared del cascabel, mostrando líneas de flujo estrechas y altamente comprimidas, debidas al intenso trabajo en frío. Muestra atacada con dicromato de potasio y cloruro férrico (amplificación: 50)



Fig. 4.15. Ornamento en espiral de Tomatlán, Jalisco, México



Fig. 4.16. Ornamento en espiral de las colecciones del MAG, Guayaquil, Ecuador

llevaban en la cintura elaboradas formas de cascabeles compuestos (Alva y Donnan 1993).

Hay artefactos comunes en Ecuador que raramente aparecen en el occidente de México. Figuran entre éstos los dos ornamentos espirales y las pinzas de alambre excavadas en Tomatlán. Los ornamentos espirales son bastante comunes en Ecuador, especialmente en el área de La Tolita, en el norte de la provincia de Esmeraldas. Otros se excavaron en el sur, en Ayalán, de un entierro en urna con fecha de 730 d.C.; los análisis indican que por lo menos uno fue hecho de cobre y los otros de cobre con superficie dorada (Ubelaker 1981). La figura 4.15 ilustra la forma de Tomatlán y la figura 4.16, su contraparte de la costa de Ecuador. Maldonado (1980) reporta un ornamento similar de un entierro en Infiernillo en el contexto del Posclásico Temprano. Las pinzas de alambre de Tomatlán (figura 4.17) no se parecen a las herramientas depilatorias. Numerosos ejemplos similares a los anteriores se han reportado del área de La Tolita; Bergsøe (1937) sugiere que se usaron para trabajar el metal. Nunca fue común en el occidente de México este tipo de pinza ni los ornamentos espirales y, como se sugiere en el capítulo 3, es completamente posible que hayan sido hechos en Ecuador e importados al occidente de México.

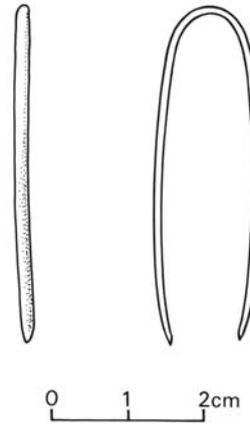


Fig. 4.17. Pinzas de alambre de Tomatlán, Jalisco, México

Colombia y sur de Centroamérica

En este caso, el volumen de datos arqueológicos y de análisis de laboratorio para la metalurgia de Colombia y del sur de Centroamérica no se compara al de Ecuador. Sin embargo, la evidencia que tenemos muestra, de forma inequívoca, que la metalurgia posterior del occidente de México se relaciona con la primera. La tradición del sur de Centroamérica y de Colombia es muy diferente de la de Ecuador, pues los artesanos formaron el metal principalmente por vaciado, especialmente con el método de la cera perdida (Bray 1978, 1981, 1985).

Cuadro 4.3. Cantidad de artefactos por tipo funcional: Museo del Oro, Bogotá, Colombia

Tipo	Cantidad en la colección
Cascabeles	5,000
Gongs	100
Anzuelos	500
Agujas	20
Otras herramientas (punzones, hachas, etc.)	200
Objetos rituales y de estatus (aros para la nariz, figurillas, placas, alfileres, pendientes efigie)	27,320
Total de élite y suntuarios	32,320
Total de herramientas	720
Total	33,140

Así, los metalurgistas de Colombia emplearon un rango de metales y aleaciones más restringido que sus contrapartes en Ecuador o el occidente de México, siendo el oro y la aleación de cobre-oro, o *tumbaga*, sus materiales principales; solamente de manera ocasional usaron el cobre puro. El Museo del Oro en Bogotá contiene la colección de artefactos de metal más grande en el país, de los cuales 59% son hechos de tumbaga, 30% de oro, 10% de cobre y 1% de platino.⁶ Las vastas colecciones del museo (cuadro 4.3)⁷ reflejan las extraordinarias cantidades de objetos rituales y ornamentales hechos antes de la invasión europea.

En este caso, la baja proporción de implementos de metal se relaciona con los recursos minerales de la región, que carece de los grandes depósitos de minerales de cobre con arsénico que se encuentran al sur de Ecuador y norte de Perú, los cuales son útiles para hacer tales objetos. Sin embargo, a veces fabricaron pequeños implementos de tumbaga. Reichel Dolmatoff

(1988) sostiene que el amplio repertorio de objetos de estatus y rituales de Colombia (figurillas, figuras zoomorfas y antropomorfas y pendientes efigie) comunicaba un conjunto de ideas asociado con el chamanismo, unificado con el tema común de la transformación. Los cascabeles de metal y otros instrumentos musicales, tocados durante rituales en los que los chamanes ingieren drogas alucinógenas, forman una parte integral de este rito. Reichel-Dolmatoff (1981, 1988) también vincula explícitamente el color dorado con la deidad solar prehispánica, argumentando que el Sol era y es visto por las sociedades indígenas colombianas como un poderoso ser generador masculino. Algunos grupos indígenas periódicamente ponen al sol objetos prehispánicos de oro y de *tumbaga*, para que recuperen sus poderes generativos.

En esta región se encuentran los primeros artefactos hechos con vaciado a la cera perdida en América, y datan alrededor de 100 d.C. (Duque 1964), adelantándose a la

aparición de esta técnica en el occidente de México por lo menos 500 años. Entre los siglos III y X, el vaciado a la cera perdida se extendió a través de la región de Calima y en el altiplano de Muisca (véase figura 6.1), usándose para cascabeles y otros objetos (Plazas y Falchetti 1985). En el altiplano de Muisca, las fechas más tempranas para el vaciado a la cera perdida se encuentran entre 500 y 200 a.C.⁸ En Panamá central, esta misma técnica se encuentra en contextos con fecha anterior a 500 d.C. (Bray 1981).

Los cascabeles de Colombia, Panamá y Costa Rica son idénticos a los tipos más tempranos del occidente de México en sus métodos de fabricación y diseño general: fueron hechos por vaciado a la cera perdida, poseen un anillo de suspensión y tienen un badajo. Uno de los cascabeles de Cerro del Huistle (especimen del tipo 1c) muestra un diseño típico de Centroamérica del Sur (figura 4.18) y evidencia contacto entre las dos regiones. Otros dos tipos de cascabel de Colombia y de Panamá son idénticos a los diseños del Periodo 1 del occidente de México (véase figura 3.5): el tipo 1a, encontrado en las tierras altas de Muisca, Colombia,⁹ y el tipo 11a, encontrado en la misma región y en el área de Sinú. Algunos especímenes similares al tipo 1c (el cascabel ilustrado en la figura 4.18) también aparecen en ambas regiones de Colombia.¹⁰ Dos de estos especímenes (tipos 1a y 11a) también se conocen en Panamá. Las únicas fechas que conozco para los ejemplos panameños se encuentran entre 700 y 900 d.C. (Hearne 1992: 19; véase también la lámina 41). Las paredes exteriores de estos cascabeles del sur de Centroamérica son lisas, como las de las variedades del occidente de México. La figura 4.19 ilustra un cascabel de Panamá: *a*) similar al tipo 1a del occidente de México, y otro de Colombia, *b*) parecido al tipo 11a del occidente de México.

Las formas de cascabeles idénticas a los tipos 1a y 11a del occidente de México también se han encontrado en la región del delta del Diquís en Costa Rica, pero probablemente éstos son de fecha posterior a 1200 d.C.

Estas similitudes en características de diseño y métodos de fabricación indican que el componente de la metalurgia del occidente de México dedicado al vaciado de casca-

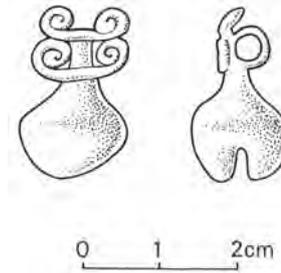


Fig. 4.18. Cascabel del Cerro de Huistle (tipo 1c); cascabeles similares se encuentran en Colombia y Panamá

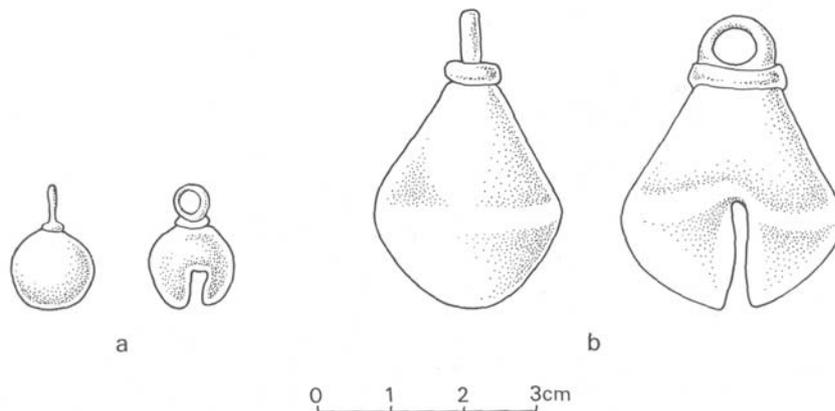


Fig. 4.19. *a)* Cascabel panameño, similar al tipo 1a del occidente mexicano; *b)* cascabel colombiano, similar al tipo 11a del occidente mexicano. Objetos en exhibición en el AMNH, Nueva York.

beles por cera perdida se originó en el sur de Centroamérica y en Colombia. No obstante, en estas regiones los cascabeles nunca llegaron a constituir el enfoque principal de la metalurgia, lo que sí ocurrió posteriormente en la zona metalurgista de México.

Introducción de la tecnología al occidente de México

¿Cómo fueron introducidos al occidente los elementos de estas dos distintas metalurgias regionales? Las conexiones más fuertes son con Ecuador, donde los tipos de artefactos, métodos de fabricación y materiales son casi idénticos para una variedad de clases de objetos. En todos los casos, las fechas más tempranas se localizan en Ecuador. También son estrechos los vínculos con las tecnologías de vaciado a la cera perdida del sur de Centroamérica y de Colombia; pero, en este caso, sin embargo, hay menos artefactos del occidente de México del Periodo 1 que tienen contrapartes precisas en las áreas mencionadas. La evidencia aquí expuesta demuestra que todo un complejo técnico, un compo-

nente de la multifacética tecnología metalúrgica de Ecuador, fue introducido al occidente de México. Consistía en pequeños objetos portátiles, hechos por trabajo en frío (agujas, pinzas depilatorias, anzuelos y punzones), así como argollas y otros artefactos.

En este sentido, la mayoría de los investigadores acepta la idea de que algunos rasgos culturales de Ecuador (incluida la metalurgia) fueron introducidos al occidente de México a través de los navegantes marítimos de la costa de Ecuador. Consideraré la cuestión en vista de nuevos datos de laboratorio aquí presentados, y al mismo tiempo investigaré la cuestión de cómo el vaciado a la cera perdida, que no fue típico de Ecuador, pudo haber sido introducido a la región del occidente de México.

La evidencia esencial que sostiene una introducción marítima de la metalurgia es la distribución discontinua del complejo técnico que he identificado aquí, específicamente de métodos idénticos de fabricación usados para hacer objetos con los mismos atributos de diseño y con los mismos materiales. Durante el periodo en cuestión, aproximadamente 600-1200/1300 d.C., los artesanos del occidente y de Ecuador elaboraron pinzas de barra, argollas, agujas de ojo perforado, anzuelos, punzones y otras clases de artefactos, trabajándolos en frío a partir de una plancha original vaciada; tanto los métodos de fabricación como el diseño y los materiales fueron similares. También compartieron el mismo método de hacer una varilla. Este método consistía en martillarla alrededor de sí misma, dejando una fisura longitudinal interna. En el occidente, los ejemplos más tempranos de estas clases de artefacto aparecen unos 500 años después que sus análogos ecuatorianos. Los artesanos del Periodo 1 del occidente de México trabajaron principalmente con cobre, pero en ocasiones también usaron aleaciones de cobre-arsénico, este último elemento en bajas concentraciones. En la siguiente sección documento cómo los artesanos ecuatorianos usaron el cobre sólo de manera ocasional. Las aleaciones de cobre-arsénico, este último presente en bajas concentraciones, fueron usadas más extensamente. El hecho de que este conjunto de materiales, técnicas y diseños era virtualmente desconocido durante este periodo en las regiones intermedias de Centroamérica, Colombia y sur de Mesoamérica es lo que vuelve convincente la explicación de una introducción marítima.¹¹

Durante este mismo periodo, los metalurgistas del occidente de México, Colombia y sur de Centroamérica hacían cascabeles por vaciado a la cera perdida; tanto la técnica como los diseños de los cascabeles preceden por varios siglos a sus contrapartes del occi-

dente de México. Hasta ahora no hay evidencia que apoye la idea de la difusión por tierra, puesto que varios de los diseños de cascabel del occidente de México más tempranos tienen prototipos en Colombia y están ausentes del sur de Mesoamérica (Guatemala, Chiapas, Oaxaca, Tabasco), de la península de Yucatán o de la periferia del sur (Honduras, El Salvador).¹² En un principio, el vaciado a la cera perdida debe haber sido introducido al occidente de México a través de rutas marítimas costeras del Pacífico. Posteriormente, el conocimiento del método se difundió hacia el norte, pero por tierra, desde el sur de Centroamérica (véase Bray 1977; Pendergast 1962b). Entre 900 y 1100 d.C., en las Islas de la Bahía (Honduras) (Strong *et al.* 1938) y hacia 1150 d.C. en Lamanai, Belice, se desarrolló un estilo de vaciado típico del sur de Mesoamérica, caracterizado por diseños específicos de cascabeles y otros pequeños objetos vaciados a la cera perdida.¹³

La introducción de la metalurgia por rutas marítimas es especialmente plausible, dada la orientación marinera y las sofisticadas tecnologías de navegación de los grupos sociopolíticos de la costa ecuatoriana. Los mercaderes marinos que operaban desde la costa de Ecuador, la así llamada “Liga de Mercaderes” (Jijón y Caamaño 1940-1945; Marcos 1978; Norton 1986) unió a los centros costeros antes de la invasión española, y probablemente los objetos de metal fueron elementos de comercio. Las fuentes etnohistóricas revelan que estos marinos navegaban en balsas de vela desde la costa central de Ecuador, partiendo de las inmediaciones de Salango y Manta (véase figura 4.3) y, llegando por lo menos a la costa norte de Perú. También navegaron hacia el norte a Esmeraldas, lo que es hoy la frontera entre Ecuador y Colombia (E. Estrada 1955; J. Estrada 1988). A través del inventario de materiales exóticos traídos de Ecuador a Perú se puede constatar que la actividad marítima era extensa: la lista incluye esmeraldas de Colombia, conchas *Spondylus* y pequeñas cuentas, o *chaquira*, elaboradas de la misma concha, todo lo cual se ha encontrado en tumbas de elite en el valle de Lambayeque en Perú (Shimada 1985). Esta red de comercio marítimo tenía ya una larga tradición hacia el Horizonte Medio (ca. 600-1000 d.C.) en el área de los Andes Centrales. Sin embargo, desconocemos la fecha desde la que empezó a operar esta red hasta la costa del occidente de México.

Así, las grandes balsas de madera estaban equipadas con quilla móvil y velas aparejadas. Los especialistas que han evaluado el diseño de las balsas y los patrones de las corrientes del Océano Pacífico consideran estas balsas completamente capaces de hacer el viaje hacia el norte, dirigiéndose a México (Edwards 1969), ya sea sin escalas por

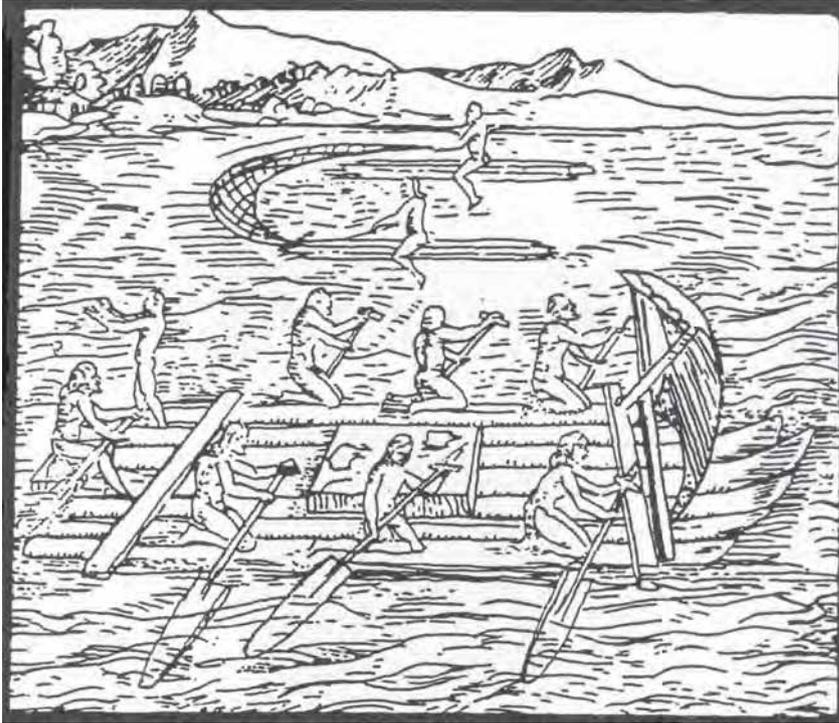


Fig. 4.20. Balsa ecuatoriana del siglo XVI, dibujada por Jerónimo Benzoni (1857: 55)

mar abierto o por expediciones costeras. Los materiales requeridos para la construcción de esas balsas para navegar en el océano se conseguían en la costa de Ecuador. El árbol de balsa, una especie que se reproduce de manera autónoma y que crece en regiones húmedas en la costa tropical ecuatoriana del Pacífico, era el principal material de construcción. Sin embargo, el bambú, el cáñamo para las cuerdas y amarres y el algodón para las velas también eran abundantes a lo largo de la costa. La figura 4.20 presenta un dibujo del siglo XVI de una de estas balsas.

Tanto los datos arqueológicos, como las fuentes documentales sugieren que el elemento de intercambio más importante para estos comerciantes era la concha marina *Spondylus* (Murra 1975; Paulsen 1977), la cual se encuentra en las aguas templadas del Océano Pacífico en áreas discontinuas desde el Golfo de Guayaquil hasta el de California. Las conchas *Spondylus* fueron ampliamente utilizadas en la sierra de Ecuador con fines rituales desde 3000 a.C. (Paulsen 1974). Su uso también se hizo frecuente en Perú, tanto en la sierra como en la costa, empezando en el Horizonte Temprano (ca. 700-200 a.C.; Burger 1984; Marcos y Norton 1981). Dado que tal molusco no sobrevive en las aguas frías de la costa peruana, la concha del *Spondylus* era adquirida en Ecuador. La demanda por esa concha aumentó alarmantemente alrededor de 900 d.C. y llegó a su apogeo entre los grandes Estados expansionistas de los Andes Centrales: el reino de Chimor y el imperio Inca (Cordry-Collins 1990). Marcos (1978) sugiere que el interés por adquirir las conchas de *Spondylus* pudo haber sido el factor que atrajo a los navegantes ecuatorianos a las costas del occidente de México; éste es uno de los hábitats naturales de esta especie. No es una coincidencia que la mayoría de los sitios en el occidente de México donde se han encontrado las primeras evidencias de metalurgia (Tomatlán, Jalisco; Amapa, Nayarit, y los sitios de Infiernillo a lo largo del río Balsas) estén ubicados en la planicie costera o tengan acceso vía fluvial a ella.

¿Qué evidencia material tenemos de que los objetos de metal estuvieron entre los bienes que se transportaron hacia el norte desde Perú y Ecuador a cambio de concha o de otros bienes? Bartolomé Ruiz de Estrada, el piloto en jefe de Francisco Pizarro, capturó una balsa que navegaba hacia el norte a lo largo de la costa ecuatoriana (Oviedo y Valdés 1945, Sámano-Xerez 1937). Ruiz describe una balsa con veinte hombres a bordo, llena de bienes “de comercio” que incluían: “muchas piezas de plata, diademas, coronas, cintos, tenazuelas y cascabeles... todo esto traían para rescatar unas conchas de pescado” (Sámano-Xerez 1937: 65-66). Un relato de Zacatula (véase figura 6.1), lugar cercano a la desembocadura del río Balsas, puede referirse al destino final de estos viajes. El documento relata que los abuelos de los habitantes locales habían comerciado con marineros del sur, quienes traían ricos cargamentos en sus canoas (West 1961).

Estos comerciantes pudieron haber estado adquiriendo *Spondylus* por la costa del occidente de México, pero no disponemos de datos que lo comprueben. Como se mencionó anteriormente, tampoco sabemos cuándo pudo haberse iniciado el sistema de

intercambio marítimo que unía a estas zonas costeras. El complejo cerámico de Capacha en Colima (véase el capítulo 1) fecha a 1500 a.C. Kelly (1980) sostiene que el material cerámico de Capacha está más íntimamente relacionado con complejos cerámicos del norte de Sudamérica que con cualquier otro de Mesoamérica en esa época. Sabemos que el *Spondylus* habita en la costa de Sinaloa, y que fue ritualmente importante para la gran ciudad de Teotihuacán (Starbuck 1975). Del mismo modo, este molusco figuró entre los bienes tributarios de los aztecas (1450-1521 d.C.). El *Spondylus* sirve como forma de explicar los viajes desde Ecuador que propiciaron la introducción de técnicas metalúrgicas desde esa área al occidente de México. Además, existen otros bienes que pudieron haber sido importantes también. Joseph Mountjoy (1969) ha sugerido que el peyote, un elemento más perecedero, pudo también haber interesado a esos pueblos sudamericanos. Esta idea que resulta difícil documentar, pero debe considerarse seriamente en vista del uso generalizado en Sudamérica de alucinógenos y otras sustancias enervantes. Es probable que los comerciantes adquirirían una gran variedad de bienes, y el *Spondylus* pudo o no haber figurado entre éstos.

Ahora bien, en otros rubros, existen otras evidencias de la presencia física de personas provenientes de los Andes en el occidente de México. Por ejemplo, los ornitólogos (Crossin 1967; Haemig 1979) señalan un curioso patrón en la distribución del grajo pintado (*Cyanocorax dickey*) en América. En el occidente de México, este pájaro ocupa un hábitat muy limitado, de tan sólo 190 por 30 kilómetros que atraviesan una zona montañosa, incluyendo porciones de los actuales estados noroccidentales de Nayarit, Sinaloa y Durango. El pariente taxonómico más cercano del grajo pintado es el grajo de cola blanca, *Cyanocorax mystacalis*, conocido sólo en las regiones costeras de Ecuador y Perú. Estas dos aves están tan íntimamente relacionadas que un ornitólogo propuso que se consideraran representantes de la misma especie, idea que otros taxonomistas han rechazado debido a que ambas aves están separadas por una distancia de 4,000 km. Sus hábitats, sin embargo, son distintos entre sí: los grajos de Sudamérica viven en la planicie costera tropical, mientras que el ave del occidente de México vive en un nicho montañoso por encima de los 1,200 m aproximadamente. El muy limitado territorio de los grajos en el occidente de México y el hecho de que su hábitat sea tan distinto del de sus parientes sudamericanos indica que son una especie exótica en el occidente de México. Con base en esto, Haemig (1979) sugiere que el grajo del occidente mexicano fue intro-

ducido a este medio ambiente montañoso por los humanos. Así, por lo general, las aves que están adaptadas a un hábitat y se introducen a otro generalmente se reproducen con dificultad, lo cual explicaría el raro hecho de que el grajo en el occidente de México tenga un territorio limitado. Tal vez las expediciones marítimas ecuatorianas estuvieron acompañadas por estas exóticas y estridentes aves de cola blanca, apreciadas tanto por su habilidad mímica como por sus resplandecientes plumas en la cola.

¿Cómo llegaron estas aves a un hábitat montañoso? Puedo ofrecer dos posibles explicaciones. La región habitada por el grajo pintado está en una zona de mineralización, donde los mapas geológicos muestran depósitos tanto de cobre como de estaño. Tal vez los pájaros escaparon de los metalurgistas ecuatorianos cuando éstos iban acompañando a sus socios comerciales del occidente de México en busca de minerales metalíferos. La otra posibilidad, sugerida por Mountjoy, es que los viajeros marítimos ecuatorianos buscaban peyote. Esta planta era extremadamente importante para los grupos indígenas de esta área; fue y sigue siendo un elemento central de la vida religiosa del pueblo huichol, que realizó grandes expediciones desde su territorio hasta el noreste de México para conseguir peyote.

En este sentido, el sistema de intercambio marítimo puede explicar el origen de las pinzas, agujas, argollas, punzones y otros objetos de estilo ecuatoriano que aparecen en el occidente de México. Resulta más difícil explicar la presencia de cascabeles hechos por vaciado a la cera perdida, porque esta técnica fue rara en Ecuador. Sin embargo, la evidencia disponible hasta ahora indica que es probable que la técnica y el prototipo de los cascabeles también hayan sido introducidos por rutas marítimas. La primera instancia de la metalurgia que se conoce en occidente, en Tomatlán, incluye elementos característicos tanto de Ecuador, como de Colombia y del sur de Centroamérica: un cascabel vaciado a la cera perdida, un probable fragmento de aguja, dos pinzas, una pequeña pieza parecida a un punzón, un anzuelo y dos fajas de metal. Uno de los cascabeles de Cerro de Huistle puede datar de antes de 650 d.C.¹⁴ Sin embargo, incluso estos objetos o los de Amapa no son importaciones de Ecuador ni del sur de Centroamérica o Colombia, sino copias locales de prototipos ecuatorianos, colombianos y centroamericanos. Los cascabeles vaciados a la cera perdida hechos en el sur de Centroamérica o Colombia deben haber sido adquiridos por marineros ecuatorianos al detenerse en su viaje hacia el norte, y luego copiados por artesanos del occidente de México.

Existen varias clases de evidencia que apoyan esta reconstrucción. Las pinzas de alambre y ornamentos espirales encontrados en Tomatlán son idénticos a los hechos en el área de La Tolita-Tumaco, región costera de la frontera entre Colombia y Ecuador. La presencia en Tomatlán de esos objetos sugiere que los marineros ecuatorianos estuvieron en contacto con sus vecinos, quienes sobresalieron en el vaciado a la cera perdida. Desde esa misma área se comercializaron esmeraldas hacia Perú, en el sur. Quizás Costa Rica haya sido otra escala en estos viajes. Michael Smith y Cynthia Heath-Smith (1980) señalan que las cerámicas de Amapa, de las cuales un grupo pertenece a la así llamada tradición Mixteca-Puebla, están relacionadas muy cercanamente con las cerámicas del Golfo de Nicoya en Costa Rica, un puerto lógico para la ruta marítima costera del Pacífico. Los conjuntos de cerámica en ambas áreas fechan entre 700 y 800 d.C.

Ninguno de los datos aquí reseñados —arqueológicos, etnohistóricos y de análisis de laboratorio— indican que se hubiera introducido metal en bruto o artefactos a gran escala en el occidente de México. Los cascabeles, agujas, argollas y pinzas de nuestra área difieren lo suficiente en ciertos elementos de diseño formal que, en la mayoría de los casos (las argollas serían la excepción), pueden distinguirse visualmente de sus contrapartes ecuatorianas. Además, existen variaciones en la presencia y niveles de concentración de ciertos elementos principales y menores, generalmente distinguiendo los artefactos de ambas regiones. Las aleaciones de cobre-arsénico fueron comunes en ambas áreas, por ejemplo, pero los niveles de concentración de arsénico difieren para una clase particular de artefacto, al igual que la concentración promedio de arsénico para esa clase. Estas diferencias en el patrón de concentración del arsénico también han sido encontradas para las hachas-moneda de Ecuador y del occidente de México (Hosler *et al.* 1990).

Aquí la presencia en ambas áreas de diseños similares de objetos, de métodos de fabricación y composiciones químicas en general similares, pero no idénticas, sugiere que unos artefactos del sur de Centroamérica, Colombia y Ecuador fueron comercializados en el occidente de México y que sus diseños fueron copiados y luego manufacturados localmente. He identificado algunos artefactos que pudieron haber sido importados pero, en su mayor parte lo que se introdujo fue conocimiento técnico más que objetos. Ese conocimiento consistió en los tipos de minerales metalíferos, las tecnologías de fundición, los métodos de fabricación y los tipos de objeto que se podían fabricar con metal. Por supuesto, en un inicio éstos fueron los mismos objetos de metal que se hacían en Ecuador, Colombia y sur de Centroamérica.

La evidencia de Ecuador

El medio, los sitios y los objetos. Los arqueólogos llaman al territorio ocupado por el actual Ecuador “área intermedia”, puesto que es una de las naciones que está entre las grandes civilizaciones antiguas de Mesoamérica y de los Andes Centrales. Ecuador está dominado por las cordilleras paralelas de los Andes, con picos de hasta 7,000 m de altura y una serie de altos valles intermontanos. La planicie costera sedimentaria, que tiene entre 50 y 200 km de ancho, se extiende hacia el Océano Pacífico. Prevalen condiciones semiáridas en el sur y centro de la planicie costera; aumenta la lluvia hacia el norte. La vegetación de la selva tropical caracteriza las laderas orientales de los Andes ecuatorianos en toda su longitud. La productividad agrícola en la costa varía con la lluvia, aunque el maíz, frijol y otros cultivos del Nuevo Mundo lograron producirse en la mayoría de las áreas. Un amplio espectro de cultivos florece en los valles entre las cordilleras, entre los que se incluye el maíz, la quinoa y las papas. Ahora que los minerales metálicos son prácticamente inexistentes en la planicie costera y las principales menas metálicas se localizan en las cordilleras y en las laderas de las montañas del oeste y este. En esta zona también hay presencia de depósitos de metales nativos y minerales metalíferos de oro, plata y cobre, así como de menas de cobre con arsénico, como la tenantita y la enargita (Goossens 1972a, 1972b). Sin embargo, es más difícil identificar los depósitos minerales y son físicamente menos accesibles que en la más árida *puna* del norte de Perú, puesto que las cordilleras (páramo) de Ecuador están cubiertas de densa vegetación. Todavía desconocemos si los artesanos ecuatorianos obtuvieron sus materias primas de sus propios depósitos de mena, o posiblemente de fuentes metalíferas en los Andes adyacentes del norte de Perú (Hosler *et al.* 1990).

Durante la parte final del Periodo de Integración (800-1530 d.C.; véase cuadro 4.1), gran parte del territorio de la costa y de las tierras altas estaba organizado en cacicazgos independientes. Quito (y las tierras altas al sur) habían sido incorporados al imperio Inca. Sin embargo, el sistema imperial no tuvo un efecto demostrable sobre los sistemas políticos de la costa. Algunos centros costeros participaron en la Liga de Mercaderes (Jijón y Caamaño 1940-1945), un grupo de comerciantes que administraba los viajes costeros que se mencionaron previamente. Así, el intercambio este-oeste de bienes exóticos —como conchas de *Spondylus*, turquesa y obsidiana tuvo lugar tan temprano

como el periodo Formativo (1500-500 a.C.), tanto entre regiones (la costa, las sierra, las laderas orientales de la cordillera)— como dentro de éstas (Bruhns 1989; Bruhns *et al.* 1990; Buys y Domínguez 1988; Collier y Murra 1943; Doyon 1988; Villalba 1988).

En muchos sitios sobre la costa se han encontrado objetos de metal, así como en los valles tierra adentro de la planicie costera y en las zonas de la sierra, aunque pocos se derivan de contextos fechables. En las colecciones del MAG y del Museo Antropológico de Quito hay objetos de esta región sin fechar provenientes de hallazgos casuales, de colecciones particulares y otros más comprados. También se han encontrado artefactos de metal de fecha conocida en las mismas zonas costeras, de tierra adentro y de la sierra. Aunque la muestra de objetos fechados es pequeña, la información que ofrece permite trazar el desarrollo de la metalurgia en esta región, proporcionando un marco para la evidencia comparativa presentada en la primera sección (véase también el cuadro 4.1, que enumera los sitios arqueológicos donde se han encontrado dichos artefactos y sus periodos culturales; la figura 4.3 ubica los sitios mencionados).

La principal información sobre metalurgia ecuatoriana se deriva de estudios de laboratorio efectuados sobre artefactos excavados de cinco sitios arqueológicos de la costa sur de Ecuador (Salango, El Azúcar, Loma de los Cangrejitos, OGSE-Ma-172 y Cerro Alto) y de las colecciones del MAG. El estudio básico ha sido ampliado por la información disponible sobre los artefactos de metal encontrados en los centros del Periodo de Integración de Ingapirca, Peñón del Río y La Compañía, a veces incluye la composición química de los artefactos, ha ampliado el estudio básico. El cuadro 4.2 identifica a los sitios con sus correspondientes afiliaciones culturales.

Periodo Formativo: 1500-500 a.C. Sesenta y tres objetos de metal y fragmentos se han encontrado en las excavaciones de Salango, pertenecientes a fechas que van desde el Periodo Chorrera (1500-500 a.C.) hasta el Manteño (800-1530 d.C.). Los artefactos correspondientes a los dos primeros periodos, Chorrera y Bahía (500 a.C.- 800 d.C.), estaban demasiado mineralizados para analizarse químicamente, pero se examinaron usando técnicas microscópicas de baja potencia. Ni Salango ni otros sitios costeros mostraron evidencias significativas de procesamiento de metal. Probablemente el metal se trabajó por primera vez en la sierra cerca de las menas y, después, algunos comerciantes transportaron los objetos (o posiblemente la materia prima en forma de lingotes) hacia la costa. Sin

embargo, la zona costera de Ecuador es mejor conocida arqueológicamente que otras áreas, lo que se refleja en la temprana evidencia costera para la metalurgia.

Así, los datos de Salango demuestran que los primeros objetos elaborados por los metalurgistas ecuatorianos fueron ornamentos hechos de cobre, plata y oro. Los artesanos formaron esos objetos martillándolos a partir del material nativo o de una plancha vaciada. En Salango, una nariguera de oro, una lámina de plata y algunos fragmentos de lámina de cobre datan de la época de la ocupación Chorrera. De esa manera, los primeros objetos hechos por los metalurgistas ecuatorianos fueron símbolos de estatus, aprovechando los colores dorados, plateados y cobrizos de esos metales. Estos artefactos señalan el surgimiento de un estilo tecnológico en torno a la lámina de metal, que persistió por lo menos durante dos milenios. Los artesanos en la sierra de Perú también trabajaban la lámina de metal durante el Horizonte Contemporáneo Chavín.

Así, la ocupación Chorrera en Salango ofrece la evidencia más temprana obtenida hasta ahora de la metalurgia en Ecuador. Conocemos poco sobre las formas sociales Chorrera, sobre el tamaño de sus aldeas o patrones de asentamiento, pero sabemos que algunos sitios Chorrera fueron bastante grandes (Marcos 1986). Durante ese tiempo, Salango fue relativamente pequeño, pero para el siguiente periodo (la cultura Bahía) se había convertido en uno de los principales centros ceremoniales de la región. Los arqueólogos creen que Salango y el sistema político conocido históricamente como Salangone, miembro de la Liga de Mercaderes (Norton 1986), fueron uno solo.

El Periodo de Desarrollo Regional: 500 a.C.-800 d.C. En los inicios del siguiente periodo habían surgido cacicazgos regionales en Ecuador, y muchos de ellos en la zona costera estaban involucrados en el intercambio marítimo. En esta misma época, se cristalizó la distintiva metalurgia del sur de Ecuador. Los metalurgistas incluyeron implementos en su repertorio, elaborando pinzas, agujas, anzuelos y punzones de cobre. También empezaron a experimentar con las dos aleaciones, cobre-arsénico y cobre-plata, que se volvieron fundamentales en la metalurgia de esta región. Estas dos aleaciones empezaron a usarse aproximadamente en la misma época en el norte de Perú. Además de las herramientas, los artesanos siguieron elaborando objetos de lámina de metal, y algunos de cobre dorado. Una corona de lámina de cobre dorado encontrada en un entierro en Salango y perteneciente al periodo Bahía (*ca.* 300 a.C.) representa un ejemplo espectacular temprano de esta tradición.

En la sierra del sur, en Pirincay, apareció uno de los objetos de metal más antiguos (Bruhns 1989), un centro en lo alto de una colina que regulaba el tráfico entre las tierras altas y la costa. El artefacto es una nariguera pequeña y plana, trabajada en frío, que se considera fue hecho de cobre dorado. Otro objeto excavado de ese sitio es una barra rectangular de cobre muy pequeña, martillada (Bruhns 1989; Bruhns *et al.* 1990), que contiene aproximadamente 5% de oro en peso.¹⁵ Ambas datan de entre 100 a.C. y 100 d.C.¹⁶ En La Florida, cerca de la ciudad de Quito, se excavó uno de los únicos conjuntos de metal fechables (340 d.C.) de la sierra de este periodo (Doyon 1988), el cual también demuestra el interés precoz de los artesanos en la lámina de metal. Los artefactos de La Florida (cuentas, placas y argollas) se encontraron en entierros. El examen macroscópico demuestra que fueron hechos de oro, cobre, cobre dorado y, posiblemente, de aleaciones de cobre-plata plateadas, aleaciones de cobre-plata o *tumbaga* (Doyon 1988).¹⁷

Las herramientas del Periodo de Desarrollo Regional se excavaron en los sitios costeros: Salango, El Azúcar y Cerro Alto. Los estudios metalográficos revelan que fueron trabajados en frío o vaciados en un molde, y luego trabajados en frío para obtener su forma final. El Azúcar, pequeño sitio habitacional del Periodo Guangala, ha proporcionado

Cuadro 4.4. Análisis químicos cuantitativos de artefactos de El Azúcar

Tipo	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)											
		Ag	As	Au	Bi	Co	Fe	Ni	Pb	Pt	Sb	Sn	Zn
Punzón	3638	0.004	—	na	—	—	na	—	—	na	—	—	—
Aguja	3635	0.006	—	na	—	—	na	—	—	na	0.01	—	0.001
Argolla abierta	3640	0.04	—	0.26	—	—	na	0.02	—	—	—	0.01	0.007
Argolla abierta	3642	1.00	—	0.93	—	—	na	0.01	—	0.27	—	—	0.003
Estrella	3639	0.03	—	na	—	—	na	—	—	na	—	0.02	0.002
Estrella	3641	0.04	—	na	—	—	na	—	—	na	—	—	0.003
Pinza	3636	0.007	0.08	na	—	—	na	—	—	na	—	—	—

Nota: Análisis realizados por medio de espectrometría de absorción atómica. El guión indica que el elemento no fue detectado; "na" indica que el elemento no fue analizado cuantitativamente porque no se detectó en el análisis cualitativo.

nado una variedad de herramientas y otros artefactos. Las pruebas de radiocarbono sitúan los niveles donde se obtuvieron los objetos de metal entre 100 y 400 d.C. (Masucci 1992). Catorce objetos de metal se encontraron al excavar material de desecho, de un hogar y de un piso de casa de tierra apisonada. Las herramientas consisten en dos agujas, una pinza y un punzón. El resto de los artefactos, como son argollas, pequeños cascabeles, cuentas y pequeños ornamentos en forma de estrella, son objetos suntuarios. Como indica el cuadro 4.4, los artesanos emplearon un cobre relativamente puro para las herramientas, así como para los ornamentos en forma de estrella y uno de las argollas. Usaron también otros metales y aleaciones para algunos de los objetos de estatus: una aleación de cobre-plata-oro para uno de las argollas, y de cobre-oro para los cascabeles y cuentas. Esto último se determinó por examen macroscópico. Todos los objetos fueron trabajados en frío, menos las estrellas, que fueron vaciadas en cobre. Una de las características más distintivas del conjunto hallado en El Azúcar, del periodo de Desarrollo Regional, es la relativa pureza del cobre: el metal no contiene arsénico, antimonio

Cuadro 4.5. Análisis químico cuantitativo de artefactos de Cerro Alto y de OGSE-MA-172 (Península de Santa Elena)

Tipo	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)											
		Ag	As	Au	Bi	Co	Fe	Ni	Pb	Pt	Sb	Sn	Zn
Periodo de Desarrollo Regional													
Punzón	3650	0.05	—	na	—	—	na	—	—	na	—	—	0.001
Anzuelo	3645	0.03	—	0.13	—	—	na	—	—	na	—	—	0.002
Anzuelo	3651	0.01	—	na	—	—	na	—	—	na	—	—	0.001
Aguja	3644	0.09	3.24	na	—	—	na	—	—	na	—	—	0.002
Pinza	3649	0.05	0.21	na	0.03	—	na	0.05	0.15	na	0.06	—	—
Periodo de Integración													
Aguja	3652	0.02	1.37	na	0.02	—	na	0.04	0.18	na	0.05	—	0.001
Estrella	3647	0.02	—	na	—	—	na	0.02	—	na	—	—	0.26

Nota: Análisis realizados por medio de espectrometría de absorción atómica. El guión indica que el elemento no fue detectado; “na” indica que el elemento no fue analizado cuantitativamente porque no se detectó en el análisis cualitativo.

ni plomo, elementos que en el periodo siguiente están presentes en casi todos los artefactos. Masucci (1992) propone que éste y otros sitios del Periodo Guangala en la costa sudoccidental de Ecuador participaron en redes de intercambio a larga distancia que proporcionaron materiales exóticos manufacturados en la sierra, incluyendo objetos de obsidiana, de oro y de cobre. El área de El Azúcar, aunque caracterizada por pequeños sitios con depósitos de desechos poco profundos, es relativamente rica en estos elementos de origen externo a la localidad.

Como ya se mencionó, ninguno de los artefactos de Salango pertenecientes a este periodo pudo analizarse químicamente, por estar casi totalmente mineralizados. La mayoría son ornamentos; el conjunto de objetos incluye varias narigueras probablemente hechas de *tumbaga*; fragmentos de lámina de oro, cuentas aparentemente hechas de cobre puro, así como fragmentos de lámina de metal que asemejan material corroído de aleación de cobre-oro. Sólo se encontró una herramienta en ese lugar: un objeto de mango estrecho que termina en una pequeña hoja curva. En San Lorenzo, sitio de un cementerio contemporáneo al periodo de la cultura Jambelí en la cuenca de Guayas, los únicos objetos de metal encontrados en la excavación fueron argollas, descritas como aretes (Ubelaker 1983). Sin embargo, en Cerro Alto, en la Península de Santa Elena, así como en el sitio OGSE-MA-172 en la aldea costera de Valdivia, la gente también usaba metal para hacer implementos y herramientas. Los artefactos provenientes de Cerro Alto y del sitio OGSE-MA-172 incluyen una aguja, dos anzuelos, un punzón y varias pinzas. Estos implementos fueron formados por el trabajo en frío; la aguja, que contiene 3.24% en peso de arsénico, está hecha de la más temprana aleación de cobre-arsénico identificada hasta ahora en Ecuador (cuadro 4.5). Unos cuantos artefactos de cobre de estos sitios, como los de El Azúcar, también están hechos de metal relativamente puro.

El Periodo de Integración: 800-1530 d.C. Durante el Periodo de Integración, algunos de los cacicazgos regionales en la costa llegaron a controlar grandes extensiones de territorio, desarrollando una amplia infraestructura agrícola para construir y mantener miles de hectáreas de campos levantados, o “camellones” (Holm 1978). Es posible que el más grande de estos sistemas políticos haya sostenido una población de 30,000 individuos. Los arqueólogos se han referido a éstas como “sociedades mercaderes” (Salomon 1986), cuyas economías políticas se fundamentaban en el transporte de bienes a larga distancia.

Muchas de estas mercancías eran exóticas, comerciadas por mercaderes especialistas que viajaban por tierra (Salomon 1978, 1986), principalmente en una trayectoria este-oeste, o bien por mar por la Liga de Mercaderes. Los marineros dominaron el tráfico de bienes exóticos en grandes extensiones del litoral del Pacífico por más de medio milenio. Al expandirse los cacicazgos regionales, también aumentó la producción y uso de mineral: los cementerios y ofrendas de elite en las tierras altas usualmente contienen cientos, a veces miles, de elementos de prestigio, frecuentemente de cobre y de sus aleaciones.

En Salango, las herramientas hechas de metal se volvieron cada vez más comunes; entre cerca de cincuenta objetos de metal que pertenecen a este periodo, la mitad son herramientas. El cuadro 4.6 presenta los datos químicos cuantitativos para doce artefactos que pudieron analizarse. Tres de ellos (dos punzones y una argolla) fueron hechos de aleación de cobre-plata; los primeros contienen sólo 4.5% y 9.6% en peso de plata, respectivamente, y tal vez fueron aleaciones no intencionales, mientras que la argolla, que contiene 45% de plata, hubiera parecido como de plata pura después de ser formada por martillado y recocido. Los metalurgistas usaron aleaciones de cobre-arsénico con este último elemento en baja concentración para una aguja y una pinza. Otros artefactos de Salango de este periodo se hicieron de cobre puro. Las aleaciones de cobre-arsénico contienen este último elemento en concentraciones de aproximadamente 0.5% y 1% en peso, suficientemente altas como para haber alterado las propiedades de trabajo del metal. Aun cuando el arsénico está presente en estas bajas concentraciones, la aleación puede hacerse un poco más dura a través del trabajo en frío. El diseño también puede ser modificado gracias a la presencia del arsénico. Sin embargo, como mostrarán los datos del MAG presentados más adelante, estos artesanos rara vez aprovecharon las propiedades de esta aleación para alterar u optimizar el diseño del objeto.

En Ayalán, gran cementerio del Periodo de Integración al sudoeste de Guayaquil, los arqueólogos han excavado y encontrado un gran cuerpo de objetos de metal en entierros en urnas o extendidas (Ubelaker 1981): argollas, narigueras, pendientes, pinzas y hachas-moneda. Estas últimas son láminas de metal delgadas y en forma de hacha, como indica su nombre (Hosler 1986; Hosler *et al.* 1990), y con frecuencia están encimadas una sobre la otra y atadas formando paquetes. Casi siempre están hechas de aleación cobre-arsénico, con este último elemento en bajas cantidades. Las hachas-moneda más tempranas en esta región aparecieron en el sitio de Ayalán. Estos objetos

también son comunes en el occidente de México después de 1200 d.C., y se analizan en los capítulos 5 y 6. Las determinaciones de radiocarbono demuestran que la fecha más temprana es 750 d.C. para entierros con metal en Ayalán. El cementerio siguió en uso hasta poco antes de la invasión española.

Loma de los Cangrejitos, un complejo ceremonial con cinco pequeñas pirámides y un cementerio de elite, estuvo ocupado desde 900 d.C. hasta el periodo histórico. Los 125 artefactos de metal encontrados en excavaciones en ese lugar pertenecen a entie-

Cuadro 4.6. Análisis químico cuantitativo de artefactos de Salango

Tipo	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)											
		Ag	As	Au	Bi	Co	Fe	Ni	Pb	Pt	Sb	Sn	Zn
Punzón	3656	9.6	0.09	0.12	—	—	na	0.02	0.12	na	0.03	—	0.01
Punzón	3662	4.5	0.06	0.07	—	—	na	0.01	0.23	na	0.02	—	0.001
Cascabel	3658	0.3	—	0.01	0.08	—	na	—	0.16	na	—	—	—
Anzuelo	3654	0.03	—	na	—	—	na	0.02	0.05	na	0.03	—	—
Aguja	3659	0.06	0.78	na	—	—	na	0.03	0.19	na	0.03	—	—
Aguja	3660	0.08	0.38	na	—	na	na	na	0.44	na	0.03	na	0.001
Aguja	3661	0.22	0.2	0.004	—	—	na	0.03	0.09	na	—	—	—
Aguja	3665	0.85	—	0.02	—	—	na	0.02	0.08	na	0.03	—	0.003
Argolla abierta	3655	45.5	—	0.39	0.11	—	na	—	0.41	na	—	—	0.02
Argolla abierta	3663	0.01	0.70	na	0.06	—	na	—	1.60	na	0.1	—	0.004
Argolla abierta	3666	0.03	—	na	—	—	na	0.02	0.41	na	0.05	—	0.005
Pinza	3664	0.06	0.46	na	—	—	na	0.03	0.39	na	0.03	—	—

Nota: Análisis realizados por medio de espectrometría de absorción atómica. El guión indica que el elemento no fue detectado; “na” indica que el elemento no fue analizado cuantitativamente porque no se detectó en el análisis cualitativo.

rrros, e incluyen cascabeles, pinzas, agujas, hachas, hachas-moneda, cuchillos y punzones. Los implementos y objetos suntuarios están presentes en proporciones casi iguales. En Loma de los Cangrejitos (Marcos 1981), se representan tres fases arqueológicas la mayoría de los objetos de metal viene de una época más temprana (900-1150 d.C.).¹⁸ Los cascabeles son más numerosos que cualquier otro objeto, conformando 35% del total. Los análisis cualitativos mostraron que todos los cascabeles están hechos de cobre o de una aleación cobre-arsénico, con el arsénico presente en bajas concentraciones. Estos cascabeles ecuatorianos fueron trabajados en frío, a diferencia de sus contrapartes del occidente de México, que fueron vaciados a la cera perdida. Todos los objetos utilitarios analizados (pinzas, agujas, punzones, cuchillos y hachas) también fueron hechos de aleación cobre-arsénico, con este último elemento en baja concentración (cuadro 4.7), el cual sirvió como un tipo de materia prima para los objetos de metal encontrados en este sitio. Los punzones y hachas contienen arsénico en concentraciones entre 0.5% y 2.0% en peso; las hachas y las pinzas en conjunto conforman 33% del cuerpo de estudio. Las hachas-moneda encontradas en Loma de los Cangrejitos, al igual que todas las hachas-moneda ecuatorianas, están hechas de metal de cobre-arsénico (Hosler *et al.* 1990). La ausencia de objetos hechos de oro, de plata o de sus aleaciones es poco usual, y puede reflejar algún aspecto de la estrategia de excavación.

Ahora bien, los artefactos de metal nunca fueron tan abundantes en los centros costeros como llegaron a serlo tierra adentro. Hasta ahora no tenemos evidencia de que los artesanos de la costa hayan elaborado objetos de metal a escala significativa, aunque es probable que sí lo hayan hecho ocasionalmente. En Salango, por ejemplo, se encontró un molde de cerámica, que pudo haber sido usado para vaciar herramientas de metal. Quizá la mayoría de los elementos fueron importados a estos sitios como objetos terminados. La evidencia de distribución indica que para el Periodo de Integración Tardío (800-1530 d.C.), el área de Milagro-Quevedo, tierra adentro, fue una zona importante de producción de metal y es muy probable que también lo haya sido anteriormente. Dos grandes conjuntos de objetos de metal encontrados, ambos con fecha posterior a 900 d.C., provienen de lugares localizados en la planicie interior: uno de La Compañía y el otro de Peñón del Río. También se han obtenido grandes cantidades de objetos de metal de numerosos sitios saqueados en esta región.¹⁹

Peñón del Río, donde se localizaron 182 objetos de metal en la excavación, fue un centro secundario que funcionaba como localidad de redistribución de productos agrícolas, y también estuvo involucrado en el intercambio comercial (Buys y Muse 1987; Sutliff 1992). En esta excavación se ha encontrado el conjunto más grande de artefactos de metal de la región de Milagro-Quevedo en contextos domésticos, y la evidencia de Sutliff indica que los objetos fueron manufacturados en el sitio. Los artesanos en Peñón del Río usaron

Cuadro 4.7. Análisis químico cuantitativo de artefactos de Loma de los Cangrejitos

Tipo	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)											
		Ag	As	Au	Bi	Co	Fe	Ni	Pb	Pt	Sb	Sn	Zn
Punzón	3496	0.03	1.73	0.008	0.03	na	—	0.39	0.01	na	0.04	—	—
Punzón	3497	0.026	1.39	—	0.03	na	—	0.03	0.26	na	0.04	—	—
Punzón	3498	0.033	1.22	0.01	0.07	na	0.026	0.27	0.27	na	0.04	—	—
Punzón	3533	0.039	0.86	na	na	na	0.006	na	0.02	na	na	—	0.009
Punzón	3534	0.027	0.91	0.005	0.05	na	—	0.03	0.16	na	0.04	—	—
Hacha	3493	0.058	0.55	—	—	na	—	0.02	0.09	na	0.03	—	0.002
Hacha	3499	0.051	0.63	0.002	—	na	0.008	0.03	0.17	na	0.02	—	0.001
Hacha	3500	0.062	0.61	—	—	na	—	0.03	0.17	na	0.03	—	—
Bastón	3536	0.054	0.68	—	—	na	—	0.03	0.1	na	0.03	—	—
Navaja	3535	0.027	1.21	—	0.06	na	0.007	0.03	0.22	na	0.03	—	0.001
Aguja	3521	0.032	1.66	1.01	0.5	na	—	0.03	0.36	na	0.03	—	—
Pendiente	3494	0.048	2.90	0.007	0.63	na	—	0.02	0.01	na	0.11	—	0.001
Pendiente	3495	0.047	3.12	0.006	0.67	na	—	0.02	—	na	0.13	—	—
Pinza	3523	0.054	0.47	0.31	0.40	na	0.001	0.001	0.83	na	0.01	—	0.001
Pinza	3524	0.046	0.67	—	0.08	na	—	0.04	0.87	na	0.09	—	—
Pinza	3525	0.025	0.72	0.02	—	na	—	0.01	—	na	0.03	—	—
Pinza	3527	0.054	0.12	na	na	na	0.003	na	0.66	na	na	—	—

Nota: Análisis realizados por medio de espectrometría de absorción atómica. El guión indica que el elemento no fue detectado; “na” indica que el elemento no fue analizado cuantitativamente porque no se detectó en el análisis cualitativo.

el metal sobre todo para elementos que indicaban estatus social; las argollas y narigueras conforman 30% de los utensilios. Otros objetos incluyen pinzas, agujas, cascabeles, anzuelos y punzones. Aunque no se han realizado análisis químicos sobre este material, las observaciones macroscópicas de Sutliff (1992) y sus estudios metalográficos indican que cuatro de los ornamentos parecen ser dorados y veinte parecen de aleación cobre-plata. Los objetos restantes parecen estar hechos principalmente de cobre.

La excavación de varios montículos en el centro de La Compañía (Periodo de Integración Tardío) ha descubierto grandes cantidades de artefactos de metal de entierros de elite en urnas y en “chimeneas”. Este cuerpo de estudio incluye cientos de cascabeles, narigueras, argollas, fragmentos de lámina de metal y herramientas, como anzuelos, agujas, pinzas y otras. Se analizaron cien objetos funcionales procedentes de este sitio y de varios tipos (Scott 1988; Battelle Institute s.f.). Los artesanos usaron aleaciones de cobre-plata para hacer argollas, pendientes y otros objetos suntuarios. El cobre o la aleación de cobre-arsénico con este último elemento en baja concentración se reservó para los objetos utilitarios.

En resumen, la evidencia de estos conjuntos localizados en excavaciones indica que los primeros metalurgistas de esta región andina elaboraron objetos de cobre puro, mismos que significaban estatus, así como de plata y de oro. Las técnicas de dorado también se desarrollaron desde fechas muy tempranas. A través del tiempo, la proporción de herramientas de metal parece haber aumentado y la de ornamentos disminuido. Hacia 300 d.C., los metalurgistas estaban usando aleaciones de cobre-plata y de cobre-arsénico, y algunos de los objetos que realizaron fueron herramientas. En el sur de Ecuador (y probablemente también al de Perú) estas aleaciones de cobre-arsénico con el arsénico presente en bajas concentraciones (0.5-2.0%) con el tiempo llegaron a constituir un tipo de materia prima; los artesanos sistemáticamente las emplearon para todas las clases comunes de artefactos: punzones, pinzas, cascabeles, argollas sólidas, hachas-moneda y otros.

El uso generalizado de aleaciones de cobre-arsénico también es visible en los conjuntos de artefactos de la sierra. Entre los 59 objetos de Ingapirca analizados, todos, menos tres, con tienen arsénico en concentraciones superiores al 0.05% en peso. Estos objetos incluyen argollas, cascabeles, un pendiente y ornamentos misceláneos (Escalera y Barriuso 1978). Frecuentemente, los artefactos hechos de esta aleación contienen ar-

sénico en concentraciones tan bajas que no afectaban las propiedades mecánicas del metal, o las afectaban de forma marginal, y sólo cuando el metal ha sido sustancialmente reducido en su espesor.

El conjunto de artefactos del MAG. La información previamente presentada se amplió gracias a las investigaciones de las colecciones de objetos metálicos del MAG. Los datos de los objetos allí almacenados también proporcionan información sistemática sobre cómo manejaron los metalurgistas las propiedades de las aleaciones y hasta qué punto utilizaron sus propiedades para optimizar el diseño y funcionalidad de los objetos. La porción de la colección del museo con la que se contó para este estudio contenía aproximadamente 4,395 objetos reconocibles y numerosos fragmentos no identificables. El número total de artefactos de metal llegó a 7,873 en un inventario posterior de la colección del museo. El cuadro 4.8 presenta los resultados del inventario, enumerando los tipos más comunes de artefacto en orden de abundancia relativa. El grado en que los porcentajes mostrados representan frecuencias de ocurrencia en la era prehistórica varía de acuerdo con la clase de artefacto. Los implementos y herramientas, como agujas y punzones, están sobrerrepresentados; son frecuentes en sitios arqueológicos, pero escasos en esta colección (menos de 10%). Es probable que la cantidad de objetos suntuarios, en comparación unos con otros, refleja más fielmente la situación prehispánica. Aproximadamente 50 o 60 objetos del MAG no figuraron en este análisis porque fueron hechos de oro, de plata y de sus aleaciones, siendo tipos únicos.

Por su parte, el examen macroscópico reveló que la plata-cobre fue un importante sistema de aleación en el antiguo Ecuador; una gran proporción de las argollas, argollas huecas y ornamentos de lámina de metal están hechos de esta aleación.²⁰ La otra característica obvia es que una muy alta proporción (60%) de las narigueras vaciadas y trabajadas están hechas de cobre dorado (cfr. Scott 1986). Su color indica que entre éstas hay algunas aleaciones de *tumbaga*, aunque no existen análisis publicados de objetos ecuatorianos que verifiquen esta observación, aparte de algunas pequeñas argollas para la nariz hechos de *tumbaga* de la región de La Tolita del extremo norte de la costa de Ecuador (Bergsoe 1937).

Se muestrearon 154 objetos, de las clases del tipo de artefactos enlistados en el cuadro 4.8 para realizar análisis de composición química; los resultados del análisis se presentan en el cuadro 4.9. El arsénico está presente en todos los artefactos menos en tres, en con-

centraciones que varían entre 0.02% y 4.61%. Este cobre arsenical, que gradualmente se transforma en aleación de cobre-arsénico, constituyen la misma materia prima (que contiene arsénico, antimonio y plomo) usada para realizar los objetos analizados de Loma de los Cangrejitos y de otros sitios. Estos 154 objetos conforman varios subgrupos por composición construidos con base en las concentraciones relativas de ciertos elementos distintos al arsénico, el más importante de los cuales es la plata. Algunos objetos contienen plata en bajas concentraciones (menos del 0.40%), mientras que en otros el contenido de este metal es tan alto (7.33-42.9%) que los artefactos se consideran aleaciones de cobre-plata. Uno de estos objetos (una pinza) es de aleación cobre-oro, con este último presente en 2.98% en peso. No hay aleaciones de bronce de cobre-estaño.

Cuadro 4.8. Colección de metales del MAG

Tipo	Objetos de estudio		Número de artefactos	
	Núm. disponible	Núm. de muestras	Total en colección	Porcentaje en colecciones completas
Anillos (sólidos)	954	27	2 335	29.7
Hachas-moneda	1 993	24	2 167	27.5
Cascabeles	883	25	1 835	23.3
Narigeras	119	13	394	5.0
Hojas de metal ornamentales	150	4	377	4.8
Pinzas	224	21	304	3.9
Hachas	40	14	174	2.2
Agujas	2	2	147	1.9
Anillos (huecos)	18	0	120	1.5
Anzuelos	10	3	20	0.3
Estrellas	2	1	2	< 0.1
Total	4395	154	7873 (aprox.)	

Cuadro 4.9. Análisis cuantitativo de los objetos en el MAG

Tipo	Núm. de ID	Composición (porcentaje del peso)										
		Ag	As	Au	Bi	Co	Fe	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
Hacha	3444	0.04	1.06	na	0.07	na	na.	0.02	0.38	0.01	na	na
	3445	0.04	3.75	na	0.03	na	na	0.03	0.02	0.03	na	na
	3446	0.04	3.77	na	0.03	na	na	0.03	0.02	0.05	na	na
	3447	0.04	3.81	na	0.03	na	na	0.05	0.01	0.02	0.01	na
	3481	0.04	2.36	na	0.01	na	na	0.03	0.02	0.03	na	na
	3482	0.03	1.53	na	0.06	na	na	0.02	0.09	0.03	na	na
	3483	0.03	1.38	na	0.11	na	na	0.02	0.21	0.02	na	na
	3611	0.04	0.39	na	0.11	—	na	0.10	0.03	0.04	—	—
	3612	0.07	0.92	na	—	—	na	0.04	0.30	0.03	—	—
	3613	0.07	0.04	na	—	—	na	0.03	0.24	0.04	—	—
	3614	0.07	0.21	na	—	—	na	0.03	0.12	—	—	—
	3615	0.08	0.80	na	—	—	na	0.03	0.26	0.03	—	—
	3616	0.06	0.56	na	0.007	—	na	0.03	0.39	0.03	0.65	0.001
	3617	0.02	1.50	na	0.008	0.01	na	0.07	0.09	0.05	—	—
	3618	0.60	0.07	—	—	—	na	0.02	0.04	0.02	—	—
	3619	0.06	0.55	na	—	—	na	0.03	0.15	0.03	—	0.001
	3620	3.64	0.16	0.08	0.02	—	na	0.03	0.11	0.03	—	0.002
	3750	0.08	0.02	na	na	na	0.009	0.03	0.49	0.02	0.03	na
	3751	0.07	0.09	na	na	na	0.002	0.03	0.21	0.02	—	na
	3752	0.04	0.07	na	na	na	—	0.01	2.44	0.01	0.01	na
	3753	0.07	—	na	na	na	0.004	0.03	0.04	0.02	0.003	na
	3754	0.14	0.03	na	na	na	—	0.02	0.62	0.01	0.02	na
	3755	0.19	0.01	na	na	na	—	0.02	2.40	0.01	0.01	na
	3756	0.04	1.22	na	na	na	0.011	0.03	0.14	0.02	0.007	na
	3757	0.21	0.02	na	na	na	0.002	0.03	0.08	0.01	0.011	na
	3758	0.06	0.41	na	na	na	0.001	0.01	2.48	0.02	0.01	na
	3759	0.40	0.05	na	na	na	0.002	0.03	0.11	0.01	0.006	na
	3760	0.06	1.36	na	na	na	—	0.04	0.05	0.01	0.02	na
	3761	0.03	0.56	na	na	na	—	0.04	0.10	0.05	0.01	na
	3762	0.07	1.28	na	na	na	—	0.04	0.25	0.02	0.006	na
3763	0.09	1.99	na	na	na	0.01	0.04	0.002	0.01	0.004	na	
3764	0.06	0.21	na	na	na	—	0.04	0.91	0.01	—	na	

Cuadro 4.9. (continuación)

Tipo	Núm. de ID	Composición (porcentaje del peso)										
		Ag	As	Au	Bi	Co	Fe	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	3765	0.05	0.56	na	na	na	—	0.05	0.25	0.01	0.02	na
	3766	0.05	0.6	na	na	na	0.007	0.03	0.1	0.1	0.01	na
	3767	25.9	0.03	na	na	na	0.01	0.01	0.14	—	0.01	na
	3768	0.09	0.49	na	na	na	0.01	0.03	0.26	—	0.01	na
	3769	0.05	0.4	na	na	na	—	0.02	0.46	—	0.02	na
	3770	0.03	0.59	na	na	na	—	0.03	0.1	0.01	0.02	na
	3771	0.04	0.39	na	na	na	0.01	0.04	0.21	0.02	0.008	na
	3772	33.34	1.25	na	na	na	0.03	0.02	0.13	0.005	0.02	na
	3773	0.09	0.8	na	na	na	—	0.03	0.006	0.01	—	na
Hachas- moneda	3282	0.03	2.43	na	na	na	na	0.14	0.36	na	na	na
	3283	0.03	1.1	na	na	na	na	0.19	0.39	na	0.01	na
	3310	0.02	1.81	na	0.05	na	na	0.02	0.09	0.13	na	na
	3427	0.04	0.71	na	0.06	na	na	0.04	0.38	0.01	na	na
	3428	0.04	2.34	na	0.06	na	na	0.03	0.09	0.02	na	na
	3429	0.03	1.82	na	0.06	na	na	0.03	0.36	0.02	na	na
	3430	0.03	1.18	na	0.03	na	na	0.03	0.03	0.01	na	na
	3431	0.02	3.14	na	0.05	na	na	0.04	0.05	na	na	na
	3432	0.05	1.31	na	0.04	na	na	0.02	0.18	na	na	na
	3621	0.07	0.12	—	0.13	na	0.01	0.02	1.16	0.02	—	0.001
	3624	0.07	0.83	0.01	0.05	na	0.002	0.02	0.004	0.01	—	0.001
	3625	0.24	0.82	0.02	0.05	na	0.005	0.03	0.05	0.02	—	—
	3626	0.05	1.92	0.01	0.05	na	0.001	0.03	0.01	0.03	—	0.003
	3627	0.03	0.72	—	0.24	na	0.003	0.02	0.08	0.04	0.001	0.002
	3687	0.1	1.28	0.53	0.03	na	0.01	0.03	0.001	0.01	—	0.001
	3688	0.04	1.13	0.02	na	na	0.005	0.05	0.08	0.03	na	—
	3717	0.07	2.61	na	na	na	0.007	0.01	3.85	0.02	0.01	na
	3718	0.13	0.62	na	na	na	0.002	0.03	0.29	0.02	0.001	na
	3719	24.58	0.03	na	na	na	0.004	—	0.01	0.01	—	na
	3720	0.06	1.85	na	na	na	—	0.01	0.02	0.01	—	na
3721	0.07	0.2	na	na	na	0.001	0.03	0.05	0.02	—	na	
3722	0.03	0.12	na	na	na	0.001	0.02	0.02	0.01	0.001	na	
3723	0.04	0.59	na	na	na	0.005	0.04	0.52	0.02	—	na	

Cuadro 4.9. (continuación)

Tipo	Núm. de ID	Composición (porcentaje del peso)										
		Ag	As	Au	Bi	Co	Fe	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	3724	0.08	1.25	na	na	na	0.004	0.03	0.42	0.03	—	na
	3725	0.05	1.67	na	na	na	0.003	0.04	0.05	0.02	0.003	na
	3726	0.09	0.49	na	na	na	0.011	0.04	0.25	0.03	—	na
	3727	21.36	1.02	na	na	na	0.006	0.02	0.13	0.03	—	na
	3728	0.04	0.81	na	na	na	0.01	0.04	0.29	0.03	—	na
	3729	0.06	0.67	na	na	na	0.003	0.02	3.34	0.02	0.008	na
	3730	0.04	0.5	na	na	na	0.002	0.02	0.44	0.02	0.001	na
Olla	3731	0.49	1.19	na	na	na	0.003	0.03	0.02	0.02	0.006	na
	3732	0.06	0.28	na	na	na	0.001	0.01	2.53	0.02	0.02	na
	3733	0.07	0.55	na	na	na	0.011	0.03	0.23	0.02	0.015	na
	3631	30.86	0.57	0.14	0.07	na	0.005	—	0.36	0.01	0.001	0.001
	3632	28.2	0.85	0.37	0.05	na	0.02	0.007	0.06	0.01	0.002	—
	3633	30.04	0.75	0.14	0.24	na	0.02	0.02	0.76	0.02	—	—
Plumas	3442	0.05	4.61	na	0.15	na	na	0.03	na	0.01	na	na
	3443	0.04	5.2	na	0.05	na	na	na	0.04	na	na	na
Anzuelos	3628	0.17	0.13	0.02	—	na	—	0.03	0.12	0.02	—	—
	3629	0.12	0.18	—	—	na	0.005	0.04	0.09	0.03	—	—
	3630	0.07	0.07	0.06	—	na	—	0.05	0.05	0.07	—	—
Cueros	3449	na	1.4	na	na	na	na	na	na	na	na	na
	3508	0.04	0.77	na	na	na	na	0.04	0.04	0.01	na	0.001
	3509	0.03	1.06	na	—	na	na	na	0.08	na	na	0.001
Lingote	3502	0.03	0.36	na	0.006	na	na	0.05	0.02	0.003	na	0.001
	3503	0.04	0.3	na	0.008	na	na	0.05	0.02	0.01	na	0.001
	3504	0.16	0.33	na	0.017	na	na	0.02	0.73	—	na	0.002
	3505	0.16	0.5	na	0.031	na	na	0.02	0.48	—	na	0.002
Insignia	3450	na	1.1	na	na	na	na	na	na	na	na	na
Aguja	3609	1.65	0.4	0.03	—	na	0.02	0.03	0.09	0.02	—	0.001
	3610	0.03	0.74	—	0.04	na	—	0.06	0.12	0.04	—	—

Cuadro 4.9. (continuación)

Tipo	Núm. de ID	Composición (porcentaje del peso)										
		Ag	As	Au	Bi	Co	Fe	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
Nariguera	3670	0.03	0.61	na	0.01	—	na	0.02	0.37	0.02	na	0.001
	3672	0.03	0.4	na	0.04	—	na	0.04	0.06	0.04	—	—
	3674	28.3	0.12	0.55	0.15	—	na	0.02	0.02	0.05	—	—
	3677	0.06	—	0.79	—	—	na	—	—	—	—	—
	3678	0.07	2.97	na	0.11	—	na	0.03	—	0.04	—	—
	3681	42.9	0.12	0.35	0.14	—	na	—	0.14	—	—	0.01
	3689	21.5	0.33	0.37	0.04	—	na	—	0.06	—	—	0.008
	Argolla	3575	0.05	1.18	—	—	na	0.002	0.03	0.42	0.03	—
3576		0.22	0.27	—	—	na	—	0.03	0.19	0.03	—	—
3577		0.03	0.22	—	—	na	0.03	0.04	1.29	—	—	—
3578		0.04	0.6	—	—	na	—	0.02	0.17	0.03	—	—
3580		0.18	0.16	0.08	—	na	0.02	0.04	0.16	0.03	—	—
3581		0.23	0.17	—	—	na	0.003	0.03	0.21	0.02	—	—
3583		0.04	0.04	—	—	na	—	0.04	0.16	0.04	—	—
3586		0.26	0.23	0.7	—	na	—	0.04	0.19	0.04	—	—
3587		0.08	0.74	—	—	na	—	0.03	0.5	0.03	—	0.001
3588		0.1	0.21	0.06	—	na	—	0.03	0.52	—	—	—
3683		7.94	0.23	0.1	0.05	na	0.003	0.01	0.09	0.03	—	—
3684		0.06	0.41	—	—	na	—	0.05	0.37	0.03	—	—
3686		33.64	0.43	0.38	0.1	na	0.005	0.02	0.12	0.01	—	—
3734		17.73	1.02	na	na	na	0.03	0.01	0.08	0.01	0.01	na
3735		0.07	1.19	na	na	na	0.02	0.03	0.47	0.02	0.01	na
3736		0.06	0.17	na	na	na	—	0.03	0.57	0.04	—	na
3737		0.12	0.32	na	na	na	—	0.02	0.52	0.03	—	na
3738		0.05	0.189	na	na	na	—	0.03	0.08	0.03	—	na
3739		7.33	0.75	na	na	na	—	0.02	0.15	0.02	—	na
3740		40.18	0.06	na	na	na	0.008	0.02	0.03	0.03	—	na
3741	27.37	0.06	na	na	na	0.02	0.01	0.03	0.02	—	na	
3742	25.82	0.7	na	na	na	0.007	—	0.05	0.01	0.004	na	
3743	0.07	1.04	na	na	na	0.006	0.03	0.51	0.02	0.006	na	
3745	0.05	0.34	na	na	na	0.02	0.05	0.29	0.01	0.04	na	
3746	24.09	0.15	na	na	na	0.01	0.02	0.1	—	0.03	na	

Cuadro 4.9. (continuación)

Tipo	Núm. de ID	Composición (porcentaje del peso)										
		Ag	As	Au	Bi	Co	Fe	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	3747	17.76	0.17	na	na	na	0.008	0.01	0.06	0.006	0.01	na
	3748	0.04	0.88	na	na	na	—	0.03	0.23	0.02	0.01	na
Estrella	3634	0.03	—	—	—	na	0.02	0.01	—	0.02	—	0.001
Pinza	3589	0.04	0.49	—	—	na	0.01	0.08	0.05	0.04	—	—
	3590	0.06	0.02	—	—	na	0.02	0.02	0.03	0.02	—	—
	3591	0.05	0.98	—	—	na	—	0.04	0.22	0.04	—	—
	3592	0.05	0.36	—	—	na	—	0.04	0.13	0.03	—	—
	3593	0.07	0.74	—	—	na	—	0.04	0.1	0.03	—	—
	3594	0.58	0.11	0.03	0.06	na	—	0.03	0.02	0.02	—	0.005
	3595	0.04	0.68	—	—	na	0.03	0.06	0.23	0.06	—	—
	3596	0.02	0.31	0.02	—	na	—	0.05	0.77	0.03	—	0.001
	3597	0.03	0.74	—	0.03	na	—	0.03	0.09	0.03	—	—
	3598	0.03	0.38	—	—	na	—	0.04	0.06	0.03	—	0.002
	3599	0.14	0.14	—	—	na	—	0.04	0.14	0.03	—	0.002
	3600	0.05	0.79	—	0.04	na	0.001	0.03	0.08	0.04	—	0.001
	3601	0.12	1.26	—	0.12	na	—	0.04	0.05	0.03	—	—
	3602	0.04	0.21	—	—	na	—	0.04	0.06	0.02	—	0.001
	3603	0.04	2.03	—	—	na	0.02	0.03	0.03	0.04	—	—
	3605	0.08	0.47	—	—	na	—	0.05	0.08	0.03	—	—
	3606	0.12	2.16	0.01	0.18	na	—	0.02	0.03	0.02	—	—
	3607	0.17	0.03	2.98	—	na	0.007	0.03	0.01	0.05	—	0.001
	3608	0.48	0.79	—	—	na	0.02	0.04	0.11	0.02	—	—
	3685	0.03	0.35	—	—	na	—	0.08	0.02	0.03	—	—

Nota: Análisis realizados por medio de espectrometría de absorción atómica. El guión indica que el elemento no fue detectado; “na” indica que el elemento no fue analizado cuantitativamente porque no se detectó en el análisis cualitativo.

Cuando el arsénico y la plata se alean con el cobre afectan las propiedades mecánicas del metal. La aleación cobre-plata se hace fuerte y extremadamente resistente, permitiendo que los artesanos hagan objetos de lámina de metal delgados, flexibles y de apariencia plateada. La resiliencia y resistencia de esta aleación aumenta drásticamente después de añadir aproximadamente 7-8% de plata al cobre. Éste es también el límite inferior aproximado para que ocurra el enriquecimiento de plata en la superficie de aleaciones de cobre-plata trabajadas y recocidas. En el sistema de cobre-arsénico, el metal se vuelve progresivamente más duro al aumentar la concentración de arsénico; estos efectos se pueden ver en concentraciones de 0.4-0.5% de arsénico.

En la figura 4.21 y en el cuadro 4.10 se identifican los tipos y números de artefactos de cada tipo funcional que contienen arsénico en niveles superiores a 0.40% , o plata en niveles superiores al 7%. En la figura se muestra, además, que los artesanos ecuatoria-

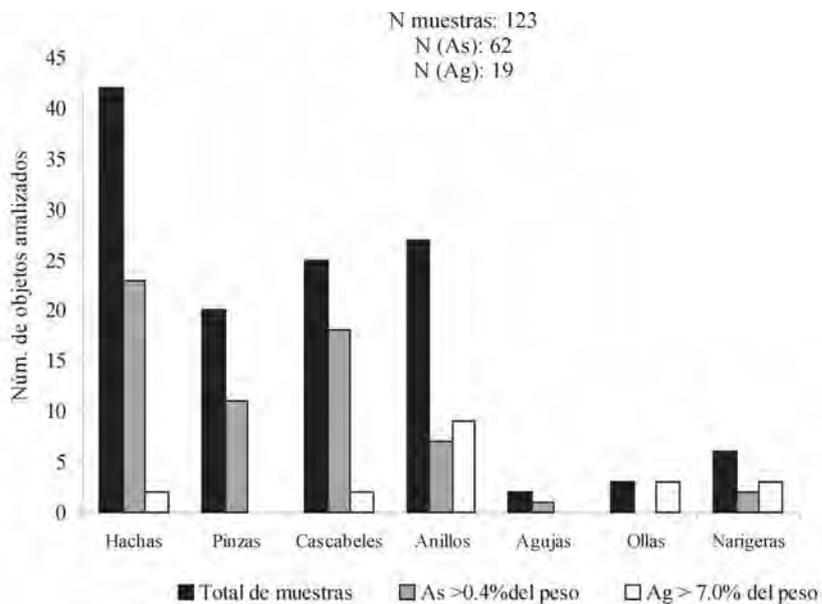


Fig. 4.21. MAG: cantidad de artefactos de distintos tipos hechos de aleaciones de cobre-arsénico y cobre-plata

nos aprovechaban la coloraciones que presentan las aleaciones de cobre-plata para realizar algunos objetos suntuarios (cascabeles, argollas, cuencos y narigueras) y utilizaban las aleaciones de cobre-arsénico para implementos como las hachas y pinzas, así como para argollas y cascabeles.

Las pinzas y los cascabeles contienen arsénico en concentraciones suficientemente altas como para alterar las propiedades mecánicas del metal. El arsénico presente en estos niveles (0.40-3.81%) permite al metalurgista reducir el espesor y aumentar la dureza del objeto. Los otros dos tipos de artefacto hechos con aleación de cobre-arsénico, cascabeles y argollas, pudieron haberse hecho más delgados que si se usara cobre puro. Sin embargo, a pesar de las oportunidades que ofrece esta aleación para optimizar el diseño, la evidencia presentada en el cuadro 4.11 indica que, en la mayoría de los casos, la aleación no se usó sistemáticamente para ese propósito. Una buena medida de diferencias de diseño, como función del tipo de aleación, es una proporción entre longitud y espesor para hachas y pinzas, entre altura y espesor para cascabeles y entre diámetro y espesor para las argollas. Como indica el cuadro 4.11, el diseño de pinzas que contenía arsénico no se afecta por la concentración de éste. El diseño de las hachas se afecta un poco; el espesor se reduce en aproximadamente 20% en las que contienen arsénico en mayores concentraciones.

El espesor de los cascabeles se reduce a casi la mitad, mientras que el espesor de las argollas no se modifica. Así, mientras que los artesanos optimizaban ciertas propiedades de las aleaciones, como la dureza, en especial en las pinzas y hachas trabajadas en frío, no aprovecharon al máximo esas aleaciones para

Cuadro 4.10. Rangos de concentración de arsénico (As) y plata (Ag) en objetos que contienen As > 0.4 y Ag > 7.0 del porcentaje del peso

Tipo	Rango de concentración de elementos de la aleación (porcentaje de peso)		
	Bajo	Alto	Promedio
Hachas			
As	0.41	3.81	1.38
Ag	25.90	33.34	29.62
Pinzas			
As	0.47	2.16	1.01
Ag	—	—	—
Cascabeles			
As	0.49	2.61	1.08
Ag	21.36	24.58	22.97
Anillos			
As	0.41	1.19	0.86
Ag	7.33	40.18	22.43
Agujas			
As	—	0.74	0.74
Ag	—	—	—
Ollas			
As	—	—	—
Ag	28.20	30.86	29.70
Narigeras			
As	0.61	2.97	1.79
Ag	21.50	42.90	30.90

Cuadro 4.11. Colección del MAG de aleaciones de cobre-arsénico: concentración y características de diseño de los artefactos

Tipo	Número de análisis	Nivel As (porcentaje en peso)	Promedio de concentración de As (porcentaje en peso)	Radio promedio
Pinzas	11	>0.4	1.01	42.0 l:esp.
	9	<0.4	0.21	42.0
Hachas	23	>0.4	1.38	47.5 l:esp.
	15	<0.4	0.13	37.0
Cascabeles	18	>0.4	1.08	29.0 h:esp.
	4	<0.4	0.18	15.2
Anillos	7	>0.4	0.86	10.1 d:esp.
	11	<0.4	6.21	9.8

mejorar el diseño, es decir, para hacer hachas, argollas y hojas de pinzas más delgadas y finas.

Así, los minerales metalíferos que probablemente constituyeron las materias primas para los artefactos del cuerpo de estudio del MAG y de los conjuntos encontrados en las excavaciones pueden reconstruirse con base en la composición química. La química de los artefactos sugiere que la materia prima del metal de cobre-arsénico fue fundida de minerales metalíferos de cobre y arsénico, como la enargita o tennantita, o bien que la aleación fue producida fundiendo conjuntamente arsenopirita con un mineral de cobre. Una revisión de la literatura geológica indica que en el Ecuador el arsénico aparece en menas de cobre como la enargita, pero también existen menas de arsénico, como el realgar y la arsenopirita (Goossens 1972a, 1972b). Aunque la geología de minerales metalíferos de Ecuador no ha sido estudiada tan sistemáticamente como la de México, la evidencia que tenemos sugiere que los depósitos de estos minerales en el sur de la sierra de Ecuador son similares a los de la sierra de Perú. En este último lugar predominan las menas de cobre con arsénico, como la enargita y las series de tenantita-tetrahedrita. Sigue sin determinarse si la materia prima de cobre-arsénico fue importada como lingotes del norte de Perú (Shimada 1985) o, si por el contrario, fue fundida a partir de menas disponibles en las tierras altas de Ecuador (Hosler *et al.* 1990).

La metalurgia de la región sur de Ecuador es similar a la tecnología del norte de Perú adyacente en lo que se refiere al rango de metales, aleaciones y técnicas de manufactura empleadas, aunque carece de lo inventivo, sofisticado y del alcance de la metalurgia andina. Los metalurgistas peruanos usaron aleaciones de cobre-plata y de cobre-arsénico, extensamente elaborando elementos suntuarios de lámina de metal con la primera e implementos con la segunda, aunque las clases de artefactos difieren entre sí. Además de las agujas, cuyo diseño es idéntico en ambas regiones, en el norte de Perú los diseños de pinzas y de cascabeles diferentes de los de Ecuador, son escasos, y las argollas son poco comunes. La forma ecuatoriana típica del hacha moneda está ausente. Los metalurgistas del norte de Perú usaron la aleación de cobre-arsénico para hacer *naipes*, objetos delgados de lámina de metal relacionados con las hachas-moneda, así como puntas de bastón sembrador, azadones y otras herramientas agrícolas. Usaron aleaciones de cobre-plata para máscaras funerarias, vasijas efigie y otros elementos de elite relacionados. Las aleaciones de cobre-oro y de cobre-plata-oro fueron comunes, al igual que técnicas extraordinarias de dorado y de plateado.

El carácter de la metalurgia ecuatoriana. Estos artesanos realizaron una gama de objetos de metal que atestiguan que estaban interesados en el metal con dos propósitos: elaborar objetos rituales y de estatus (como narigueras, argollas y cascabeles) y para hacer hachas-moneda, objetos que sirvieron como estándar de valor o medio de intercambio. El estudio técnico de las hachas-moneda de Ecuador (Hosler *et al.* 1990) ha demostrado que consistentemente fueron hechas de una aleación de cobre-arsénico, con este último en baja concentración. Además de su valor social y simbólico intrínseco derivado de su forma de hacha, las hachas-moneda de Ecuador, al igual que sus contrapartes del occidente de México, pudieron haber servido como reservas de metal de cobre-arsénico (Hosler 1986), de las cuales se hicieron la gran mayoría de objetos base cobre ecuatorianos.

También se utilizó el metal por sus propiedades de resonancia, aunque mucho menos que en occidente mexicano. Los sonidos metálicos fueron producidos por pequeños cascabeles con altura entre 0.4 y 3.5 cm aproximadamente, la mayoría entre 1 y 2 cm de altura. Fueron formados por martillado y es claro que el uso de esta técnica mitigó cual-

quier variación significativa en tono. La mayoría son redondos, y todos muestran superficies exteriores lisas. Dado que el tamaño y forma del resonador varían mucho menos que en los diseños del occidente de México, el rango de tonos producido por estos cascabeles es, por lo tanto, más reducido. El tono también se limita como resultado del proceso de manufactura, puesto que estos cascabeles fueron formados por martillado, y la consecuente compresión de los granos del metal hace que las vibraciones disminuyan.

Una de las características notables de la metalurgia ecuatoriana es el rango tan limitado de metales y aleaciones empleados, al menos en el componente basado en cobre que he examinado aquí. El rango de tipos de artefacto también es restringido. Los metalurgistas se enfocaron principalmente en tres clases de artefacto: argollas, hachas-moneda y cascabeles (véase cuadro 4.8) y, por lo general, utilizaron como materia prima la aleación cobre-arsénico, este último en baja concentración. Pero resulta sorprendente el hecho de que los datos indiquen que los metalurgistas ecuatorianos no usaban las aleaciones de cobre-arsénico para mejorar el diseño de los artefactos.

Las hachas-moneda son las formas más comunes hechas de bronce de cobre-arsénico que sirvieron como medio de intercambio, mientras que otros (cascabeles y argollas) eran objetos de adorno personal; los cascabeles, además, también fueron objetos rituales. Los tres tipos de objetos mencionados son pequeños y fáciles de transportar, y todos carecen de rasgos iconográficos distintivos. En general, su homogeneidad en materiales y diseño sugiere que pudieron haber sido elaborados para el intercambio, sosteniendo el argumento de Salomón de que éstas eran sociedades de mercaderes. Es evidente que esta faceta de la tecnología no fue objeto de importantes inversiones estéticas ni técnicas.

La reinterpretación

Los metalurgistas del occidente no repitieron la gama completa de objetos o de técnicas que caracterizaron las metalurgias del sur de Centroamérica y de Colombia o Ecuador, sino que sólo incorporaron algunos rasgos de cada una de esas tecnologías. Podemos identificar qué elementos se derivaron de estas dos áreas geográficas, pero es mucho lo que todavía ignoramos. Se desconoce por qué se limitaron las decisiones de los

metalurgistas del occidente de México en lo referente a los materiales y técnicas, y qué eventos, encuentros y formas culturales pudieron haber alentado o desalentado la adopción de aspectos, en particular, de estas tradiciones metalurgistas externas. No sabemos si sólo ciertas clases de artefactos fueron exportadas desde el sur, o cuáles pudieron haber sido éstas.

El vaciado a la cera perdida se convirtió en la técnica más importante de estas tecnologías y fue adoptada por los artesanos del occidente de México. El repertorio de cascabeles de dicha región muestra cuán interesados estaban en esta técnica y en las posibilidades que permitía para realizar estos objetos. Como ya se señaló, los artesanos de Ecuador, del sur de Centroamérica y de Colombia también hicieron cascabeles, pero en cantidades menores. Los cuadros 4.3 y 4.8 muestran que los cascabeles constituyen 15% de la colección del Museo del Oro de Colombia, y poco más del 23% de los objetos del MAG. En lo que se refiere a las cantidades, la clase de artefacto más abundante en el sur de Centroamérica y Colombia son los ornamentos hechos por vaciado: cabezas de varillas, narigueras, orejeras, bezotes y pendientes. En Ecuador, los objetos más numerosos, por lo menos en las colecciones de museos, son las hachas-moneda, argollas y cascabeles, todos los cuales están presentes en proporciones casi iguales.

Antes de la introducción del metal, los pueblos mesoamericanos hicieron cascabeles y sonajas de materiales no metálicos; como vainas de semillas, guajes y arcilla cocida. Sonajas o “maracas” hechas de cerámica, y tal vez de madera, se ilustran en los murales de Bonampak, y fueron comunes en el área maya entre 700 y 900 d.C. (Healy 1988). De hecho, los instrumentos musicales de cerámica distinguieron a los sitios del periodo Clásico Tardío en la costa del Pacífico de Guatemala (Shook 1965). Un entierro de elite en localizado en El Paraíso, Guatemala (figura 6.1), contenía un grupo de tales instrumentos de cerámica, incluyendo nueve cascabeles y varios tambores. Como se mencionó antes, en las colecciones del MRG también existen numerosos cascabeles prehispánicos de cerámica. Sin embargo, la cerámica carece de las propiedades de resonancia del metal, y los artesanos del Periodo 1 del occidente eligieron usar el nuevo material para objetos que optimizaban las propiedades que no podían reproducirse con otros materiales; la cualidad más importante: el sonido.

Probablemente, los artesanos del occidente habían visto cascabeles de Ecuador, pues éstos figuraban entre los objetos en la balsa descrita por Bartolomé Ruiz. Pero los casca-

beles del occidente de México son vaciados a la cera perdida; este método de manufactura es apropiado, sobre todo, para los pueblos interesados en variedad visual y tonal, ya que esa variedad es una función de los diferentes tamaños y formas de los cascabeles. Es mucho más fácil alterar el tamaño y, por ende, el tono de un cascabel formándolo por vaciado que trabajar plásticamente el material sólido. Junius Bird (1979) ha sugerido que la disponibilidad de ciertas materias primas podría explicar por qué algunos artesanos del Nuevo Mundo utilizaron la técnica ampliamente en algunas áreas y rara vez en otras: en apariencia, la distribución del vaciado a la cera perdida en el Nuevo Mundo coincide con la distribución de *Meliponidie*, la abeja sin agujijón cuya cera fue usada para hacer los modelos para el vaciado. Estas abejas están adaptadas a las tierras bajas tropicales húmedas y no pueden sobrevivir en zonas más áridas, como la costa de Perú. Están presentes sólo en algunas regiones de la costa de Ecuador, pero son comunes desde el norte de Colombia hasta el norte de México. Esto puede explicar, en parte, la distribución de la técnica, aunque también es cierto que una variedad de materiales resinosos podría servir para el mismo propósito que la cera.

Los metalurgistas del occidente de México eligieron el método de los centroamericanos y colombianos de fabricar cascabeles, pero no emplearon los mismos materiales usados para vaciarlos; esto es, oro y *tumbaga*, una aleación de cobre-oro. La colección del MRG contiene un solo cascabel de oro, entre unos 3,200 objetos de metal. Los artesanos sí emplearon el oro en gran cantidad, sobre todo en la zona tarasca durante el Periodo 2, pero más bien para ornamentos de lámina de metal y para elementos rituales para los cuales el color y la reflectividad eran las principales consideraciones.

Es notoria la ausencia de ciertos objetos centroamericanos y colombianos vaciados a la cera perdida del repertorio del occidente de México. Si tomamos a Colombia como ejemplo, éstos eran los objetos que tenían gran importancia simbólica en esa región: narigueras, vasijas, figurillas, ornamentos labiales, petos, aretes y objetos votivos. Aunque los cascabeles son un componente relativamente menor de esa tecnología, los artesanos del occidente de México hicieron por vaciado al menos tres diseños de cascabel que son copias directas de tipos centroamericanos y colombianos, y explorando las posibilidades del vaciado a la cera perdida, inventaron de manera independiente muchos diseños nuevos de cascabeles que son únicos de la zona metalurgista del occidente.

Los artesanos del occidente de México también incorporaron métodos, materiales y tipos de artefactos que se derivaban del ámbito utilitario de la muy diferente metalurgia del sur de Ecuador. Así hicieron agujas, pinzas, punzones y anzuelos de cobre y, ocasionalmente de aleaciones de cobre-arsénico con este último en baja concentración, emplearon los mismos materiales y técnicas de fabricación utilizados en Ecuador, pero con cambios menores en el diseño. Sin embargo, los pueblos del occidente incorporaron al menos un elemento de estatus ecuatoriano, las argollas abiertas, y los hicieron en grandes cantidades. En apariencia, estas argollas fueron usadas en el occidente mexicano de la misma manera que en Ecuador. Si la interpretación es correcta, algunos de estos objetos sirvieron como sostenes de bandas para el cabello, indicando que la gente pudo adoptar lo que era esencialmente un artículo de vestimenta foráneo. Además, al parecer, los artesanos del Periodo 1 empezaron a usar una aleación de cobre-arsénico para hacer argollas, la misma materia prima usada de manera tan persistente en Ecuador para estos objetos, al igual que para pinzas, agujas y otros objetos.

Sin embargo, incluso dentro de estas etapas iniciales de la metalurgia del occidente de México, los regímenes de fundición usados para producir aleaciones de cobre-arsénico pudieron haber sido diferentes de los utilizados en Ecuador. El análisis químico de Mountjoy y Torres (1985) sobre materiales de Tomatlán muestra que el estaño está presente en concentraciones muy bajas. El estaño diseminado es un constituyente común de la calcopirita, por lo que ésta fue probablemente la mena de cobre fundida en conjunto con mineral que contenía arsénico. Por lo general, la calcopirita y la arsenopirita se asocian en México (véase el capítulo 2), y es probable que los metalurgistas hayan estado usando lo que tenían más a la mano. Cuando la calcopirita asociada con la arsenopirita se calcina y se funde, inevitablemente el producto es una aleación de cobre-arsénico. Cinco de los 81 análisis efectuados por William Root en objetos de cobre de Amapa también descubrieron arsénico en bajas concentraciones (Meighan 1976: 116-118), y quizá estas aleaciones fueron producidas de la misma manera.

Tanto en la metalurgia de Ecuador como en la del sur de Centroamérica y Colombia, fueron las esferas sociales ajenas a la elite las que proporcionaron un andamiaje para los posteriores desarrollos en el occidente mexicano. Los artesanos de esta zona incorporaron esos objetos (argollas, pinzas y agujas) que carecían de una iconografía clara y local. En Ecuador, éstos fueron producidos casi en masa y no transmitieron los más

importantes mensajes culturales. Los elementos sagrados y rituales ecuatorianos no se hicieron parte del repertorio del occidente de México. Éstos incluyen, por ejemplo, máscaras y pendientes bimetálicos excepcionalmente delgados, casi siempre con diseños en relieve característicos de los Andes, y dorados o plateados. Elementos suntuarios como narigueras y vaciados sólidos de cobre dorado; narigueras huecas hechas de lámina delgada de cobre-plata; aretes de lámina de cobre-plata, con terminación en espirales intrincadas y apretadas, y otros hechos de oro-platino, cobre-plata y aleaciones de cobre-plata-oro nunca fueron adoptados a la tradición del occidente de México.

Es probable que los componentes rituales de la metalurgia del sur de Centroamérica, Colombia y Ecuador nunca estuvieron al alcance de los artesanos del occidente. Quizá los conocimientos técnicos requeridos para llegar a tales niveles de habilidad técnica estuvieron restringidos a los especialistas en metalurgia que realizaron esos objetos para las élites, aunque no hay datos para comprobar esta hipótesis. Algunos de estos elementos pertenecían a los ámbitos más sagrados; eran elementos de culto y de ritual, objetos que incorporaban los más poderosos símbolos culturales. El intercambio de estos objetos pudo haber sido prohibido, mientras que las pinzas, argollas, cascabeles y (como lo demuestro en capítulos subsecuentes) hachas-moneda sí se definieron de esta forma, por lo que se produjeron en grandes cantidades a partir de materiales comunes.

No obstante, los símbolos de cultura elitista pueden exportarse desde regiones en las que se desarrollan bajo determinadas circunstancias. Mary Helms (1979) presenta un caso convincente de que los caciques panameños promovieron su propio poder y prestigio utilizando objetos de oro importados de Colombia. Sin embargo, las ideologías religiosas en estas dos áreas eran fundamentalmente iguales. La situación en el caso de los pueblos navegantes de Ecuador y las sociedades poco complejas del Periodo 1 en el occidente de México es muy distinta. Los objetos rituales técnicamente más complejos no se importaron de Colombia o de Ecuador o, si lo fueron, no se reprodujeron en el occidente de México. La evidencia metalúrgica que tenemos hasta ahora indica que lo que las sociedades de esta zona de México recibieron desde el sur fue, sobre todo, conocimientos sobre métodos de fabricación, materiales y diseños.

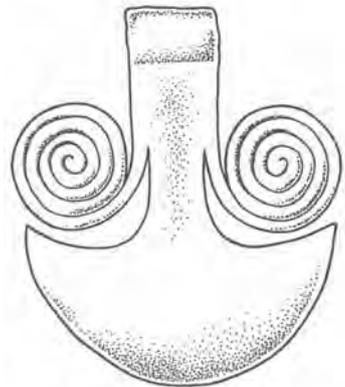
Ahora bien, las alternativas técnicas que los artesanos del occidente de México eligieron desarrollar durante el Periodo 1, sin importar el rango de materiales, técnicas y tipos de artefactos que pudieron haber visto, refleja y revela su propia percepción de

este nuevo material. Estos pueblos se interesaban muy poco en el metal por sus posibilidades utilitarias; más bien se enfocaron en las propiedades que servían para demarcar los ámbitos rituales y elitistas de la actividad cultural. Pero ni el significado ni la forma de estos símbolos físicos y materiales se apropiaron de los componentes elitistas de las tecnologías originales del sur, sino que surgieron directamente de la experiencia cultural del occidente de México.

Notas

1. Hosler, apuntes de campo, 1991.
2. Olaf Holm, comunicación personal, 1981.
3. Karen Stothert, comunicación personal, 1987.
4. Karen Stothert, comunicación personal, 1988.
5. John Murra, comunicación personal, 1992.
6. Clemencia Plazas, comunicación personal, 1991.
7. Información proporcionada por Clemencia Plazas, directora del Museo del Oro, Bogotá.
8. Juana Sáenz, comunicación personal, 1985.
9. Hosler, apuntes de campo, 1984.
10. Hosler, apuntes de campo, 1983; Clemencia Plazas, comunicación personal, 1993.
11. Algunas agujas de ojo perforado, hechas de oro y de *tumbaga*, aparecen en Colombia y Costa Rica.
12. Patricia Plunkett menciona tres cascabeles de Oaxaca con fecha entre 350 y 850 d.C. en su disertación doctoral. La doctora Plunkett posteriormente fechó dichos cascabeles después de 1100 d.C. (Patricia Plunkett, comunicación personal, 1991).
13. Las fechas para el material de las Islas de la Bahía se derivan del trabajo de Paul Healy en Honduras, que muestra que el Periodo Clásico se extiende hasta aproximadamente 1000 d.C., en esa área. Con base en sus propias investigaciones en esta región, Rosemary Joyce (comunicación personal, 1991) sugiere que el periodo entre 900 y 1100 d.C., constituye un buen marco cronológico para estos objetos. También se han reportado artefactos de cobre de los siguientes sitios de Honduras con fecha del Posclásico temprano: Santa Bárbara, Los Naranjos y Comayagua. Para el material de Los Naranjos se ha dado un marco cronológico de 900-1200 d.C. (Joyce 1986).
14. Marie Areti Hers, comunicación personal, 1991.
15. Heather Lechtman, comunicación personal, 1991.
16. Karen Bruhns, comunicación personal, 1991.
17. Heather Lechtman, comunicación personal, 1990.
18. Jorge Marcos, comunicación personal, 1988.
19. Olaf Holm, comunicación personal, 1981.
20. El MAG también tiene un gran volumen de lámina de cobre-plata en condición fragmentada.

El florecimiento de la metalurgia del
occidente de México: 1200-1300 d.C.
hasta la invasión española



5

Durante el Periodo 2, tanto la experiencia técnica como el repertorio de los metalurgistas del Occidente se expandieron de manera notable. Los artesanos de Michoacán, Jalisco, Colima, el noroeste de Guerrero y la región sur del Estado de México empezaron a experimentar con una variedad de aleaciones de cobre, incluyendo las siguientes: bronce de cobre-estaño y de cobre-arsénico, cobre-plata, cobre-oro, así como algunas aleaciones ternarias de cobre-arsénico-estaño y cobre-plata-oro, entre otras. Las propiedades físicas y mecánicas mejoradas de estos nuevos materiales permitieron que los artesanos elaboraran, refinaran y, algunas veces, rediseñaran los mismos tipos de objeto que habían elaborado antes en cobre. Al desarrollar estas aleaciones, los metalurgistas extrajeron y procesaron una gama de nuevos minerales metalíferos, incluyendo estaño, arsénico y plata, e inventaron nuevos regímenes de fundición para extraer estos metales de sus menas. El más notable de éstos produjo las aleaciones de cobre con alto contenido de arsénico (23% en peso), mencionadas en el capítulo 2.

Los diseños de artefactos que caracterizan el Periodo 2 aparecen aproximadamente al mismo tiempo en varios sitios del occidente de México y en sus áreas adyacentes. Como indica el mapa en la figura 5.1, los artefactos que representan este arsenal tecnológico se encontraron en Michoacán: en los centros tarascos de Tzintzuntzan (Cabrera 1988; Grinberg 1989; Hosler 1986; Rubín de la Borbolla 1944) y Urichu,¹ en la cuenca de Pátzcuaro; en Tres Cerritos y Huandacareo, en la cuenca de Cuitzeo (Macías Goytia 1989) y en Milpillas, cerca de Zacapu.²



Fig. 5.1. Sitios arqueológicos de la zona metalurgista y del sudeste de Mesoamérica. Objetos de metal del Periodo 2 se han reportado para todos los sitios, excepto Amapa y Tomatlán

Estos avances también tuvieron lugar fuera de la esfera cultural tarasca; aparecen elementos de este grupo de objetos en Apatzingán (Michoacán), a lo largo del río Balsas en los sitios de Infiernillo, en La Villita y Bernard, en la costa de Guerrero (Brush 1962). Los diseños del Periodo 2 también se han encontrado en el noroccidente, en Lo Arado, Jalisco, y en El Chanal, Colima (Kelly 1980). Algunos artefactos sin fecha de Calixtlahuaca, el centro matlatzinca en el valle de Toluca, conquistado en 1476 por los aztecas, también reflejan esta complejidad técnica. Objetos del Periodo 2 también fueron excavados por Michael Smith en los conjuntos de los pueblos aztecas rurales de Cuexcomate y Capilco en Morelos (para una discusión extensa véase el capítulo 7). Aunque estos artefactos aparecen en muchos sitios, existe poca evidencia física de que haya habido procesamiento de menas en el occidente de México. La que tenemos indica que el procesamiento y la producción tal vez tuvieron lugar en un área extensa. En Bernard y La Villita los arqueólogos informaron de la procedencia de escoria, producto secundario del proceso de fundición. Objetos identificados como trozos de mineral de cobre se encontraron en Apatzingán. Varios fragmentos de material que parecen ser lingotes parcialmente procesados se encontraron en Jalisco y en la región del lago de Chapala.³ La evidencia etnohistórica de los tarascos de Michoacán (Hosler 1986, Pollard 1987) sugiere que la fundición y la producción tuvieron lugar en varios sitios, aunque hasta ahora no se ha llevado a cabo ninguna investigación arqueológica para investigar esta posibilidad.

En consecuencia, el nuevo complejo técnico se exportó a centros más lejanos en Mesoamérica. La región huasteca, en los sitios de Platanito y Vista Hermosa (véase la figura 7.1), es la única otra área de Mesoamérica donde, hasta la fecha, se cuenta con evidencia convincente de la producción de aleaciones y objetos de bronce (Hosler y Stresser-Péan 1992). Sin embargo, ciertos objetos encontrados en Lamanai, Belice, en el Cenote de Sacrificios en la Península de Yucatán, en Chiapa de Corzo, Chiapas (véase la figura 5.1), así como en otras áreas, fueron incorporados de la zona metalurgista del occidente de México. Por lo general, tales artefactos se han encontrado en contextos en los que también aparecen objetos que representan tradiciones metalúrgicas locales. La exportación de la tecnología del occidente se trata ampliamente en el capítulo 7.

Ahora bien, la propiedad del metal que más interesó a los artesanos del Periodo 1 en occidente fue el sonido, lo cual se manifiesta en la cantidad de cascabeles de diferentes tonos elaborados por vaciado a la cera perdida. Durante el Periodo 2, los metalurgistas

siguieron experimentando con diferentes diseños y tonos, usando las nuevas aleaciones para inventar una gran cantidad de nuevos tipos de cascabel. Tales cascabeles fueron más delgados y de decoración más elaborada que los hechos de cobre, y se hicieron en un amplio rango de tamaños, formas y composiciones materiales. Durante el Periodo 2, sin embargo, una segunda propiedad del metal atrajo la atención de los experimentos técnicos de los metalurgistas: el color. Los artesanos del occidente emplearon las nuevas aleaciones —cobre-estaño, cobre-arsénico y cobre-plata— para producir objetos de estatus, variando las concentraciones de los elementos de aleación en cantidad suficiente como para alterar de manera perceptible, y a veces drástica, el color de los artefactos. Con frecuencia los cascabeles, pinzas ornamentales, argollas y ornamentos corporales de lámina de metal se hacían de estas aleaciones, aunque los metalurgistas también las usaron para elaborar otros elementos que simbolizaban estatus y rituales.

Los artesanos también aprovecharon las propiedades utilitarias de estos nuevos materiales. Los dos tipos de bronce, cobre-estaño y cobre-arsénico, y la aleación ternaria cobre-arsénico-estaño son materiales ideales para fabricar herramientas. Cuando esos materiales se forman por trabajo en frío, se vuelven más duros que los implementos hechos de cobre puro. Los metalurgistas aprovecharon las nuevas aleaciones para crear una variedad de implementos duros para cortar, tallar y perforar, como las hachas, los punzones de una o dos puntas, o los punzones de hojas delgadas y las agujas. No obstante, a pesar de las múltiples posibilidades utilitarias de los bronce, la orientación principal de la metalurgia no fue hacia las herramientas ni los implementos de trabajo, sino hacia los objetos suntuarios de colores brillantes que expresaban intereses religiosos y rituales fundamentales. Los cascabeles siguen siendo los más numerosos de estos objetos.

Tanto la propensión de los metalurgistas del occidente por la diversidad técnica, como su interés en el sonido, pueden verse en los objetos tempranos de Amapa y de Tomatlán; esto establece el siguiente patrón. Desde el Periodo 1, formaron objetos de metal siguiendo dos enfoques distintos: vaciando el metal líquido en un molde cerrado, con lo cual la forma del objeto era determinada por la forma final del modelo de cera, y martillando el objeto a partir de una plancha vaciada. El occidente de México fue la única región de América donde los artesanos desarrollaron completamente ambas posibilidades de formación al mismo tiempo.

Esta misma inclinación por la variedad técnica persistió a través del Periodo 2. Los metalurgistas siguieron usando ambos métodos, añadiendo un tercero: el trabajo en ca-

liente para controlar las propiedades de ciertas aleaciones. El interés por la variedad también es aparente en las formas en que se usaron las nuevas aleaciones. Por ejemplo, los metalurgistas emplearon varias aleaciones de bronce simultáneamente: cobre-arsénico, cobre-estaño y cobre-arsénico-estaño. Además, los artesanos a menudo intercambiaron estas aleaciones de bronce para manufacturar los mismos tipos de artefactos y, en algunos casos, como en Cuexcomate y Milpillas, en el mismo sitio aparecen conjuntos que incluyen algunos artefactos hechos de cada una de las tres aleaciones. Aunque ambos tipos fueron introducidos de la zona andina, ahí generalmente se restringieron a regiones geográficas separadas y distintas entre sí. Las aleaciones de cobre-arsénico se usaron sobre todo en el centro y norte de Perú y sur de Ecuador (Hosler 1986, 1988b; Lechtman 1979; Owen 1986; Scott 1988). Las aleaciones de cobre-estaño se emplearon en las tierras altas del sur de Perú y en Bolivia (Rex González 1979; Mathewson 1915; Mead 1915). Los artesanos del occidente de México incorporaron técnicas pertenecientes a muy diferentes tradiciones metalúrgicas, experimentando y desarrollándolas.

Evidencia arqueológica para la metalurgia del Periodo 2

Durante el Periodo 2, los objetos de metal se volvieron más comunes en todas las regiones de la zona metalurgista. Los tipos de artefactos, los métodos de fabricación, los metales y aleaciones se parecen entre sí, incluso cuando las filiaciones culturales, vistas en otros aspectos del registro material, parecen mínimas. La evidencia, tanto arqueológica como documental, indica que el principal centro de metalurgia fue el imperio tarasco, cuya capital, Tzintzuntzan, se encontraba en la cuenca del lago de Pátzcuaro, en las tierras altas de Michoacán. Con el tiempo, el imperio se extendió más allá de los 75,000 km², desde el río Balsas hasta el sistema fluvial del Lerma, incluyendo todo el actual estado de Michoacán. Tzintzuntzan se extendió a lo largo de poco más de 6 km², y alcanzó una población de entre 25,000 y 35,000 personas. La ciudad consistía en un recinto ceremonial, así como de zonas residenciales de bajo, medio y alto estatus. La cuenca circundante de Pátzcuaro se cree que tuvo una población de casi 80,000 personas en el momento de la invasión española (Pollard 1993). Numerosos objetos de metal se han encontrado en Tzintzuntzan, sobre todo en entierros.

Los artefactos metálicos también vienen de otros sitios en la sierra de Michoacán, por ejemplo Urichu,⁴ Milpillas⁵ y Huandacareo (Macías 1990). La mayoría se excavaron de entierros. Urichu fue una de las ocho comunidades tarascas en la cuenca de Pátzcuaro que sirvieron como centro administrativo local. Urichu fue gobernado por la nobleza tarasca, la cual dependía directamente de la dinastía real en Tzintzuntzan (Pollard 1993). En Urichu, Pollard excavó cuatro entierros que contenían un total de 19 objetos de metal.

Milpillas es un centro Posclásico localizado en la cuenca de Zacapu, que abarca por lo menos 54 hectáreas. En las excavaciones se encontraron 22 objetos de metal de entierros, de una trinchera de prueba y de un depósito de desechos, todos con fecha posterior a 1200 d.C. Las filiaciones culturales resultan poco claras; las cerámicas tarascas están presentes, pero no son abundantes, y las cerámicas locales se asemejan a las que Pollard encontró en Urichu.⁶

En Huandacareo se encontró gran conjunto de artefactos de metal, esto es, en un importante centro administrativo tarasco en la cuenca del lago de Cuitzeo. Huandacareo fue fundado por los tarascos cuando conquistaron la cuenca alrededor de 1440 d.C. En este sitio aparece cerámica tarasca de elite, junto con objetos de metal. Recientemente, ahí se encontraron 117 artefactos suntuarios y 17 herramientas, sobre todo en entierros y pozos de sondeo (Macías Goytia 1990).

El adyacente valle de Toluca también parece haber sido un importante centro metalurgista. Aunque se han encontrado objetos de metal, casi ninguno es fechable. Se han reportado numerosos elementos del sitio de Calixtlahuaca, unos pocos kilómetros al noroeste de la actual ciudad de Toluca. Calixtlahuaca fue conquistada por los aztecas en 1476.

También se han encontrado artefactos de metal del Periodo 2 en varios sitios de la tierra caliente de Guerrero y Michoacán; algunos conjuntos se asocian con materiales tarascos, otros no. Kelly (1947) encontró 107 objetos de metal en entierros, montículos de desecho y trincheras de prueba en sitios en la región de Apatzingán, localizada en la Depresión del Balsas de Michoacán. También localizó algunos ejemplos de lo que la investigadora piensa que es mineral metalífero de cobre. Kelly piensa que los objetos de metal representan producción y uso local (1947: 143). El complejo cerámico en este sitio no se relaciona con los materiales del Estado tarasco, en lo cual se basa la idea de Kelly de que no hay evidencia de presencia tarasca ahí, y muy poca evidencia de relaciones comerciales.

Muchos objetos de los sitios de Infiernillo, estudiados en el capítulo 3, y de La Villita en el Balsas inferior, también se remontan a este periodo. Las cerámicas de Infiernillo representan nexos con el Estado tarasco y otras regiones del occidente de México, específicamente el noroeste de Jalisco, Nayarit y Colima.

Kelly (1949) también hizo un reconocimiento extensivo de varios sitios alrededor de Tuxcacuesco (Jalisco) y llevó a cabo excavaciones limitadas en seis de ellos, encontrando 42 objetos de entierros, colecciones de superficie y pozos de sondeo. Entre estos elementos aparecieron varios trozos de lo que parece ser material metalúrgico parcialmente procesado. Así, el material cerámico que predomina en Tuxcacuesco es un estilo local que muestra algunas relaciones con Colima, hacia el sur.

También se han encontrado objetos de metal en Lo Arado, un gran sitio del Posclásico en las tierras bajas costeras de Jalisco. Aquí no se han llevado a cabo excavaciones científicas (Covarrubias 1961; Mountjoy 1970). Covarrubias, quien escribió un breve informe sobre el sitio, observó montículos funerarios alineados en filas sobre un eje norte-sur y cerámica que describió como posclásica (900-1521 d.C.). También describió algunos de los abundantes objetos de metal encontrados ahí y señala que estaban hechos de cobre, plata y oro. Los artefactos provenientes de Lo Arado aparecen en las colecciones del MRG y fueron analizados en el proceso de la investigación.

Se ha informado de la presencia de numerosos objetos de metal en el sitio El Chanal (figura 5.1) en Colima, un gran centro ceremonial del Posclásico Tardío a 45 km de la costa (Kelly 1980). El Chanal, que ha sido saqueado, pero recientemente en estudio sistemático, data de 1250 d.C. o posterior, y comprende por lo menos 5 hectáreas. Este sitio parece haber estado fuera del imperio tarasco, a juzgar por el material recolectado de la superficie, el que está en colecciones privadas (Kelly 1980) y el descrito en fuentes históricas.⁷ El material cerámico de la fase Chanal de Colima representa una base local del occidente de México (Kelly 1980), pero contiene ciertos elementos que también lo relacionan con el centro del país. Muchos objetos de El Chanal también se encuentran en la colección del MRG.

Grandes cantidades de artefactos de metal imposibles de fechar se han reportado en el sudeste, en Guerrero. Hasta el momento, las únicas asignaciones temporales razonables provienen del sitio costero de Bernard, donde se encontraron 26 objetos de metal; todos tienen fecha posterior a 1250 d.C. Los excavadores también identificaron frag-

mentos de material que interpretan como escoria y sugieren que es probable que se haya llevado a cabo producción de metal en el sitio (Brush 1962).

En Sinaloa, en los límites noroccidentales de la zona metalurgista, se han encontrado objetos de metal en un montículo funerario en el sitio de Guasave (Ekholm 1942), localizado en la planicie costera de Sinaloa, a pocos kilómetros de la playa (véase figura 6.1) y fecha alrededor de 1200 d.C. (Meighan 1974). Las excavaciones descubrieron 166 entierros completos y se encontraron 134 objetos de metal, todos en contextos funerarios. En este sitio se encontraron múltiples ejemplos de cerámica policroma de decoración muy elaborada, identificada como Aztatlán. Además, 19 artefactos de metal se encontraron en entierros y basureros de Culiacán (véase figura 6.1) y en una serie de sitios en el valle del río Culiacán, al sur de Guasave (Kelly 1945). Algunos estaban asociados con cerámica policroma similar a la de Guasave; el conjunto pertenece a este mismo periodo.

La evidencia de metalurgia del Periodo 2 aparece sobre todo en los sitios aquí presentados, pero los artefactos que vienen de estos sitios sólo constituyen una pequeña proporción de los objetos de metal conocidos en la zona metalurgista; muchos otros provienen de hallazgos casuales y de las actividades de los saqueadores.

La tecnología metalúrgica del Periodo 2: nuevos materiales y diseños

Durante el Periodo 2, los metalurgistas exploraron las propiedades de las aleaciones para hacer importantes cambios en los diseños formales de los cascabeles vaciados a la cera perdida y de los objetos formados mediante martillado: argollas, pinzas, agujas, hachas y punzones.⁸ También usaron las aleaciones para hacer nuevos tipos de artefactos; los más abundantes eran objetos rituales, de estatus y hachas-moneda de lámina de metal. Ambos tipos requerían de la fuerza, resistencia y ductilidad de estas aleaciones. En la región tarasca, elementos rituales de lámina de metal cobre-plata (escudos, adornos para el cuello, pendientes y pectorales) se hicieron tan comunes que los españoles se refirieron a esa aleación como “el metal de Michoacán” (Warren 1985). Con ella los artesanos realizaron diseños sumamente delgados y delicados con superficies plateadas altamente reflejantes. Las hachas-moneda, objetos delgados en forma de “T”, fueron hechas principalmente de aleaciones de cobre-arsénico. Aparecen en Oaxaca y en lugares de la zona metalurgista del

occidente (Hosler 1986, Hosler *et al.* 1990). La variedad de esta región se encuentra en Guerrero y Michoacán, cuyas contrapartes cercanas se hallan en la costa del Ecuador.

Hay pocos conjuntos fechados como para saber hasta qué punto los artesanos del Periodo 2 siguieron produciendo diseños típicos del Periodo 1 de cobre puro. La evidencia de Cuexcomate, Tzintzuntzan, Urichu, Milpillas, Bernard, Huandacareo y Calixtlahuaca⁹ sugiere que, tal vez, no continuaron con su producción. En estos sitios, la mayoría de los artefactos de metal son diseños optimizados por el uso de las aleaciones. Sin embargo, en otras regiones, por ejemplo en Apatzingán, Tuxcacuesco y La Villita, el impacto de este segundo periodo fue más limitado. Los pobladores de estas áreas probablemente hayan estado marginados cuando se trataba de obtener objetos terminados o materias primas. En estos sitios, al igual que en otros más distantes del sur de Mesoamérica, sólo se han encontrado ciertos artefactos que representen el nuevo complejo técnico. Hacia el norte y noroeste, en el estado de Sinaloa en los sitios de Guasave y Culiacán, estos avances apenas se dejaron sentir, y persistió la tradición del Periodo 1.

Vaciado a la cera perdida: cascabeles

Durante este periodo, los cascabeles fueron el foco de atención de mucha experimentación técnica. Los metalurgistas del occidente usaron las aleaciones de bronce de cobre-estaño y de cobre-arsénico para crear por lo menos cinco nuevos diseños de cascabel (4, 7, 8, 9, 10) y numerosas variaciones de éstos, así como nuevas versiones de tipos anteriores (1b). Los diseños de cascabel que aparecen durante el Periodo 2 se ilustran en la figura 5.2; todos los tipos ilustrados aquí se encuentran tanto en contextos arqueológicos como en la colección del MRG. Los ejemplos del MRG fueron sujetos a análisis químicos con una sola excepción (1b). El cuadro 5.1 los enlista junto con los sitios del Periodo 2 donde fueron encontrados. No todos los especímenes pertenecientes a un tipo en particular están hechos de aleación de cobre, pero los que sí lo están, difieren en cuanto a características formales de sus contrapartes de bronce, por ejemplo, siempre son más gruesos.¹⁰ Esto puede significar lo siguiente: 1) que no todos los metalurgistas tuvieron acceso a las aleaciones y 2) que algunos de los ejemplos del MRG (por ejemplo, 9a) pudieron haber sido hechos de cobre puro en el Periodo 1. Lo que sí sabemos es que los metalurgistas siguieron

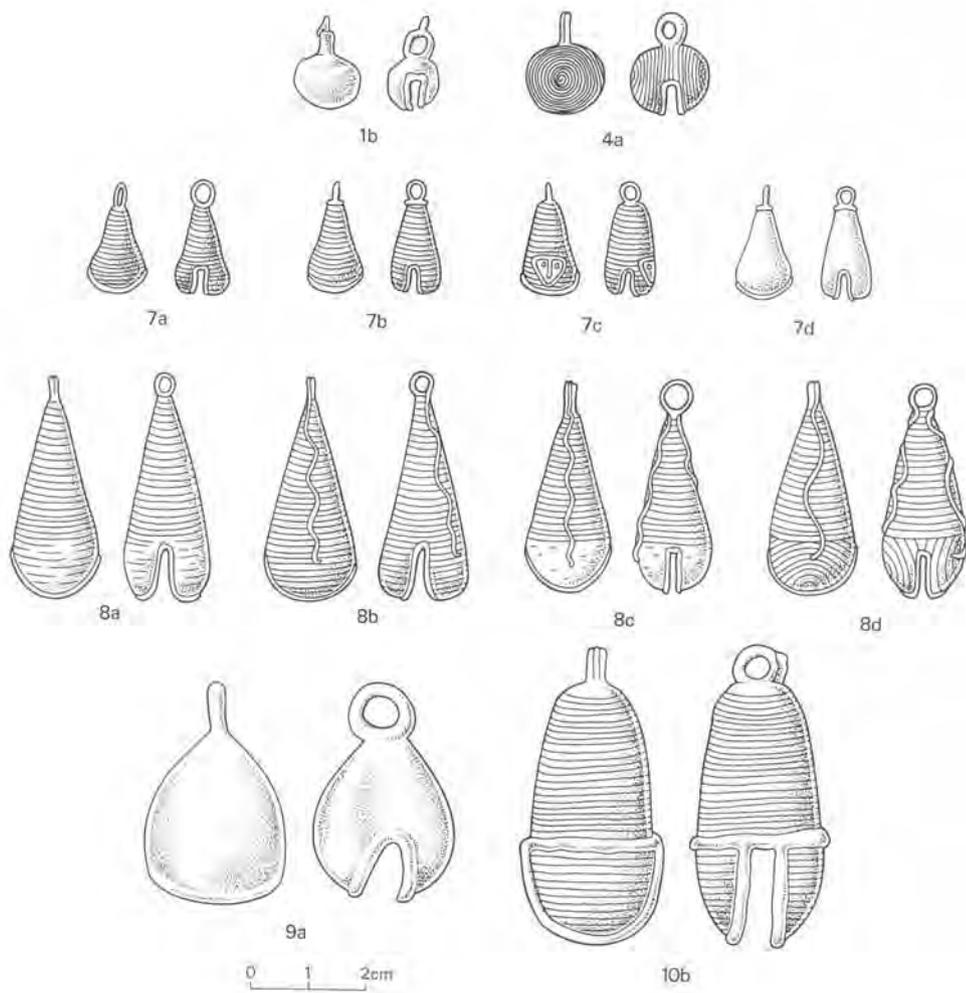


Fig. 5.2. Tipos de cascabel del Periodo 2 identificados en la colección del MRG y presentes en contextos arqueológicos fechables

elaborando algunos diseños del Periodo 1 (1a, 5b y 11b), los cuales se encuentran en algunos sitios del Periodo 2 (el cuadro 5.2 enlista esos sitios). Por lo menos para uno de esos tipos (1a) usaron bronce de cobre-estaño. Los cascabeles incluidos en estos cuadros no son las únicas variedades que aparecen durante el Periodo 2, sino que son los tipos presentes en la colección del MRG en cantidad suficiente para conformar una muestra apropiada para estudios de laboratorio (véase el apéndice 1).

Ninguno de estos nuevos diseños de cascabel pertenecientes a éste periodo tiene equivalentes en el sur de Centroamérica o en Colombia. En contraste, los sistemas de aleación, bronce de cobre-estaño y de cobre-arsénico, se habían desarrollado originalmente en Sudamérica, aunque ahí los metalurgistas usaron estas aleaciones para implementos y herramientas trabajados en frío. Del mismo modo, la concentración de esos dos elementos es baja en las aleaciones sudamericanas por lo general (alrededor de 0.05-3.00% en peso); el estaño no suele exceder 5 % en peso (González 1979; Mathewson 1915). En el occidente, los artesanos usaron ambas aleaciones binarias de cobre para elaborar cascabeles, mismos que vaciaron con el método de la cera perdida. Además, con frecuencia añadieron los elementos de

Cuadro 5.1. Tipos de cascabeles del Periodo 2 en el MRG (vaciados a la cera perdida): composición, número analizado y sitios arqueológicos donde aparecen

Tipo MRG	Sitios arqueológicos fechables*	Especímenes de la colección del MRG		
		Número hechos de aleación	Número analizado	Número en la colección
1b	Milpillas (Cu-Sn)	—	—	3
4a	Tzintzuntzan	4	5	10
7a	Cuexcomate (Cu-Sn)	6**	9	30
	Milpillas (Cu-Sn)			
	Tzintzuntzan			
7b	Tzintzuntzan			
7c	Tuxcacuesco			
7d	Milpillas (Cu-Sn)			
8a	Tzintzuntzan	12**	12	41
8b	Tzintzuntzan			
8c	Tzintzuntzan			
8d	Tzintzuntzan			
9a	Bernard (Cu-Sn)	6	11	185
	Tzintzuntzan			
10b	Milpillas (Cu-Sn)	18	18	27
	Tzintzuntzan			

* Los datos disponibles de la composición se indican entre parentesis.

** Las cantidades que corresponden al renglón 7a son las mismas para los renglones 7b al 7d; de igual forma del 8a para 8b al 8d.

Cuadro 5.2. Subtipos de cascabel del Periodo 1 encontrados en sitios del Periodo 2

Tipo MRG	Sitio arqueológico
1a	Apatzingán
	Bernard (Cu-Sn)
	Cuexcomate (Cu-As)
	Culiacán
	Guasave (Cu)
	Infiernillo
5b	Guasave
11b	Guasave
	Infiernillo

Nota: Si la composición se conoce, se indica entre paréntesis.

aleación, casi siempre estaño, pero, en ocasiones arsénico en concentraciones excesivamente altas. La mayor concentración hasta ahora conocida fue en un cascabel procedente de Bernard que contiene 30% de estaño (Brush 1962). En la colección del MRG, la concentración de elementos de aleación en cascabeles alcanza 19.98% de estaño y 23.47% de arsénico. Esta forma tan creativa de manejar estas aleaciones, principalmente por su color, es una de las contribuciones originales del occidente de México a la metalurgia de América.

Los cascabeles del Periodo 2, como sus contrapartes del 1, han sido encontrados por lo general en entierros: en Tzintzuntzan, Huandacareo y Milpillan, en Michoacán. También se han encontrado cascabeles entre desechos domésticos, por ejemplo, en Cuexcomate, Morelos, y en Guerrero. Los contextos menos comunes en que se han encontrado cascabeles son las cuevas, como una en Guerrero donde se reportaron “literalmente cientos de cascabeles” (Weitlaner 1964: 530). También se han encontrado ofrendas de cascabeles en otras áreas de Mesoamérica (Bray 1977).

Dos propiedades de las aleaciones de bronce fueron esenciales para lograr los nuevos diseños de cascabeles: sus características de solidificación y resistencia. El cuadro 5.3 muestra la relación entre las características de diseño (dimensiones) y composición de aleación para las variedades del MRG con cinco o más especímenes. La relación promedio entre altura y espesor para los cascabeles de bronce del Periodo 2 es de 39.6; para los de cobre del Periodo 1 es de 19.2. Aun con el uso de esta medida tan general, en el cuadro 5.3 resulta claro que la resistencia de estas aleaciones de bronce permitió que los artesanos redujeran el espesor de los cascabeles a casi la mitad.

Otro rasgo sorprendente de estos nuevos diseños es el elaborado acabado de la superficie, conocido como trabajo de alambre (véase la figura 5.2). Las paredes de la cavidad del resonador de estos cascabeles hechos con trabajo de alambre (tipos 4a, 7a-c, 8a-d y 10b) aparentan haber sido construidas de hilos de alambre enrollados, orientados en círculo. Existen bastantes variaciones: muchas presentan complejos patrones verticales u horizontales en forma de zigzag y, ocasionalmente, los cascabeles tienen diseños zoomorfos o antropomorfos. Los artesanos hicieron los modelos originales de los cascabeles de cera,

Cuadro 5.3. Cascabeles del MRG: características de diseño y composición

Tipo	Periodo*	Metal/aleación	Espesor promedio de la pared (cm)	Longitud promedio** (cm)	Razón longitud a espesor
1a	1,2	Cu, Cu-Sn	0.05	0.61	12.2
4a	2	Cu, Cu-As	0.05	1.30	26.0
7a	2	Cu, Cu-As, Cu-Sn	0.06	1.90	31.7
8a-d	2	Cu-As, Cu-Sn	0.05	3.20	64.0
9a	2	Cu-As, Cu-Sn	0.08	2.00	25.0
10b	2	Cu-As, Cu-Sn	0.07	3.60	51.4
2a	1	Cu	0.06	0.90	15.0
5b	1	Cu	0.09	1.60	17.8
6a	1	Cu	0.06	1.20	20.0
6b	1	Cu	0.07	1.40	20.0
11b	1	Cu	0.13	3.00	23.1

* Periodo 1: 600-1200/1300 d.C. ; Periodo 2: 1200/1300-1521 d.C.

** Longitud: distancia de la base del cascabel hasta la parte superior del resonador.



Fig. 5.3. Corte transversal de la pared y refuerzo de alambre de un cascabel de aleación de cobre-arsénico (12.28% As) del Periodo 2 (MRG). Muestra atacada con dicromato de potasio y ácido hidroclicórico (amplificación: 100)

enrollando filamentos individuales de cera alrededor de un núcleo de arcilla, y construyendo el cascabel utilizando una técnica parecida a la de elaboración de objetos de cerámica por enrollado. Posteriormente, colocaron hilos adicionales de cera sobre áreas que requerían ser reforzadas: alrededor de la base de la cámara de resonancia y en la parte media, o bien en áreas de la cámara se elaboraban otros diseños. La evidencia metalográfica indica que todos estos cascabeles, sin importar lo intrincado del diseño, fueron vaciados en una sola pieza. La figura 5.3 muestra un corte transversal a través del refuerzo de la zona central de un cascabel tipo alambre en bronce de cobre-arsénico, con este último elemento presente en altas concentraciones. La micrografía muestra una estructura vaciada continua desde la pared del cascabel hasta la región reforzada.

Con excepción de dos de los nuevos diseños de cascabel del Periodo 2, todos los que se encuentran en la colección del MRG son tipo alambre; aquellos de los que se tomaron muestras están, en la mayoría de los casos, hechos de bronce de cobre-estaño o de cobre-arsénico (véanse el cuadro 5.3 y el apéndice 2). Como indica el cuadro 5.4, todos los cascabeles de Milpillás, salvo tres excepciones, se hicieron de aleaciones de bronce de cobre-estaño. Los datos sobre los objetos de Cuexcomate aparecen en el capítulo 7.

Las propiedades superiores de las aleaciones de bronce permitieron a los metalurgistas realizar vaciados delgados e intrincados. La presencia de estaño o de arsénico en el cobre reduce la tempe-

ratura de fusión del metal. El cobre se funde a los 1053°C, pero en aleación con 15% en peso de estaño se funde a los 825° C, y con 15% en peso de arsénico a 800° C. Estas aleaciones no sólo se funden a temperaturas más bajas, como ya se dijo, sino que son menos viscosas que el cobre puro. Fluyen con facilidad por cavidades delgadas de moldes, puesto que, a diferencia del cobre, se solidifican por un rango variado de temperaturas. Cuando el bronce es vaciado en un molde de cascabel después de que la cera se ha derretido por completo, el metal líquido avanza progresivamente, llenando los complejos detalles de la cavidad del molde al solidificarse poco a poco. Esta forma de solidificación fue crucial al vaciar los diseños tipo alambre que parecen entrecruzarse en las paredes de la cavidad del resonador.

Los cortes longitudinales practicados en cascabeles de bronce tipo alambre muestran que el espesor de las paredes en los diseños tipo alambre varía en cada punto donde los hilos de metal se juntan para formar las paredes del cascabel, en ocasiones tres o más veces (véase figura 5.3). La resistencia y fluidez de estas aleaciones de cobre fueron esenciales en diseños con cambios tan abruptos en el espesor de las paredes, sobre todo en estos objetos de paredes tan delgadas. Algunos cascabeles tipo alambre, como algunos de los pertenecientes al tipo 7a, fueron vaciados en cobre, pero se deformaron al vaciarse o fueron más pequeños que sus contrapartes hechos de bronce. El cuadro 5.3 muestra que el cobre se usó exitosamente para vaciar los diseños de cascabeles muy pequeños (tipo 1a) y de otros cuyas paredes son gruesas en relación con su altura (tipo 11b).

Las aleaciones son deseables para vaciados de paredes delgadas por otras razones. Cuando la aleación se solidifica en un rango de temperaturas, con frecuencia aparece microporosidad, en especial en objetos de paredes gruesas. La microporosidad se desarrolla con menos facilidad en objetos vaciados de paredes delgadas.

Al aprovechar la resistencia de las aleaciones de bronce de cobre-estaño y de cobre-arsénico, los metalurgistas del occidente no sólo optimizaron el diseño de los cascabeles, sino que incrementaron el rango de tonos que éstos producían al aumentar su tamaño. Las aleaciones permitieron vaciar cascabeles más grandes: tres de los cinco tipos nuevos de cascabel en la colección del MRG son mayores de 2 cm. Los cascabeles de cobre del Período 2 son de menor tamaño. Los cascabeles más grandes producen tonos más bajos. La mayor fuerza otorgada por el bronce de manera indirecta permitió una mayor variedad de tonos. Además, las aleaciones de bronce, a diferencia del cobre puro, disipan los gases con

Cuadro 5.4. Análisis químico de artefactos del Periodo 2 de Milpillas

	Núm. ID	Composición (porcentaje en peso)								
		Ag	As	Au	Fe	In	Ni	Pb	Sb	Sn
Cascabeles	M-3	0.18	0.3	—	0.03	—	0.008	0.004	0.08	9.56
	M2-1	0.1	0.21	0.01	0.02	0.007	0.01	0.01	0.03	1.74
	M2-2	0.16	0.02	—	0.04	0.02	0.01	—	0.03	4.94
	M2-3	0.06	0.02	—	0.06	0.03	0.01	0.006	0.05	7.48
	M2-4	0.16	0.02	—	0.04	—	0.01	—	0.03	4.85
	M2-5	0.09	0.04	—	0.14	—	0.006	0.007	0.11	—
	M2-6	0.05	—	0.003	0.03	—	0.01	0.007	0.02	3.12
	M2-7	0.27	—	—	0.02	—	0.03	—	0.01	3.13
	M2-8	0.06	—	—	0.05	0.007	0.007	0.003	0.01	3.72
	M2-9	0.1	—	—	0.04	—	0.01	0.003	0.01	0.91
	M2-10	0.27	0.01	—	0.08	—	0.02	—	0.01	4.06
	M2-11	0.13	—	—	0.03	0.01	0.02	0.002	0.007	1.86
	M2-12	0.27	—	—	0.02	0.02	0.02	—	0.004	2.12
	M2-13	0.27	—	—	0.05	—	0.02	0.003	0.006	2.92
	M2-14	0.14	—	—	0.07	—	0.04	0.002	0.005	2.57
	M2-15	0.19	—	—	0.08	—	0.02	0.002	0.006	2.68
	M2-16	0.03	—	—	0.17	—	0.01	0.005	—	—
	M2-17	0.13	—	—	0.13	—	0.009	0.009	0.03	—
M2-18	0.2	—	—	0.02	—	0.006	0.004	—	2.64	
Argollas	M-4	0.15	—	0.01	0.003	—	0.05	—	0.01	—
Agujas	M-1	0.12	—	—	0.004	—	0.006	—	0.08	—

Nota: Análisis llevados a cabo por espectroscopía de absorción atómica. Los guiones indican elementos no detectados; “na” indica elemento no analizado por no haber sido detectado en el análisis cuantitativo.

mayor facilidad durante la solidificación, por lo que inhiben la formación de macroporos en el metal sólido. La macroporosidad, como ya se señaló, influye en el tono y la calidad tonal amortiguando las vibraciones.

Así, la característica más excepcional de estos cascabeles es su composición. Como se indica en el apéndice 2, la concentración de estaño o de arsénico en las aleaciones presenta grandes variaciones entre los artefactos. Incluso a bajas concentraciones (1-2% en peso), los cambios de color se vuelven evidentes en el metal vaciado, sobre todo en el sistema de cobre-arsénico. Los cascabeles elaborados con aleaciones de

Cuadro 5.5. Concentración de arsénico en cascabeles de bronce cobre-arsénico seleccionados del MRG

Núm. de ID	Concentración de As (porcentaje en peso)
201	22.12
204	12.82
207	23.47
1 474 ⁿ	8.69
1 475	12.90
1 485	13.8

ⁿ Analizados por activación de neutrones.

cobre-arsénico contienen este último material en concentraciones entre 0.49% y 23.47% en peso. Tales aleaciones son de color plateado-rosado pálido, con bajos niveles de arsénico. A mayores concentraciones, el metal adquiere un color plateado. Cuando la concentración de arsénico llega aproximadamente a 10%, el color se vuelve plateado-blanco brillante. La composición de la aleación de los cascabeles de bronce de cobre-estaño varía entre 2.8% y 19.98% en peso. Al aumentar las concentraciones de estaño, el color del metal cambia gradualmente del tono rosado del cobre a un color cada vez más dorado.

Los artesanos del occidente de México usaban estas aleaciones para crear una serie de colores que van del rosa pálido al blanco plateado o al dorado brillante. Todavía no sabemos cómo fue fundido el metal para las aleaciones de cobre-arsénico con este último en concentraciones tan altas. Dadas las tan variadas concentraciones de arsénico en los cascabeles elaborados a partir de estas aleaciones (mostradas en el cuadro 5.5), demuestra que, por lo menos en rangos superiores al 5% en peso de arsénico, los metalurgistas no controlaron la concentración de esta aleación de manera sistemática. Los extensivos experimentos de Lechtman en la producción de aleaciones de cobre-arsénico, fundiendo directamente una variedad de minerales de cobre y de arsénico indican que, en ese sistema, la concentración de arsénico es esencialmente imposible de predecir (Lechtman 1985; Rostoker y Dvorak 1991).¹¹

Por otra parte, los metalurgistas ejercieron un gran control sobre el aleante en la producción de bronce de cobre-estaño, aunque los datos indican que las aleaciones estándar nunca se desarrollaron en el occidente de México. Los objetos usados por los funcionarios religiosos, como las pinzas ornamentales, suelen contener estaño en concentraciones que varían entre 8% y 11%. El bronce de cobre-estaño, se prestó para un mayor control de la composición que la aleación de cobre-arsénico debido a la forma en que era producido. Esto implicaba: *a*) fundir cassiterita (mineral metalífero de óxido de estaño) para obtener estaño metálico, luego fundir conjuntamente los lotes de metal de estaño y de cobre (estos lotes podrían fácilmente ser pesados o separados por volumen, con lo que podían mantenerse ciertas proporciones de estaño y de cobre), o bien *b*) fundir en una sola carga de horno cantidades de cassiterita y de cobre cuyos pesos o volúmenes relativos podían controlarse. Los artesanos debieron haber desarrollado con rapidez un sentido de la cantidad de mineral o de metal que tenía que añadirse para producir una aleación rica o pobre en estaño.

Durante el Periodo 2, al crear una cantidad de nuevos diseños de cascabeles, los metalurgistas crearon simultáneamente una gran variedad tonal y visual vaciando cascabeles en diferentes tamaños, formas y de un espectro de aleaciones de bronce que dieron una amplia gama de nuevos colores. Los cascabeles hechos de aleaciones ricas en arsénico y en estaño se veían como si hubieran sido hechos de plata o de oro. Sin embargo, el oro o plata puros, al igual que el cobre, carecen de las características de solidificación y de la resistencia para llevar a cabo esos diseños. El oro y la plata puros también se solidifican a una sola temperatura, dificultando el vaciado complejo. Cuando los objetos de pared delgada son vaciados para ocupar estos metales, son mecánicamente frágiles. Los cascabeles tenían que ser resistentes; formaban parte de tablas y varas de sonajas, y eran llevados por danzantes en racimos alrededor de la cintura y de los tobillos. El metal de los cascabeles tenía que cumplir varios requisitos: la aleación debía permitir vaciados resistentes, intrincados y de paredes delgadas, a la vez que los cascabeles habían de tener aspecto dorado o plateado. Por lo anterior, no es sorprendente que los metalurgistas del occidente de México hayan vaciado muy pocos objetos de oro o plata puros, aunque sí usaron estos metales cuando fue posible para ornamentos brillantes de lámina de metal. Para que estos diseños particulares de cascabeles adquirieran tonos plateados o dorados, los artesanos inventaron una ingeniosa solución técnica: vaciaron sus cascabeles de bronce

con alto contenido de estaño o de arsénico. El occidente de México fue la única región en América donde estas aleaciones se usaron de esta manera.

Trabajo en caliente y en frío: elementos suntuarios

El mismo ingenio en el manejo de los nuevos materiales es evidente en los objetos manufacturados en metal trabajado: principalmente pinzas, argollas, hachas, agujas, punzones, hachas-moneda y ornamentos de lámina de metal. Éstos se hicieron a partir de un lingote vaciado, o plancha, martillando el material, ya fuera a temperatura ambiente (trabajo en frío) o en condición caliente (trabajo en caliente). Cuando el elemento aleante —estaño o arsénico— estaba presente en concentraciones lo suficientemente altas como para causar fragilidad, los objetos se trabajaron en caliente. De otra forma, el metal se trabajó en frío, con fases intermitentes de recocido. Los metalurgistas aprovecharon la resistencia y capacidad de endurecimiento de estas aleaciones para nuevos diseños de artefactos. Utilizaron mucho aleaciones binarias de cobre-estaño y cobre-arsénico, pero también usaron aleaciones de cobre-plata y las ternarias del sistema cobre-arsénico-plata, aunque con menor frecuencia

Con estas aleaciones, los metalurgistas elaboraron objetos de estatus más delgados, como argollas y pinzas, así como implementos más resistentes, resilientes y finos. El cuadro 5.6 muestra los tipos y número de objetos trabajados analizados en el MRG, el número hecho de aleaciones, y los sitios arqueológicos donde han sido excavados.¹² La composición química de los objetos de sitios arqueológicos se indica cuando se conoce. En algunos casos, estos nuevos diseños fueron idénticos a los hechos en el sur de Centroamérica y Colombia, o bien en Ecuador, Perú y Bolivia, y los prototipos fueron introducidos a partir de esas regiones (véase el capítulo 6). En otros casos, los diseños fueron únicos de esta tradición metalúrgica.

Sólo dos nuevas clases de artefactos trabajados fueron numéricamente importantes durante este periodo, las hachas-moneda y los objetos rituales y ornamentales de lámina de metal. Los metalurgistas también realizaron otros nuevos tipos de objeto. Uno de éstos fue la *tarquea* (azadón) tarasca. Del mismo modo, realizaron ornamentos compuestos consistentes en ojos de aguja tipo “de lazo” con pequeños cascabeles a la cera

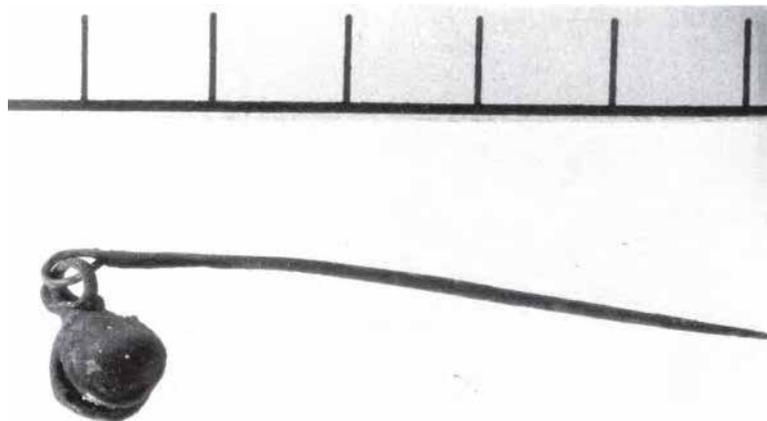


Fig. 5.4. Ornamento compuesto del Periodo 2, aleación de cobre-estaño. El objeto está formado por una pequeña aguja, de 3 cm, de ojo de lazo con un cascabel suspendido del lazo

perdida, suspendidos de los lazos (figura 5.4) y pequeños ornamentos de barra en forma de “U”, también con pequeños cascabeles a la cera perdida suspendidos. Sin embargo, los logros importantes durante el Periodo 2 tuvieron que ver con el interés de los metalurgistas por encontrar nuevos materiales y con las posibilidades de diseño que éstos permitieron, más que en crear un rango de nuevos tipos de objetos.

Argollas. Los artesanos del occidente siguieron haciendo grandes cantidades de argollas, pero las características formales de diseño cambiaron, los materiales fueron nuevos y, en algunos casos, los métodos de fabricación también se modificaron. Estas argollas han sido encontradas principalmente en entierros, como en el Periodo 1. Se encuentran, con más frecuencia en grupos, adyacentes al cráneo del esqueleto. El cuadro 5.6 señala los sitios donde se han excavado esas argollas. Aparecieron en entierros en el área de Infiernillo, en Urichu y en Tzintzuntzan, en entierros primarios en Huandacareo (Macías Goytia 1990) y en Milpillás. También han sido excavados en entierros de Bernard (Guerro), en Culiacán y en Tuxcacuesco.

Cuadro 5.6. Objetos trabajados del Periodo 2: composición, número analizado en la colección del MRG y sitios arqueológicos donde aparecen

Tipo MRG	Sitios arqueológicos fechables	Especímenes de la colección del MRG		
		Número hecho de aleación	Total analizado**	Total en la colección
Argollas, sección transversal redonda	Bernard (Cu-Sn) Infiernillo (Cu-Sn)* Tuxcacuesco	29	45	499
Sección transversal rectangular	Bernard (Cu-Sn) Infiernillo (Cu-Sn)* Milpillas (Cu-Sn) Urichu (Cu-Sn, Cu-Ag)*	17	23	188
Sección transversal indeterminada	Huandacareo Tzintzuntzan (Cu-Ag, Cu-As)***	—	—	—
Pinzas, cascarón	Apatzingán Cuexcomate (Cu-Sn) Huandacareo Infiernillo (Cu-Sn)* Tzintzuntzan (Cu-Ag, Cu-Sn)* Urichu (Cu-Sn)* La Villita	28	29	33
Hachas	Palos Blancos (Cu-Sn) Tzintzuntzan	18	35	38
Agujas, ojo perforado	Apatzingán Cuexcomate (Cu-As-Sn) Infiernillo Milpillas (Cu-As-Sn) La Villita	0	13	31
Agujas, ojo de lazo	Cuexcomate (Cu-As-Sn) Huandacareo Tres Cerritos Tzintzuntzan Urichu (Cu-Ag, Cu-Sn)* La Villita	10	17	21

Cuadro 5.6 (continuación)

Tipo MRG	Sitios arqueológicos fechables	Especímenes de la colección del MRG		
		Número hecho de aleación	Total analizado**	Total en la colección
Punzones, una punta	Apatzingán Bernard (Cu-Sn) Infiernillo Tzintzuntzan	1	4	6
Punzones, dos puntas	Apatzingán Cuexcomate (Cu-As-Sn, Cu-Sn) Infiernillo Tzintzuntzan	1	7	9
Hoja	Cuexcomate (Cu-As-Sn, Cu-Sn) La Villita	2	5	7
Anzuelos	Apatzingán La Villita Tzintzuntzan	1	3	3
Hachas-moneda (tipo 1a)****	Ningún contexto arqueológico	11	17	103
Ornamentos, lámina de metal	Bernard (Cu-Ag) El Chanal (Cu-Ag)	22	24	76

* Se considera aleación con base en exámenes macroscópicos (en todos los demás casos las aleaciones se determinaron por análisis químicos).

** Las aleaciones se identificaron principalmente por determinaciones cuantitativas. No todos los artefactos se analizaron cuantitativamente. En los casos en que el tipo de aleaciones se determinó en base a espectroscopía de emisión cualitativa, los resultados están disponibles en Hosler (1986).

*** Algunos objetos de Tzintzuntzan han sido analizados para obtener su composición química (Grinberg 1989); otros los pude examinar microscópicamente; aún para otros no se conoce la composición química, pero se ilustran en Rubín de la Borbolla (1944).

**** Véanse también Hosler (1986) y Hosler, Lechtman y Holm (1990).

En Bernard, las argollas están hechas de bronce con alto contenido de estaño (10% o más) (Brush 1962); en Tzintzuntzan (Grinberg 1989) de bronce de cobre-arsénico y de aleación de cobre-arsénico y cobre-plata, con este último metal presente en concentraciones tan altas como 55% en peso en algunos casos. Mis exámenes macroscópicos de argollas de los entierros de Urichu sugieren que algunas están hechas de aleaciones de cobre con alto contenido de estaño, y otras de aleaciones de cobre y plata. En todos los casos, los elementos aleantes (estaño, arsénico y plata) están presentes en concentraciones lo suficientemente altas como para alterar de modo perceptible el color del cobre. Esto es cierto tanto para objetos de los sitios ya mencionados, como para sus contrapartes en la colección del MRG. Cuarenta y seis de las 68 argollas analizadas del MRG fueron hechas de aleaciones de cobre: cuatro de bronce arsenical y el resto de bronce de estaño. Varias argollas fueran hechos de aleaciones ternarias de cobre-arsénico-plata (véase el apéndice 2, argolla núm. 2421). La concentración de arsénico en las argollas de cobre arsenical es por lo general menor a 7%. Las argollas de bronce de cobre-estaño, en contraste, contienen este elemento en concentraciones bastante altas, como indica el apéndice 2.

Los metalurgistas que hicieron las argollas con alto contenido de estaño tuvieron que realizarlos trabajando el metal en caliente. Es imposible dar forma a un objeto de una aleación de cobre con alto contenido de estaño trabajándolo en frío, pues el metal es, por naturaleza, frágil. La figura 5.5 muestra un corte longitudinal a través de una argolla de bronce de estaño con este elemento al 16.86% en peso. En algunos de los granos equiaxiales, pero no en todos, pueden verse marcas de deformación, indicando que el metal fue trabajado en caliente, martillándolo ligeramente mientras se enfriaba. Los granos también muestran maclas de recocido. Las regiones alargadas de eutectoide están alineadas en la dirección del flujo plástico del metal. Por lo general, la estructura trabajada en frío generalmente es imposible de distinguir de la resultante del trabajo en frío, seguido por recocido; ambas se caracterizan por granos equiaxiales y maclas de recocido. Sin embargo, las aleaciones de cobre-estaño trabajadas en caliente que contienen el microconstituyente eutectoide pueden identificarse porque éste se vuelve plástico a temperaturas entre 600^o y 800^o C, cuando la fase delta frágil se transforma en la fase beta plástica. Si el metal es trabajado dentro de ese rango de temperatura, el eutectoide se alarga, como sucedió en este caso. La presencia de marcas de deformación indica que

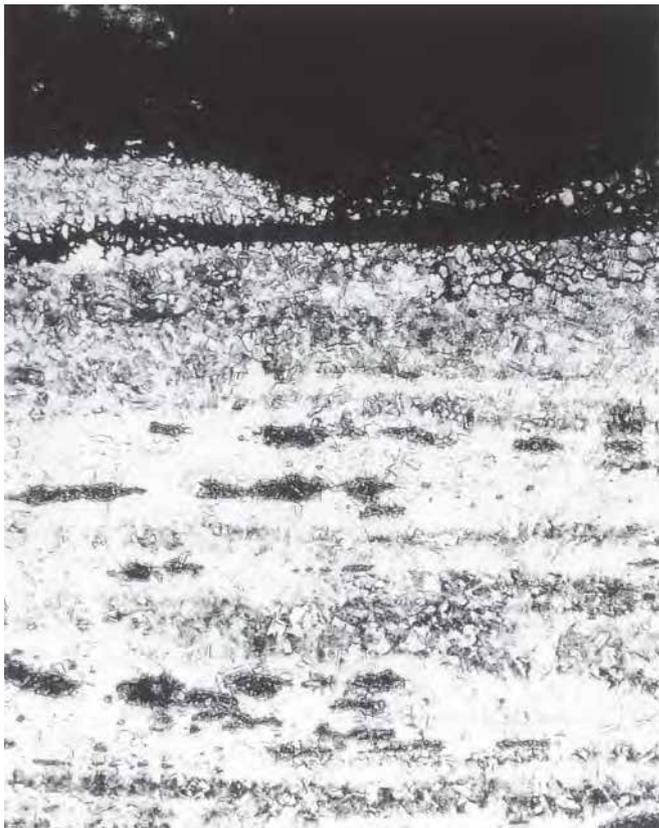


Fig. 5.5. Corte longitudinal de un argolla de aleación cobre-estaño con 16.86% de estaño por peso (MRG). El eutectoide alargado refleja forjado en caliente 600-800°C, mientras que la fase delta quebradiza ha sufrido transición a fase beta plástica. Muestra atacada con dicromato de potasio seguido de cloruro férrico (amplificación: 200)

el trabajo siguió por debajo de la temperatura de recristalización, y que el trabajo en frío introdujo deformaciones en algunos de los granos de cristal. Las lecturas de microdureza de esta muestra son entre 131 y 201 VHN; las regiones más duras fueron trabajadas después de la recristalización.

Los estudios metalográficos de argollas de sección circular hechos de bronce rico en estaño, muestran que se fabricaron de la misma manera que sus anteriores contrapartes de cobre: doblando el metal sobre su eje longitudinal y dejando una fisura central. Por otra parte, las argollas de sección transversal rectangular, fueron hechos de una varilla sólida de metal vaciado. Las aleaciones de cobre permitieron a los artesanos reducir el espesor de la sección rectangular. De los datos presentados en el cuadro 5.9 podemos ver que el espesor promedio de la banda es de 0.16 cm cuando se hace de cobre y 0.06 cm cuando se hace de bronce de cobre-estaño. La proporción entre el espesor y el ancho de la banda para los artefactos de cobre y de bronce de cobre-estaño evidencia las modificaciones de diseño. Las aleaciones de cobre permitieron a los metalurgistas realizar bandas más delgadas y anchas que al hacer las argollas de cobre puro.

En el caso de las argollas de sección transversal redonda, la aleación de cobre también permitió diseños más delgados, aunque la tendencia general no es tan clara. Fue necesario

utilizar el bronce mecánicamente para reducir el espesor sólo en las argollas con diámetros mayores, como muestra el cuadro 5.7. Al aumentar el diámetro, el uso de la aleación permite que el metal se haga más delgado conservando su forma. Sin embargo, los metalurgistas hacían estas argollas de bronce incluso para objetos cuyo diseño no lo requería, añadiendo estaño al cobre en las altas concentraciones que se muestran en el apéndice 2. Si los artesanos hubieran estado interesados tan sólo en un diseño más delgado, el bronce bajo en estaño pudo haber conferido la resiliencia o resistencia requeridas. Los metalurgistas añadieron estaño sistemáticamente en concentraciones muy altas para obtener un rango de colores dorados, tales como los cascabeles hechos por medio de la técnica de cera perdida. También elaboraron argollas de color plateado haciendo uso de aleaciones de cobre con altas concentraciones de plata, las cuales aparecen en Tzintzuntzan, Urichu y en materiales recobrados por el proyecto arqueológico de Infiernillo.

Cuadro 5.7. Comparación de las dimensiones y composiciones para argollas de sección transversal rectangular y redonda

Sección transversal rectangular					
Núm. de ID	Metal/aleación	Diámetro (cm)	Espesor de la banda (cm)	Ancho de la banda (cm)	Razón ancho a espesor
620	Cu-Sn (8.50% Sn)	2.5	0.05	0.6	12.0
2313	Cu-Sn (10.30% Sn)	2.6	0.05	0.4	8.0
635	Cu-Sn (12.44% Sn)	2.6	0.07	0.7	10.0
36 ^a	Cu	3.0	0.15	0.4	2.7
36b	Cu	3.0	0.13	0.5	3.8
633	Cu	3.1	0.20	0.2	1.0
Sección transversal redonda					
Núm. de objetos	Metal/aleación	Diámetro promedio (cm)	Espesor Promedio (cm)		
11	Cu-Sn	2.3	0.15		
5	Cu	2.3	0.14		
4	Cu-Sn	2.7	0.13		

Entonces, los artesanos de occidente obtuvieron los colores plateados por medio de dos técnicas: para los cascabeles se usaron aleaciones de cobre con altas concentraciones de arsénico; en las argollas trabajadas en frío, en los objetos de lámina de metal y en algunas pinzas, las aleaciones de cobre-plata lograron el mismo fin. Las aleaciones de cobre-plata son ideales para elementos trabajados o martillados, porque durante la secuencia de martillado y recocido que se requiere para dar forma al metal, el cobre se oxida y se pierde gradualmente en la superficie, dejándola así enriquecida de plata. Durante la fabricación, estas aleaciones adquieren un color plateado característico, aun cuando la plata está presente en concentraciones de 10-15% en peso. Además, las aleaciones de cobre-plata son maleables y resistentes a la fractura frágil, debido a su microestructura laminar intercalada. Son aleaciones ideales para retener la forma en objetos que deben ser delgados. En contraste, cuando estas aleaciones son vaciadas, no parecen plateadas hasta que contienen 40% en peso de plata.¹³ Por lo tanto, la aleación de bronce con cobre-arsénico es la más apropiada para producir un cascabel de aspecto plateado. Las aleaciones de cobre-arsénico empiezan a verse plateadas cuando las concentraciones de arsénico alcanzan alrededor de 7% del peso.

En este sentido, las argollas fueron hechas para usarse como indicadores de rango social, como ya se ha señalado anteriormente. En Urichu, en Huandacareo y en Tres Cerritos (Macías Goytia 1989) parecen haber sido ornamentos para las orejas; en los entierros de Infiernillo y en otros sitios es posible que hayan formado parte de un ornamento compuesto para el pelo. El hecho de que la aleación cobre-estaño, tradicionalmente utilitaria, se haya empleado de manera tan sistemática y con estaño en tan altas concentraciones para estos objetos, ilustra con claridad cómo percibían la aleación las sociedades del occidente de México. Lo que más interesaba a los artesanos sobre los bronces de estaño eran los colores dorados que poseían, no sólo en cascabeles y argollas, sino también para todas las clases de artefactos que se describen a continuación.

Pinzas. Las pinzas que hicieron los artesanos en esta época también fueron objetos de adorno y se usaron suspendidas de cordones alrededor del cuello. Estos objetos son fascinantes, dado que las fuentes etnohistóricas indican que se convirtieron en símbolos importantes de cargos y de rango, y técnicamente se requería de una pericia excepcional para manufacturarlas. Los artesanos aprovecharon las propiedades de dos aleaciones de

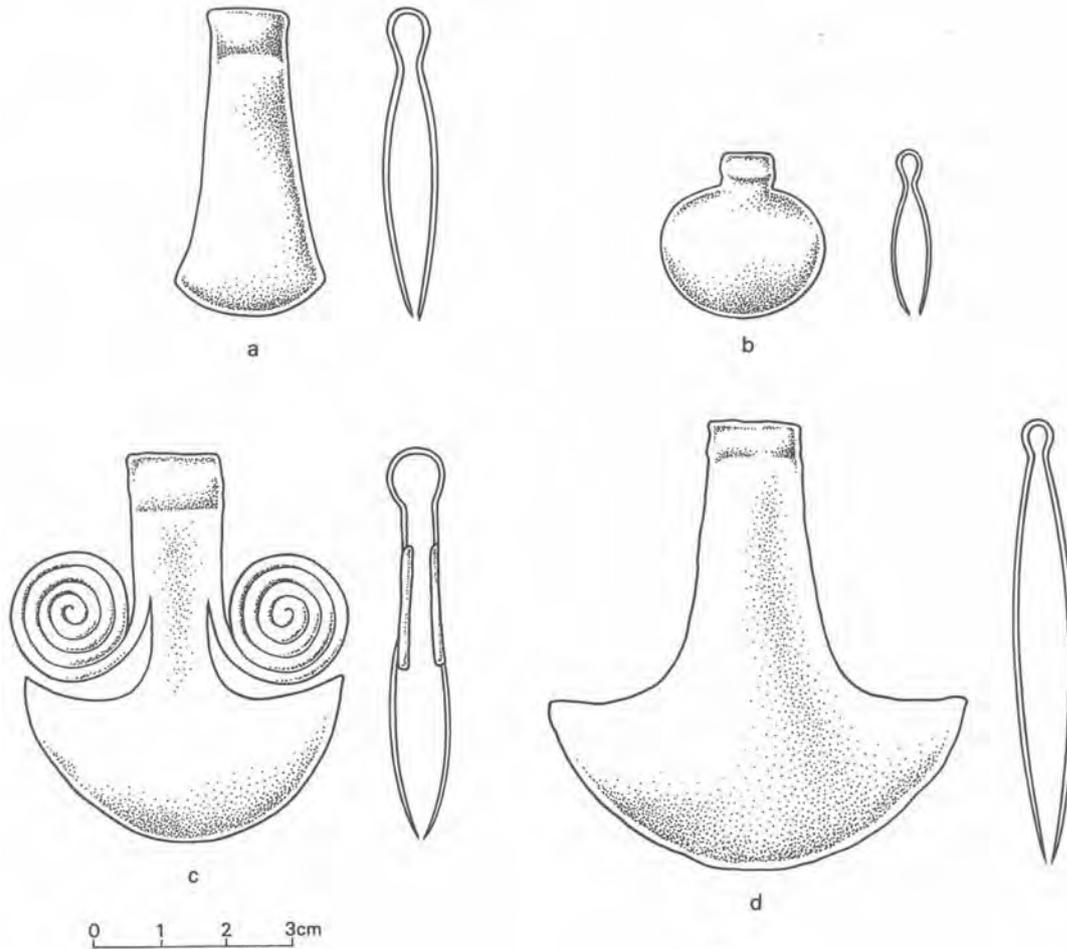


Fig. 5.6. Pinzas de diseño de concha; frente y perfil

bronce, de las ternarias de cobre-arsénico-estaño, y de las de cobre-plata para realizar un diseño de pinza enteramente nuevo (varias formas del mismo se ilustran en la figura 5.6). Este nuevo diseño, en que se ha utilizado técnica de ingeniería, se denomina de cascarón, exhibe curvatura tridimensional por debajo de la articulación de la pinza, dando a las hojas una apariencia de domo. Las pinzas del MRG varían en longitud entre 3 y 7 cm; las de otras colecciones a veces miden hasta 12 cm. Este diseño tiene prototipos en Colombia y en la costa de Perú, aunque las pinzas del occidente de México con frecuencia son más grandes. Sin embargo, el tipo C, la versión que resulta técnicamente más difícil de producir, es único en la región de Guerrero y Michoacán. Estas pinzas se distinguen por tener cuatro espirales absolutamente simétricas, que salen una de cada lado de las hojas.

Las pinzas, al menos la variedad de espiral, representaban poder sagrado y el cargo sacerdotal en las áreas dominadas por los tarascos. Con frecuencia, se encuentran en entierros, y también se mencionan e ilustran en la *Relación de Michoacán*. En la descripción que se hace en ese documento de las actividades del principal sacerdote tarasco, se mencionan pinzas como elementos del traje sacerdotal. Una tarea que tenía el sacerdote era juzgar a los infractores:

Pues venido el día desta justicia general, venía aquel sacerdote mayor llamado *Petámuti*, y componíase. Vestíase una camiseta llamada *ucata-tararénguequa* negra, y poníase al cuello unas tenazillas de oro y una guirnalda de hilo en la cabeza [...] (Tudela 1977: 13).

Se describe a otro sacerdote, llamado *Zurumban*, llevando una guirnalda de fibra alrededor de su cabeza y unas pinzas de oro alrededor del cuello (Tudela 1977: 47). La *Relación* también menciona que las pinzas de oro se daban como regalo a los dignatarios chichimecas visitantes. Varias ilustraciones muestran al sacerdote principal de los tarascos desempeñando sus deberes oficiales, llevando un gran par de pinzas espirales del tipo C alrededor del cuello (véase la figura 3.16). Un dibujo lo ilustra con una pinza juzgando a malhechores, en otra porta una pinza mientras habla de la historia de los antepasados tarascos.

Estos datos etnohistóricos sugieren que las pinzas, especialmente la variedad grande con espirales, fueron símbolos culturales importantes entre los tarascos. Lo anterior

es apoyado por los hallazgos arqueológicos. En Infiernillo, Tzintzuntzan y Urichu estas pinzas aparecieron en entierros de alto estatus, localizadas en el área del pecho del difunto, como si hubieran sido colgados del cuello. Numerosas pinzas espirales han sido encontradas recientemente en Huandacareo (Macías Goytia 1989). Las pinzas del occidente de México también fueron símbolo de estatus en otras regiones de Mesoamérica, y se han encontrado en entierros de elite hasta Belice en el sitio de Lamanai.

Los documentos escritos al momento de la invasión española sugieren que en ciertas regiones, al menos algunas pinzas funcionaban como instrumentos depilatorios. Cervantes de Salazar reporta que los indios de Yucatán se quitaban los pelos de la barba con pinzas (Tozzer 1941); Dahlgren de Jordán (1979) informa que los jefes mixtecos usaban pinzas de oro para el mismo propósito. Otros datos, incluyendo las observaciones etnográficas citadas en los capítulos 3 y 4 sobre distintas regiones de América, indican que la depilación de vello facial era, y sigue siendo, una práctica muy generalizada.

Todas las pinzas de diseño de cascarón se hicieron de aleaciones; como lo demostraré, las características de este diseño requieren de la resistencia y rigidez de estos materiales. El metal de la pinza fue hecho muy delgado, con las hojas a veces midiendo solamente 0.01 cm de espesor. El diseño es tal que los esfuerzos se distribuyen a través de la superficie curva de la hoja más que concentrarse en una pequeña área, como es el caso en las pinzas de diseño de barra del Periodo 1. Como demuestra el apéndice 2, la concentración de estaño varía entre 2.54% y 14.15% en peso, y la de arsénico entre 2.7-4.43% en peso en las pinzas hechas de cobre arsenical. Dos pinzas hechas de aleación de cobre-plata contienen plata en concentraciones superiores al 20% en peso. Grinberg (1989) reporta una pinza de cobre-estaño procedente de Tzintzuntzan que contiene 8.48% en peso de estaño, y dos ejemplos de Cuexcomate (Morelos) contienen un poco más de 10% en peso de estaño (véase cuadro 7.2).

¿Cómo fueron fabricadas estas pinzas? Los estudios metalográficos indican que las pinzas de cascarón que contienen más de 6% en peso de estaño fueron formadas por trabajo en caliente. Otras, realizadas a temperatura ambiente, fueron dejadas en condición de trabajo en frío o recocidas. El diseño que es técnicamente más difícil de ejecutar es el tipo C (véase figura 5.6), las pinzas espirales ilustradas en la *Relación de Michoacán*. Estas pinzas constan de dos hojas simétricas en forma de domo unidas por una articulación. Tanto las hojas como la articulación fueron formadas por martillado a partir de una

sola pieza continua de metal. Una tira rectangular de metal enrollada en espiral sale de cerca de la parte media a cada lado de la hoja. Todas las cuatro espirales son notablemente simétricas; fueron elaboradas de la misma pieza de metal que las hojas y la articulación.

Varios aspectos de este diseño plantean preguntas prácticas sobre cómo estas pinzas pudieron haber sido hechas de una sola pieza continua de metal. La característica que más sorprende es la longitud de la tira rectangular que forma cada espiral; en el artefacto examinado, estas tiras miden 15 cm al desenrollarlas. Quince centímetros es una longitud mayor que la del largo total de la pinza si ésta se abriera y pusiera plana. También, las espirales son mucho más gruesas que el metal de la hoja inmediatamente adyacente a ellas. Es difícil visualizar una secuencia de manufactura que resultara en diferencias tan marcadas y localizadas en el espesor. El estudio metalográfico tuvo el propósito de determinar si estas pinzas pudieron haber sido hechas a partir de más de una sola pieza de metal, con las espirales soldadas a las hojas. La pinza examinada (la F8 de la colección del MRG) es de aleación de cobre-arsénico, elemento este último en concentración poco mayor a 10% en peso. Un corte transversal del metal se retiró para su estudio metalográfico, junto al lugar de unión de la espiral y la hoja, para determinar si hay una unión por soldadura en este lugar. La microestructura (figura 5.7) es típica de una aleación de cobre-estaño trabajada en caliente, que contiene granos equiaxiales con maclas de recocido sólo en algunos granos. Hay marcas de deformación. La microestructura es continua, sin evidencia de unión. La presencia de concentraciones de eutectoide alargado, visible en la figura 5.8, comprueba que el metal fue trabajado en caliente, entre 600 y 800° C. La microestructura de esta sección, tomada aún más cerca del punto de unión entre la hoja y la espiral, sigue siendo continua a través de la zona de unión. Esta sección transversal se desgastó en capas sucesivamente en busca de cualquier evidencia de unión. La micrografía en la figura 5.9 representa la microestructura de la sección precisamente en la unión de la espiral y la hoja. De nuevo el metal es continuo estructuralmente en ambas partes; no hay evidencia de soldadura ni de ningún otro método de unión. El microanálisis por microscopio electrónico de barrido de las porciones de la hoja y de la espiral proporciona datos complementarios; las composiciones químicas de las dos regiones son casi idénticas y representan una sola pieza original de metal.

La información obtenida de los estudios metalográficos de esta sección, de una segunda sección de la hoja propiamente, y de otra de la espiral, indican que toda la pinza



Fig. 5.7. Pinzas espiral. Corte transversal practicado hacia dentro del filo de la hoja, justo encima de la juntura de la hoja con la espiral. Nótese los granos equiaxiales con gemelos de recocido; hay marcas de esfuerzo en algunos granos. La estructura continua indica que la hoja y la espiral se formaron de una sola lámina de ese metal. Muestra atacada con dicromato de potasio seguido de cloruro férrico (amplificación: 100)



Fig. 5.8. Corte transversal realizado debajo de la sección presentada en la fig. 5.7, y más cerca, pero arriba de la juntura de la espiral con la hoja de la pinza. Nótese el eutectoide alargado que indica forjado en caliente, mientras la fase beta estaba estable. Muestra atacada con dicromato de potasio seguido de cloruro férrico (amplificación: 200).

fue hecha de una sola pieza de metal. Primero el metal fue vaciado plano; la forma y espesor originales se desconocen, pero tuvieron que ser capaces de proporcionar suficiente metal para fabricar cada una de las cuatro espirales. La forma de la plancha vaciada se pudo haber aproximado a la del diagrama 1 de la figura 5.10. El artesano cortó el metal de reserva para las espirales de la hoja, como sugiere el núm.2. En seguida, la región que se convertiría en la articulación de la pinza se aplanó por trabajo en caliente, y comenzó el formado de las hojas (3). Las hojas se formaron antes de empezar a trabajar en las espirales, porque estas últimas debían permanecer en alineación precisa una con la otra; una vez que la pieza de metal estaba doblada en su parte media para formar la articulación, las espirales debían coincidir lateralmente y de frente a atrás.

Técnicamente, la tarea más difícil fue formar las espirales. Cada una de las cuatro tiras de metal rectangulares fue martillada hasta alcanzar su longitud deseada (4), luego

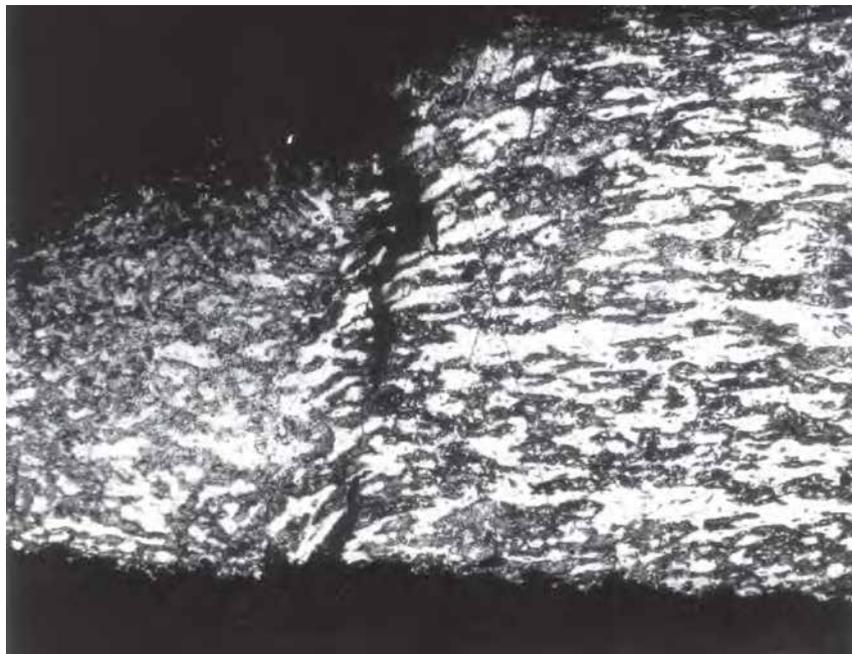


Fig. 5.9. Corte transversal a través de la junta de la hoja de la pinza y la espiral. La estructura de núcleo continuo y altamente orientada indica que la hoja y la espiral se formaron de una pieza de lámina de metal. Muestra atacada con dicromato de potasio seguido de cloruro férrico (amplificación: 100)

fue enrollada en una espiral apretada (5). Esta operación es difícil aun cuando se realiza en una pieza individual de alambre de sección cuadrada hecho de metal dúctil. Dado que no hay información sobre las herramientas de los artesanos del occidente de México, no podemos reconstruir el proceso con precisión. Después de realizar las espirales, la pinza fue doblada en la parte media y la articulación se trabajó en caliente hasta alcanzar la forma deseada. En última instancia, la simetría precisa y elegante de la pinza se logró cortando y desgastando o limando el metal alrededor del perímetro, en especial por el arco de las puntas de las hojas.

Dos preguntas surgen sobre las pinzas de cascarón: la primera si incluso esta variedad grande de pinza con espirales sirvió como herramienta funcional; la otra pregunta es por qué el diseño de cascarón se hizo casi siempre de aleaciones: cobre-estaño, cobre-arsénico, cobre-arsénico-estaño y cobre-plata. Estudios de simulación por computadora del diseño de cascarón, como los estudios sobre las pinzas de diseño de barra del Periodo 1, se realizaron para determinar si las pinzas de cascarón pudieron haber funcionado como herramientas para depilación, dadas sus dimensiones, composición y técnicas de fabricación. Se diseñó modelo (figura 5.11) de una pinza de cascarón como prototipo, y se simularon sus comportamientos de esfuerzo y de deformación.

El cuadro 5.8 muestra la composición, diseño y técnicas de fabricación del prototipo, de acuerdo a como fue modelado. El mismo cuadro también muestra los valores de los parámetros que se variaron (composición y técnica de fabricación) para evaluar la

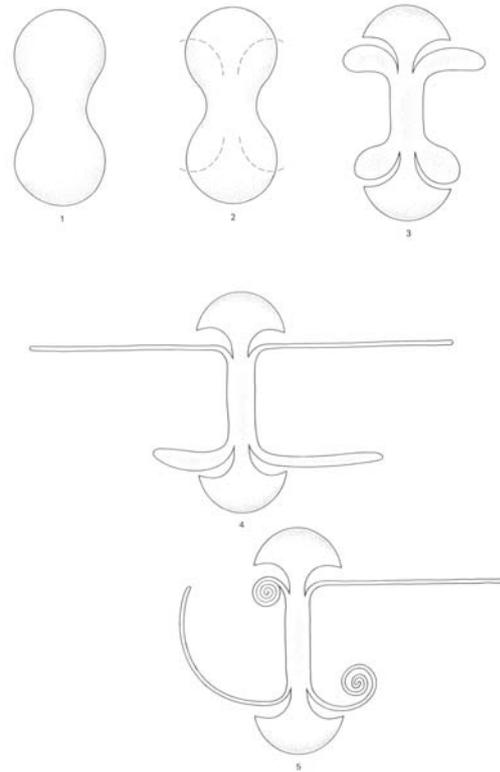


Fig. 5.10. Reconstrucción de la secuencia de fabricación de una pinza con espiral: 1) fase supuesta del tejo vaciado de bronce; 2) se corta del cuerpo de la pinza el metal de reserva para las espirales; 3) se martilla el doblez hasta dejarlo en forma de banda plana y comienza a darse forma de media luna a las hojas; 4) se martilla el metal de reserva formando tiras rectangulares largas; 5) cada una de las tiras es doblada en forma de espiral apretada

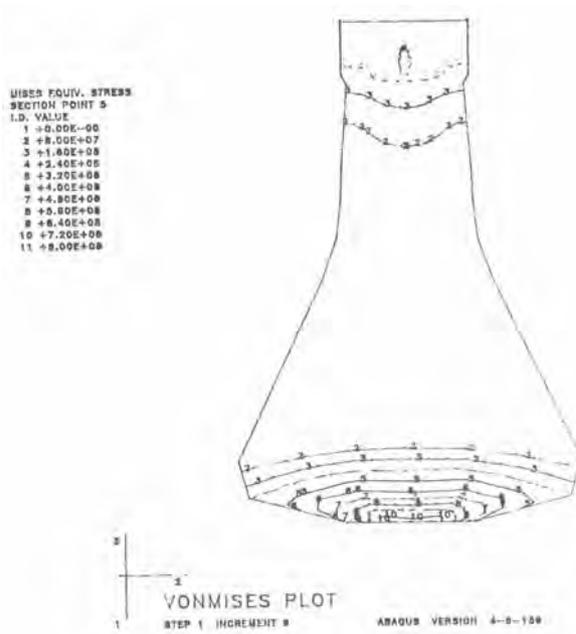


Fig. 5.11. Pinza de concha: modelo de computadora que muestra la concentración de las curvas de tensión generada durante una prueba simulada de la pinza en uso. La tensión se concentra en las puntas de las hojas y en el doblez. Análisis de elementos finitos efectuado con el programa de simulación Abaqus.

funcionalidad de las otras pinzas de cascarón del MRG. Los datos obtenidos demuestran que todas las pinzas de cascarón del occidente de México estudiadas fueron implementos depilatorios completamente funcionales, dadas las características individuales de sus diseños. La discusión de las pinzas de barra (véase capítulo 3) indica que para que cualquier pinza pueda operar, el esfuerzo generado en la articulación no puede exceder el valor de la esfuerzo de cedencia del material. Los valores de esfuerzo de cedencia para las aleaciones de cobre-estaño y de cobre-arsénico son considerablemente más altos que los del cobre puro, como muestra el cuadro 5.8. Al incrementar la concentración del aleante, el esfuerzo de cedencia también aumenta, y la pinza puede tolerar mayor esfuerzo en la articulación. La excursión de esfuerzo para el prototipo es de 256 MPa. Este valor no se aproxima al esfuerzo de cedencia de la aleación de estaño al 5% en peso, y esta pinza fue una herramienta depilatoria útil. Debido a que el metal de la hoja del prototipo de pinza fue el más grueso en relación con la longitud de la hoja de cualquiera de las pinzas de concha examinadas, simulé los efectos de reducción del espesor para que las relaciones entre espesor y longitud se acercaran a las de otras pinzas. Todas las

demás dimensiones se mantuvieron constantes. Como indica el cuadro 5.8, cuando se redujo el espesor de la hoja hasta valores tan delgados como 0.01 cm, estas pinzas de concha fueron funcionales, siempre y cuando se mantuvieran ciertas relaciones entre longitud y espesor. Cuando el metal se trabaja en frío, las excursiones de esfuerzo pueden superar el esfuerzo de cedencia sin fallar dentro de los límites señalados anteriormente.

También exploré los efectos de alterar el ancho de la articulación en el modelo, puesto que las articulaciones en las pinzas de cascarón del occidente de México son

Cuadro 5.8. Datos para la simulación de una pinza de cascarón con cambio de parámetros

Variables	Prototipo	Cambio en los parámetros				
		1	2	3	4	5
Composición	5% Sn	10% Sn	3.5% As	”	”	”
Técnica de fabricación	Trabajo en frío	Recocido/ trabajo en caliente	recocido	”	”	”
Longitud (cm)	3.5	”	”	”	”	”
Ancho de la articulación (cm)	0.5	”	”	”	”	1.2
Ancho de la hoja (cm)	1.7	”	”	”	”	”
Espesor de la hoja (cm)	0.1	”	”	0.05	0.01	”
Razón longitud a espesor	35	”	”	”	”	”
Apertura en la punta (cm)	0.18	”	”	”	”	”
Fuerza de contacto (g)	126	123	123	211	141	113
Esfuerzo de cadencia (psi)	377	418	345	377	377	377
Excursión del esfuerzo (MPa)	256	256	256	133	440	233

Nota: ” Indica el mismo valor que en el prototipo.

típicamente más anchos que los del prototipo. Al aumentar el ancho de la articulación disminuye el esfuerzo, porque la fuerza total se distribuye sobre un área mayor. El cuadro 5.8 muestra que el modelo de pinza con articulación que mide 1.2 cm tiene una excursión de esfuerzo de 233 MPa, mientras que mayores excursiones de esfuerzo (256 MPa) caracterizan al objeto cuya articulación mide 0.5 cm. Los datos de las pruebas de simulación indican que todas las pinzas de cascarón que mantuvieron una cierta relación entre largo y ancho y fueron funcionales al estar hechas de estas aleaciones.

Las 29 pinzas de cascarón de la colección del MRG, incluyendo las grandes con el diseño elaborado de espiral que llevaban los sacerdotes, pudieron haber funcionado como herramientas. La siguiente cuestión que intenté resolver fue por qué estas piezas fueron hechas de aleaciones de cobre. Esto lo hice simulando el comportamiento de una pinza con las dimensiones típicas de las de cascarón, pero hecha de cobre. El cuadro 5.9

Cuadro 5.9. Rendimiento simulado de las pinzas de cascarón hechas de cobre

Composición	Técnica de fabricación	Longitud (cm)	Espesor de la hoja (cm)	Razón longitud a espesor	Ancho de la articulación (cm)	Apertura en la punta (cm)	Fuerza de contacto (g)	Esfuerzo de cedencia (psi)	Excursión del esfuerzo (MPa)
Cu	Trabajo en frío	4.5	0.01	450	1.0	0.38	100	265	400

muestra el comportamiento de este modelo de pinza. La pinza no es funcional cuando está hecha de cobre, porque las excursiones de esfuerzo exceden ampliamente el esfuerzo de cedencia. Sin embargo, al aumentar el espesor de 0.01 a 0.10 cm, las excursiones de esfuerzo se hicieron considerablemente menores y la pinza se volvió funcional. Todas menos cinco de las 29 pinzas de concha del MRG miden menos de 0.10 cm de espesor, y todas están hechas de aleaciones (los espesores varían entre 0.01 y 0.05 cm). La resistencia de estas aleaciones fue esencial para lograr un diseño de cascarón tan delgado. También es probable que sea el caso que, para hacer una pinza funcional muy delgada, el diseño de la pinza debe compensar la fragilidad inherente del material, distribuyendo la fuerza sobre una área mayor.

Los artesanos del occidente de México aprovecharon de manera selectiva varias propiedades de los bronce de cobre-estaño y de cobre-arsénico, así como de las aleaciones de cobre-plata para elaborar pinzas de cascarón. Las concentraciones de estaño en estos objetos, que varían entre 2.54% y 11.76% en peso (una mostró 14.15% en peso por activación de neutrones; véase Apéndice 2), son mayores de lo necesario para lograr el diseño de cascarón o para que funcione la pinza. Estas pinzas, al igual que las argollas y los cascabeles, se veían doradas cuando estaban hechas de aleaciones de cobre-estaño, este último elemento en altas concentraciones, y plateadas cuando eran de aleaciones de cobre-plata. Las dos pinzas de concha de aleación cobre-plata en la colección del MRG contienen plata en concentraciones superiores a 20% en peso. Los artesanos también usaron aleaciones de cobre-arsénico para tres pinzas de concha en la colección del MRG, pero nunca incorporaron el arsénico en concentraciones lo suficientemente altas como para producir un fuerte color plateado. El arsénico estaba presente en niveles menores a 5% en los tres casos. Esta aleación confirió la dureza necesaria para lograr el diseño de cascarón, pero evitando la fragilidad que caracteriza a los objetos trabajados cuando el

arsénico está presente en niveles superiores a 7% en peso, sin embargo, la concentración de arsénico en estas tres pinzas (que varían entre 2% y casi 5% en peso) sí alteró el color del metal a un tono rosado-plateado.

Estas sofisticadas pinzas de cascarón representan una mayor inversión en materiales y trabajo que las pinzas de barra del Periodo 1, y distinguen el área tarasca como la única región en el mundo donde estas herramientas elegantes se convirtieron en símbolos de cargos sacerdotales y de rango social.

Ornamentos de lámina de metal. Los artesanos del Periodo 2 desarrollaron las superiores propiedades de las nuevas aleaciones para producir otro conjunto de objetos que forjados en frío que representaban estatus. Hicieron los siguientes delgados y delicados objetos ornamentales: pectorales, escudos, bandas para la cabeza, adornos para el cuello, pendientes, aretes, discos y brazaletes de lámina de metal (cobre-plata), aprovechando las cualidades especiales de este material: su maleabilidad, resistencia, resiliencia y capacidad de desarrollar una superficie de aspecto plateado durante los ciclos de trabajo y de recocido. Algunos artefactos fueron hechos de plata cuando el diseño lo permitió; otros, en ocasiones, fueron hechos de oro o de aleaciones de cobre-oro o de cobre-plata-oro. A veces, usaron estos metales y aleaciones para vaciado a la cera perdida. Aparentemente, algunas de estas aleaciones fueron usadas para vaciados en Oaxaca y en el centro de México, por las ilustraciones de Torres Franco (1989).

Los artefactos más antiguos de plata reportados (narigueras, argollas) se atribuyen al Periodo Posclásico temprano (antes de 1250 d.C.) y proceden de la región de Infiernillo (Maldonado 1980). Aunque se ha informado que estos artefactos están hechos de plata, mis exámenes macroscópicos indican que es probable que hayan sido elaborados de aleaciones de cobre-plata. La mejor evidencia de que después de 1200 los artesanos usaban aleaciones de oro y plata con cobre surge de la gran cantidad de artefactos de lámina de metal saqueados del cementerio en el sitio de El Chanal, Colima. Como ya se mencionó, muchos artefactos procedentes de El Chanal están entre las colecciones del MRG, y otro grupo de objetos de ese sitio ha sido analizado y descrito por Kelly (1985). Estos artefactos no proceden de excavaciones controladas, pero las investigaciones de Kelly sobre el cementerio dejan en claro sus asociaciones temporales y procedencia; ella pensaba que el metal de El Chanal databa de después de 1200 d.C.

Salvo unas cuantas excepciones, todos los objetos de metal de El Chanal están hechos de lámina de metal muy delgadas. Kelly (1985) hizo analizar cualitativamente ocho objetos, hechos de plata, de aleaciones de plata-cobre y, en cinco casos, de una aleación ternaria de cobre-plata-oro. Uno de ellos es una aleación binaria de oro y plata. Las aleaciones ternarias de cobre-plata-oro sólo se han identificado en otras dos ocasiones en occidente de México: en dos pequeños cascabeles vaciados de Nayarit, ilustrados por Lumholtz (1973) y analizados por Root (en Lothrop 1952), y en cuatro ejemplos de lámina de metal de Bernard (Guerrero) analizados por Brush (1962). La aleación binaria de oro-plata nunca antes había sido identificada en Mesoamérica.

Los 60 objetos de oro y de aleación de oro y 76 de plata o de aleación de plata en la colección del MRG (véase cuadro 5.6 y apéndice 1) están hechos de lámina de metal delgada (0.1 cm) en todos los casos salvo algunas excepciones. Todos los objetos de oro y de aleación de oro del MRG se cree que provienen de El Chanal. Aunque no me fue posible analizar estos artefactos, resulta claro, dado su color y características de corrosión en la superficie, que están hechos de aleaciones de oro, más que del metal puro. Cinco de los artefactos de plata y de aleación de cobre-plata son de El Chanal, y 34 de Lo Arado, Jalisco. Se desconoce de qué sitio se obtuvo el resto de los objetos. Los artefactos hechos de plata y de aleaciones de este metal incluyen discos (figura 5.12), adornos para el cuello, narigueras, argollas para los labios, pendientes en forma de media luna y metal enrollado que me parecen brazaletes. El análisis químico (véase “lámina de metal”, apéndice 2) indica que fueron hechos de aleaciones de cobre-plata, en las que la plata va de ser prácticamente pura a 14% en peso. Todos los objetos de plata y de cobre-plata están hechos de lámina de metal, y todos fueron formados por trabajo en frío.

La *Relación de Michoacán* señala que el gobernante llevaba un disco o escudo de plata (llamado *rodela*) en la espalda cuando dirigía a su guerreros en la batalla, y al morir se le enterraba con un disco de oro en el pecho. Los danzantes usaban pendientes en forma de media luna. Uno de los discos grandes en la colección del MRG (figura 5.12) se encontró en un entierro, adyacente al cráneo del esqueleto y con otros artefactos de aleación de cobre-plata. Este objeto contiene 95% de plata y 5% de cobre. La micrografía en la figura 5.13 representa un corte transversal de metal retirado del disco, e ilustra una estructura completamente trabajada en frío. El metal sufrió repetidos ciclos de trabajo en frío, seguidos por recocido y fue dejado en la condición de trabajo en frío. Las alea-

ciones de cobre-plata son particularmente útiles para fabricar objetos de lámina delgada de metal, gracias a la resistencia que da la micro-estructura laminada, que inhibe la propagación de grietas a través de las lamelas. Además, el enriquecimiento con plata asegura que el color del metal siempre será plateado, incluso en aleaciones que contienen mayormente cobre.

Fuentes documentales (Tudela 1977; Warren 1985) afirman que los objetos de lámina de metal hechos de oro, plata y sus aleaciones eran comunes en Michoacán, por lo que las cantidades encontradas en colecciones de museos no reflejan la situación anterior a la invasión española. Por ejemplo, Cristóbal de Olid, capitán español que primero ocupó Michoacán, entregó objetos tarascos de metal a Hernán Cortés, los cuales había saqueado de templos indígenas. Los documentos indican que 1,000 marcos (o sea, más de 60 libras) fueron hechos de aleación de cobre-plata, y 5,000 marcos de aleación de oro-plata (Warren 1985). En Michoacán, objetos hechos de aleaciones de plata-oro y de cobre-plata eran tan abundantes que la primera expedición de Cortés hacia el oriente, encabezada por el capitán Álvaro Saavedra, llevó consigo objetos tarascos de aleación cobre-plata para comerciar, incluyendo 122 escudos, 100 diademas, 11 brazaletes y otros objetos (Warren 1985). Los informes de tesoros tarascos enviados a Nuño de Guzmán, quien se convirtió en gobernador de Nueva Galicia en 1531, describen tres embarques: uno que incluía 600 escudos de oro y 600 de plata, un



Fig. 5.12. Disco de aleación de plata-cobre procedente del Occidente (MRG).

Fig. 5.13. Corte transversal del disco de aleación de plata-cobre ilustrado en la Fig. 5.12. La microestructura laminar típica de estas aleaciones se desarrolla incluso a bajas concentraciones del elemento de aleación (eneste caso 5% de Cu). El objeto fue formado a través de ciclos de forjado en frío y recocido. Muestra atacada con dicromato de potasio y con ácido hidrocloreico (amplificación: 50)



segundo que contenía 400 objetos de oro y 400 de plata, y un tercero con 200 escudos de oro y 200 de plata, además de aretes, brazaletes y pendientes de oro. Un relato que contradice el anterior revela que el segundo embarque contenía 400 objetos de plata y oro incluyendo brazaletes, orejeras, escudos, mitras y pequeñas vasijas (Warren 1985). Sin importar los detalles, una gran cantidad de objetos de lámina de metal de oro, plata o aleación cobre-plata estaban siendo elaborados en Michoacán. En el capítulo 8 se trata el significado de estos objetos dorados y plateados tan reflejantes.

Es probable que el uso de objetos de oro y plata, así como la extracción de estos metales hayan estado bajo el control del Estado. En parte, esto explicaría por qué no

encontramos estos objetos en sitios excavados recientemente en Michoacán y otras áreas. El acceso al oro y la plata debió haber estado altamente restringido. El saqueo sistemático y extensivo llevado a cabo por los españoles quizá también explica los relativamente pocos objetos hechos de estos metales presentes en colecciones y en conjuntos excavados.

La *Relación de Michoacán* reporta que los reyes tarascos almacenaban objetos de oro y de plata en casas del tesoro real dedicadas a los dioses. Éstas se localizaban en Tzintzuntzan y en varias islas del lago de Pátzcuaro. Los objetos de plata se colocaban ahí en honor de la diosa de la luna y, según los españoles, eran de plata de distintas calidades (Warren 1985). Tal vez esta última evaluación se refiere a la aleación de cobre-plata. Los europeos describen escudos y pectorales tan delgados como para ser cortados a la mitad con una espada (Warren 1985), sugiriendo que quizá eran idénticos o muy similares al gran disco ilustrado en la figura 5.12. Los frailes españoles afirman haber encontrado objetos de oro y de plata en templos, entregados como ofrendas a los dioses; algunas veces, los mismos ídolos estaban hechos de metal. Los frailes también refieren haber visto figuras de felinos y de otros animales hechas de estos metales, aunque ninguna ha sobrevivido (Warren 1985). Los tarascos consideraban el oro y la plata como propiedad de los dioses. Se sabe que un gobernante tarasco dijo a los españoles, mientras éstos saqueaban las casas del tesoro real de objetos de oro y de plata: “lo que estaba aquí no era nuestro, sino que pertenecía a ustedes que son dioses, y ahora ustedes lo toman porque era suyo” (Warren 1985: 61).

El uso más frecuente del metal entre 1200 d.C. y la invasión española fueron tres clases de artefactos: cascabeles formados por vaciado a la cera perdida, objetos rituales y ornamentos de lámina de metal trabajados en frío y argollas trabajadas en caliente y en frío. Las argollas y pinzas simbolizaban y comunicaban poder y rango social. Los cascabeles y la lámina de metal fueron objetos rituales y marcadores de estatus. En los tres casos, los artesanos emplearon las aleaciones de cobre-estaño, cobre-arsénico y cobre-plata, para optimizar el diseño de los artefactos. También usaron los nuevos materiales para crear colores dorados y plateados reflejantes asociados con los conceptos de lo sagrado (capítulo 8), así como con las deidades solares y lunares. Los ocuparon para objetos cuyas características de diseño frecuentemente impedían el uso de metales puros. En los cascabeles, argollas, pinzas y ocasionalmente ornamentos de lámina, los

colores dorados se obtuvieron con aleaciones de cobre-estaño ricas en este último elemento; los colores plateados en los cascabeles se lograron con aleaciones cobre-arsénico con altas concentraciones de arsénico, y con aleaciones de cobre-plata para objetos trabajados en frío y en caliente, como argollas, pinzas y ornamentos de lámina de metal. Es difícil vaciar las aleaciones de cobre-plata, y las de cobre-arsénico se vuelven quebradizas cuando son trabajadas si el elemento aleante está presente en altas concentraciones. La solución de los artesanos para crear metal de apariencia plateada fue aprovechar las propiedades de esas aleaciones.

Trabajo en frío: herramientas y hachas-moneda

Casi todos los otros objetos hechos con estos nuevos materiales son implementos para trabajar o cortar la madera, para producción de textiles, trabajo de metales y actividades relacionadas. Incluyen agujas, hachas, punzones de una o dos puntas y punzones con hojas angostas. Las herramientas empleadas en las actividades de subsistencia como azadones, anzuelos y puntas del bastón sembrador, aunque no son abundantes, también figuran en el repertorio técnico. Un tipo de artefacto, las hachas-moneda encontradas en Guerrero, Michoacán y Oaxaca, pertenece a una categoría funcional completamente diferente. Las fuentes documentales sugieren que la variedad encontrada en la zona metalurgista del occidente de México fue usada como tributo.

Hachas. Con poca frecuencia se encuentran hachas fechables en esta región, aunque se mencionan en muchas fuentes etnohistóricas del Periodo Posclásico tardío. Los documentos indican que en Michoacán las hachas de metal eran usadas para cortar y trabajar la madera. De hecho, la *Relación de Michoacán* menciona que un gremio de leñadores representaba una de las especialidades artesanales sostenidas por el rey de Michoacán. Este gremio se representa en la *Relación*, y su dirigente sostiene un hacha de metal con mango, el símbolo de su vocación (figura 5.14). La principal tarea del gremio era conseguir leña para los fuegos del templo. Obtenerla podría, en sí mismo, ser un acto ritual; por ejemplo, la *Relación* indica que un hombre que se casaba de nuevo, antes debía pasar de penitencia, cuatro días recolectando leña. La *Relación* ilustra a uno de esos



Fig. 5.14. Leñadores tarascos con un hacha de metal con mango. Relación de Michoacán, lámina XXVIII (tomado de Craine y Reindrop 1970: lámina 3)



Fig. 5.15. Recolección de madera como actividad ritual entre los tarascos (tomado de Craine y Reindrop 1970: lámina 12)

individuos, cargando leña y blandiendo un hacha de metal con mango (figura 5.15). Por otra parte, en las fuentes del centro de México, las hachas de metal se muestran siendo usadas como herramientas, fuera de contextos rituales. Un carpintero representado en el *Códice Mendocino* sostiene un hacha con mango (Clark 1938, vol. 3, fol. 70r), misma que usa para deshojar una rama. Durán (1967, vol. 2, lámina 61) ilustra individuos que usan hachas de metal para construir naves de madera para Hernán Cortés.

Por su parte, el *Códice Florentino* ilustra unos aspectos de la producción de hachas en la época prehispánica. La figura 5.16 muestra la fundición en un horno de tipo crisol,



Fig. 5.16. Producción de hachas de metal, según el *Códice Florentino* (Sahagún 1950-82, libro 11, lámina 796)

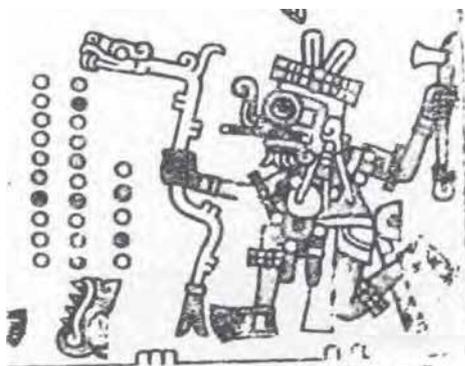


Fig. 5.17. *Códice Cospi*: Mictlantecuhtli sujetando un hacha de metal (tomado de Kingsborough 1964-67, vol. 4, lámina 18)

del cual fluye el metal líquido hacia un molde en forma de hacha. Junto al crisol está un hacha terminada. Los estudios metalográficos indican que hachas como ésta eran trabajadas posteriormente en frío para darles su forma final y aumentar su dureza.

La información etnohistórica más reveladora deja en claro que la forma misma del hacha de metal se investía de poder. La mayor parte de esta información no procede directamente de la zona metalurgista, sino de fuentes del centro de México y de las tierras altas mayas, así como de la región Puebla-Mixteca. Por ejemplo, una versión del *Popol Vuh*, el mito de creación de los pueblos mayas, relata que el cielo se sostenía por un hacha de cobre invertida (Jansen 1990). Las hachas de metal también se ilustran en códices rituales y calendáricos de la región Mixteca-Puebla; en el *Códice Cospi* (Kingsborough 1964-1967, vol. 4, láminas 18, 22), Mictlantecuhtli (figura 5.17) y Tlaloc, dos de los Nueve Señores de la Noche, aparecen, cada uno, sosteniendo un hacha de metal con mango. En el *Códice Laud* (Kingsborough 1964-1967, vol. 3), de la misma región, Tlaloc también es representado con un hacha de metal con mango. En el mismo código un hacha de este tipo aparece en una secuencia que muestra cuáles días son propicios para hacer penitencia. Junto a ella están un cuchillo de sacrificio, un hato de leña y un instrumento usado para sacar sangre. En el *Códice Selden* (Kingsborough 1964-1967, vol. 2, lámina 87) se ven hachas con mango entre los objetos identificados como ofrendas. El *Códice Fejervary Mayer* (Kingsborough 1964-1967, vol. 4, lámina 38) muestra al Señor de la Tierra blandiendo un hacha sobre un cautivo que yace a sus pies (figura 5.18).

En Mesoamérica, la idea de que la forma del hacha representa el poder es muy antigua. Las fuentes etnohistóricas sugieren que las hachas de metal, al igual que las de otros materiales, tenían tal significado. *La Relación de Michoacán* menciona que

el rey tenía un subordinado cuya principal tarea era la de llevar sus hachas de cobre. Aunque la *Relación* no lo dice explícitamente, debieron haber figurado entre los objetos que representaban poder sagrado y real.

Durante el Periodo 2, los artesanos vaciaron sus hachas usando las aleaciones de cobre (figura 5.19). Aunque pocas hachas de metal de esta región del occidente de México se derivan de contextos arqueológicos confiables, una fue encontrada en Tzintzuntzan, y Brush (1962) analizó otra de cobre-estaño procedente de Palos Blancos, un sitio del Posclásico tardío en la costa de Guerrero. Las 18 hachas de aleaciones de bronce en la colección del MRG miden entre 7.8 y 15.8 de largo. Como indica el apéndice 2, tres fueron hechas de aleación ternaria de cobre-arsénico-esta-



Fig. 5.18. *Códice Fejervary Mayer*: el Señor de la Tierra sujeta una hacha sobre un cautivo (tomado de Kingsborough 1964-67, vol. 4, lámina 38)



Fig. 5.19. Hacha de bronce de cobre-estaño del occidente mexicano (MRG)

ño. El apéndice 2 también ofrece el rango de concentración del aleante en estas hachas: el estaño está presente en cantidades entre 1.26% y 8.72% en peso; el arsénico varía entre 0.71% y 5.67%.

Los artesanos emplearon tres aleaciones de bronce para mejorar el rendimiento de las herramientas. El cuadro 5.10 muestra que, al usar los bronce, pudieron elaborar implementos que eran a la vez más duros y más delgados que las hachas de cobre. Las hachas del Periodo 2 tienen aproximadamente tres cuartas partes del espesor de sus contrapartes de cobre; la razón entre longitud y espesor aumenta aproximadamente un 50%. En un principio, estas aleaciones, nuevas y más resistentes permitieron que los artesanos vaciaran implementos más delgados y, a la vez mucho más duras. El cuadro 5.10 representa los respectivos valores de microdureza (VHN) para hachas hechas de cobre y de sus aleaciones.

Todas las hachas de aleación de cobre del MRG se estudiaron metalográficamente y los resultados muestran que las técnicas de fabricación fueron idénticas para todas. El

Cuadro 5.10. Hachas de cobre y aleaciones de cobre: comparación de valores promedio de dimensiones y dureza

Metal/aleación	Núm. de objetos	Rango de concentración del aleante primario (porcentaje en peso)	Longitud promedio	Espesor promedio (cm)	Razón longitud/ espesor (cm)	Número de dureza de Vickers (Kg/mm ²)*
Cu	17	—	10.8	1.0	10.8	80-135
Cu-Sn	5	0.77-8.06	11.5**	0.7**	16.1**	131-274
Cu-As	9	0.71-4.80				70-195
Cu-Sb***	1	—				101-171
Cu-As-Sn	3	Sn: 1.33-5.30 As: 0.64-1.30				123-297

* Representan el rango de valores más altos medidos en la hoja.

** El promedio para las hachas hechas de aleación es en base a 18 objetos.

*** Determinación cualitativa únicamente.

metal usado para estas hachas fue inicialmente vaciado sobre una plancha, o tal vez en molde liso, y su forma final se consiguió a través de una secuencia de etapas de trabajo en frío seguido de recocido. En la operación final, los filos de las hachas se trabajaron en frío para darles forma y endurecerlos. Los extremos distales de algunas también fueron trabajados en frío después del recocido final.

Los datos metalográficos, los análisis químicos de los artefactos y los valores de dureza demuestran que los artesanos maximizaron la dureza de la hoja en todos los casos. Sin embargo, la dureza se controló y se incrementó a través de métodos de fabricación (endurecido por trabajo), más que por un control cuidadoso de la concentración del elemento aleante (endurecimiento por solución sólida). El cuadro 5.10 y el apéndice 2 indican cuánto varía la concentración del aleante en estos objetos. La diferencia entre 0.77% y 8.06% en peso de estaño en una aleación de cobre-estaño representa diferencias muy importantes en la dureza del metal vaciado, pero también en las propiedades mecánicas, incluso la de la dureza. Ciertas características del producto final fueron controladas más fácilmente una vez que el hacha estuvo vaciada, puesto que las propiedades cruciales se controlaban a través del trabajo más que por el uso de aleaciones estándar.

Las aleaciones estándar, por lo menos de bronce de cobre-arsénico, son difíciles de preparar. La cantidad de oxígeno presente es impredecible, y afecta las propiedades de trabajo. Estos factores probablemente explican por qué los artesanos prefirieron controlar la dureza a través del trabajo en frío final y el formado de estas herramientas. La cuestión es más compleja en el caso de las hachas de bronce de cobre-estaño, puesto que los artesanos controlaron las concentraciones en algunas clases de objetos aunque no estandarizaron las aleaciones.

Si comparamos los datos de composición y dureza para un grupo de estas hachas (cuadro 5.11), resulta evidente a que grado se controló la dureza a través del trabajo en frío. El hacha que contiene 2.48% en peso de estaño es más dura que la que tie-

Cuadro 5.11. Hachas del MRG: concentración del elemento aleante y dureza

Núm. de ID	As (porcentaje en peso)	Sn (porcentaje en peso)	Número de dureza de Vickers (Kg/mm ²)*
367	—	2.48	188-253
2249	—	1.94	159-213
374	—	7.92	185-256
403b	—	8.06	156-210
351	0.71	1.33	148-202
369	0.64	5.31	122-297
386	1.31	3.10	132-177

* Representan los valores mínimos y máximos de dureza medidos en la hoja.



Fig. 5.20. Corte pulido de la hoja de un hacha de bronce con 8.06% de estaño. El eutectoide quebradizo exhibe líneas de fractura resultantes del excesivo trabajo en frío (amplificación: 200)

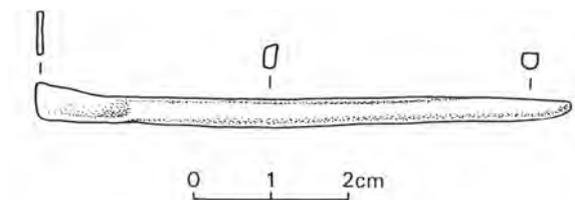


Fig. 5.21. Punzón con hoja estrecha, un tipo nuevo del Periodo 2 (vista superior)

ne 8.06% de ese elemento. Los estudios metalográficos de las hojas de ambas hachas revelan que el bronce con 8.06% de estaño fue trabajado en frío hasta llegar al punto en que la resiliencia se comprometió, como indica la figura 5.20. Esta micrografía muestra un corte de la hoja de esa hacha; las líneas de fractura son claramente visibles en el eutectoide. El microconstituyente eutectoide de una aleación de bronce de cobre-estaño es frágil por naturaleza y sufrirá fractura frágil si se trabaja en frío severamente. Este artefacto contenía estaño en concentración tan alta que los artesanos dejaron de trabajarlo en ese momento. La dureza máxima 210 VHN. Los datos experimentales indican que un bronce con 7% en peso de estaño alcanza 170 VHN cuando se reduce su espesor por tan sólo 25%, pero puede alcanzar 248 VHN si se reduce por 75%.¹⁶ En contraste, el hacha que sólo contiene 2.5% de estaño fue trabajada en frío tan severamente que alcanzó su dureza máxima.

Punzones: de una o dos puntas y con hoja. El diseño de otras herramientas también aprovechó las propiedades mecánicas superiores de estas aleaciones de cobre. Los punzones de ambos tipos presentes en el Periodo 1 (véase figura 3.26), al igual que un punzón con hoja (figura 5.21) fueron hechos durante el Periodo 2 de aleaciones de cobre-arsénico, cobre-estaño y cobre-arsénico-estaño (véase cuadro 5.6).

Los punzones de una o dos puntas fueron hechos igual que antes, pero aparece un nuevo tipo que se diferencia por una hoja en un extremo. Ejemplos intactos en la colección del MRG varían entre 6.6 y 9.4

cm de longitud. La figura 5.22 muestra un corte longitudinal de la punta de una de esas hojas. El objeto ha sido severamente trabajado en frío; aparte, el metal en la punta se ha doblado por el uso.

Los punzones hechos de aleaciones, incluyendo el tipo con la hoja, se fabricaron por las mismas técnicas que los punzones de cobre del Periodo 1. Los artesanos vaciaron una varilla larga, luego la martillaron alrededor de su eje para obtener su forma final. Los de sección transversal redonda eran doblados longitudinalmente dejando una fisura central; los de sección cuadrada o rectangular se vaciaron más parecidos a su forma final y, posteriormente, se rectificaron por martillado. En la figura 5.23 se muestra una micrografía del corte transversal de un punzón de sección transversal cuadrada, hecho de cobre-arsénico-estaño, procedente de Cuexcomate, que contiene 6.99% en peso de estaño y 1% de arsénico. No tiene fisura central. Pocos ejemplos del tipo de sección redonda se conocen hasta ahora para este periodo; todos los especímenes de Cuexcomate, por ejemplo, se elaboraron con secciones transversales rectangulares.

Aunque estas herramientas de cobre-estaño y de cobre-arsénico podían usarse en materiales mucho más duros que los de cobre puro, requerían de un mango resistente, capaz de absorber el impacto. Aquellos objetos hechos con una fisura longitudinal interna sólo pudieron haber sido usados para trabajar materiales blandos, como maderas blandas, ciertas fibras, hojas, pieles y cueros. Sahagún menciona que el artesano que hacía cascabeles y otros ornamentos vaciados a la cera perdida usaba una herramienta de metal para excavar los núcleos de carbón y de arcilla. Estos punzones hubieran sido apropiados para tal tarea, al igual que para

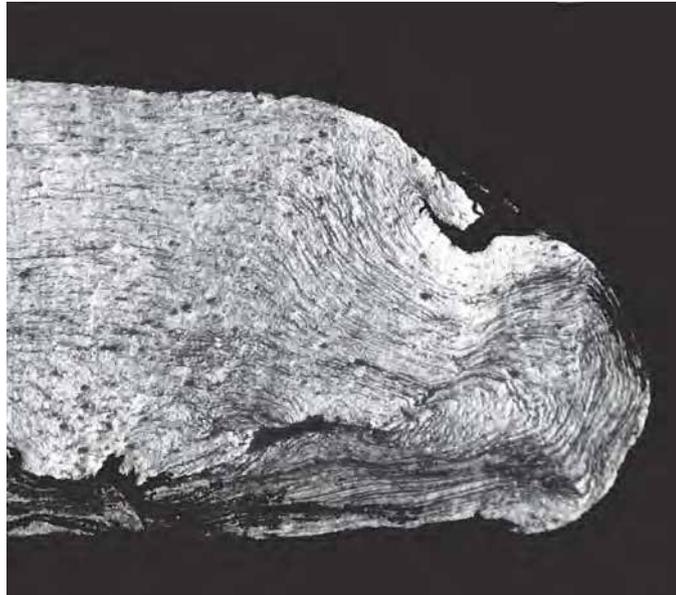


Fig. 5.22. Sección longitudinal de la punta de un punzón con hoja. El metal altamente segregado ha sufrido una severa deformación plástica. La punta de trabajo está achatada y doblada por el uso. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 100)

esculpir o alisar la cera propiamente, o tal vez para hacer diseños repujados en objetos de oro.

Las tres variedades de estos implementos aparecen en numerosos sitios del occidente de México (véase cuadro 5.6). Se han encontrado punzones de aleación de cobre-

estaño en Bernard, Guerrero, y en Calixtlahuaca, Estado de México. Las excavaciones de Michael Smith en Cuexcomate descubrieron 14 de estos objetos entre desechos domésticos,¹⁷ todos de aleación, ya sea de cobre-arsénico-estaño o de cobre-estaño (véase cuadro 7.2). Probablemente estos objetos no fueron herramientas para trabajar el metal; no se ha encontrado evidencia convincente de producción de metal en Cuexcomate.

Los estudios metalográficos indican que los implementos de Cuexcomate han sido formados por trabajo en frío. Son extremadamente duros debido a su alto contenido de estaño y el endurecido final por trabajo. Pudieron haberse ocupado para trabajar la madera. Sólo dos implementos de Cuexcomate están intactos; cuatro tienen hojas y uno tiene dos puntas, la condición fragmentaria de los otros no conserva evidencias de la forma de sus extremos funcionales. Por lo anterior, es imposible determinar si el diseño general de este grupo de herramientas se modificó para aprovechar las propiedades de las aleaciones. La evidencia de la colección del MRG y de punzones excavados en entierros de Urichu sugiere que fueron hechos más largos que sus contrapartes de cobre, pero las diferencias del diseño no

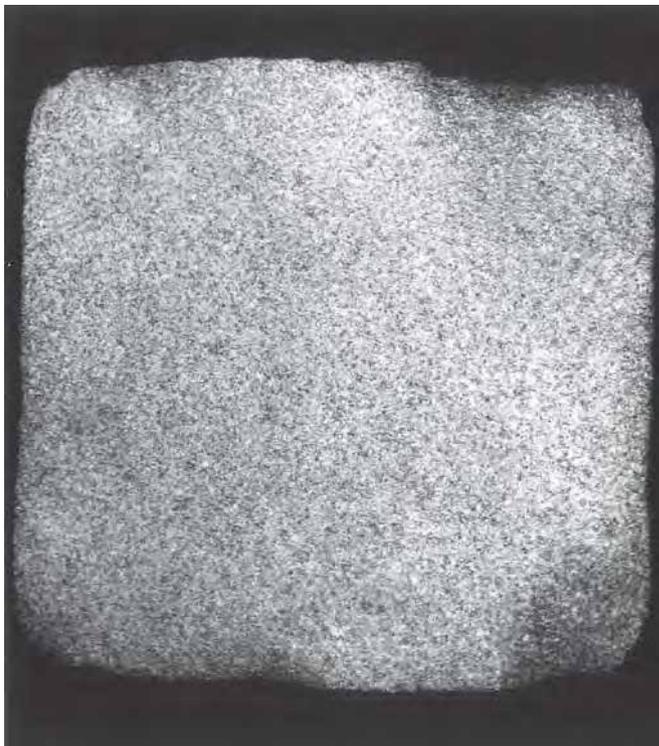


Fig. 5.23. Sección transversal de un punzón de Cuexcomate con hoja angosta (6.99% Sn, 1% As). La sección ha sido martillada casi hasta quedar cuadrada, con las esquinas trabajadas más intensamente, tal vez debido al uso. No hay ninguna fisura central visible en el metal. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 21)

Cuadro 5.12. Punzones (una o dos puntas, hoja): comparación de dimensiones y composiciones

Origen	Metal/aleación	Longitud (cm)	Espesor en el punto medio (cm)	Razón de longitud a espesor
RMG	Cu	5.00	0.30	17
RMG	Cu	6.80	0.39	17
RMG	Cu	7.90	0.30	26
RMG	Cu	10.00	0.70	14
RMG	Cu	10.30	0.25	41
RMG	Cu	11.30	0.40	28
Razón promedio (Cu): 25				
RMG	Cu-As	12.80	0.40	32
Cuexcomate	Cu-Sn	6.20	0.30	20
Cuexcomate	Cu-Sn	9.95	0.40	24
Urichu	Cu-Sn?	10.40	0.40	26
Urichu	Cu-Sn?	9.00	0.16	56
Urichu	Cu-Sn?	9.70	0.20	48
Razón promedio (aleaciones): 34				

son tan marcadas como en los cascabeles, pinzas y hachas. El cuadro 5.12 ilustra estas diferencias.

Agujas. Las agujas del Periodo 2 se elaboraron de aleaciones de cobre. El elemento aleante está presente en concentraciones de aproximadamente entre 1 y 2% en peso. El diseño más común del ojo de la aguja es el tipo de lazo. Estos ojos de aguja se hicieron doblando una tira de metal extremadamente delgada (menos de 0.07%) que se inserta en el cuerpo de la aguja. Una variante de este diseño se hace de la misma manera, excepto que la punta de la lengüeta sobresale. El extremo penetrante de estas agujas es puntiagudo. Ambos diseños de aguja de ojo de tira se ilustran en la figura 5.24. La

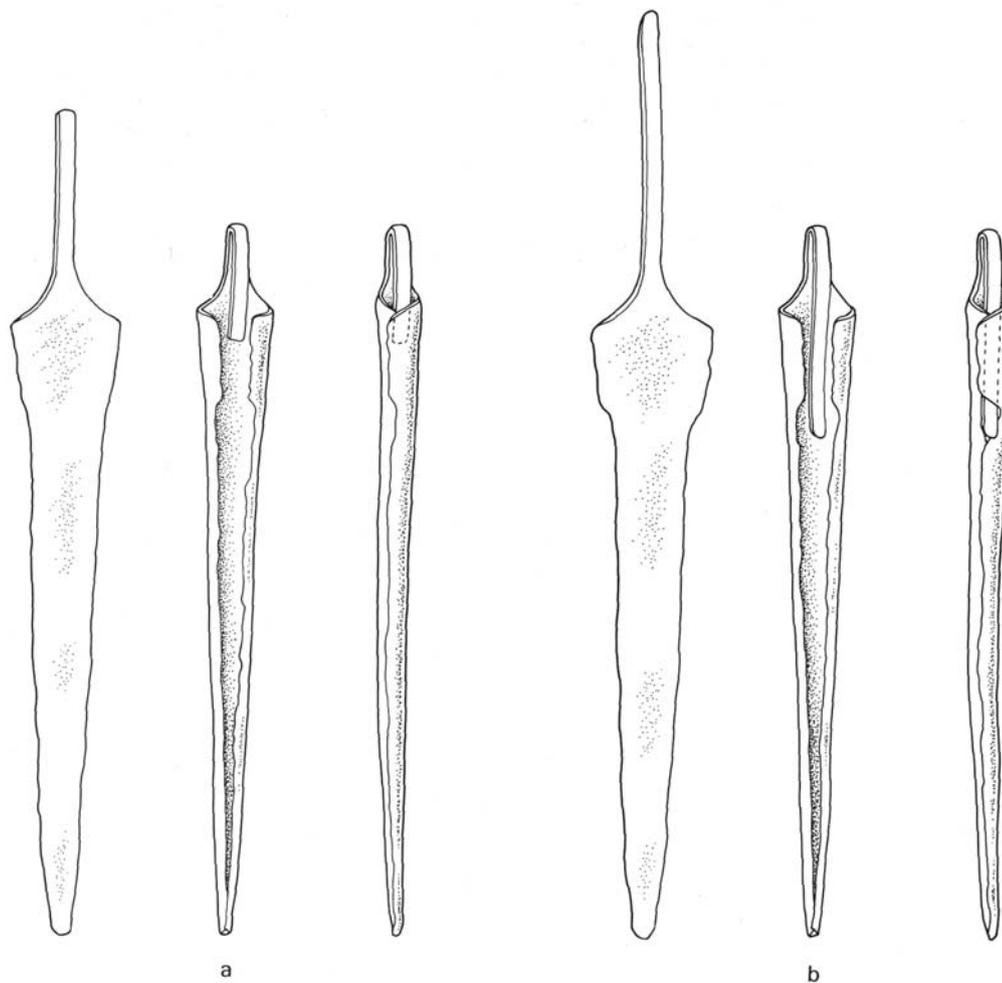


Fig. 5.24. Agujas de ojo de lazo. Dos diseños y su secuencia de fabricación: *a*) la lengüeta del ojo de lazo se inserta en el cuerpo de la aguja; *b*) la lengüeta del ojo sale desde abajo de las aletas laterales sobrepuestas

resistencia de las aleaciones de cobre-estaño o cobre-arsénico fue esencial para el metal extremadamente angosto del ojo de tira; este diseño fue sólo marginalmente funcional cuando se hizo de cobre.

Los artesanos realizaron estas agujas martillando una tira plana rectangular de metal hasta alcanzar el espesor y longitud deseados, dejando una angosta lengüeta en el extremo del ojo. Posteriormente, martillaron el metal alrededor de su eje longitudinal para formar el cuerpo, dejando una larga fisura interna. El ojo se hacía doblando la lengüeta, insertando el extremo libre en el cuerpo y luego martillando el cuerpo sobre la lengüeta para asegurarla. El metal sufrió varias secuencias de martillado y recocido y finalmente fue dejado en estado de trabajo en frío. La figura 5.25 muestra una corte atacado a través de uno de esos ojos de aguja; las pronunciadas líneas de flujo que corren en circunferencia alrededor del cuerpo indican la dirección en la que el metal del asta fue inicialmente trabajado en frío. Los granos equiaxiales y las maclas de recocido que resultan del martillado y del recocido también pueden verse en esta micrografía. Los valores de microdureza (150 VHN) son mayores en las orillas, donde el trabajo en frío fue más pronunciado, y son consistentes con la composición del metal: una aleación de cobre-arsénico que contiene 1.89% en peso de este último.

La otra variedad de este diseño se elaboró de la misma manera, excepto que la varilla fue martillada hasta aplanarla inmediatamente debajo de la lengüeta, produciendo un par de aletas laterales. La lengüeta del ojo entonces fue doblada y las otras dos se martillaron sobre la lengüeta para asegurarla, dejando el extremo libre. El corte a través de la varilla inmediatamente debajo del ojo (figura 5.26) muestra la lengüeta que se proyecta. El único ejemplo de este tipo de



Fig. 5.25. Aguja de ojo de lazo (insertado) (1.89% As). Sección transversal a través del ojo, muestra el extremo de la lengüeta completamente contenido en el hueco del cuerpo. Las líneas de flujo en el metal altamente segregado del cuerpo ilustran la dirección de flujo del metal durante el redondeado del cuerpo. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 50)

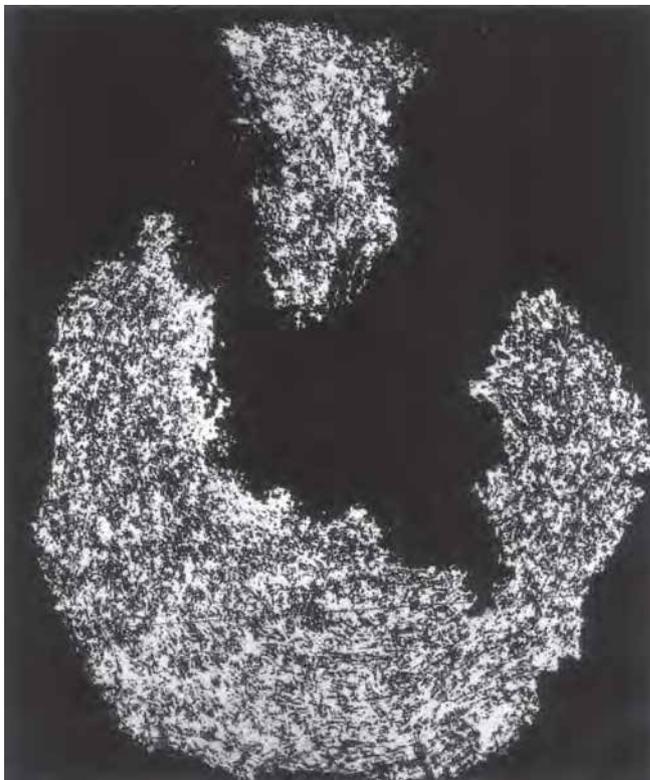


Fig. 5.26. Aguja de ojo de lazo de aletas. Corte transversal directamente debajo del ojo muestra la punta de la lengüeta que sale de las orillas de las aletas laterales. El metal está en estado completamente recocido. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 100)

ojo de aguja en la colección del MRG está hecho de cobre. Se han encontrado dos ejemplares en excavaciones de Cuexcomate (Morelos), ambos hechos de aleaciones de cobre.

Las excavaciones de Smith en Cuexcomate y Capilco descubrieron 11 agujas (véase cuadro 7.2); Ambos diseños de aguja de ojo de lazo y la variedad hecha durante el Periodo 1 con el ojo perforado se usaron en estos sitios durante el mismo periodo; todos fueron hechos de aleaciones de cobre-arsénico-estaño. En estos sitios, las agujas con ojo de lazo con lengüeta prominente tienen una fecha entre 1200 y 1350 d.C., o sea la parte más temprana del Periodo 2. (Esta variedad puede haber sido suplantada después por el otro tipo más resistente, que constituye el tipo de aguja más común en Mesoamérica.) El diseño experimenta esfuerzos internos introducidos al metal cuando la tira se dobló y las dos aletas se martillaron a su alrededor para asegurarlo. El recocido aminora estos esfuerzos, pero también ocasiona que la aguja sea más suave. No sabemos cómo fueron usadas estas agujas en Cuexcomate. Sin embargo, estos implementos apoyan la idea de Smith y Heath-Smith (1994) de que Cuexcomate fue una zona especializada en la producción de telas.

Ambos diseños de agujas, la de ojo perforado y la de ojo de lazo, han sido encontrados en la vertiente del Balsas, en entierros de Infiernillo y de La Villita (véase cuadro 5.6), pero estos ejemplares no han sido analizados. Aparte de

Cuexcomate, donde las agujas fueron encontradas en contextos domésticos, se han encontrado agujas de ojo de tira en entierros en varios otros sitios: en Urichu, Tzintzuntzan, Huandacareo y Tres Cerritos. Las agujas de ojo perforado también se ha encontrado en Apatzingán.

Ninguna de las agujas de Cuexcomate mide más de 11 cm de longitud; las aleaciones de cobre no se usaban para hacer agujas más largas, sino para hacer diseños más resistentes. El principal requisito del diseño era que tuviera un ojo de lazo de metal muy estrecha; las tiras tienen tan sólo 0.05 cm de ancho en algunos casos. Sin embargo, agujas encontradas en Urichu sí aprovecharon las propiedades de las aleaciones para aumentar la longitud y hacer el diseño más fino: por ejemplo, una de ellas mide 16.5 cm de largo y sólo 0.1 cm de espesor, con un ojo de tira extremadamente angosto (0.03 cm).

Hachas-monedas. Este grupo constituye una clase única de artefactos. Las hachas-monedas se han encontrado con más frecuencia en Oaxaca (Easby *et al.* 1967; Hosler 1986; Hosler *et al.* 1990), pero la variedad encontrada en Guerrero y a lo largo de la frontera Guerrero-Michoacán no aparece fuera de esta zona metalurgista (figura 5.27). Las hachas-monedas del occidente de México miden entre 14 y 20 cm de largo, son delgadas (el espesor promedio es de 0.05 cm) y tienen forma de hacha.

Rara vez las hachas-monedas han sido encontradas en contexto arqueológico dentro de esta región, y nunca con fechas seguras, mientras que la variedad oaxaqueña tiene una fecha posterior a 1200 d.C. La evidencia etnohistórica para el tipo de artefacto del occidente de



Fig. 5.27. Hacha-monedas (tipo 1a) encontrada en Guerrero

México indica que estos objetos eran elementos de tributo; otros que se les asemejan mucho aparecen ilustrados en el *Códice Mendocino* como bienes tributados a los aztecas por dos provincias de Guerrero, y artefactos similares, aunque hechos de plata, eran tributados al rey de Michoacán (Clark 1938; Schöndube 1974). *Hachuela* es el término en español que se empleaba para describir los objetos con forma de hacha que se usaban para pagar tributo. Un inventario de la Casa de Munición en la ciudad de México, realizado en 1528, menciona entre los objetos de cobre guardados ahí ocho quintales de cobre, 500 escudos de cobre y 113 cajas de *hachuelas* de cobre (Barrett 1981:12). Hay gran probabilidad de que estas *hachuelas* hayan sido hachas-moneda como las descritas e ilustradas aquí.

En descripciones de exploraciones arqueológicas en Naranja, centro de Guerrero, Weitlaner registró haber adquirido un “paquete de 13 láminas de cobre en forma de hacha pero con el espesor del papel pesado, y cuyo uso es incierto” (Weitlaner 1947:79). Fragmentos o “láminas muy delgadas” fueron encontrados en La Villita, en los límites entre Michoacán y Guerrero (Cabrera 1976), y los habitantes de Xochipala, Guerrero, también señalaron haberlas encontrado, de nuevo refiriéndose a ellas como “láminas” (Hosler 1986; Hosler *et al.* 1990).¹⁸ Un grupo de 30 se recolectó de la cuenca del Balsas en Guerrero y actualmente se encuentran en el Museo Regional de Cuernavaca, Morelos. Otros ejemplos procedentes de Guerrero también se encuentran en el Museo Británico, en el Museo Nacional de Antropología de la ciudad de México y en el Museo de Historia Natural de Nueva York.

La característica distintiva de estos objetos, determinada a través de estudios de las colecciones del MRG, es que por lo general son hechas de cobre arsenical y frecuentemente de aleación de cobre-arsénico (véase el apéndice 2). Las concentraciones de arsénico varían de 0.05% a 6.35% en peso. Las hachas-moneda fueron elaboradas de una plancha de vaciado original; sucesivas secuencias de trabajo en frío y recocido produjeron la lámina delgada de metal usada para formarlas. La micrografía de la figura 5.28 es de un corte longitudinal a través de un espécimen típico de Guerrero, mostrando una estructura completamente recocida con inclusiones un tanto alargadas que indican trabajo en frío previo. El uso de una aleación optimiza el diseño de estos objetos en forma de hoja, porque el metal es muy delgado. La mayoría de las hachas-moneda fueron dejadas en estado recocido, aunque algunas se trabajaron en frío como último paso en la secuencia de fabricación. Si los artesanos las hubieran hecho de cobre, así de delgadas, difícilmente habrían conserva-

do su forma. De cualquier manera, la concentración de arsénico es muy variable y es claro que no se controló de manera sistemática.

El uso de la aleación de cobre-arsénico para este diseño del occidente de México y para todas las otras hachas-moneda sugiere que, al igual que sus contrapartes ecuatorianas (véase el capítulo 6), pudieron haber servido como reserva de metal de cobre-arsénico. Como ya se mencionó, las longitudes varían entre 14 y 20 cm, y el espesor entre 0.02 y 0.06 cm. El hecho de que la longitud sea uniforme es congruente con su uso como objetos de tributo. Las hachas-moneda fueron manufacturadas de manera que pueden amontonarse fácilmente una sobre otra, y la descripción de Weitlaner de un “paquete” de 13 hojas sugiere que en esta zona, al igual que en Ecuador, estos objetos se empaquetaron y ataron en lotes. Eran repositorios de metal de cobre-arsénico fácilmente transportables, y su forma de hacha refleja la tradicional importancia de esta forma en las sociedades mesoamericanas.

Los artefactos aquí descritos con detalle (cascabeles, argollas, pinzas, agujas, hachas, punzones y hachas-moneda) son las principales clases de objetos de metal producidos durante el Periodo 2 en la zona metalurgista, pero no son de manera alguna las únicas. Anzuelos, azadones, puntas de bastón sembrador, puntas de flecha, narigueras, bezotes, cuentas, botones, sonajas de mano, anillos para los dedos y varios ornamentos pequeños (cascabeles sujetos a agujas y otros) durante este tiempo también se realizaron los mismos metales y aleaciones (Hosler 1986, 1988a). Sin embargo, éstos aparecen de manera poco frecuente en colecciones de museos y en excavaciones arqueológicas. Los elementos rituales de lámina de oro y de plata, algunas veces hechos de aleaciones de éstos, son la única clase importante de artefactos que no serán estudiados aquí. No

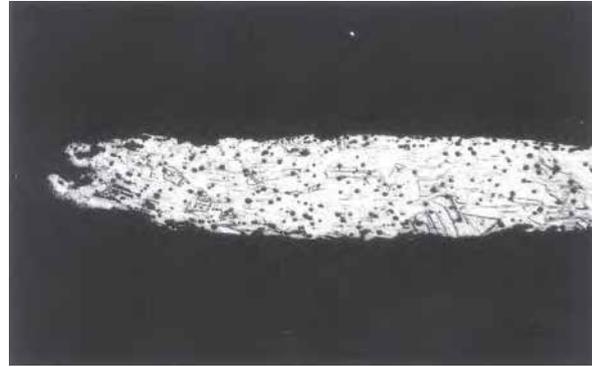


Fig. 5.28. Sección longitudinal a lo largo de la punta de un hacha-moneda del tipo 1a (0.60% As). La microestructura se caracteriza por granos equiaxiales con maclas de recocido; el metal trabajado en frío y recocido ha sido dejado en estado de recocido. Muestra atacada con hidróxido de amonio seguido de peróxido de hidrógeno (amplificación: 100)

aparecen en colecciones de museos ni en contextos arqueológicos en las cantidades sugeridas por las fuentes documentales.

El enfoque de la metalurgia del Periodo 2

Durante el periodo posterior a 1200 d.C., surgió un nuevo complejo tecnológico en el área de la zona metalurgista aquí descrita, que incluye la región tarasca de Michoacán, el valle de Toluca, el noroeste de Guerrero, Colima y partes de Jalisco. Sin embargo, aparte de referencias ocasionales a varias minas en Michoacán donde hubo procesamiento de menas (Hosler 1986; Pollard 1987; Warren 1968, 1989), no sabemos dónde tuvieron lugar la minería o la producción. Los pocos sitios mencionados aquí, donde se han reportado escoria o mena no constituyen centros procesadores primarios. Tampoco tenemos muchos conocimientos sobre cómo pudo haberse controlado la producción de estos objetos de bronce y de cobre-plata. Los datos de laboratorio ofrecen poca evidencia para la estandarización, ya sea en los tipos de aleación o en el diseño de artefactos, excepto en un control muy general de las propiedades, sugiriendo que el procesamiento y la manufactura se llevaron a cabo en múltiples centros. No hay evidencia alguna de que el Estado tarasco monopolizara la producción de metal.

Una característica definitoria del complejo tecnológico del Periodo 2 es que los artesanos usaron aleaciones de cobre de manera extensa: los dos bronce binarios, cobre-plata y aleaciones ternarias de esos metales. Se requirieron nuevos regímenes de fundición (descritos en el capítulo 2) para producir este rango de aleaciones. Éstas permitieron que los artesanos optimizaran el diseño de objetos que antes se habían hecho de cobre, empleando nuevas técnicas de fabricación, como el trabajo en caliente, para manipularlos cuando fuera necesario. Los objetos hechos de aleaciones de cobre fueron realizados sólo en otra región aparte del occidente de México, el área huasteca del oriente de México (Hosler y Stresser-Péan 1992), y los datos hasta ahora indican que esto sucedió poco antes de la invasión española. En otras, áreas por ejemplo, hacia el norte, en Sinaloa y en sitios a lo largo del Balsas inferior, los artesanos siguieron trabajando el cobre como antes. Hacia el sur, en Oaxaca, surgió una tecnología muy diferente, centrada en la producción de vaciados a la cera perdida de aleaciones de cobre-oro.

Aunque la metalurgia del occidente de México experimentó cambios radicales durante el Periodo 2 tanto en materiales como en métodos de procesamiento, hubo poco cambio en la constelación de objetos de metal, o en sus cantidades relativos uno a otro. El énfasis y la orientación de la tecnología siguieron siendo los mismos.

El interés de los artesanos en las propiedades de resonancia del metal continuó desarrollándose durante este Periodo. Los cascabeles fueron la clase de artefacto más importante en cuanto a su cantidad y variedades de diseños nuevos. Ocuparon las aleaciones descritas aquí para mejorar estos nuevos diseños, produciendo cascabeles más delgados, grandes y complejos, aprovechando la fuerza y características de solidificación de las aleaciones. Durante el Periodo 2, estos artesanos también se enfocaron intensamente en los colores metálicos, los cuales lograron aumentando las concentraciones de estaño o arsénico a niveles tales que los cascabeles de bronce arsenical se veían como de plata y los de bronce de estaño como de oro.

También es evidente el enfoque en los colores metálicos en objetos de ostentación de estatus elaborados por trabajo en caliente o en frío. Los estudios de simulación por computadora dejan ver claramente que la resistencia de los bronce y de la aleación de cobre-plata se requirió para lograr el diseño de las pinzas de cascarón y las argollas. Sin embargo, los artesanos usaron los elementos aleantes en concentraciones más altas de lo necesario, para poder obtener los colores dorados y plateados que estas aleaciones conferirían a los objetos trabajados: ellos escogían entre técnicas alternativas. Adaptaron sus procedimientos a las concentraciones del aleante, trabajando en caliente los bronce ricos en estaño cuando era necesario, para que ni la ductibilidad de ser formados ni el color se vieran comprometidos. Estas aleaciones también permitieron que los artesanos realizaran un rango de nuevos tipos de artefactos de lámina de metal extremadamente delgada: ornamentos, adornos para el cuello, pectorales y escudos ornamentales.

Al mismo tiempo, los artesanos aprovechaban los bronce para mejorar el diseño y funcionalidad de herramientas e implementos, los cuales hicieron más resistentes, resilientes y finos. Las hachas de bronce de estaño, de bronce de arsénico y de la aleación cobre-arsénico-estaño fueron casi el doble de duras y la mitad de gruesas que los ejemplos de cobre del Periodo 1. Las aleaciones de bronce también permitieron un nuevo diseño de aguja, con un delgado ojo de lazo. Además, los artesanos usaron bronce arsenical para hachas-moneda, las extremadamente delgadas hojas o “láminas” que sirvieron como elementos de tributo en Guerrero.

En resumen, los datos analíticos químicos (apéndice 2) indican que los artesanos del Periodo 2 producían varios tipos básicos de aleación: *a*) un bronce con el estaño o el arsénico presente en bajas concentraciones (con menos de aproximadamente 6% del elemento aleante); *b*) un bronce rico en estaño o arsénico (6%-23% en peso) y *c*) una aleación de cobre-plata, rica en este último elemento. A pesar de este patrón general, con frecuencia la concentración de la aleación presenta muchas variaciones dentro de una misma clase de artefacto. En las argollas, por ejemplo, la concentración de estaño fluctúa entre 8 y 19% en peso. Los artesanos del occidente de México entendieron y controlaron las propiedades de todas estas aleaciones, pero no ejercieron un fuerte control de las concentraciones del elemento aleante. Cuando fue posible, optimizaron las propiedades a través de técnicas de procesamiento.

Estos datos, y la información presentada en el capítulo 3 establecen que la orientación fundamental o patrón de la metalurgia del occidente de México se estableció muy temprano y no cambió de manera significativa. Sin embargo, al desarrollarse la tecnología (al menos en las regiones y sitios discutidos aquí) los artesanos ampliaron el rango de diseños y métodos de fabricación para optimizar ciertas propiedades de las nuevas aleaciones. Algunas de éstas, como el color, eran nuevas. Otras, especialmente las cualidades de resonancia del metal, fueron incuestionablemente valoradas desde el principio. Además, mientras que los datos de laboratorio dejan claro que estos artesanos comprendieron y manipularon por completo las propiedades y regímenes de manufactura requeridos para las herramientas, los artefactos utilitarios nunca fueron la preocupación principal. Estas sociedades definieron el metal como un material cuyo uso principal fue para objetos que comunicaban el poder sagrado (a través del sonido y del color) y para objetos usados en ceremonias por las elites.

Notas

1. Hosler, apuntes de campo, 1991.
2. Hosler, apuntes de campo, 1991.
3. Estos lingotes parecen estar hechos de bronce de cobre-estaño y están resguardados en la colección del Museo Nacional de Antropología en la ciudad de México.
4. Hosler, apuntes de campo, 1991.
5. Hosler, apuntes de campo, 1991.
6. Helen Pollard, comunicación personal, 1992.

7. Helen Pollard, comunicación personal, 1992.
8. El cuerpo de estudio y los métodos analíticos usados en esta investigación se describen en el apéndice 1.
9. Pude examinar visualmente material que supuestamente procedía de Calixtlahuaca conservado en el Museo de Historia Natural de Nueva York y en el Museo Nacional de Antropología de la ciudad de México.
10. Para una más amplia discusión de este punto véase Hosler (1986).
11. Heather Lechtman, comunicación personal, 1988.
12. Algunos de los objetos de cobre del MRG (especialmente las argollas y las agujas de ojo perforado) pudieron haberse hecho durante el Periodo 1 (véase el cuadro 3.1).
13. Heather Lechtman, comunicación personal, 1989.
14. Helen Pollard, comunicación personal, 1991.
15. Determiné que las hachas ilustradas eran de metal y no de piedra, comparando las formas de las hojas de hachas de piedra conocidas arqueológicamente, con las formas de las hojas de las hachas del MRG.
16. Heather Lechtman, comunicación personal, 1985.
17. Hosler, apuntes de campo, 1989.
18. Hosler, apuntes de campo, 1982.

El Periodo 2: orígenes
y transformaciones



6

Algunos avances en la metalurgia del occidente de México tuvieron sus raíces en las metalurgias del sur de Centroamérica y de Colombia, o en las del sur de Ecuador y norte de Perú, las mismas dos regiones de las cuales se introdujeron elementos anteriormente. Otros se derivaron de tradiciones metalúrgicas aún más al sur, de la costa centro-sur de Perú y las adyacentes a la sierra de Perú, Bolivia y noroeste de Argentina. Otros avances surgieron de manera independiente en el occidente de México. Los artesanos del Periodo 2 integraron estos elementos diversos, de acuerdo con sus propios preceptos sobre cómo debían ser usados el metal, los metales nativos y las menas a su disposición.

Aleaciones

Las tres aleaciones binarias de cobre ya habían sido desarrolladas en Sudamérica cientos de años antes de haber sido usadas por primera vez en el occidente de México. Dichas aleaciones se introdujeron a esta región de México alrededor de 1200 d.C., o un poco antes; las aleaciones de cobre-arsénico y de cobre-plata parecen ser anteriores a las de cobre-estaño. Estas aleaciones, entonces, se elaboraron localmente usando recursos del lugar. Algunos de los nuevos diseños realizados con estas aleaciones de cobre se derivan de prototipos de Sudamérica o de Centroamérica. Sin embargo, como ya se señaló, los pueblos andinos no exportaron las materias primas, ya fuera como menas o como lingotes, ni tampoco los objetos mismos fueron importados al occidente de México en gran escala.

El sur de Ecuador y norte de Perú contribuyeron con dos importantes sistemas de aleación a la metalurgia del occidente de México: cobre-arsénico y cobre-plata, así como prototipos para objetos hechos a partir de ellos. Los objetos de aleación de cobre-arsénico y de cobre-plata son extremadamente comunes en esta zona andina pero, en su mayor parte, están ausentes en el área intermedia entre el Ecuador y el occidente de México.

Bronce arsenical. Los artefactos de bronce arsenical tienen una fecha temprana de 300 d.C. en la costa de Ecuador. Los artesanos de la costa norte de Perú también experimentaban con esta aleación alrededor de la misma época. Hacia el 950 d.C., o tal vez antes, las aleaciones de cobre que contenían el arsénico en bajas concentraciones sirvieron como materia prima en la metalurgia del sur de Ecuador. Esta misma aleación, hecha localmente, fue también materia prima en el norte de Perú. Los artesanos andinos usaron bronce arsenical para elaborar argollas, pinzas, cascabeles, punzones, hachas, agujas y hachas-moneda.

No sabemos todavía en qué parte de Ecuador fue producida la aleación de bronce arsenical. Es probable que haya sido en las provincias de la sierra, dado que la arsenopirita está presente ahí, al igual que la enargita y otras menas de arsénico. Shimada (1985) ha propuesto que la mayor parte del metal de bronce arsenical usado en Ecuador fue importado en forma de lingotes de centros primarios de fundición, como Batán Grande, en la costa norte de Perú.¹ Batán Grande (figura 6.1) se convirtió en un importante centro de producción de bronce arsenical alrededor de 900 d.C., y siguió siendo un destacado proveedor de esa aleación desde la costa norte para los Estados de Sicán y Chimú hasta alrededor de 1400 d.C. (Shimada 1985; Shimada y Merkel 1991).

En el occidente de México, los artesanos usaron aleaciones de bronce arsenical de manera extensa sólo después de 1200 d.C. Dos tipos de artefacto del Periodo 2 hechos de esta aleación vinculan de manera directa esta región con la zona sudecuatorial y del norte de Perú. Uno es el hacha-moneda extraordinariamente delgada, y el otro las versiones de la aguja de ojo de lazo. Los estudios metalográficos demuestran que la secuencia de fabricación para las hachas-moneda es idéntica en ambas regiones; los métodos usados para manufacturar las dos variedades de aguja son también idénticos. Otras formas más generalizadas de artefactos (hachas, punzones y pequeñas herramientas ma-

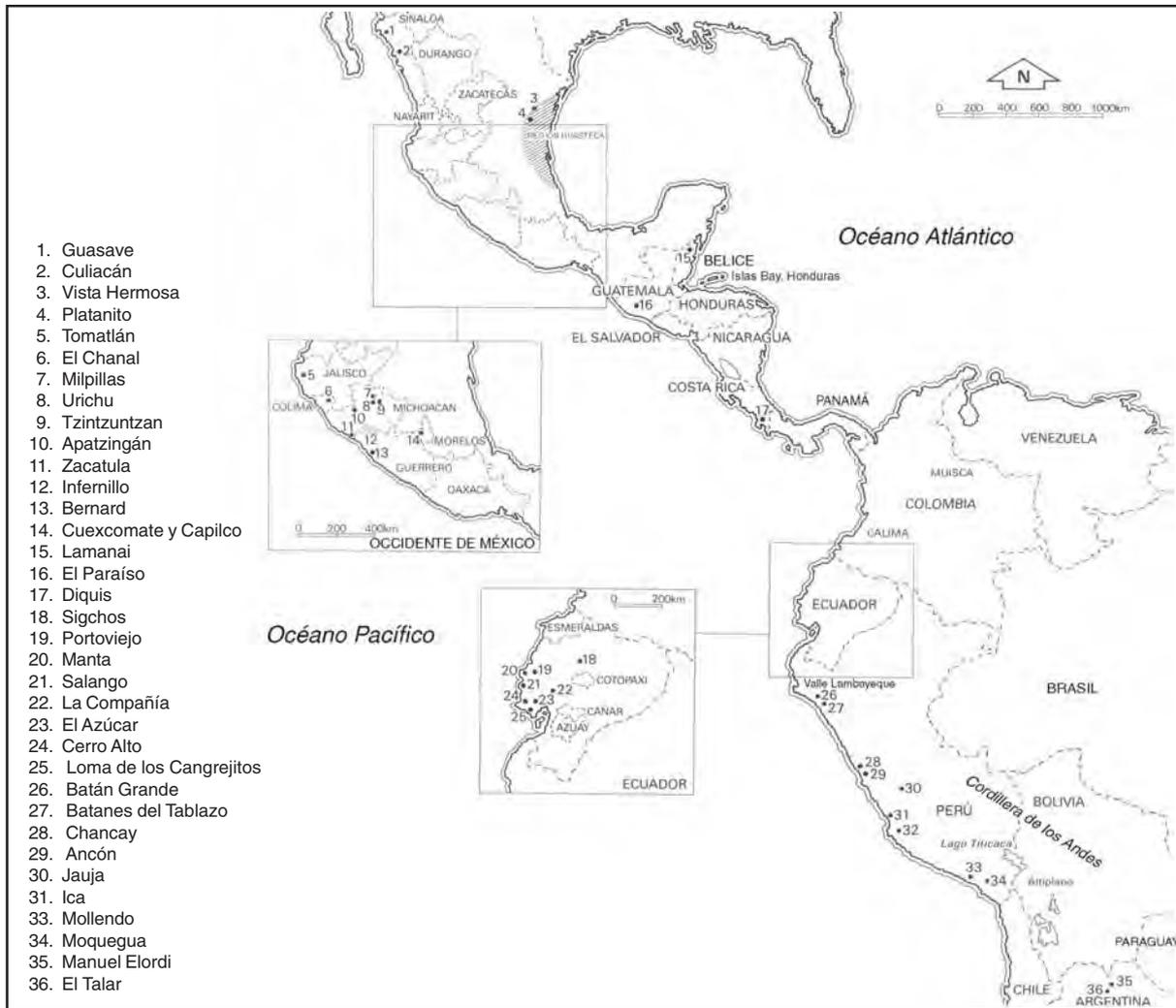


Fig. 6.1. Sitios arqueológicos del Nuevo Mundo y regiones asociadas con la metalurgia del occidente de México, Periodo 2

nuales) también fueron hechas de bronce de cobre-arsénico en ambas regiones, y sus métodos de manufactura y características de diseño también fueron los mismos. No obstante lo anterior, las hachas-moneda y las agujas de ojo de lazo proporcionan la evidencia menos ambigua de contacto, debido a sus formas particulares y uso especializado. Sabemos que las hachas-moneda fueron usadas para propósitos similares en el

occidente de México y en Ecuador; quizá lo mismo se aplica para las agujas de ojo de lazo; el diseño impide algunas tareas y facilita otras.

En el sur de Ecuador son comunes las hachas-moneda, y aparecen en el occidente de México (y en Oaxaca) después de 1200 d.C. Tanto las variedades andinas como las mexicanas por lo general se hicieron de aleaciones de cobre-arsénico. Entre los varios diseños mesoamericanos, ecuatorianos y peruanos, tres están íntimamente relacionados en lo que respecta a sus dimensiones, técnicas de fabricación y composición de la aleación: el hacha-moneda ecuatoriana del tipo 2 (figura 6.2); el tipo 1a, variedad común a Michoacán y Guerrero (véase figura 5.27); y el tipo 2a (Hosler 1986).

Entre los sistemas sociopolíticos del la costa de Ecuador estos objetos delgados de forma de hacha circularon como objetos de riqueza. En el occidente de México el hacha-moneda del tipo 1a fue objeto de tributo y, como se ha sugerido aquí, también pudo haber servido como repositorio de metal de cobre-arsénico. Tanto las variedades ecuatorianas como las del occidente de México tienen forma de “T” y son delgadas (en ocasiones tan delgadas como el papel; las más delgadas han sido encontradas atadas como “paquetes”). El arsénico, el principal elemento aleante, está presente en bajas concentraciones, que



Fig. 6.2. Hacha-moneda de Ecuador (tipo 2). Fotografía de Jane Mandel

varía de 0.1% a 6.4% en peso. La extrema delgadez del metal (menor a 0.05 cm) hace que la aleación sea un requisito del diseño. En general, los valores promedio para las concentraciones de arsénico en los especímenes mexicanos son algo menores que en los objetos ecuatorianos (Hosler *et al.* 1990). Los métodos de fabricación fueron casi idénticos; la variante ecuatoriana (figura 6.3), como su contraparte del occidente de México (véase figura 5.28), fue formada por trabajo en frío, recocida y luego dejada en condición de recocido. La fuerte evidencia de trabajo en frío previo en el ejemplo ecuatoriano resulta de su contenido de arsénico.

Durante el Periodo 2, los artesanos del occidente de México también usaron aleaciones de cobre-arsénico para optimizar el diseño de la aguja de ojo de lazo (véase figura 5.24). El mismo diseño fue elaborado de esta aleación mucho antes en el sur de Ecuador y en la costa norte de Perú. La colección del MRG tiene dos variedades de agujas de ojo de lazo, las cuales también están presentes en Cuexcomate. Llama la atención que ambas aparezcan también en Ecuador; en algunos sitios, como Salango, las dos se encuen-

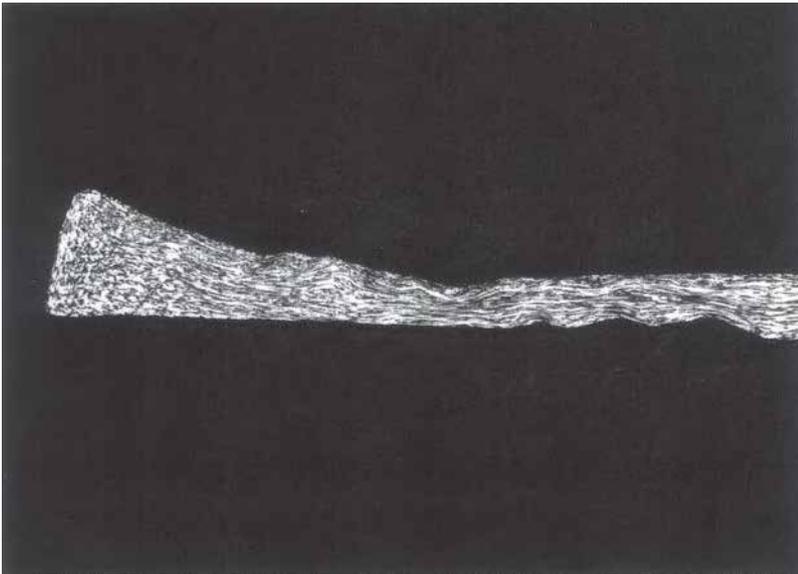


Fig. 6.3. Corte transversal de un hacha-moneda ecuatoriana (1.81% As), forjada en frío severamente, pero dejada en condición recocida excepto localmente, debajo de las indentaciones de la superficie. Muestra atacada con cloruro férrico alcohólico (amplificación: 11)



Fig. 6.4. Aguja de ojo de lazo remetido (tipo a) del norte de Perú



Fig. 6.5. Aguja de ojo de lazo con aletas (tipo b) de la costa de Ecuador

tran depositadas en el mismo contexto. Las figuras 6.4 y 6.5 muestran las dos versiones andinas de este diseño.

Los artesanos del occidente de México y sus contrapartes en el sur del Ecuador y norte de Perú elaboraron estas dos versiones de la aguja de ojo de lazo exactamente de

la misma manera. El capítulo 5 documenta la secuencia de fabricación para los dos especímenes del occidente de México (véase figura la 5.24). Las micrografías de cortes transversales de dos agujas ecuatorianas aparecen en las figuras 6.6 y 6.7. Las agujas ecuatorianas fueron hechas doblando y martillando una tira rectangular de metal alrededor de su eje longitudinal, creando un cuerpo redondo con una fisura interna. La porción del lazo para el ojo fue aplanada y luego doblada. En la aguja del tipo a, esta lengüeta fue metida dentro del cuerpo, mientras que en el tipo b fue doblada hacia atrás contra el cuerpo y dos aletas de metal se martillaron alrededor y por encima de ella para sujetarla, dejando parte de la lengüeta sobresalir del cuerpo. En ambos casos el paso final fue recocer el metal. Las micrografías muestran cortes transversales de las agujas en la parte donde la lengüeta se mete dentro del cuerpo (figura 6.6) o en la porción de las aletas sujetadoras (tipo b, figura 6.7).

En la región andina, la versión remetida de este diseño (tipo a) tiene una amplia distribución; en las costas y sierras de Ecuador y Perú, así como en el altiplano de Bolivia y el noroeste de Argentina. En el norte de los Andes, los artesanos hicieron estas agujas de aleaciones de cobre-arsénico, mientras que en la sierra andina del sur usaron aleaciones de cobre-estaño. En ambos casos, el elemento aleante aparece en concentraciones de casi 1-2%. Algunos ejemplos de este tipo de aguja se conocen de Colombia, y es probable que hayan sido hechos de aleaciones de cobre-oro, aunque no tenemos datos analíticos.

Los especímenes más antiguos de este tipo de aguja aparecen en el sur de la sierra andina, y datan de 400 a.C. y 200 d.C. (Rex González 1979). Los análisis de un grupo de agujas del noroeste de Argentina demuestran que fueron hechas de una aleación de cobre-arsénico-estaño (Fester 1962), derivada de un depósito atípico de mineral metalífero local. Estos objetos da-



Fig. 6.6. Corte transversal pulido de una aguja de ojo de lazo (tipo 1a) del norte de Perú, de aleación de Cu-As, mostrando la aleta rectangular y el asta que la rodea. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 100)



Fig. 6.7. Corte transversal de aguja de ojo de lazo (tipo b) de Ecuador. La lengüeta ovalada se asegura con las aletas laterales martilladas sobre su superficie. Muestra atacada con dicromato de potasio (amplificación: 100)

tan de entre 200 y 650 d.C. Otras agujas de la misma región serrana se formaron de la aleación más típica del sur andino: bronce de cobre-estaño (Nordenskiöld 1921). Las agujas del tipo a aparecen alrededor de 900 d.C. en la costa norte de Perú y sur de Ecuador (Lechtman 1981). En Loma de los Cangrejitos su fecha es de entre 900 y 1150 d.C., y están hechas de aleación de cobre-arsénico, mientras que en Salango y Cerro Alto se hicieron de aleaciones de cobre-arsénico y cobre-plata. La versión del diseño con aletas y lengüeta prominente en el lazo (tipo b) se restringe en Sudamérica a Ecuador. Como ya se señaló, ambos diseños aparecen en Salango, donde están hechos de una aleación de cobre-arsénico, este último elemento en baja concentración.

Aleaciones de cobre-plata. La segunda contribución fundamental de la región centro-norte andina a la metalurgia del occidente de México es el sistema de aleación de cobre-plata. En el Nuevo Mundo existieron dos centros principales de producción de aleaciones de cobre-plata: uno en el sur de Ecuador y norte de

Perú, donde aparecen alrededor de 500 d.C., y otro en la región tarasca de Michoacán, donde se volvieron comunes después de 1200 d.C. Los artesanos ocuparon estas aleaciones en ambas regiones para objetos rituales y de estatus (pendientes, escudos, discos y otros elementos de ostentación) que se trabajaron en frío a partir de lámina de metal. También se elaboraron argollas y, ocasionalmente, pinzas de estas aleaciones, formando el metal por trabajo en frío. Los artefactos de cobre-plata son escasos en las regiones intermedias de Colombia, Centroamérica y sur de Mesoamérica. Algunos objetos no fechables de aleación de cobre-plata se encuentran en colecciones procedentes de Oaxaca.

Los artesanos ecuatorianos usaron estas aleaciones por primera vez en el Periodo Guangala medio (véase capítulo 4), en sitios costeros como El Azúcar (alrededor de 280 d.C.). El conjunto de artefactos en el sitio de La Compañía, que es más tardío (aproximadamente 800-1530 d.C.) contiene una variedad de elementos suntuarios de cobre-plata, incluyendo pendientes, pectorales y cuencos. Algunos objetos rituales de lámina de cobre-plata aparecieron al mismo tiempo en la costa norte de Perú. En esta última región, estas aleaciones fueron inicialmente usadas por los moche (200-800 d.C.), y luego se emplearon ampliamente por los chimú (1000-1470 d.C.). En la costa sur de Perú, los artesanos también usaron aleaciones de cobre-plata, pero posteriormente, primero en Ica, antes de 1000 d.C., y luego en Chíncha (véase la figura 6.1), entre 1000 y 1100 d.C. (Kroeber y Strong 1924). Aunque la mayor parte de los objetos de aleación de cobre-plata del occidente de México tienen una fecha posterior a 1200 d.C., algunos artefactos de los sitios de Infiernillo parecen ser aleaciones de cobre-plata, y el material asociado a ellos sugiere que sus fechas son un poco más tempranas. Otros artefactos de cobre-plata fueron encontrados en Bernard, Guerrero, así como en El Chanal, Colima, así como en Urichu y Milpillas, Michoacán. Como ya se ha señalado, los artesanos tarascos emplearon la aleación de forma tan común que los españoles la llamaron “el metal de Michoacán” (Warren 1985).

Las propiedades de las aleaciones de cobre-plata que los artesanos más apreciaron en ambas regiones fueron su maleabilidad, resistencia y color. El espesor de estas aleaciones puede ser muy reducido sin causar fragilidad, permitiendo que los artesanos elaboraran lámina de metal extremadamente delgada sin perder su forma. A diferencia de las aleaciones de cobre-oro, o *tumbaga*, los efectos de enriquecimiento de la superficie son difíciles de lograr en los vaciados de cobre-plata. No es de sorprender, entonces, que los artefactos de cobre-plata vaciados a la cera perdida sean poco comunes en el occidente mexicano.

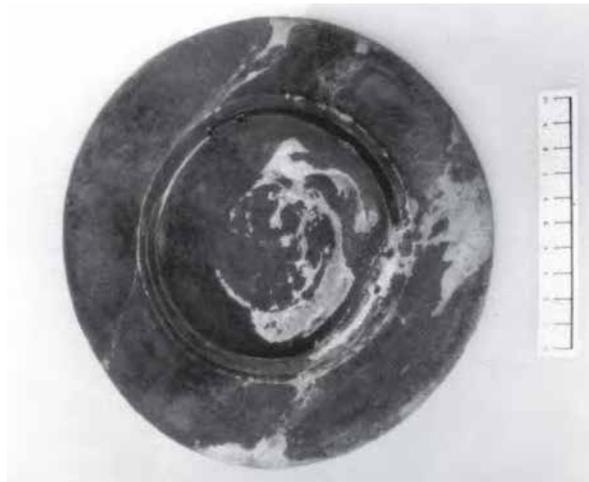


Fig. 6.8. Disco de aleación de Cu-Ag de la colección del MAG, Ecuador

Además de manejar este material de manera parecida, los artesanos de esa región de México en el Periodo 2 y sus contrapartes andinos algunas veces lo usaron para elaborar los mismos tipos de objetos. Un ejemplo de ello son las argollas de sección transversal redonda, que miden aproximadamente 2.5 cm de diámetro y que se localizan en entierros. En dicha zona, estas argollas son más abundantes en las tierras altas de Michoacán y los entierros del Balsas. También se han encontrado en grandes cantidades en sitios de

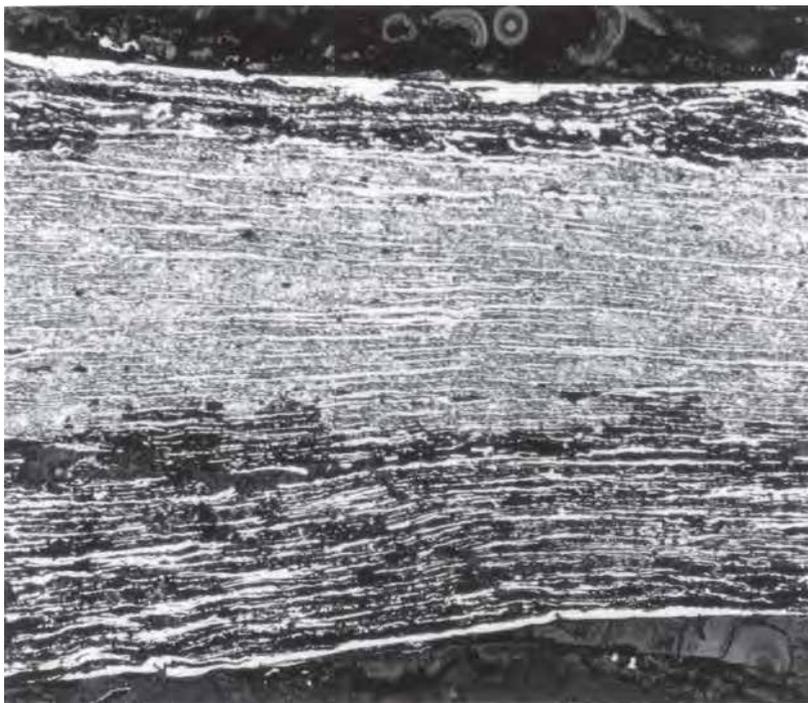


Fig. 6.9. Corte transversal del disco de aleación Cu-Ag ilustrado en la figura anterior. La microestructura exhibe las lamelas formadas por fases alternas ricas en cobre o en plata, tan típicas de las aleaciones de Cu-Ag martilladas en forma de lámina. Muestra atacada en dicromato de potasio seguido de cloruro férrico (amplificación: 200)

la costa de Ecuador. Además, los artesanos en ambas regiones usaron aleaciones de cobre-plata para hacer escudos grandes y circulares o discos (de aproximadamente 15 cm de diámetro) a través de repetidas secuencias de martillado y recocido. El disco que se ilustra en la figura 5.12, proveniente de un entierro en Michoacán, es virtualmente una réplica de ciertos discos hechos en Ecuador. La figura 6.8 ilustra un ejemplo de la costa de Ecuador, que actualmente se encuentra en la colección del MAG. El disco del occidente de México y su análogo andino son esencialmente idénticos en cuanto a sus técnicas de fabricación y composición de aleación. La microfotografía del disco ecuatoriano (figura 6.9) muestra la microestructura característica de la aleación de cobre-plata altamente trabajada, una estructura semi-

laminada que se desarrolla al reducirse el espesor del metal. El material resultante es resistente, maleable y resiliente.

De este modo, las aleaciones de cobre-plata fueron utilizadas en el occidente de México y en los Andes para fines similares. Los artesanos realizaron objetos rituales y de estatus delgados, de apariencia plateada con esas aleaciones, formándolos por trabajo en frío. Aparte de discos, esta aleación fue usada en ambas regiones para producir pendientes de lámina de metal, argollas y pinzas de diseño de cascarón, aunque las de cobre-plata en los Andes se confinan generalmente a las áreas centro y sur.

Bronce de cobre-estaño. Los artesanos de la sierra del sur de Perú, de Bolivia y del noroeste de Argentina contribuyeron a un tercer sistema de aleación al occidente de México: el bronce de cobre-estaño. Los objetos de cobre-estaño se manufacturaron en sólo dos zonas de América: el occidente de México y la sierra del sur de los Andes. Los objetos de bronce de cobre-estaño de dicha zona de México fechan después de 1200 d.C., mientras que en la región andina aparecen antes de 850 d.C. y continúan hasta la invasión española. Los artefactos de bronce de cobre-estaño en Sudamérica se vieron restringidos a la porción sur de la región andina hasta la consolidación incaica de la zona central andina alrededor de 1480, tras lo cual a veces aparecen asociados con material inca en los territorios andinos conquistados hacia el norte. Hay varios ejemplos aislados procedentes de Colombia que han sido analizados recientemente.² En Mesoamérica, los objetos de bronce de cobre-estaño fueron elaborados en el occidente de México y a veces exportados a otras áreas (véase el capítulo 7). El metal de aleación en sí también fue fundido en la región huasteca (Hosler y Stresser-Péan 1992) en el siglo anterior a la invasión española. Todavía no sabemos con seguridad si también se hicieron objetos de bronce en esa región.

Ahora bien, las fuentes más abundantes de estaño en el Nuevo Mundo se encuentran en la sierra andina del sur y los objetos de bronce de estaño más tempranos (*ca.* 300 d.C.) vienen de esta región y pertenecen a un complejo tecnológico que, quizá, derivó del altiplano de Bolivia (Rex González 1979). La aleación de bronce de estaño comenzó a ser empleada en el noroeste de Argentina (véase, por ejemplo, Ventura 1985) alrededor de 850 d.C, en la misma época (600-1000 d.C.) en que se difundió al altiplano del sur de Perú. Los artesanos andinos emplearon el bronce en bajas concentraciones de

estaño (en promedio alrededor de 5%) para hacer cuchillos, pinzas, hachas, punzones, agujas y otras herramientas. También ocasionalmente incorporaron el estaño en mayores concentraciones, a veces hasta el 10%, para objetos rituales y símbolos del Estado: cabezas de mazo en forma de estrella, hachas ceremoniales, placas rectangulares y redondas, penachos, pendientes y figurillas (Ambrosetti 1904; Boman 1908; Gordon 1985; Mathewson 1915; Mead 1915; Rutledge y Gordon 1987). La casiterita, la principal materia prima, es tan abundante que los orfebres del sur de los Andes manejaron las aleaciones de bronce de cobre-estaño como un metal multiuso, de la misma manera en que los artesanos del sur de Ecuador y del norte de Perú ocuparon las aleaciones de cobre-arsénico. Sin embargo, los análisis químicos demuestran que, a diferencia del arsénico, cuando el estaño aparece en artefactos sudamericanos casi siempre se encuentra en concentraciones lo suficientemente altas como para cambiar las propiedades mecánicas del metal; los distintos regímenes de fundición usados para producir estas dos aleaciones de bronce pueden ser responsables de estas diferencias. Las aleaciones de bronce de estaño se hacen añadiendo ya sea el metal fundido o la casiterita por separado al crisol, dando así a los orfebres un mayor control sobre la concentración de la aleación. Los artesanos andinos controlaron la composición de las aleaciones en los objetos de cobre-estaño, ocupando el estaño en bajas concentraciones (entre 2 y 7%) para herramientas. En ocasiones, éste aparece en concentraciones mayores en objetos suntuarios. Mead (1915) reporta dos casos de artefactos con concentraciones de estaño al 12%, tal vez por sus efectos de colorido. Otros análisis identifican sólo unos pocos objetos con estaño presente en concentraciones superiores a 12% en peso. Dos argollas del noroeste de Argentina con fecha aproximada de 950 d.C. contienen 20% en peso de estaño (Ventura 1985). Sin embargo, por lo general, son atípicos en los Andes los artefactos que contienen más de 10% de estaño en peso.

El uso sistemático de aleaciones de cobre ricas en estaño para objetos rituales y de estatus parece limitarse al occidente de México. En esta región, los orfebres usaron la aleación, con concentraciones de estaño de 10% o más, para colorear y optimizar el diseño de las pinzas de cascarón, las argollas, los cascabeles y ornamentos misceláneos. Con frecuencia las aleaciones de cobre-estaño con este último presente en bajas cantidades por lo general se reservaron para producir implementos.

Hay tres clases de artefactos de bronce de cobre-estaño que aparecen en la región andina sur y, más adelante en el occidente de México: argollas de sección transversal rectangular, agujas de ojo de lazo y pinzas de cascarón de hojas redondeadas (véase figura 5.6, tipo b). Estos objetos están fabricados de la misma manera en ambas áreas. Las argollas de sección transversal rectangular aparecen en entierros en el noroeste de Argentina; sus dimensiones son idénticas a las de sus contrapartes del occidente de México. Algunas argollas de sección transversal redonda similares a las que aparecen en Ecuador y en la zona de estudio en México también se conocen en los Andes del sur, pero ahí es más frecuente el diseño de sección transversal rectangular. Se han realizado pocos análisis químicos en estas argollas. Tenemos datos analíticos para dos de ellos, procedentes del noroeste de Argentina, hechos de bronce con alta concentración de estaño, encontrados en entierros en los sitios de El Talar y Manuel Elordi (véase la figura 6.1). La aguja de ojo de lazo del tipo a también está hecha de bronce de estaño cuando se encuentra en el área del sur de los Andes. Desafortunadamente, se han analizado pocas pinzas de diseño de cascarón, aunque en esta región de los Andes son comunes. Otros ejemplos de la sierra del sur que están en las colecciones del AMNH parecen estar hechos de estas aleaciones de cobre, con base en las observaciones macroscópicas.

Aleaciones y artefactos

La evidencia de que el sistema de aleaciones de cobre-estaño haya sido introducido al occidente de México no es tan fuerte como la que hay para las aleaciones de cobre-arsénico y cobre-plata. Tenemos muy pocos análisis químicos de objetos andinos hechos de bronce de cobre-estaño. Sin embargo, la presencia de pinzas de diseño de cascarón en esta región andina la relaciona de manera incuestionable con aquella región. Tres de los cuatro tipos de pinza en forma de cascarón encontrados aquí (tipos a, b y d; véase figura 5.6) tienen prototipos más antiguos en el área sur andina. Las características del diseño de estos especímenes de pinza son idénticas a las de los artefactos que representan los tres tipos del occidente de México; fueron fabricados de la misma manera y a veces de las mismas aleaciones. Los artesanos de los Andes del sur produjeron estas pinzas de aleaciones de cobre-plata y, aparentemente, también de bronce de cobre-

estaño. En el occidente de México este diseño de pinzas algunas veces se hizo de aleaciones de cobre-plata, pero con más frecuencia de cobre-arsénico, cobre-estaño y cobre-arsénico-estaño. Las pinzas de diseño de cascarón no son típicas en Ecuador, aunque aparezcan muy de vez en cuando. También se han informado ocasionalmente en Colombia, donde se hicieron de aleaciones de cobre-oro.

Ahora que las pinzas de diseño de cascarón con hoja redonda, idénticas a las de tipo b del occidente de México, son más abundantes en la costa de Perú y la sierra andina del sur. Primero aparecen en el noroeste de Argentina, donde los artesanos las elaboraron entre 200 a.C. y 650 d.C.: seguían produciendo el mismo diseño en periodos más tardíos. Existe una alta probabilidad de que la mayoría de pinzas del tipo b de la sierra del sur hayan sido hechas de bronce de estaño, en vista de las fechas tempranas, el uso generalizado de bronce de estaño en el área, y de que parece que los especímenes en museos están hechos de esa aleación a base de inspección visual.³

El diseño de pinza de cascarón tipo a del occidente de México tiene su contraparte más temprano en la costa sur de Perú, en Chincha. Las pinzas del tipo a encontradas en Chincha datan de entre 1000 y 1300 d.C. (Kroeber y Strong 1924; Root 1949); son

idénticas, incluso en sus dimensiones, a los especímenes del occidente de México. Estas pinzas de Chincha están hechas de aleaciones de cobre-plata. Las pinzas de hoja redonda (tipo b), también encontradas en Chincha, tienen fechas más tardías (1300-1400 d.C.); y también están hechas de aleaciones de cobre-plata. El tercer diseño de pinza del occidente de México, una variación del tipo d, también aparece en la costa, específicamente en Ancón y en Chancay (Hosler 1986, 1988b). Las pinzas de Chincha se ilustran en la figura 6.10.

También se ha encontrado el diseño de pinza del occidente de México con hoja en forma de media luna o de ancla (tipo d) en sitios del noroeste de Argentina y Colombia. Es difícil establecer las fechas para todos los ejemplos sudamericanos; uno del no-

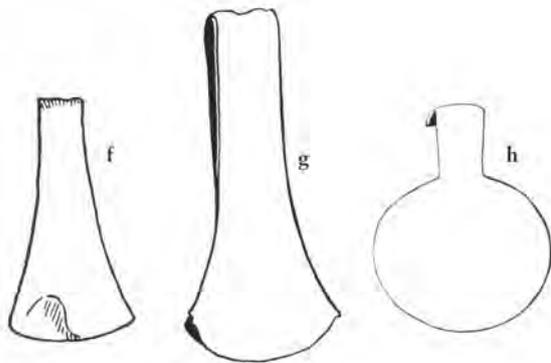


Fig. 6.10. Pinzas de Chincha, Perú, idénticas a los tipos a y b de las colecciones del MRG (véase fig. 5.6). Tomado de Kroeber y Strong 1924: lámina 22

roeste de Argentina data de después de 1400 (González 1979). En esta última región, esta pinza probablemente fue hecha de aleaciones de bronce de cobre-estaño. Sin embargo, las muestras de Colombia son las más parecidas al diseño del tipo d del occidente de México, aunque están hechos de aleaciones de cobre-oro. Un ejemplo poco usual del occidente de México, realizado de bronce de cobre-estaño, tiene una réplica exacta en Colombia, de aleación de cobre-oro. La figura 6.11 muestra el diseño del occidente de México (a) y su análogo colombiano (b).

Estos tres diseños de pinza aparecen en las colecciones sudamericanas del AMNH; fueron adquiridas de sitios de la costa peruana y de la sierra del noroeste argentino y

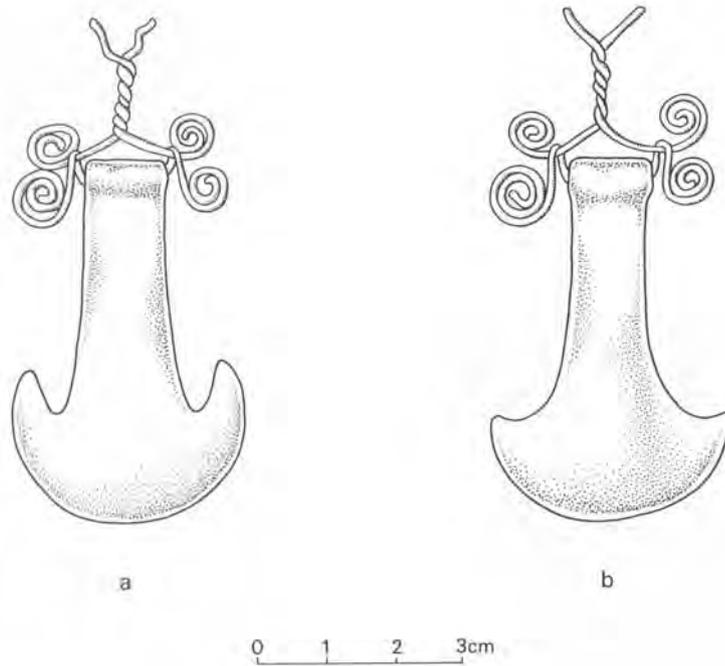


Fig. 6.11. Pinzas del tipo d: ejemplos del MRG (a) y del Museo del Oro, Bogotá, Colombia (b)

Bolivia. Las observaciones macroscópicas indican que las de la costa peruana están hechas de una aleación de cobre-plata. Como se mencionó, los ejemplos de la sierra parecen estar hechos de aleaciones de cobre-estaño.

Los elementos principales de la metalurgia del Periodo 2 en México se derivan de las metalurgias, orientadas hacia la lámina de metal, propias de Ecuador, Perú, Bolivia y el noroeste de Argentina. Aunque las distancias son muy grandes, la mejor explicación para la aparición en el Periodo 2 de estos diseños de pinzas en el occidente de México, al igual que para la aparición de la aleación de bronce de cobre-estaño, es que ambos fueron introducidos de la región del sur de los Andes. Algunos objetos prototípicos de bronce de cobre-estaño, inclusive las pinzas de cascarón, se transportaron de la sierra del sur hacia puertos en la costa sureña, donde se transbordaron hacia el norte. Es poco probable la existencia de un punto de origen más al norte, dentro de Sudamérica, para la aleación de bronce de cobre-estaño. Los orfebres ocuparon aleaciones de cobre-arsénico y de cobre-plata hasta la expansión incaica incluso en los Andes centrales, por ejemplo en Jauja, en el valle Mantaro de Perú. Tras la conquista incaica, los orfebres locales siguieron haciendo objetos de aleaciones de cobre-arsénico, pero añadiéndoles estaño como marcador de hegemonía inca (Owen 1986; Costin *et al.* 1989). En el sur de Ecuador, en contraste, aunque aparecen objetos de estilo inca de bronce de cobre-estaño después de la expansión inca (Escalera y Barriuso 1978), no hay evidencia de producción local de objetos de esta aleación.

Unos cuantos artefactos del occidente de México pueden haber sido importados de los Andes del sur o centrales; sabemos de por lo menos un objeto andino que pudo haber sido importado a los Andes desde México (véase la figura 6.15). Aparte de dos discos solares de estilo Nazca de oro o de aleación de oro encontrados en esa región mexicana (véase la figura 6.15) e identificados por Furst (1965b), se exhibe una pinza de estilo inca entre las Colecciones del occidente de México del Museo Nacional de Antropología. Quizá más fascinante sea el dibujo (figura 6.12) de Reiss y Stübel (1880-1887) de una pinza espiral estilo tarasco, pero hecha con dimensiones características de los incas, que fue encontrada en la costa de Perú. Sugiere que los artesanos andinos conocieron las elaboradas pinzas espirales tarascas de la elite. Este artefacto podría representar la copia inca de una pinza con espiral del occidente de México.

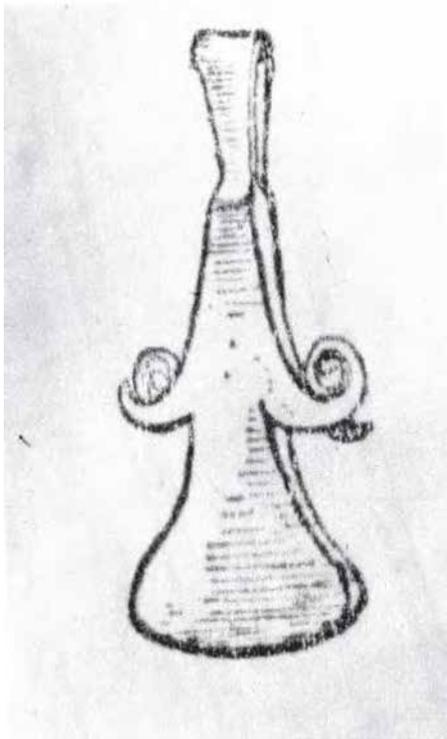


Fig. 6.12. Pinza con espirales encontrada en la costa de Perú. Fotografía de un dibujo de Reiss y Stübel (1880-1887, lámina 264)

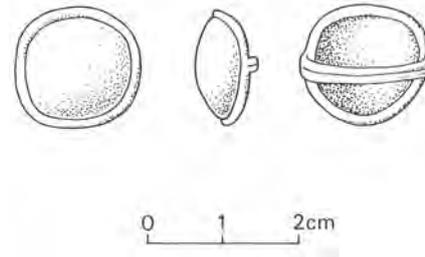


Fig. 6.13. Botón vaciado a la cera perdida de la colección del MRG. Objetos similares aparecen en Oaxaca, Belice y sur de Centroamérica

uno de los cuales es un ornamento vaciado a la cera perdida parecido a un botón (figura 6.13), que tiene muchas contrapartes en Centroamérica. Estos “botones” aparecen en Guasave y Culiacán, Sinaloa, Apatzingán, Michoacán y El Chanal, Colima. También, por lo menos uno de los diseños de pinzas del occidente (el tipo d) pudo haber sido introducido desde Colombia, aunque las pinzas nunca fueron un elemento importante de la metalurgia colombiana.

La tecnología de vaciado de cobre-oro de Centroamérica sur y de Colombia contribuyó mucho menos a la metalurgia del Periodo 2 que las metalurgias de los Andes centrales y del sur. Aunque siguió floreciendo el vaciado a la cera perdida, especialmente en la elaboración de cascabeles, los artesanos del Periodo 2 vaciaron cascabeles usando bronce de cobre-estaño y de cobre-arsénico, inventando de manera independiente una gama de nuevos diseños de cascabeles. Ciertos objetos de metal del Periodo 2 probablemente se derivan de Colombia y sur de Centroamérica,

Mecanismos de introducción

Algunos elementos de la metalurgia del Periodo 2 se introdujeron a través del mismo sistema de intercambio marítimo que operaba desde la costa de Ecuador que ya había transmitido los conocimientos técnicos y objetos prototípicos del periodo anterior. Seguramente, los objetos de cobre-arsénico y cobre-plata que sirvieron como modelo para varios diseños de artefacto del occidente de México del Periodo 2 se introdujeron de la misma manera. Se incluyen las agujas de ojo de lazo, hachas-moneda y objetos de estatus de lámina de metal. Sin embargo, algunos componentes de la tecnología del sur de Centroamérica y de Colombia, como los botones, pudieron haberse difundido vía terrestre. Como se ha señalado, objetos similares aparecen alrededor de 1200 d.C., o tal vez un poco antes, en Lamanai, Belice, en las Islas de la Bahía en Honduras y en Oaxaca.

La aparición en el occidente mexicano de bronce de cobre-estaño y diseños de artefactos característicos de la metalurgia de la costa sur de Perú, respaldan la idea de una rama más sureña del sistema de intercambio marítimo andino, relacionando Ecuador con el sur de Perú. Un documento español de mediados del siglo XVI, que se refiere a Chíncha como un reino grande y rico en la costa sur-central de Perú, sugiere tal vínculo (Rostworowski 1970). Chíncha surgió como un poderoso Estado costero aproximadamente en 1200 de nuestra era, y siguió siendo una importante fuerza económica hasta el Horizonte Tardío (1476-1532 d.C.). Los incas permitieron que Chíncha mantuviera su estatus gracias a su posición central en una próspera red de intercambio marítimo a larga distancia en la costa del Pacífico. Según el mismo documento, Chíncha era un puerto donde residían “6,000 comerciantes”, quienes se dedicaban al comercio a larga distancia en puntos hacia el norte navegando en balsas de madera. El documento menciona específicamente a Quito como el destino de las mercaderías (aquí “Quito” se refiere a la audiencia de ese nombre, o sea el territorio que corresponde aproximadamente a la moderna República de Ecuador). El documento también menciona Portoviejo, un pueblo localizado en la planicie costera, cerca de la capital costera de Manta, como uno de los puertos visitados. El documento no menciona específicamente que se comerciara el *Spondylus* hacia el sur, de Ecuador a Chíncha, aunque sí menciona cuentas de oro y esmeraldas. La descripción que Bartolomé Ruiz hace de la balsa encontrada frente a la costa de Esmeraldas aclara, sin embargo, que las conchas del norte estaban entre los elementos embarcados desde las aguas ecuatoriales hacia el sur (Sámano-Xerez 1937).

El documento de Chíncha establece la existencia de una red marítima que podía transportar mercancías del sur de Perú al occidente de México a través de puertos ecuatorianos. También plantea la posibilidad de que cobre u objetos de cobre de la costa sur de Perú hayan sido transportados hacia el norte. Según este documento, los mercaderes de Chíncha compraban y vendían en cobre, y parece que usaban este metal como valor de intercambio. Rostworowski (1970) sostiene que los mercaderes de Chíncha obtenían cobre de la sierra del sur y del altiplano, y que el cobre era la principal mercancía que mandaban al norte para intercambiar por el *Spondylus* de aguas templadas. La autora citada piensa que este cobre pudo haber servido como un tipo de estándar de valor metálico. Las excavaciones conducidas en Chíncha no han descubierto lingotes de metal ni artefactos que pudieran haber servido como tal estándar de valor. Tampoco ha proporcionado evidencia de que Chíncha haya funcionado como puerto (Hosler *et al.* 1990). Sin embargo, en este lugar se han excavado artefactos idénticos a los tipos del occidente de México, como los dos diseños de pinza de cascarón. Chíncha pudo haber servido como intermediario a través del cual los objetos hechos de bronce de cobre-estaño fueron enviados al norte hacia Ecuador, llegando, esporádicamente, a puertos en el occidente de México. Aunque se encontraron en Chíncha relativamente pocos objetos de bronce de cobre-estaño, Root ha analizado lo que describe como una pepita de estaño puro del sitio cercano de Ica en la costa.⁴ El estaño, tal vez fundido localmente de mena de casiterita importada de la sierra, resulta evidencia inequívoca de que el estaño fue empleado en esta zona costera. El hecho de que Chíncha comenzó a surgir como entidad marítima y política importante, casi al mismo tiempo en que apareció por primera vez el bronce de cobre-estaño en el occidente de México, puede reafirmar su posible papel como intermediario en la red marítima.

Sabemos también que ya desde el 200 d.C. había colonos de la cuenca del Titicaca, en el altiplano del sur, que vivían en Mollendo y Moquegua, en el extremo sur de la costa de Perú (véase figura 6.1). Ellos participaron en un sistema de intercambio en el cual se transportaban mercancías en ambas direcciones entre la zona lacustre del altiplano y la costa. La evidencia arqueológica reciente demuestra que Tiwanaku (100-1000 d.C.) desarrolló una política intencional de colonización en la costa sur (Goldstein 1989a, 1989b). Este arreglo concuerda con el patrón de intercambio andino que Murra (1972) ha llamado el “archipiélago vertical”. Para el Periodo Intermedio Tardío (*ca.* 1000-1476

d.C. o alrededor de 1200 d.C.), el sistema de intercambio del archipiélago vertical fue un factor clave en la creciente riqueza y poder del reino lupaca, que dominó los territorios alrededor de la orilla occidental del lago Titicaca. En vista de este patrón económico bien establecido, sería poco común que artefactos de bronce de cobre-estaño (y estaño en el caso de la pepita de Ica) no estuvieran entre los objetos que se movían del altiplano hacia la costa. Incluso si resulta que Chíncha no fue una entidad comercial importante, el comercio marítimo a larga distancia pudo haber sido administrado por otros sistemas políticos de la costa peruana, o tal vez por comerciantes ecuatorianos que organizaron el movimiento de estas mercaderías.

En este punto, la red marítima puede explicar cómo los objetos hechos de metales y aleaciones típicos de la sierra del sur de los Andes, de la costa de Perú, del Ecuador y posiblemente de Colombia, llegaron al occidente de México. Las embarcaciones ecuatorianas que viajaban a lo largo de la costa del Pacífico llegaron a puertos en el occidente de México e intercambiaron estos objetos por mercaderías locales. Aunque no se ha encontrado evidencia de metalurgia o de objetos de comercio de metal de estilo ecuatoriano en Centroamérica, es probable que los mineros llegaban a puertos en el Pacífico en su ruta hacia el norte. Sin embargo, no existen en la zona de Centroamérica depósitos explotables de mineral de cobre con arsénico ni menas de cobre o plata, por lo que el complejo tecnológico introducido al occidente de México nunca pudo haberse desarrollado en Centroamérica, ya que la materia prima que se requería no estaba disponible.

No sólo se introdujeron los artefactos prototípicos al occidente de México, sino también la información técnica necesaria para elaborarlos. Los artesanos capaces de reconocer a los minerales metalíferos de plata, arsénico y probablemente estaño, y que sabían cómo procesarlos, deben haber estado presentes en el área. Las tecnologías de fundición son tan complejas como para hacer imprescindible el contacto personal para comunicar la información sobre metalurgia extractiva, así como sobre técnicas de procesamiento y de manufactura. Artesanos andinos probablemente viajaron al occidente de México, o artesanos de esta última área fueron a los Andes, una combinación de las dos posibilidades también es factible. La presencia de artesanos andinos en esta región de México es la alternativa más probable, porque los sistemas políticos andinos controlaron el sistema de intercambio marítimo. Los comerciantes pudieron haber comunicado información básica sobre la tecnología al intercambiar pinzas, cascabeles y argollas

por *Spondylus*, peyote y otros bienes con sus socios de México. Artesanos o mineros andinos pudieron haber acompañado a estos comerciantes marítimos. Una vez en el occidente de México, los artesanos sudamericanos probablemente se remontaron con sus acompañantes del occidente de México, desde un puerto en la costa de Nayarit, Colima, Jalisco o Michoacán, en busca de los minerales metalíferos que se parecían a los materiales que empleaban en Ecuador: malaquita, calcopirita, arsenopirita, enargita y tetrahedrita. La presencia física de artesanos andinos en el occidente de México es la forma más probable de explicar la transmisión de las técnicas de fundición, trabajo y vaciado.

El documento del puerto de Zacatula (West 1961), estudiado en el capítulo 4, informa que los comerciantes marítimos llegaban en canoas desde algunas islas en el sur con cargamentos ricos para comerciar. Algunas veces, por estar el mar muy encrespado esperaban hasta seis meses antes de regresar. (Este periodo de seis meses se corresponde con la estación de huracanes en esta parte del Pacífico, cuando los marineros, de hecho, se quedan en puerto.) Pudo haber sido durante uno de estos prolongados retrasos cuando los artesanos andinos introdujeron algunos aspectos de su tecnología a sus socios comerciales de México.

Ahora que la situación más difícil de imaginarse, dadas las grandes distancias involucradas, es cómo llegaron al occidente de México los conocimientos sobre los minerales necesarios para producir bronce de cobre-estaño. Las menas de casiterita sólo estaban disponibles en el sur de la sierra andina y en el noroeste y centro de México. Los marineros o comerciantes ecuatorianos que viajaban cerca de la costa de Perú pudieron haber conocido la casiterita, y los pueblos peruanos que transportaban objetos de bronce de cobre-estaño o menas de cobre y estaño desde la región de la sierra andina a la costa seguramente estaban familiarizados con este mineral. Fundir la casiterita no es más difícil que cualquier otro óxido de metal; el problema principal es encontrarla. Si los conocimientos sobre la producción de bronce de cobre-estaño fueron introducidos al occidente de México, los artesanos que entendían de procedimientos de fundición no sólo fueron a esta área, sino que siguieron tierra adentro, a las áreas en Zacatecas y Durango, donde aparecen los depósitos de casiterita. Debieron haber llevado consigo el grajo pintado (*Cyanocorax dickeyi*) hasta la zona montañosa de Durango, ahora habitada por este pájaro (véase el capítulo 4). Se conocen por lo menos dos depósitos de

casiterita en esta misma región, los cuales están más cerca de la costa del Pacífico que cualquier otro depósito de ese mineral en México.

Esta reconstrucción requiere que nos preguntemos por qué los artesanos del Periodo 1 ocuparon el cobre puro, casi exclusivamente e incorporándolo tan sólo para formar aleaciones durante el Periodo 2. Los artesanos ecuatorianos ya empleaban las aleaciones de cobre-plata y de cobre-arsénico en el momento en que la metalurgia fue introducida al occidente de México. Aunque estas dos aleaciones pueden haber aparecido en la zona metalurgista un poco antes de lo que indican los datos más recientes, la evidencia sugiere que los artesanos de esta zona no las ocuparon a escala significativa entre 600 y 1100 d.C. Es probable que los comerciantes sudamericanos simplemente no hayan introducido la información sobre las tecnologías de aleación y fundición de estos materiales o que los artesanos del occidente de México decidieran no trabajarlos.

La nueva tecnología: aleaciones del occidente de México y regímenes de fundición

Tres aleaciones —cobre-arsénico, cobre-plata y cobre-estaño— se introdujeron a esta región desde regiones sureñas. ¿Hasta qué punto fueron utilizados los métodos para hacer estas aleaciones también similares en ambas áreas? Resulta más difícil explicar la producción de aleaciones de cobre-plata, puesto que tanto en el occidente de México como en Ecuador y Perú los depósitos de plata aparecen en muchas formas: como plata nativa o metálica, como argentita y como sulfosales de plata. No existe ningún método confiable para determinar cuál fue empleada con evidencia que sólo proviene de la composición química de los artefactos.

La situación para las aleaciones de cobre-arsénico también es compleja. En Perú, estas aleaciones (que contienen arsénico en concentraciones de entre 0.5% y 5%) pudieron haberse hecho fundiendo la enargita (Lechtman 1976, 1979, 1981, 1991). La enargita es un mineral sulfarsénico de cobre, abundante en la sierra de los Andes centrales. Cuando se funde produce aleaciones de cobre-arsénico directamente, con el arsénico presente en concentraciones bastante bajas (Rostoker y Dvorak 1991). Los experimentos de Lechtman con la mena han demostrado que cuando es pura la enargita se puede co-fundir con la

atacamita, un mineral metalífero de cloruro de cobre. La aleación resultante puede contener hasta 7% de arsénico (Lechtman 1985).⁵ La enargita contiene 17% de arsénico. Sin embargo, la enargita es un mineral de la sierra, y muchos objetos de aleación de cobre-arsénico se hicieron en la costa norte del Perú. Lechtman (1991) sostiene que estos minerales de la sierra fueron uno de los principales elementos traídos de la sierra a la costa; de hecho, ella ha identificado un fragmento de enargita en el sitio metalurgista costero de Batanes del Tablazo, en el valle Chancay inferior. Como se detalla en el capítulo 2, las aleaciones de cobre-arsénico también pueden producirse cofundiendo un mineral de cobre, como la calcopirita, con arsenopirita, una mena de hierro y arsénico. En apariencia, la arsenopirita se asocia con la calcopirita en la costa norte de Perú (Lechtman 1976, 1991), y también se encuentra en varias localidades en la sierra. En general, la arsenopirita es mucho menos abundante que la enargita en la zona de la sierra. Shimada y Merkel sostienen que las aleaciones de cobre-arsénico fueron producidas en el sitio costero de Batán Grande fundiendo conjuntamente menas de óxido de cobre con arsenopirita. Shimada ha encontrado ejemplos de arsenopirita en ese sitio (Merkel *et al.* 1994; Shimada 1985; Shimada y Merkel 1991). Algunas aleaciones de cobre-arsénico de la costa pudieron haberse producido de esta manera. Sin embargo, Lechtman sugiere que la enargita fue el principal mineral metalífero utilizado, por el volumen considerable de objetos de metal manufacturados en la costa norte de Perú en el periodo posterior al 800 d.C.

La mineralogía de menas de los depósitos ecuatorianos es útil para entender cómo las aleaciones de cobre-arsénico pudieron haberse producido ahí. Los estudios de Goossens (1972a, 1972b) demuestran que en Ecuador los minerales que contienen arsénico y las menas de cobre-arsénico sólo se encuentran en la sierra. Aparecen en las provincias de Azuay, Cotopaxi y Cañar (véase la figura 6.1). En la mina de Sigchos, cerca de Quito, por ejemplo, aparecen la arsenopirita y la calcopirita, y también están presentes la enargita y la tetrahedrita, lo que sugiere que estaban disponibles las materias primas para producir aleaciones de cobre-arsénico ya fuera fundiendo la arsenopirita con la calcopirita, o bien fundiendo la enargita o la tetrahedrita. Los datos de Goossens indican que las menas de cobre con arsénico, la enargita y la tetrahedrita, son algo más abundantes que las de arsenopirita y calcopirita. Los datos geológicos tienden a sugerir que, al menos en Ecuador, ambos métodos pudieron haber sido empleados.

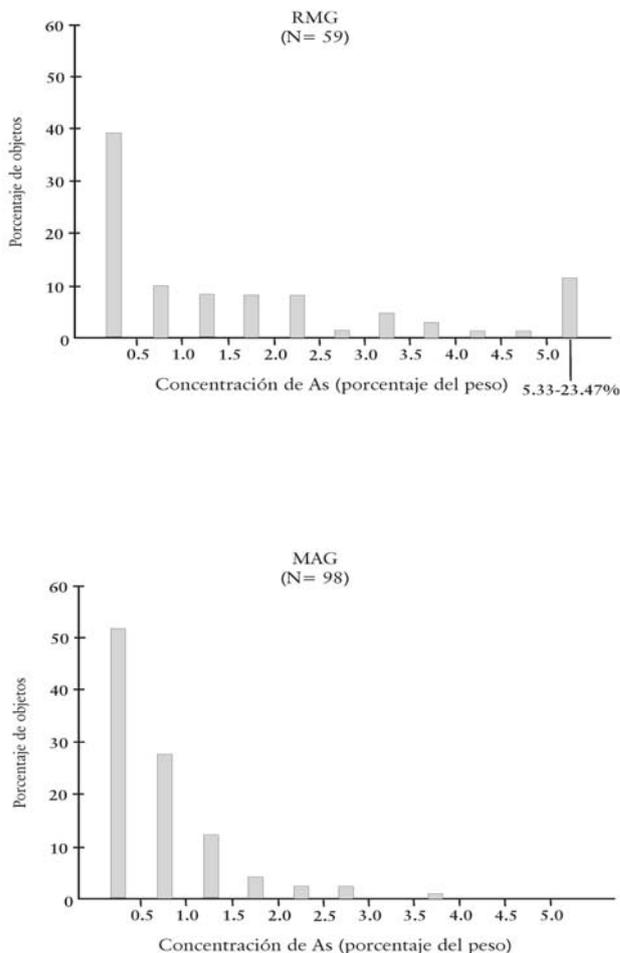


Fig. 6.14. Intervalos de concentración de arsénico en objetos de aleación Cu-As del occidente mexicano y de Ecuador

En contraste con lo anterior, en el occidente de México, la arsenopirita es el mineral metalífero con arsénico más importante. Además, donde quiera que aparece la arsenopirita, se encuentra asociada con calcopirita (véase el capítulo 2). La enargita y la tetrahedrita, aunque están presentes en México, no son comunes. Los artesanos del occidente de México en su mayor parte produjeron la aleación de cobre-arsénico fundiendo directamente mezclas de calcopirita y arsenopirita naturales, o bien cofundiendo arsenopirita con calcopirita o sus productos intemperizados. Esta situación sugiere que los artesanos andinos, que introdujeron la aleación de cobre-arsénico y los conocimientos para su producción, tuvieron que haber estado familiarizados con la arsenopirita para que los artesanos del occidente de México aprendieran a localizar las menas.

Los datos analíticos indican que en tal zona las aleaciones de cobre-arsénico pudieron haber sido producidas usando métodos algo distintos a los de Ecuador, puesto que el arsénico aparece en diferentes rangos de concentración en artefactos de ambas regiones (figura 6.14). En los objetos del occidente de México el arsénico aparece sistemáticamente en concentraciones tanto muy bajas como en concentraciones bastante altas; entre estos dos extremos, las distribuciones se extienden de manera relativamente uniforme a través del rango de composición representado. El rango limitado de artefactos que contienen arsénico en concentraciones bajas en Ecuador puede indicar que la aleación fue automática en la mayoría de los casos. Los arte-

sanos fundieron directamente el metal de una mena de cobre con arsénico y las concentraciones de este último resultantes no fueron controladas. La distribución característica de México puede reflejar el hecho de que la arsenopirita fue añadida deliberadamente a la mena de cobre y cofundida en concentraciones tan altas como para afectar las propiedades mecánicas de la aleación. Las concentraciones de arsénico tienden a ser más altas que en los objetos ecuatorianos, aunque no se controlaron de manera sistemática.

Los artesanos del occidente de México usaron la aleación de cobre-arsénico en muchos casos exactamente como había sido empleada en la zona andina, pero en esta zona de México la aleación nunca se convirtió en materia prima de uso común; los tipos de minerales metalíferos fundidos podrían explicar esto. Las variedades andinas, a diferencia de las del occidente de México, son sobre todo menas de cobre con arsénico, y cuando se funden invariablemente producen aleaciones de cobre-arsénico.

Resulta más sencillo explicar los regímenes de fundición usados para producir las aleaciones de cobre-estaño. La casiterita, la mena de óxido de estaño más común en ambas regiones, es la única mena de estaño en México. Los procedimientos de fundición no son complicados: en México, la casiterita pudo haber sido fundida con calcopirita, o bien fundida por separado para extraer el estaño metálico, el cual luego se añadía al cobre fundido. En la zona andina son comunes la calcopirita y varias otras menas de sulfuro de cobre. La aleación pudo haberse producido de la misma manera usando cualquiera de ellas. La estannita, una mena de cobre con estaño, ha sido reportada ocasionalmente en Bolivia. Cuando se funde directamente, esta mena produce una aleación de cobre-estaño. La estannita pudo haberse empleado para aleaciones de cobre-estaño en los Andes del sur, pero la abundancia relativa de este mineral metalífero hace de la casiterita una mucho mejor posibilidad. Además, las concentraciones de estaño en artefactos andinos parecen haberse controlado y siempre son lo suficientemente altas como para afectar las propiedades mecánicas del metal. Esto sugiere que la aleación no fue el producto accidental de la fundición de menas como la estannita, sino el resultado de un esfuerzo deliberado.

La reinterpretación en el occidente de México

Durante el Periodo 2, los artesanos de esta región incorporaron nuevos elementos a su repertorio técnico. En general, estos elementos pertenecen a la esfera secular y utilitaria, más que a la elitista y sagrada de las tradiciones técnicas metalúrgicas de Sudamérica. En casos como el de las hachas-moneda, los artesanos de esta latitud reprodujeron todos los componentes del complejo técnico original: el diseño de los objetos, los metales y aleaciones usados y los métodos de fabricación. En otros casos, reconfiguraron esos mismos componentes, es decir, crearon una esfera elitista de su propia tecnología interpretando y transformando ciertos aspectos seculares o de menor importancia de las metalurgias del sur de los Andes, del sur de Centroamérica y de Colombia. Su uso de los bronce y su extensa experimentación con el vaciado a la cera perdida son el mejor ejemplo de esto.

No se pueden reconstruir con facilidad las circunstancias históricas que influyeron las decisiones técnicas aquí descritas. Creo que en el occidente de México el proceso fue mediado por intereses políticos y por ideología religiosa, y que en el Periodo 2 las élites probablemente determinaron cómo se usaría el nuevo material. En Sudamérica, los comerciantes, las élites (o ambos) determinaron las clases de conocimiento y los materiales apropiados para ser exportados al occidente de México. Burger (1984), al probar en el Nuevo Mundo el modelo que Renfrew (1969, 1975) propuso para el Viejo Mundo para explicar relaciones de intercambio, señala que las conchas de *Spondylus* y de *Strombus* son los tipos de bienes no productivos que concuerdan con los criterios de Renfrew para elementos de intercambio a larga distancia (comerciadados entre Ecuador y Perú). Como materiales exóticos, se revistieron de significados simbólicos por quienes los estaban adquiriendo; son bajos en contenido de información, de variedad limitada y de cantidad modesta (Burger 1984: 46-49). Estos criterios describen bien el volumen de intercambio y los tipos de artefactos de metal transportados del Ecuador y Perú al occidente de México.

Los logros técnicos más originales en esta última zona durante el Periodo 2 ocurrieron en el ámbito de la elite y ritual de la tecnología. La inventiva notable de los artesanos del occidente de México y la variedad técnica ahí visible diferenciaron, en última instancia, de manera decisiva esta metalurgia de las de Centro y Sudamérica. Esto se advierte en los tipos de artefacto que se volvieron los focos centrales de la tecnología ritual y

de elite, en el rango de métodos de fabricación usados y en la extraordinaria variedad de metales y aleaciones que caracterizaron esta empresa técnica.

Los artesanos del Periodo 2 emplearon tanto el enfoque andino característico de elaborar objetos rituales trabajándolos, en ocasiones hasta llegar a láminas de metal extremadamente delgadas, como el método colombiano de vaciado a la cera perdida. Sin embargo, como se señaló en el capítulo 4, los artesanos del occidente de México no reprodujeron los componentes más esotéricos de esas tecnologías en otros aspectos: artefactos rituales, variedad de técnicas de vaciado y aleaciones de *tumbaga*.

De igual manera, los artesanos del occidente de México no incorporaron los objetos rituales más importantes de la región más sureña: placas de lámina de metal, ornamentos corporales y objetos tridimensionales. Tampoco hay evidencia de que los artesanos de esa zona mexicana hayan adoptado las complejas técnicas de enriquecimiento de la superficie, incluyendo el recubrimientos por sustitución electroquímica y el dorado por agotamiento descritos por Lechtman y otros.

La metalurgia del Periodo 2 se asemeja mucho a las esferas elitistas de las metalurgias sureñas en el uso de las aleaciones de cobre-plata. En Ecuador, los artesanos hicieron con éstas objetos de estatus de lámina de metal, asimismo artefactos como pinzas trabajadas en frío a partir de una plancha original vaciada. Los objetos de “plata” que Bartolomé Ruiz menciona haber visto en la balsa indígena que interceptó (diademas, cintos, tenazuelas y otros) eran probablemente objetos de lámina de cobre-plata que se veían como si fueran de plata debido a su proceso. Algunos de estos artefactos, especialmente los pectorales de lámina de metal y argollas, fueron incorporados a los componentes rituales y elitistas de la metalurgia del occidente de México. Sin embargo, los objetos de lámina de metal cobre-plata de esta región nunca muestran una iconografía típicamente andina. Cuando encontramos diseños en estos objetos (*cf.* Kelly 1985), los motivos son distintivamente mesoamericanos. Lo que se apropiaron los pueblos del occidente de México fue el *material*, que usaron para elaborar los motivos y diseños distintivos de artefactos (como las grandes pinzas de diseño de cascarón) que tenían significado dentro de su propio sistema de creencias.

Incluso los pocos ejemplos de objetos del occidente de México de estilo andino publicados, hechos con aleación ternaria (de El Chanal, Colima, véase el capítulo 5) exhiben diseños mesoamericanos característicos. Sólo los discos de lámina de metal

mencionados previamente (figura 6.15) muestran nexos iconográficos inconfundibles con la región andina, específicamente con la costa sur de Perú. Puesto que son bastante similares, estos objetos pudieron haber sido importados y fueron hechos de aleaciones de cobre-plata o de cobre-plata-oro.⁶

Ahora bien, los experimentos más ingeniosos de los artesanos del occidente de México fueron con materiales, específicamente las aleaciones de cobre, y con técnicas de fabricación, o sea con vaciado a la cera perdida. El uso sistemático del bronce como material de elite y ritual fue su más importante contribución a las metalurgias de América. Por otra parte, la mayoría de objetos de bronce fueron diseñados para que fueron hechos de tal aleación; sus dimensiones particulares o función requerían de las propiedades físicas y mecánicas del bronce. También aumentaron las concentraciones de arsénico o de estaño para que afectaran severamente el color, y al hacerlo crearon una gama de



Fig. 6.15. Disco de lámina de metal, colección del MRG. Este disco pudo haber sido importado al occidente mexicano de la costa de Perú

dorados y plateados. En los cascabeles vaciados a la cera perdida, las aleaciones de bronce permitieron a los artesanos vaciar diseños más grandes, delgados e intrincados, los cuales no sólo mostraban un rango de colores significativos en los rituales, sino que también producían una variedad de tonos nuevos. El occidente de México fue la única región en América donde las aleaciones de bronce se usaron de manera sistemática para hacer cascabeles vaciados a la cera perdida, y también la única región del mundo antiguo donde los bronces de cobre-arsénico se elaboraron a propósito con arsénico en concentraciones excepcionalmente altas.

La característica más llamativa de la metalurgia del Periodo 2 es el uso generalizado del bronce de cobre-estaño, puesto que el material clave, la casiterita, es escaso en Mesoamérica y está casi ausente en la zona metalurgista. La mena de estaño, lingotes de estaño o tal vez lingotes de cobre-estaño debieron haber sido transportados al occidente de México desde depósitos en la provincia de estaño de Zacatecas al menos parte del tiempo. El hecho de que los artesanos estaban usando tanto bronce es muy importante; su escasez pudo haber contribuido a su uso sobre todo ritual.

Aparte de usar bronce para cascabeles, estos artesanos también capitalizaron sus especiales propiedades físicas y mecánicas para otros objetos de estatus formados por trabajo en frío. Crearon diseños más delgados y consiguieron colores de apariencia dorada en varias clases de objetos; las pinzas de diseño de cascarón y las argollas son los más notables de éstos. Ambos tuvieron prototipos en Sudamérica, pero, al igual que los cascabeles, constituyeron componentes menores, seculares o culturalmente menos importantes de las tecnologías sudamericanas. En el occidente de México estas clases de objeto se volvieron componentes centrales del repertorio metalúrgico; la elaboración tecnológica y el ingenio se enfocaron en ellos.

Por otra parte, las pinzas de metal parecen haber adquirido un significado especial tras su introducción al occidente de México. Las pinzas de diseño de cascarón grandes, elaboradas e impresionantes tanto estética como técnicamente, en especial la variedad con espiral única de la región tarasca, se convirtieron en símbolos culturales muy importantes en esa área. Fueron elaborados casi invariablemente con el elemento aleante (estaño o plata) presente en concentraciones tan altas como para alterar el color del metal. Su uso en la región tarasca para comunicar los atributos y autoridad del cargo sacerdotal difiere de lo que podemos inferir acerca de su significado en ciertas regiones de Suda-

mérica. Compárese, por ejemplo, la figura de la pinza que lleva el sacerdote tarasco en la figura 3.16 con un diseño de pinza encontrado en el noroeste de Argentina (figura 6.16). Las pinzas del sur andino algunas veces están hechas en forma de armadillo, otras (como las de la figura 6.16) tienen forma humana cuyos prominentes brazos forman las hojas que se cierran alrededor del pelo para arrancarlo. La depilación facial y corporal fue una preocupación panamericana, pero en el occidente de México la herramienta usada para realizar esa actividad se convirtió, en sí misma, en un símbolo muy importante. El sacerdote principal llevaba estas pinzas rituales como signo de su cargo y, como he-

demostrado, no sólo eran estas pinzas “simbólicas” de color dorado y plateado, sino que también eran capaces de funcionar como herramientas.

Los artesanos del occidente de México se apropiaron de algunos elementos de las metalurgias de Sudamérica con pocos cambios, uno de los cuales fue el uso del bronce para ciertas herramientas e implementos. También incorporaron directamente ciertos implementos andinos, como la aguja de ojo de lazo, y adoptaron la idea de usar el metal como estándar de valor, elaborando los artefactos que representaban esa idea, las hachas-moneda, precisamente de la misma manera que en el norte de Sudamérica. Pero hasta en la esfera utilitaria de estas tecnologías hay diferencias en el balance y el alcance. El componente utilitario de la metalurgia del occidente de México es más reducido que el de los Andes; los artesanos de aquella región hicieron menos herramientas en comparación con sus contrapartes sudamericanas, así como una variedad más limitada de tipos de herramientas e implementos.

La información más concreta sobre la abundancia relativa de ciertos objetos de metal antiguos de los Andes viene de Ecuador, donde las políticas de adquisición del MAG seleccionan objetos de estatus; pero in-



Fig. 6.16. Pinza del noroeste de Argentina. El pelo se jala cerrando los pies alrededor de aquél. Fotografía de Rex González (1979: Fig. 11)

cluso considerando esto, la proporción de objetos de estatus es alrededor de tres a uno, o sea 75%. En el occidente de México, 86% de la colección del MRG se conforma de ornamentos de estatus y objetos rituales. La política de adquisición del MRG dio igual importancia a todos los objetos de metal, incluyendo fragmentos y objetos dañados. El conjunto de artefactos de Salango podría proporcionar un ejemplo más realista ecuatoriano de las proporciones relativas de objetos de estatus y rituales que las del MAG. En el primer caso, la mitad de objetos de metal encontrados fueron ornamentos y la otra mitad herramientas. Las excavaciones en Salango incluyeron una variedad de contextos, como basureros, pisos de casas, patios y entierros. Los procedimientos de la excavación fueron tan meticulosos que se recobraron hasta pequeños fragmentos de metal. Los objetos de metal de Salango podrían constituir una muestra tan representativa como es posible obtener respecto de la abundancia relativa, dados los efectos impredecibles de la corrosión, las estrategias de excavación y otros factores. La proporción de objetos de estatus a herramientas es aproximadamente la misma (véase Owen 1986)⁷ en los Andes del sur. Sin embargo, en Ecuador y Perú los artesanos elaboraron un rango más amplio de objetos utilitarios que en el occidente de México. Hicieron herramientas manuales, agujas, punzones, cuchillos, cabezas de mazo y puntas de lanza (Mayer 1992). Las herramientas agrícolas también están presentes en el norte de Perú, incluyendo hojas de azadón y de palo sembrador (Lechtman 1981; Shimada 1985).

La forma más sorprendente en que los componentes utilitarios de la tecnología del occidente de México se distinguen de los del sur está en la variedad de metales y de aleaciones que los artesanos del occidente de México emplearon para hacer herramientas. Usaron las tres aleaciones de cobre (cobre-estaño, cobre-arsénico y cobre-arsénico-estaño) de manera virtualmente intercambiable. En los Andes, las aleaciones de cobre y de estaño por lo general se restringieron al sur, donde se encuentran los depósitos de casiterita, y las aleaciones de bronce de arsénico al norte, donde ocurren menas de cobre arsenical. En México, una variada gama de depósitos minerales menas de arsénico así como de estaño ocurren dentro de una región geográfica circunscrita. Los pueblos del occidente de México aprovecharon estas materias primas y conocimientos técnicos andinos para desarrollar ambas aleaciones binarias de bronce, y además inventaron de manera independiente la aleación ternaria de cobre-arsénico-estaño. Los objetos de Cuexcomate y de Capilco, sobre todo herramientas, están hechos de este último tipo de bronce, el cual a veces contiene mayores concentraciones de arsénico que estaño. Hasta la fecha hay poca evidencia que sugiera que esta aleación ternaria fue producida intencionalmente en los Andes, excepto

en el sitio de Jauja, en la sierra central, donde tiene una fecha en el periodo de la presencia incaica (1460-1532 d.C.; Constan *et al.* 1989), ciertamente posterior a su aparición en el occidente de México. Los únicos otros ejemplos de esta aleación de cobre-arsénico-estaño, antes mencionados, vienen del noroeste de Argentina, y probablemente fueron fundidos de manera no intencional a partir de una mena local que también contenía zinc (Fester 1962).

Los artesanos del occidente de México aprovecharon sistemáticamente estas tres aleaciones de cobre para optimizar el diseño de las herramientas. Fabricaron hachas y punzones más delgados y duros, y realizaron diseños, como agujas de ojo de lazo, gracias a la resistencia de estas aleaciones. No sabemos si los artesanos de los Andes del sur manejaron el bronce de estaño con esta misma versatilidad, aunque es claro que estaban controlando la dureza de las herramientas variando la concentración de estaño. Por otra parte, en Ecuador por lo menos en las clases de artefactos disponibles para su estudio, hay poco que sugiera que los artesanos alteraron los diseños de los artefactos para adaptarse a las propiedades mecánicas de las aleaciones utilizadas (véase figura 6.14).

Tomado en su conjunto, la trayectoria fundamental de la metalurgia del occidente de México no se alteró durante toda su historia. Sólo una proporción reducida de la tecnología en cualquier momento se dedicó a fines utilitarios. La configuración y énfasis de la metalurgia de esta zona durante el Periodo 2 son fascinantes, particularmente en las formas en que se usaba el bronce arsenical, en vista de que el medio ofrecía los minerales metalíferos y metales (especialmente de arsénico) con los cuales estos artesanos pudieron haber elaborado una tecnología cabal para herramientas utilitarias y armas de bronce. Los artesanos hicieron algunos de estos objetos de bronce. Sin embargo, como ya se ha visto, estos pueblos emplearon el metal sobre todo para objetos usados por la elite y los funcionarios religiosos en el ritual. Las propiedades que les interesaban fueron primero el sonido y después el color, que se convirtió en un foco técnico con la introducción de las aleaciones del Periodo 2.

Durante dicho periodo, los artesanos aprovecharon las mejores propiedades de los nuevos materiales para elaborar el patrón que habían establecido en el Periodo 1. Integraron elementos de las metalurgias de Sudamérica a la tradición preexistente, expandiendo su alcance y variedad, mientras mantenían su énfasis. Ciertas áreas de la tecnología estuvieron claramente menos disponibles para la experimentación que otras. Los artesanos

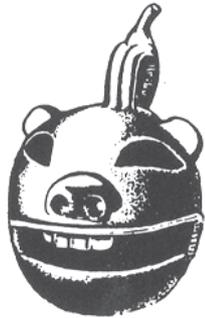
del occidente de México fueron bastante conservadores en cuanto a los tipos de objetos. Pocos tipos nuevos de artefacto aparecieron en el Periodo 2, y la mayoría de los del anterior tuvieron prototipos en Centro y Sudamérica, o bien habían sido hechos en el occidente de México, pero de otros materiales. Estos artesanos decidieron experimentar con materiales, no con nuevas formas; los cambios fundamentales que tuvieron lugar del Periodo 1 al 2 se efectuaron al trabajar con estos nuevos materiales, aprovechando las propiedades de las aleaciones para mejorar y refinar el diseño y mejorar la funcionalidad.

Este patrón de experimentación con materiales y de conservadurismo en los tipos de artefacto no es fácil de explicar. Podría reflejar el hecho de que la metalurgia fue introducida como un tipo de “paquete”, por lo que la gente siempre asoció el metal con ciertos tipos de artefactos. También puede reflejar actitudes americanas o mesoamericanas más amplias, tal vez también visibles en otros materiales, que limitan los cambios en la forma, aunque permiten experimentos con los materiales. Como lo demuestro en el capítulo 8, las deidades mesoamericanas se representan de esta manera: son experimentadores, seres que prueban varios materiales hasta que encuentran los que funcionan mejor para su diseño de la humanidad. La tendencia de conservar las formas alterando los materiales también puede presentarse en varias culturas, al menos en sociedades preindustriales, dándonos una perspectiva sobre el papel conservador de las formas materiales en la sociedad humana.

Notas

1. Las fechas más tempranas en México para el bronce de cobre-arsénico podrían ser las de Tomatlán (Jalisco), alrededor de 800 d.C. Sin embargo, los investigadores que han reportado esos datos de composición advierten que los resultados analíticos para el arsénico deben tomarse con precaución (Joseph Mountjoy, comunicación personal, 1985).
2. Heather Lechtman, comunicación personal, 1993.
3. Hosler, apuntes de campo, 1983.
4. William Root, notas archivadas en el Center for Materials Research in Archaeology and Ethnology, MIT.
5. Heather Lechtman, comunicación personal, 1989.
6. Dos están en el MRG y dos en el Museo de Taxco, Guerrero.
7. Heather Lechtman, comunicación personal, 1988.

Diseminación de la metalurgia
del occidente de México



Ciertos elementos de la metalurgia del occidente de México del Periodo 2 fueron introducidos a otras regiones de Mesoamérica. Éstos incluyen artefactos, información sobre procesamiento y, por lo menos, una clase de materia prima: lingotes de estaño o de bronce de cobre-estaño. Sabemos poco acerca de cómo ocurrió esto, puesto que la evidencia arqueológica y documental es muy escasa. Sin embargo, no hay duda de que sucedió, pues los estudios de laboratorio de artefactos encontrados fuera del occidente de México muestran que algunos son de diseño y composición de dicha región, por lo que deben haber sido exportados desde la zona metalurgista. En contraste, otros objetos hechos de bronce de cobre-estaño encontrados en sitios fuera de tal zona de influencia *no* son diseños característicos de la metalurgia de esta región. Estos artefactos aparentemente se elaboraron en esos asentamientos o cerca, pero el metal de estaño debió ser importado. Existe evidencia sólida que indica que se desarrolló una metalurgia de bronce de cobre-estaño en el área de la Huasteca, en la porción oriental de Mesoamérica (véase figura 7.1), poco antes de la invasión española. Esta tecnología estuvo íntimamente relacionada con la tecnología de bronce que se desarrolló antes en el occidente de México.

En algunos casos existe suficiente evidencia arqueológica y etnohistórica para inferir la forma en que se diseminaron ciertos elementos de la tecnología de dicha zona. Ocasionalmente podemos identificar los grupos étnicos o los sistemas sociopolíticos responsables de la distribución de los objetos, de la información o de la materia prima. Es claro que los Estados tarasco y azteca desempeñaron papeles importantes, pero los datos son insuficientes para reconstruir esos procesos durante periodos anteriores.

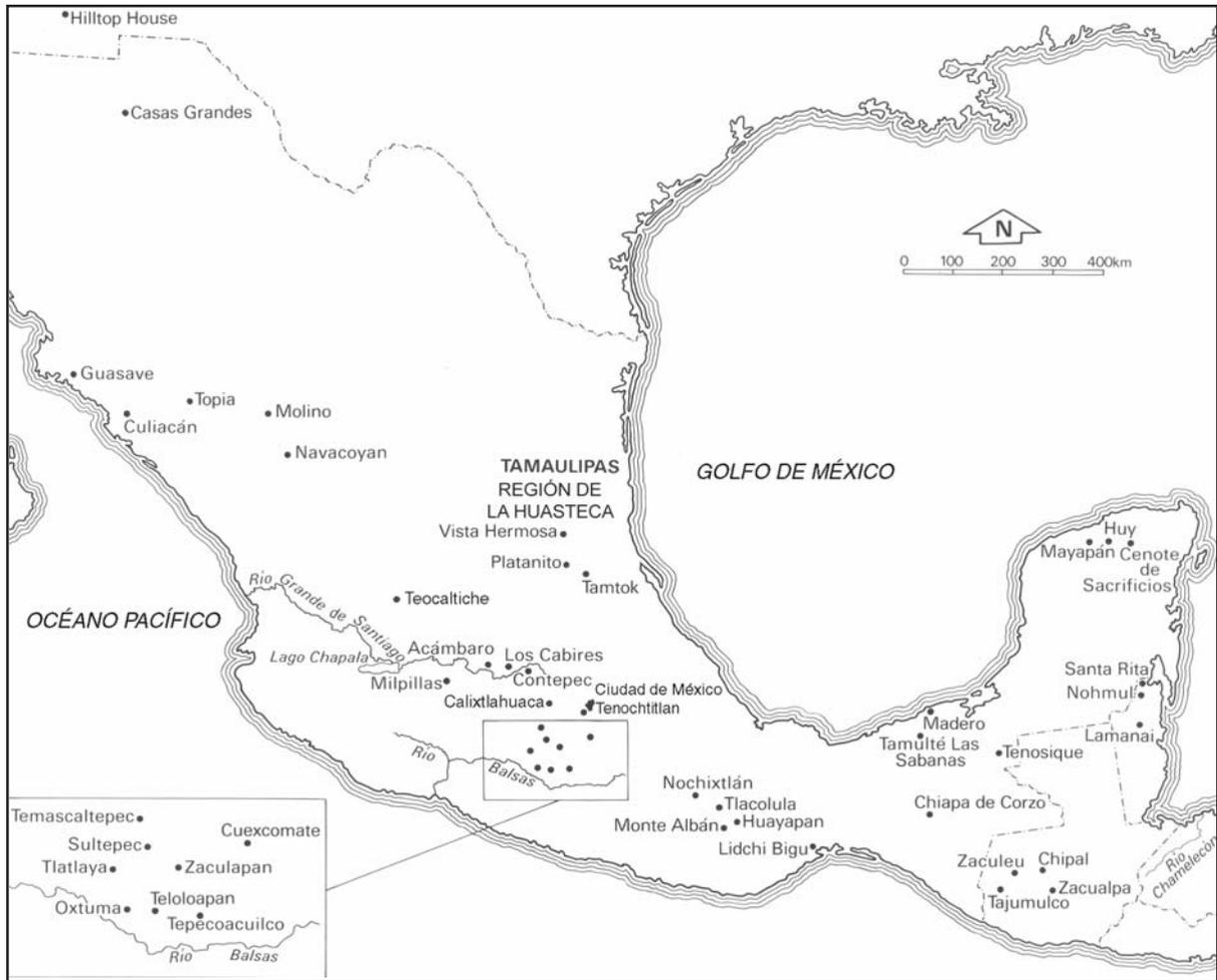


Fig. 7.1. Sitios mesoamericanos donde se han encontrado artefactos de metal o donde tuvo lugar la producción de metal. La mayoría de conjuntos tiene fecha posterior a 1200 d.C., aproximadamente

La cantidad de estaño presente en estos artefactos de metal proporciona la clave para determinar si algunos fueron transportados a través de grandes distancias. Casi cualquier artefacto que contenga estaño en concentraciones superiores a 0.40% en peso y que se haya encontrado en regiones fuera de la que se estudia o de la provincia de estaño de Zacatecas o áreas inmediatamente adyacentes, proporciona fuerte evidencia del movimiento de materiales o de artefactos. El argumento es el siguiente: las menas de calcopirita contienen estaño en forma diseminada en bajos niveles de concentración. Se puede esperar que el metal de cobre fundido de tales menas contenga niveles bajos de estaño. Los granos de casiterita también pueden aparecer ocasionalmente con las menas de cobre, y el cobre fundido a partir de éstas también contiene estaño en bajos niveles. El estaño presente en el cobre obtenido de tales fuentes casi nunca aparece en concentraciones mayores a aproximadamente 0.30% y, por lo general, está presente en concentraciones mucho menores. Por otra parte, cuando se detecta estaño en concentraciones mayores en artefactos mesoamericanos, podemos suponer con seguridad que: *a*) deliberadamente se hizo una aleación añadiendo al cobre estaño metálico fundido de casiterita, o bien que el objeto fue hecho de artefactos de bronce vueltos a fundir,¹ y *b*) la casiterita se obtuvo en la provincia geológica que yace en el límite noreste del occidente de México (véase capítulo 2); los depósitos de casiterita en Mesoamérica se restringen a esta zona.

Los artefactos de bronce de cobre-estaño son un producto de la metalurgia del Periodo 2 que se difundió a otras regiones de Mesoamérica. Los objetos más comunes fueron artefactos de estatus o rituales, sobre todo los cascabeles grandes y cilíndricos tipo alam-

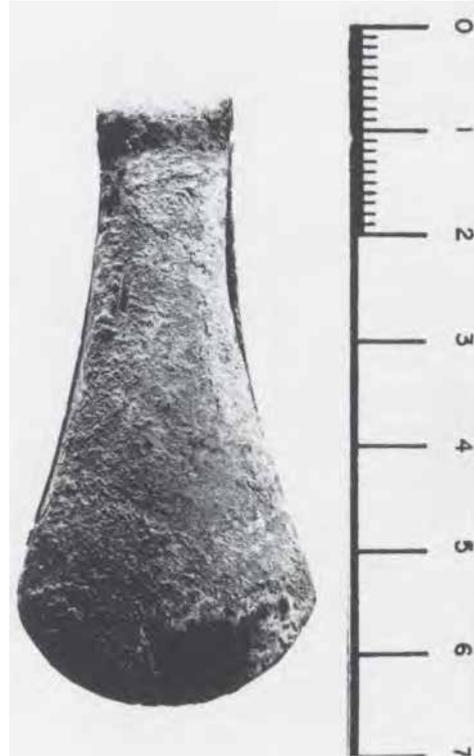


Fig. 7.2. Pinza de diseño de concha de aleación cobre-estaño (tipo A) encontrada en Lamanai, Belice. Probablemente fue importada del occidente. Periodo Posclásico Tardío

bre, del tipo 10b (capítulo 5), así como las pinzas de diseño de cascarón, tipos a y b (figuras 7.2 y 7.3). Los artesanos hicieron muchos de estos objetos en Michoacán, que pertenecía al imperio Tarasco, y otros en regiones de Guerrero, que correspondía en parte, pero no totalmente al imperio azteca. Estos objetos de metal del occidente de México y otros que incluyen herramientas, aparecen con más frecuencia en sitios hacia el este, sur y sudeste de las zonas productoras de metal del occidente de México: en Morelos (Cuexcomate), Tamaulipas, Oaxaca (Monte Albán), Chiapas (Chiapa de Corzo), Tabasco (Madero), la península de Yucatán, Belice y Honduras (véase figura 7.1). Rara vez se han reportado herramientas de este tipo en los altos de Guatemala y no se han encontrado en la costa del Pacífico de Guatemala ni en la franja costera del estado de Chiapas. También están ausentes en el norte, en las áreas definidas por los actuales estados de Chihuahua, Durango, Sinaloa y Zacatecas.

Otro producto de la tecnología del occidente de México fueron los lingotes de estaño, o de bronce de cobre-estaño la cual se exportó a otras regiones mesoamericanas. Se han encontrado artefactos que contienen estaño y que no son diseños del occidente de México fuera de esta zona metalurgista, lo cual representa fuerte evidencia de que también circularon estas materias primas; las fuentes etnohistóricas proporcionan datos que corroboran esta idea. En la relación de Diego de Landa sobre la vida indígena en Yucatán durante el siglo XVI, se señala que algunos lingotes o planchas (láminas o placas) de un “metal duro” fueron traídos a esa región desde Tabasco:

Tenían cierto azófar blanco con alguna poca mezcla de oro de que hacían hachuelas de fundición y unos



Fig. 7.3. Pinza de diseño de concha de aleación cobre-estaño (tipo b) encontrada en Lamanai, Belice. Probablemente fue importada del occidente. Periodo Posclásico Tardío

cascavelazos con que bailaban... Este azófar y otras planchas o láminas más duras las traían a rescatar los de Tabasco por las cosas (de Yucatán que eran) (Landa 1978: 118).

Es probable que las placas o láminas que Landa observó hayan sido lingotes de cobre-estaño. *Azófar* es sinónimo de latón, o sea una aleación de cobre con zinc, que fue desconocida en la Mesoamérica prehispánica, aunque el término *latón* aparece en textos españoles que describen la metalurgia indígena. Ambos términos, latón y azófar, aparentemente fueron usados por los españoles en un sentido genérico para denotar “aleación de cobre” (“azófar blanco” se refiere a una aleación de cobre amarillenta). La afirmación hecha por Landa indica que las aleaciones de cobre se importaban de zonas productoras de metal y se usaban como materia prima. Las composiciones de los artefactos sugieren que tales aleaciones eran de cobre y estaño. Además, Berlin (1956: 146) sostiene que los materiales descritos por Landa venían del oeste, citando una afirmación hecha por Bernal Díaz del Castillo (1939 vol. 1: 142) de que los *caciques* de Tabasco informaron a Hernán Cortés en 1532 de que su oro y joyas eran traídas a ellos de la “región del atardecer”.

Los artesanos de fuera del occidente de México usaron el metal de cobre-estaño en lingotes para producir objetos de bronce siguiendo diseños locales. Estos lingotes se importaron desde las regiones productoras de metal en el oeste, o probablemente de áreas dentro de o adyacentes a la provincia estañífera de Zacatecas. Los lingotes importados también pudieron haber sido usados para hacer ciertas herramientas de bronce de cobre-estaño, especialmente en regiones metalurgistas como Oaxaca, aunque esto no podemos saberlo sin más estudios analíticos. Otros artefactos que contienen estaño pudieron haber sido hechos de metal producido fundiendo objetos de bronce de cobre-estaño y reutilizando el metal, como lo discutiré posteriormente. Por lo general, los objetos elaborados con metal reciclado usualmente pueden distinguirse por las concentraciones atípicas de estaño y la presencia de otros elementos.

Todavía no sabemos cuáles depósitos de casiterita en la provincia estañífera de Zacatecas fueron explotados para obtener el estaño que se exportaba en lingotes al occidente de México y otras regiones de Mesoamérica. Como se indica en el capítulo 2, existen pocos depósitos de casiterita en las periferias de la región de occidente de México, en lo que constituye una extensión de la provincia estañífera (véase la figura 2.3);

éstas probablemente fueron las principales fuentes de menas para los artesanos del occidente de México. Sospecho que fueron varios depósitos los explotados, por las proporciones no lineales entre indio y estaño características de los artefactos (tema que también se examina en el capítulo 2). Esta pregunta puede explorarse sistemáticamente localizando y tomando muestras de los depósitos de casiterita. Hasta que se realicen esos estudios, me basaré en otra información para localizar los depósitos que pudieron haber explotado los orfebres antiguos.

La provincia estañífera de Zacatecas no es bien conocida arqueológicamente, ni tampoco hay mucha evidencia documental para el área. Sin embargo, existe algo de información sobre los escasos depósitos que están en las orillas de la zona, cerca de las principales áreas de producción de metal del occidente de México. Un depósito de estaño en Guerrero, al norte de Teloloapan, aparece en el *Mapa metalogénico de México*. Dos objetos hechos de estaño puro y un nódulo de casiterita se han reportado del área de Teloloapan (Caley y Easby 1964), sugiriendo que este depósito pudo haber sido explotado en la época prehispánica. El *Mapa metalogénico de México* muestra en Michoacán un gran depósito en Los Cabires, cerca de Maravatío, aunque no hay información que sugiera que haya sido explotado. Lo que parece ser el mismo depósito aparece localizado en Contepec, Michoacán, en el mapa de estaño de la UNAM (véase el capítulo 2). El mismo mapa muestra tres depósitos caracterizados como secundarios en la frontera entre Jalisco y Aguascalientes. Otro, en Teocaltiche, Jalisco, también es ilustrado por Panczner (1987). Sin embargo, no sabemos si alguno de estos depósitos sirvió como fuente de estaño en la época prehispánica.

El candidato más probable para la explotación prehispánica es un depósito de casiterita localizado en el Estado de México. Las listas de tributos de 1536 reportan que Sultepec, una zona minera en el montañoso extremo sur del Estado de México, entregaba tres *cargas* de estaño cada 80 días a los españoles (Quezada 1972). La *Relación de Sultepec* (Paso y Troncoso 1905-1906, vol. 7), escrita en 1582, también menciona minas de estaño en esa región. El mapa de estaño de la UNAM muestra un depósito de este metal en la misma área, en Zacualpan, cuyo valor comercial se desconoce. Los reportes geológicos en los archivos de IMMSA también lo mencionan, señalando además que los depósitos de casiterita se localizan cerca del pueblo de Tlatlaya, unos 30 km. al sur de Sultepec (véase la figura 7.1).

Es más difícil determinar la procedencia de artefactos de aleación cobre-arsénico (tanto objetos rituales como herramientas) encontrados fuera del occidente de México que la procedencia de los hechos de bronce, de cobre-estaño, porque las materias primas, arsenopirita y calcopirita, se presentan en muchas regiones de México. El occidente de México, sin embargo, es la única área en la cual sabemos que se fabricaron objetos de bronce arsenical a gran escala. Algunos cascabeles de aleación cobre-arsénico aparecen en la región huasteca, y dado que son tipos que también se conocen en Guerrero, no podemos asegurar que representen importaciones que hayan sido producidos localmente, o ambos casos (Hosler y Stresser-Péan 1992).

Aparte de haber transportado artefactos y lingotes a las regiones adyacentes, los comerciantes o artesanos del occidente de México también transmitieron información sobre el procesamiento de minerales metálicos. La metalurgia del occidente de México en el Periodo 2 alentó desarrollos metalurgistas en la región huasteca durante el siglo anterior a la invasión española (Hosler y Stresser-Péan 1992).

También estimuló el desarrollo de una tradición metalurgista caracterizada por el uso de aleaciones de cobre-plomo en el valle de México o sus alrededores, directamente relacionadas con la tecnología del Periodo 2 del occidente de México. En 1438, si no antes, los metalurgistas en la zona del valle empleaban esta aleación para vaciar cascabeles, algunos de ellos idénticos a los tipo alambre, grandes y cilíndricos, del tipo 10b del occidente de México. Estos cascabeles aparecen esporádicamente en sitios de otras partes de Mesoamérica, donde su composición los distingue fácilmente de sus contrapartes occidentales. William Root (en Lothrop 1952), quien realizó muchos análisis químicos de artefactos de metal mesoamericanos, argumentó, con base en su distribución, que los cascabeles de cobre-plomo debieron haber sido manufacturados en el valle de México. Otros autores también consignaron cascabeles tipo alambre de cobre-plomo procedentes de esa área (Arsendaux y Rivet 1923; Grinberg y Franco 1987). Los depósitos de galena, la mena de sulfuro de plomo, son muy comunes en Mesoamérica y también aparecen en el occidente de México. (Se presentan en los estados de México, Morelos, Michoacán, Veracruz y otras regiones.) Sin embargo, no hay artefactos de cobre-plomo procedentes de Milpillas ni de otros sitios del occidente de México, ni existen en la colección del MRG. Los objetos de aleación cobre-plomo, por lo tanto, no constituyeron un elemento significativo dentro de la metalurgia de la región analizada, y debieron haber sido hechos fuera de tal zona metalurgista.

Los datos aquí presentados demuestran que ciertos aspectos de la metalurgia del Periodo 2 se difundieron a otras regiones de Mesoamérica. La mayor parte de la evidencia se deriva del estudio de laboratorio de grandes conjuntos de artefactos del Posclásico tardío (1200-1521 d.C.) de fuera del occidente de México (Lamanai en Belice, Cuexcomate y Capilco en Morelos, Platanito y Vista Hermosa en la región huasteca) pero también incluye los informes en la literatura que se refieren a sólo uno o dos objetos provenientes de un mismo sitio. En Morelos y Belice, los objetos del occidente de México empiezan a aparecer alrededor de 1200 d.C., mientras que la evidencia en la Huasteca es posterior. Ahí, hacia aproximadamente 1440 d.C., los metalurgistas produjeron aleaciones de cobre-arsénico-estaño y elaboraron algunos objetos de éstas y de cobre. Los artefactos que aparecen en otros sitios raramente pueden fecharse, excepto de manera más bien general dentro del Periodo Posclásico Tardío.

Morelos occidental: Cuexcomate y Capilco

Cuexcomate y Capilco eran dos pueblos en el oeste de Morelos que florecieron durante el Periodo Posclásico (véase la figura 7.1. Véase también en el capítulo 5; puesto que su localización en Morelos los ubica un tanto fuera de la zona productora de metal del occidente de México, aquí los analizo con mayor detalle.) Capilco fue habitado primeramente alrededor de 1200 d.C., mientras que la evidencia inicial de ocupación para Cuexcomate lo ubica aproximadamente cincuenta años después (Smith y Doershunk 1991). Después de 1438 d.C. ambos sitios fueron incorporados al imperio azteca. La producción de textiles de algodón y de papel de corteza fueron las industrias principales en ambos sitios; algunos de estos productos figuraron como tributos enviados a la capital azteca Tenochtitlan, mientras que otros se distribuyeron a través de los mercados regionales. Michael Smith, quien excavó ambos sitios (Smith y Doershunk 1991), ha identificado tres periodos cronológicos con base en sus asociaciones cerámicas: Temazcalli (1200-1350 d.C.); Cuauhnahuac Temprano (1350-1430) y Cuauhnahuac Tardío (1430-1550).

Cuarenta y cinco objetos de metal, la mayoría implementos (agujas, punzones y cinceles de hoja angosta) se encontraron en Capilco y Cuexcomate, principalmente en pisos domésticos y en basureros. Todos recaen dentro de la tradición del occidente de

Cuadro 7.1. Objetos metálicos excavados en Cuexcomate y Capilco

	Núm. excavado	Núm. analizado
Punzones/cinceles	14	14
Agujas	16	11
Cascabeles	5	5
Pinzas	2	2
Alambre	5	5
Lámina	2	2
Ornamentos	1	1
Total	45	40

México en cuanto a las técnicas de manufactura. Las herramientas se elaboraron por trabajo en frío a partir de una plancha o blanco vaciada, mientras que los cascabeles se vaciaron a la cera perdida. El cuadro 7.1 muestra los tipos de artefacto excavados y la cantidad de cada tipo cuya composición química se analizó.

Es probable que la alta proporción de herramientas en comparación con objetos de estatus encontrada en estos sitios obedezca al hecho de que no se excavaron entierros de adultos. Los artesanos pudieron haber usado los cinceles de hoja angosta para trabajar la madera y procesar el papel. La presencia de los tres tipos de aguja del occidente de México sugiere que probablemente se llevaba a cabo la producción intensiva de textiles en Cuexcomate, puesto que las diferencias en diseño probablemente corresponden a diferencias en uso. Smith y Heath-Smith (1994) han advertido la posibilidad de producción intensiva de textiles en Cuexcomate y Capilco.

Desconocemos dónde se fabricaron los objetos de Cuexcomate y de Capilco, pero los análisis químicos de los artefactos proporciona posibilidades intrigantes. Los datos de laboratorio indican que, a partir del Periodo Cuauhnahuac Temprano, pueden distinguirse tres grupos distintos de artefactos, con base en la composición del metal. Los artefactos o el metal del que están hechos pueden provenir de la zona metalurgista del occidente de México, del valle de México o de sus alrededores, o de una fuente desco-

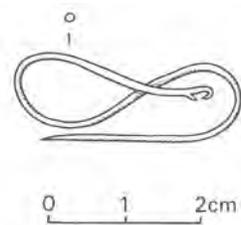


Fig. 7.4. Aguja re TRABAJADA y transformada en ornamento, encontrada en Cuexcomate, Morelos

nocida donde los metales se reciclaban. Smith no encontró crisoles, lingotes, escoria o mena que sugiriera que se llevaban a cabo operaciones de fundición o de aleación en estos sitios. Es probable, sin embargo, que los artesanos de Cuexcomate y de Capilco realizaran reparaciones menores en objetos de metal. Por ejemplo, hay una buena probabilidad de que una aguja de ojo de lazo transformada en ornamento (figura 7.4) haya sido re TRABAJADA *in situ*. Dos tubos enigmáticos de cerámica que pudieron haber servido como sopletes también se encontraron en la excavación.

El cuadro 7.2 presenta la composición química de cuarenta objetos de Cuexcomate y de Capilco, tal como fue determinada por métodos de análisis cuantitativo. Los resultados se organizan por periodo, por composición y por fuente probable. Todos los objetos, salvo dos, son de aleaciones de cobre, con el elemento aleante presente en concentraciones lo suficientemente altas como para alterar las propiedades mecánicas del metal.

El grupo 1 (occidente de México) contiene objetos cuya composición química es idéntica a la de sus contrapartes en la colección del MRG: están hechos de aleaciones de cobre-arsénico, cobre-estaño y cobre-arsénico-estaño. El grupo 2 (valle de México) también contiene artefactos hechos de aleaciones de cobre-estaño y de cobre-arsénico-estaño, pero a diferencia de los objetos del occidente de México estos también contienen plomo en concentraciones superiores a 0.30% en peso aproximadamente. El tercer grupo (reciclado) consta de artefactos en los que los elementos clave, como el estaño, están presentes en concentraciones demasiado altas como para haber sido introducidos en trazas junto con la mena, pero demasiado bajas como para ser una aleación intencional. El metal para estos objetos también pudo haber sido fundido de una mena mixta poco común derivada de un depósito polimetálico, aunque no conocemos tales menas en México. Los resultados del análisis sugieren que fueron hechos de un metal reciclado producido fundiendo artefactos de bronce para reutilizar el metal. El cuadro 7.3 resume los datos del 7.2, mostrando la cantidad y tipos de objetos en cada grupo, organizados por periodo.

Es probable que los artefactos del grupo 1, prácticamente idénticos a los tipos del occidente de México en composición y diseño, hayan sido manufacturados en Guerrero o

Cuadro 7.2. Análisis químico cuantitativo para artefactos de Cuexcomate y Capilco

Tipo de artefacto	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)					
		Ag	As	Fe	In	Pb	Sn
Cuahnahuac Tardío (1350-1430 D. C.)							
<i>Grupo 1: Occidente de México</i>							
Cascabel	c5	0.02	—	—	—	—	6.61
Cascabel	c34	0.06	0.43	0.04	0.04	0.007	12.4
Aguja	c2	0.07	0.84	—	—	—	1.02
Aguja	c19	0.14	0.42	—	—	—	2.55
Aguja	c24	0.05	0.49	—	—	0.13	1.80
Cinzel	c8	0.07	0.81	—	—	0.09	5.12
Punzón	c22	0.07	1.17	0.02	—	0.02	1.83
Alambre	e11	0.06	0.36	—	—	—	1.18
Lámina	c39	0.12	0.68	0.01	0.013	—	6.47
<i>Grupo 2: Valle de México</i>							
Cinzel	c40	0.09	1.23	0.02	0.01	0.66	4.35
<i>Grupo 3: Reciclado</i>							
Aguja	c1	0.07	0.73	—	—	—	0.36
Aguja	c21	0.14	1.95	—	—	—	0.45
Punzón	c38	0.24	0.5	—	—	0.33	0.89
Alambre	c23	0.04	0.76	—	—	—	0.41
Cuahnahuac Tardío (1430-1550 D. C.)							
<i>Grupo 1: Occidente de México</i>							
Cascabel	c10	0.23	0.20	—	—	—	7.39
Cascabel	c27	0.11	0.85	0.07	0.005	—	—
Pinza	c3	0.01	—	—	—	—	10.6
Pinza	c15	0.01	—	—	—	—	10.9
Aguja	c6	0.10	1.69	—	—	—	3.14
Aguja	c32	0.05	—	—	0.01	—	7.51
Aguja	c41	0.12	1.89	0.001	—	—	—

Cuadro 7.2. (continuación)

Tipo de artefacto	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)					
		Ag	As	Fe	In	Pb	Sn
Aguja	c48	0.06	0.24	—	0.004	—	—
Punzón	c17	0.09	1.00	—	—	—	6.99
Punzón	c26	0.05	0.11	0.02	0.007	0.005	10.9
Punzón	c35	0.14	0.15	0.01	—	0.04	1.01
Alambre	c30	0.17	—	—	—	—	—
Lámina	c31a	0.03	0.29	0.01	0.05	—	11.8
<i>Grupo 2: Valle de México</i>							
Cascabel	c18	0.19	6.51	—	—	6.770	0.38
Punzón	c25	0.12	1.14	—	—	0.35	2.2
Punzón	c43	0.09	0.9	—	0.01	0.75	6.28
<i>Grupo 3: Reciclado</i>							
Aguja	c16	0.06	1.80	—	—	—	0.40
Aguja	c20	0.08	0.37	—	—	0.550	0.51
Cinzel	c7	0.04	2.69	—	—	—	1.26
Cinzel	c33	0.09	1.26	—	0.004	1.780	1.01
Cinzel	c42	0.83	0.53	—	—	0.920	0.37
Cinzel	c47	0.07	3.53	—	0.020	—	2.68
Punzón	c28	0.22	1.32	—	—	0.570	0.83
Alambre	c44	0.07	0.30	—	—	0.560	0.34
Alambre	c45	0.05	0.50	0.006	0.010	—	0.67
Ornamento	c29	0.08	0.45	—	—	0.007	0.59

Nota: “cinzel” se refiere a punzones con hoja. El guión indica que el elemento no se detectó. Composición analizada por espectroscopía de absorción atómica

Michoacán. De éstos, los cascabeles son los únicos objetos para los cuales existe información que podría indicar específicamente sus regiones de elaboración. Estos cascabeles son de dos tipos: uno se conoce en Guerrero (figura 7.5),² mientras que el otro aparece tanto en Guerrero como en Milpillas, Michoacán. Tres cascabeles del grupo 1 están hechos de aleaciones de bronce de cobre-estaño, y un cuarto de aleación de cobre-arsénico. El grupo 1 también contiene pinzas de diseño de cascarón, las cuales están hechas (figura 7.6), como sus contrapartes en el occidente de México, de aleaciones de cobre-estaño, con este último elemento presente en cantidades superiores a 10.5% en peso. La concentración de estaño es lo suficientemente alta tanto en los cascabeles como en las pinzas como para alterar el color del metal del artefacto y aumentar la fluidez durante el vaciado. Como indica el cuadro 7.2, las herramientas en este grupo —cincales pequeños, punzones (de una o dos puntas y de hojas angostas), agujas y alambre— están hechos de aleaciones de cobre-arsénico-



Fig. 7.5. Cascabel de aleación cobre-estaño encontrado en Cuexcomate, Morelos. Diseños similares se han encontrado en Guerrero

Cuadro 7.3. Origen probable de artefactos de Cuexcomate y Capilco por periodo

	Oeste de México (Grupo 1)		Valle de México (Grupo 2)		Reciclados (Grupo 3)		Total
	C. Temprano	C. Tardío	C. Temprano	C. Tardío	C. Temprano	C. Tardío	
Cascabeles	2	2	—	1	—	—	5
Pinzas	—	2	—	—	—	—	2
Punzones/cincales	2	3	1	2	1	5	14
Agujas	3	4	—	—	2	2	11
Alambre	1	1	—	—	1	2	5
Lámina	1	1	—	—	—	—	2
Ornamentos	—	—	—	—	—	1	1
Total	9	13	1	3	4	10	40

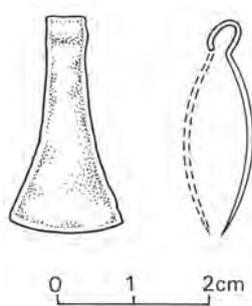


Fig. 7.6. Pinza de diseño de concha del occidente encontrada en Cuexcomate, Morelos

estaño, con el elemento aleante generalmente presente en menores concentraciones que en los cascabeles y pinzas, lo cual permite el endurecimiento por trabajado, pero evita la fragilidad. Los artefactos del grupo 1 (occidente de México) contienen estaño en concentraciones superiores a 1% en peso, mientras que el plomo, de estar presente, aparece por debajo del 0.20% en peso; el arsénico puede aparecer en niveles mayores, pero su contenido es siempre menor al del estaño.

La fuente de estaño más cercana es el depósito cerca de Teloloapan. Sin embargo, la proporción de indio en relación con el estaño en los objetos de Cuexcomate y

Capilco sugiere que se utilizó más de una fuente de casiterita para el estaño presente en estos objetos. Los artefactos de estos sitios, al igual que sus contrapartes del MRG, exhiben una relación no lineal entre las concentraciones de indio y de estaño, como se ilustra en el cuadro 7.4, sugiriendo que el estaño se obtenía de fuentes diversas. Aunque no sabemos cómo se introdujo el plomo al metal, sabemos que ya sea el metal o los objetos procedan del valle de México, donde fueron comunes los cascabeles de aleación cobre-plomo. Uno de los artefactos de este grupo (el 18) es un cascabel de paredes lisas con diseño vertical

Cuadro 7.4. Razón de indio a estaño en artefacto de Cuexcomate y Capilco

Núm. de ID	In (% peso)	Sn (% peso)	Razón In: Sn
26	0.007	10.90	0.001
31a	0.050	11.83	0.004
32	0.010	7.51	0.001
34	0.040	12.40	0.003
39	0.013	6.47	0.002
40	0.010	4.35	0.002
43	0.010	6.28	0.002

de zigzag, que contiene tanto plomo como arsénico en niveles superiores a 6% en peso. Esta aleación es poco común; otros objetos hechos con ella han sido encontrados en el valle de México: Root (en Lothrop 1952) analizó dos cascabeles tipo alambre que contienen ambos elementos en concentraciones superiores a 2% en peso. Un cascabel de Tantok, Tamaulipas, en el oriente de México, también fue hecho de la misma aleación y probablemente importado del valle de México (Hosler y Stresser-Péan 1992).

Considero que el metal para los artefactos del grupo 3 fue reciclado; estos objetos (punzones, agujas y alambre) contienen elementos de aleación, especialmente plomo, estaño y arsénico, en concentraciones equivalentes. En algunos casos (por ejemplo, el núm. 20), están presentes en concentraciones demasiado bajas como para afectar las propiedades mecánicas del metal y para constituir una aleación deliberada (menos de 0.75%). Sin embargo, son demasiado altas como para representar simplemente trazas de elementos, introducidos junto con la mena. Las concentraciones de estaño son las más llamativas; algunos artefactos contienen este metal en concentraciones entre 0.34% y 0.59% en peso (núms. 44 y 29, cuadro 7.2). El plomo también aparece en varios objetos en concentraciones alrededor de 0.50% en peso. La explicación más probable para la existencia de niveles tan bajos de tales elementos de un mismo objeto es que el metal haya sido reciclado, resultando de la fundición de otros artefactos. Los objetos del grupo 3 que contienen plomo probablemente fueron hechos de metal que derivó en última instancia de objetos hechos en el valle de México o sus alrededores.

Algunos artefactos realizados de aleaciones de cobre-arsénico-estaño aparecen en el grupo de reciclados debido a su concentración relativa de estaño y arsénico; la concentración de estaño, por ejemplo, siempre es menor que la de arsénico (como, el número 47). En general, los artesanos del occidente de México manejaron con gran cuidado las propiedades de esta aleación ternaria, añadiendo mena o metal para que las concentraciones de estaño siempre fueran más altas que las de arsénico, el otro elemento importante de la aleación. No existen menas de cobre-arsénico-estaño en el occidente de México, sino que esta aleación ternaria fue hecha de manera deliberada, añadiendo casiterita o estaño fundido a un binario de cobre-arsénico. Estas últimas aleaciones se hicieron fundiendo conjuntamente calcopirita y arsenopirita (tema ya tratado en el capítulo 2). La relación entre las concentraciones de estos dos elementos encontrados en los artefactos del occidente de México no se nota en la mayoría de los objetos del grupo 3

(por ejemplo, los números 7, 33 y 47) y la presencia de estaño en niveles tan bajos respecto del arsénico es difícil de explicar. La evidencia de composición indica que esos objetos fueron elaborados de una aleación de cobre, formada a partir de objetos vueltos a fundir, que contenían arsénico y estaño.

El cuadro 7.2 muestra que, aparte de los objetos rituales y de estatus (pinzas y cascabeles), que nunca se hicieron con metal reciclado, estas tres fuentes de metal se usaron para toda clase de artefactos.³ Estos datos sugieren, aunque sólo ligeramente, que los factores reguladores de la producción de objetos de estatus diferían de los que regulaban la producción de herramientas, algunas de las cuales fueron hechas con metal reciclado. Las principales categorías de artefactos utilitarios, o sea agujas y punzones, incluyen algunos ejemplos cuya composición es característica del occidente de México, y otros hechos de metal reciclado o de aleaciones producidas en la cuenca de México. No aparecen objetos de metal reciclado en la colección del MRG, tampoco están presentes en Milpillás (véase capítulo 5). El reciclado pudo haberse practicado en áreas como Cuexcomate y Capilco, donde las materias primas, menas o metales nativos, eran difíciles de obtener. Casi una tercera parte de los objetos estudiados fueron hechos de ese metal. No debe sorprender que el reciclado también se haya llevado a cabo en Lamanai, como lo demuestro posteriormente.

Ahora bien, los conjuntos de artefactos de Cuexcomate y de Capilco son predecibles, respecto de los tipos de objetos presentes. Emplearon los mismos objetos rituales y de estatus que en el occidente de México: cascabeles dorados (aleaciones de cobre-estaño), un cascabel de aspecto plateado (aleación de cobre-arsénico-plomo), y pinzas de apariencia dorada (bronce rico en estaño). Los artesanos también emplearon el mismo conjunto de herramientas pequeñas —agujas y punzones (aleaciones de cobre-estaño y de cobre-arsénico)— que en el Occidente de México, y tales objetos probablemente fueron importados de esa región. Lo notable de ese conjunto de artefactos es que los objetos o el metal proceden de dos distintas regiones geográficas —el Valle de México y el occidente de México (Guerrero y Michoacán)— y que el material reciclado constituye una tercera fuente de metal para los artefactos de Cuexcomate y de Capilco.

Además, estas fuentes no cambiaron a través del tiempo, incluso cuando ambos pueblos fueron incorporados al imperio azteca. Sabemos que las aleaciones se desarrollaron más temprano en el occidente de México que en el valle de México, donde la

tecnología fue derivativa, pero no sabemos precisamente cómo llegaron los objetos (del occidente o del valle de México) a los centros mencionados. Conforme a la evidencia metalúrgica, Cuexcomate y Capilco obtenían cerca de la mitad de sus artefactos de las regiones metalurgistas del occidente de México, y el resto, de metal reciclado, de fuentes desconocidas. El único cambio importante que ocurre a través del tiempo es en el número de artefactos reciclados que contienen plomo, los cuales aumentan desproporcionadamente tras la incorporación de esta región al imperio azteca, y refleja un mayor contacto con el valle de México.

Lamanai, Belice

El sitio maya de Lamanai es un gran centro ceremonial en las orillas del río Nuevo en Belice (Pendergast 1981). Lamanai estuvo ocupado continuamente desde el Preclásico (*ca.* 200 a.C.) hasta el Periodo histórico (1641 d.C.). No hay depósitos apreciables de minerales metálicos en esta área de tierras bajas. Las fuentes de cobre más cercanas se hallan al sur, en los altos de Guatemala. Se usaron objetos de metal en Lamanai por primera vez alrededor de 1150 d.C. (Posclásico Medio), y su uso siguió durante el Periodo Posclásico Tardío (1300-1544 d.C.), hasta el Periodo histórico (1544-1641 d.C.). Las excavaciones en Lamanai han recuperado aproximadamente cien objetos de metal, incluyendo cascabeles, pinzas, agujas, hachas, botones, alfileres, anzuelos y lingotes, recobrados de una variedad de contextos, incluyendo estructuras y entierros (Pendergast 1981).⁴ El cuadro 7.5 muestra el número de artefactos encontrados de cada Periodo, y el número usado como muestra para los estudios de laboratorio. Los cascabeles son los objetos excavados más abundantes.

Sesenta y tres artefactos recobrados en Lamanai son elementos de ostentación ritual o de estatus: pinzas, botones, cascabeles, anillos y cascabeles con alfileres o sonajas. De los artefactos, 22 son herramientas, mientras que la función de los restantes no pudo determinarse. La composición química de los artefactos (cuadro 7.6), junto con las características de diseño, muestran que dos distintas tradiciones metalurgistas están representadas en Lamanai durante los periodos Posclásico Medio y Tardío: una del occidente de México y otra del sudeste de Mesoamérica. Para el

Cuadro 7.5. Tipos de artefacto y número muestreado de Lamanai por periodo

Tipo	Posclásico Medio (1150 – 1300 d.C.)		Posclásico Tardío (1300-1544 d.C.)		Periodo Histórico (1544-1641+ d.C.)		Total	
	Número muestreado	Total en el conjunto	Número muestreado	Total en el conjunto	Número muestreado	Total en el conjunto	Número muestreado	Total en el conjunto
Cascabel	5	9	2	2	6	28	13	39
Pinza	1	1	2	2	—	—	3	3
Aguja	—	—	—	—	3	5	3	5
Punzón	—	—	1	1	—	—	1	1
Lámina	—	—	1	1	—	—	1	1
Hacha	1	1	—	—	5	12	6	13
Botón	6	13	—	—	—	—	6	13
Anillo	1	2	1	1	1	3	3	6
Anzuelo	—	—	—	—	1	3	1	3
Fragmento	1	1	—	—	1	11	2	12
Lingote	—	—	—	—	4	4	4	4
Aguja cascabel	2	2	—	—	—	—	2	2
Total	17	29	7	7	21	66	45	102

periodo histórico la situación se torna mucho más compleja, con fuertes evidencias de producción en el sitio mismo de Lamanai.

El cuadro 7.6 presenta la composición química de los artefactos de Lamanai, los cuales se agrupan por periodo y región probable de manufactura. No todos los objetos analizados cualitativamente se examinaron cuantitativamente. Sin embargo, en la mayoría de los casos la correspondencia entre ambas determinaciones está lo suficientemente bien establecida como para agrupar la mayoría de artefactos con base sólo en los datos cualitativos exclusivamente. El cuadro 7.7 resume esos datos, mostrando el número de objetos que pertenecen a cada categoría funcional por periodo y grupo de composición.

Durante los periodos Posclásico Medio y Tardío (véase el cuadro 7.6) algunos objetos de metal usados por la gente de Lamanai representan una tradición metalúrgica del sudeste de Mesoamérica, caracterizada por ornamentos de estatus de cobre hechos a la

Cuadro 7.6. Lamanai: análisis químico de artefactos por periodo y región probable de manufactura

Tipo	Núm. de ID	Ag	As	Au	Bi	Co	Cr	Fe	Ga	In	Mg	Mn	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
Objetos del Posclásico medio (1150-1300 a.C.)																	
<i>Agrupado según fuente probable con base en los análisis químicos cuantitativos (espectroscopía de emisión)</i>																	
Grupo 1: occidente de México																	
Hacha	557/2	v+	m-	—	v	—	—	v	—	—	v	?	m	v	v	v	—
Cascabel	69/6	v	m-	—	?	—	—	m-	—	—	v	m	?	v	—	?	?
Pinza	557/3	M	v	—	m+	—	—	m	—	v	v	—	?	v	?	m++	—
Grupo 2: sureste de Mesoamérica																	
Cascabel	61/13	M	v-	—	?	—	—	m	—	—	v	m-	?	v	—	?	—
Cascabel	69/7	v	—	—	—	—	—	v	—	—	v-	v-	—	v+	—	—	—
Cascabel	69/8b	v+	—	—	—	—	—	v	—	—	v-	v-	?	v	—	—	—
Cascabel	69/8c	v+	—	—	—	—	—	v	—	—	v-	v	?	v	—	—	—
Botón	69/9b	v	?	—	—	—	—	v-	—	—	v-	?	?	v	?	?	—
Botón	69/9c	v+	?	—	—	—	—	v	—	—	v	m-	?	v+	—	?	—
Botón	69/9f	M	—	—	—	—	—	v	—	—	v	—	—	—	—	—	—
Botón	90/8a	v+	—	—	—	—	?	v	?	—	v	m-	?	?	—	—	v-
Botón	90/8c	v+	—	—	—	—	?	v	?	—	v	m-	?	?	—	—	v-
Botón	90/8f	M	—	—	—	—	—	m	—	—	v	v+	—	—	—	—	—
Anillo	68/3	—	v	—	—	—	—	m	—	—	v	m	?	?	—	?	—
Fragmento	118/11	v-	?	—	—	—	v-	v	—	—	v-	m	?	v+	—	—	v-
Aguja-cascabel	91/2 ^a	v	—	—	—	—	—	v	—	—	v-	v	?	v-	—	—	?
Aguja-cascabel	91/2b	v	—	—	—	—	—	v	—	—	v-	v	?	v-	—	—	?
<i>Agrupado según fuente probable con base en los análisis químicos cuantitativos (absorción atómica)</i>																	
Grupo 1: occidente de México																	
Pinza	557/3	0.11	0.01	0.006	na	0.04	0.1	8.99	na								
Cascabel	69/6	0.06	1.33	na	na	na	na	na	na	n.	na	na	na	0.002	na	na	na
Grupo 2: sureste de Mesoamérica																	
Cascabel	69/7	0.1	0.02	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.01	na	na	na
Botón	69/9b	0.04	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
Botón	90/8 ^a	0.03	0.004	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
Anillo	68/3	0.08	0.01	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.01	na	0	na
Aguja-cascabel	91/2 ^a	0.03	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na

Cuadro 7.6. (continuación)

Tipo	Núm. de ID	Ag	As	Au	Bi	Co	Cr	Fe	Ga	In	Mg	Mn	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
Objetos del Posclásico Tardío (1300-1544 a.C.)																	
<i>Agrupado según fuente probable con base en los análisis químicos cuantitativos (espectroscopía de emisión)</i>																	
Grupo 1: occidente de México																	
Punzón	922/2	m	v	—	?	?	?	v	—	—	v-	v	?	m	v-	m++	?
Cascabel	774/20	v+	?	—	—	—	—	v	—	—	v-	v+	?	?	?	m-	?
Lámina	614/2	—	v+	—	M	—	—	m-	—	v	M	v+	v	m	m-	m	—
Pinza	614/1	m	m-	—	v+	—	—	v+	—	v	v		v+	m	v+	m	—
Pinza	905/1	v	?	—	?	?	—	?	—	v-	?	?	v-	m-	?	m+	—
Cascabel	774/23	v+	v-	—	v-	—	—	v	—	v-	v-	v+	?	v+	?	m+	?
Grupo 2: sureste de Mesoamérica																	
Anillo	774/3	m	v	—	?	—	—	v-	—	—	v-	v-	?	v+	v	v+	?
<i>Agrupado según fuente probable con base a los análisis químicos cuantitativos (absorción atómica)</i>																	
Grupo 1: occidente de México																	
Cascabel	774/23	0.11	0.3	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.06	0.08	1.89	na
Pinza	614/1	0.15'	0.39	0.007	na	0.005	0.13	8.99	na								
Pinza	905/1	0.04	0.09	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.05	0.09	4.63	na
Objetos históricos (1544-1641 d.C.)																	
<i>Agrupado según fuente probable con base en los análisis químicos cuantitativos (espectroscopía de emisión)</i>																	
Grupo 1: occidente de México																	
Cascabel	834/3	v	v	—	?	—	?	m-	—	—	v-	v	v-	v-	v-	v+	?
Cascabel	867/2	v+	v	?	v	—	—	v	—	v	?	?	v-	v	v	m+	?
Cascabel	875/7	v+	v		v-	—	?	v	—	v-	?	v	v	v+	?	m+	?
Aguja	858/21	v-	v	?	v	?	?	v	—	?	?	v	v	m	v-	m	?
Grupo 2: sureste de Mesoamérica																	
Cascabel	834/4	v-	v-	—	?	—	—	v	—	—	v	?	v	v-	?	v-	?
Grupo 3: reciclado																	
Hacha	855/1	v+	v	v	v	?	—	v	—	?	v-	?	v	m	v-	m	?
Hacha	856/1	v+	v	v	?	?	—	v	—	—	v-	?	v-	m	?	m	v-
Hacha	856/6	m	v	v+	?	—	—	?	—	—	?	?	v-	m-	?	m	?
Hacha	871/1	v+	v	v+	v-	—	—	v	—	?	?	?	v	m	?	m+	v
Hacha	908/2	m	v-	?	?	?	—	?	—	—	v-	v	?	m	?	m	
Cascabel	885/23	m	v+	?	v	v	—	v-	—	—	v-	?	v	m+	v	m-	?
Anzuelo	834/1	m	v	—	m	—	—	v-	—	—	v-	v-	v-	m+	v-	m+	?

Cuadro 7.6. (continuación)

Tipo	Núm. de ID	Ag	As	Au	Bi	Co	Cr	Fe	Ga	In	Mg	Mn	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
Anillo	822/1	v	v	v	?	—	—	v	—	—	?	m	v	m+	v	v+	v
Fragmento	878/3	m-	v-	?	?	?	?	v+	—	—	?	v	v-	v	?	m	?
Lingote	858/11	v	v-	?	?	—	—	v-	—	—	v-	v-	v	m	?	m	?
Lingote	881/1	v	v	?	v+	?	—	—	—	—	v-	—	v-	m	v	m	—
Lingote	894/1	m-	v	?	?	—	—	v-	—	—	v-	—	v	m-	?	m	?
Lingote	908/1	m	v-	v	?	?	—	?	—	—	v-	?	?	m	?	m	?
Aguja	916/26	m-	v-	—	v+	—	—	v	—	?	v-	v-	v	m+	?	m+	—
Grupo 4: inseguro																	
Cascabel	823/10	v	v-	?	?	?	—	m-	—	—	v-	v	v	m	v-	v	?
Aguja	856/3	v+	v-	—	v	?	—	?	—	—	v-	—	v	m	?	m	?
<i>Agrupado según fuente probable con base en los análisis químicos cuantitativos (absorción atómica)</i>																	
Grupo 1: occidente de México																	
Cascabel	834/3	0.07	1.21	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0.008	0.09	0.06	na
Cascabel	867/2	0.06	0.6	0.01	na	0.01	0.15	2.59	na								
Aguja	858/21	0.07	1.06	0.01	na	0.12	0.09	0.16	na								
Grupo 3: reciclado																	
Hacha	855/1	0.14	0.16	0.013	na	0.14	0.09	0.38	na								
Hacha	856/1	0.21	0.31	0.73	na	0.15	0.07	0.73	na								
Hacha	856/6	0.25	0.19	0.86	na	0.04	0.07	0.28	na								
Hacha	871/1	0.25	0.32	1.44	na	0.33	0.01	1.14	na								
Anillo	822/1	0.08	0.96	0.02	na	0.76	0.21	0.00	na								
Anzuelo	834/1	0.24	0.7	0.02	na	0.43	0.11	0.69	na								
Fragmento	878/3	0.09	0.52	0.01	na	0.004	0.09	0.72	na								
Lingote	858/11	0.1	0.06	0.011	na	0.07	0.05	0.65	na								
Lingote	881/1	0.18	0.38	0.05	na	0.08	0.11	0.51	na								
Lingote	894/1	0.13	0.38	0.1	na	0.05	0.07	0.04	na								
Lingote	908/1	0.16	0.51	0.43	na	0.07	0.08	0.69	na								
Grupo 4: no seguro																	
Cascabel	823/10	0.07	0.61	0.02	na	0.23	0.09	na	na								
Aguja	856/3	0.09	0.18	0.011	na	0.8	0.08	0.14	na								

Nota: valores para los análisis cuantitativos presentados en porcentaje en peso; na= elemento no analizado. En los análisis cuantitativos un guión indica que no se encontró el elemento; ? = dudoso; v-, v, v+ = visible; m-, m, m+ = elemento menor; M elemento mayor.



Fig. 7.7. Botón de filigrana de cobre encontrado en Lamanai, Belice. Periodo Posclásico Medio. Vaciado a la cera perdida

cera perdida; algunas veces los vaciados son de aleaciones de cobre-oro. En el caso de Lamanai, los objetos incluyen anillos de filigrana, elaborados botones también de filigrana y cascabeles de paredes lisas. En Lamanai todos se hicieron con cobre muy puro. Estos objetos fueron hechos ya sea *in situ*, de materias primas importadas, o bien fueron importados de centros metalurgistas en otros lugares dentro de la región. Los botones (existen dos variedades) y anillos son comunes en esta área sur-oriental, al igual que en el sur de Centroamérica. También se han encontrado botones en Oaxaca. Los cascabeles pertenecen a tipos que se han encontrado en el Cenote de Sacrificios, Chichén Itzá. Tres de los seis cascabeles de Lamanai del Periodo Posclásico Medio son del tipo 11b, el cual aparece durante el Periodo 1 en el occidente de México (véase el capítulo 3). Tipos similares, por ejemplo el 11a, se encuentran todavía más temprano en el sur de Centroamérica y en Colombia (véase el capítulo 4; Sharer 1985; Strong 1935). La

figura 7.7 ilustra uno de los botones con filigrana; la micrografía del corte transversal (figura 7.8) muestra una estructura vaciada con granos excepcionalmente grandes, resultado de un enfriamiento extremadamente lento en el molde.

Durante este mismo tiempo, los pobladores de Lamanai utilizaron objetos de metal importados del occidente de México (véase el cuadro 7.6); éstos son hechos de aleaciones de bronce y formados principalmente por trabajo en frío. En este grupo aparecen pinzas, agujas, láminas de metal y punzones de bronce de cobre-estaño y de cobre-arsénico. Pendergast y sus colegas encontraron dos de los cuatro tipos de pinzas de diseño de cascarón hechos de bronce de cobre-estaño típicos del occidente de México en Lamanai (véanse las figuras 7.2 y 7.3); estos artefactos son idénticos en su diseño y composición a las pinzas del MRG. Uno de ellos (figura 7.2), excavado en un contexto Posclásico Medio, es una forma típica del occidente de México (tipo a); contiene estaño

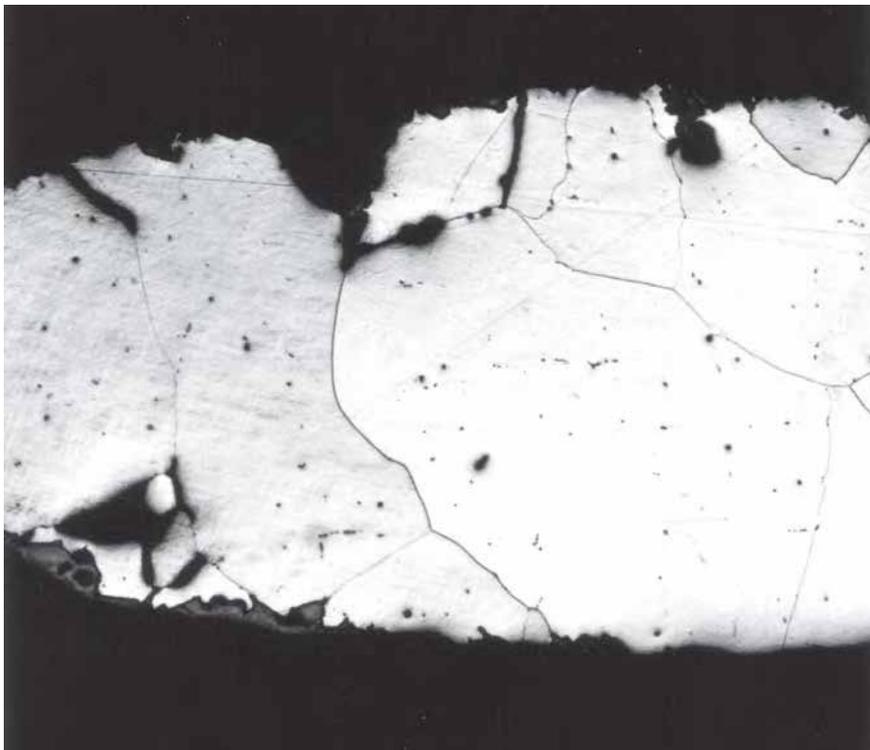


Fig. 7.8. Corte longitudinal del botón de filigrana de Lamanai ilustrado en la figura anterior. Nótese los granos extremadamente grandes, resultantes del enfriamiento muy lento dentro del molde. El molde caliente y el lento enfriamiento ayudaron a retener el detalle fino de la superficie en el vaciado. Muestra atacada con dicromato de potasio (magnificación: 50)

en una concentración (8.99% en peso) que es congruente con otras pinzas de bronce de esta región analizada. Hay una alta probabilidad de que esta pinza haya sido importada de Michoacán o del norte de Guerrero. Otros artefactos del Posclásico Medio, un hacha y un cascabel, están hechos de aleaciones de cobre-arsénico elemento este último presente en concentraciones lo suficientemente altas como para afectar las propiedades del metal. El cascabel contiene 1.33% en peso de arsénico y los análisis cualitativos del hacha indican que contiene arsénico en concentraciones comparables. El cascabel es de tipo muy general, pero tiene doble argolla de suspensión, característico de algunos dise-

ños del occidente de México. Otros cascabeles similares, que probablemente provienen de Michoacán, se encuentran en las colecciones del Museo Nacional de Antropología en la ciudad de México. Aunque no podemos estar seguros de la procedencia de estos objetos de aleación cobre-arsénico, la evidencia que tenemos hasta ahora indica que fueron elaborados en el occidente de México.



Fig. 7.9. Lingote de Lamanai, vistas superior y lateral. Período histórico (1544-1641 d.C.)

Se tomó una muestra de los siete objetos de metal con fecha dentro del Período Posclásico Tardío; cinco están hechos de aleaciones de bronce de cobre-estaño, y cuatro de ellos fueron trabajados en frío: dos pinzas, un cuadrado de lámina de metal y un punzón. Ambas pinzas son de tipos propios del occidente de México. El quinto objeto es un cascabel, probablemente de diseño del centro o del norte-centro de México. Aunque en este periodo aparecen menos objetos de metal que antes, es notable que una alta proporción consiste en tipos no locales hechos de materiales igualmente foráneos. No existe evidencia durante este tiempo de manufactura *in situ*.

Durante el siguiente periodo histórico, se efectuaron cambios sustanciales en las materias primas usadas para hacer los objetos de Lamanai. Por primera vez hay una fuerte evidencia de que los artesanos elaboraban los objetos en el mismo sitio de Lamanai, y parecen haberlo hecho a partir de metal reciclado. Pendergast encontró cuatro lingotes que se incluyen en este periodo, uno se ilustra en la figura 7.9. Los cuatro fueron analizados; sus composiciones son bastante anóma-

las e indican que se trata de materia prima de metal derivada de artefactos fundidos. Los datos de composición (véase el cuadro 7.6) también sugieren que se usó materia prima similar al metal usado para elaborar hachas durante el periodo histórico. Dos de los cuatro lingotes contienen arsénico, oro y estaño. Los lingotes, las hachas y los otros objetos del periodo histórico muestran varios elementos, como oro, plata, arsénico, plomo, antimonio y estaño, que es poco probable hayan sido aportados por una sola fuente de mena. El oro, aunque es poco usual en los objetos del occidente de México, hubiera sido fácilmente introducido a los crisoles de Lamanai, puesto que estuvieron presentes en esta área objetos de *tumbaga* o de cobre dorado.

Durante el Periodo Histórico, los pobladores de Lamanai siguieron utilizando objetos de metal que representaban la tradición de trabajo en cobre del occidente de México, además de otros, característicos de la tecnología maya de vaciado a la cera perdida (véase cuadro 7.6). Los artesanos ocuparon las dos aleaciones de bronce para cascabeles y para una aguja. Al menos uno de los cascabeles (figura 7.10) es de un tipo que aparece en las colecciones del Museo Nacional de Antropología en la ciudad de México, y se dice que es del occidente, aunque no aparece en las colecciones del MRG. La aguja, cuya procedencia es menos segura por estar hecha de aleación de cobre-arsénico, este último en bajas concentraciones: es de ojo de diseño de lazo.

Los datos de Lamanai, tomados en conjunto son notables pues demuestran que los objetos de bronce de cobre-estaño del occidente de México se transportaron tan lejos y desde fechas tempranas (alrededor de 1200 d.C.) desde sus regiones de manufactura. También aparecen en Lamanai hacia 1150 d.C. artefactos que representan una tradición de vaciado



Fig. 7.10. Cascabel de Lamanai. Periodo Histórico (1544-1641 d.C.)

local en el sudeste, basada en el cobre, ejemplificados por el botón de la figura 7.7 aunque no sabemos si estos objetos realmente fueron hechos en el sitio. Para el Periodo histórico existe evidencia de manufactura local en la forma de lingotes vaciados que parecen haberse hecho de metal reciclado. Pendergast sostiene que la metalurgia local en Lamanai antecede a la llegada de los españoles (Pendergast 1991).

La región Huasteca: Vista Hermosa y Platanito

La región Huasteca proporciona evidencia interesante de la producción de metal en el Periodo Posclásico Tardío. Ahí se han encontrado 118 artefactos de metal (101 de los cuales son cascabeles), dos muestras de material intermedio de procesamiento metalúrgico y un lingote, todo en los grandes sitios huastecos de Platanito y Vista Hermosa (Hosler y Stresser-Péan 1992).⁵ Ambos sitios estuvieron ocupados durante el siglo previo a la invasión española en 1519. Platanito fue intensamente saqueado antes de ser estudiado, y sólo nueve de los 87 artefactos encontrados ahí proceden de contextos de excavación; los otros fueron comprados. El conjunto de artefactos de Vista Hermosa, por otra parte, proviene de pozos de sondeo, de entierros y de la tierra desechada durante el saqueo de entierros (Hosler y Stresser-Péan 1992).

La evidencia más fuerte de metalurgia *in situ* proviene de Vista Hermosa, donde los arqueólogos encontraron material de procesamiento, consistente en dos muestras de metal parcialmente procesado y de un lingote (figuras 7.11 y 7.12). Los estudios químicos analíticos muestran que las tres muestras son



Fig. 7.11. Lingote de Vista Hermosa

de una aleación de cobre-arsénico-estaño. Estos datos dejan en claro que la aleación se produjo localmente (Hosler y Stresser-Péan 1992). La casiterita y otras menas se obtenían fácilmente, puesto que la región huasteca yace a lo largo del extremo oriental de la provincia estañífera de Zacatecas (véase la figura 7.1); de esa manera, tales aleaciones pudieron haberse producido en el área (Hosler y Stresser-Péan 1992).⁶ La metalurgia huasteca era prácticamente desconocida, hasta que se encontraron estos conjuntos de objetos.

Ahora bien, los cascabeles recuperados de estos sitios pueden dividirse en cinco diseños distintos, evidentes en la figura 7.13. La prueba de que los propios artesanos huastecos hayan sido quienes elaboraron estos objetos es menos segura que la evidencia de que hayan existido operaciones de fundición en la Huasteca. Los tipos 3 y 4 se encuentran en Guerrero, y pudieron haber sido importados. Sólo un tipo de cascabel (tipo 5) es único en la región; el tipo 1 aparece en la colección del MRG, y el 2 se conoce de otros conjuntos de objetos del occidente de México. Otros artefactos incluyen badajos de cascabel, cuentas y lámina de metal. No es frecuente encontrar herramientas, aunque se encontraron algunos ejemplos de hachas y agujas.

Cuarenta y cinco cascabeles que se analizaron cuantitativamente resultaron ser de cobre y de aleaciones de cobre-estaño, cobre-arsénico y cobre-arsénico-estaño (Hosler y Stresser-Péan 1992). Los cascabeles de cobre son de paredes lisas (tipos 1 y 2), mientras que los cascabeles tipo alambre se hicieron de aleaciones de cobre (tipos 3 y 4). Los cascabeles de cobre se manufacturaron localmente. Un grupo, de un enterramiento en Vista Hermosa, incluye cascabeles pequeños, frágiles y casi siempre mal vaciados, correspondientes al tipo 1a de la colección del MRG. El otro diseño de paredes lisas



Fig. 7.12. Material metalúrgico parcialmente procesado de Vista Hermosa. Periodo Posclásico Tardío

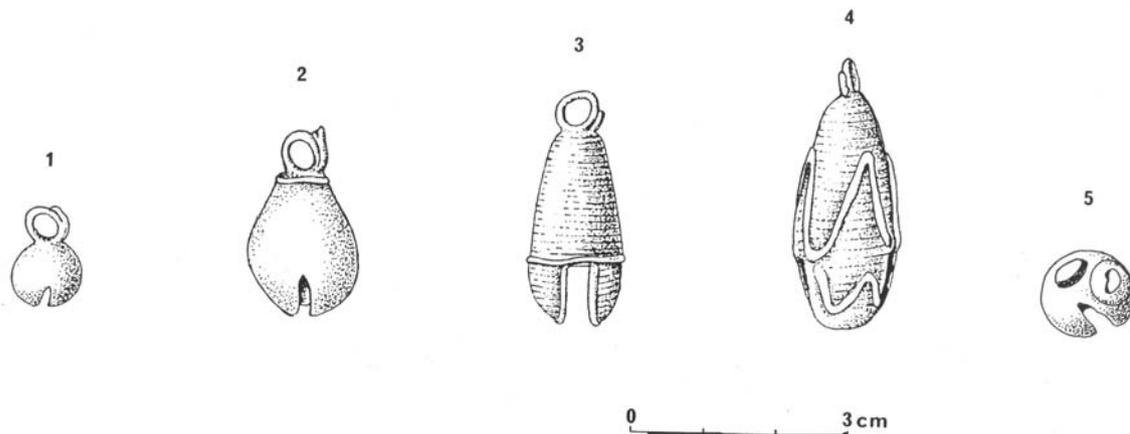


Fig. 7.13. Cinco diseños de cascabel encontrados en la región de la Huasteca. Periodo Posclásico Tardío (según Hosler y Stresser-Péan 1992)

también fue hecho de cobre, pero fue comprado en Platanito a individuos que saquearon el sitio. En ocasiones, estos cascabeles también están mal vaciados; característica que, junto con el hecho de que ocasionalmente se conservaran los desechos de los moldes para el vaciado, constituye una evidencia fehaciente de que fueron producidos localmente.

Ambos diseños tipo alambre están hechos de aleaciones de cobre-estaño, cobre-arsénico y cobre-arsénico-estaño.⁷ Un cascabel fragmentado de bronce de cobre-arsénico, que no pudo clasificarse, contenía un núcleo de carbón y estaba cubierto del mismo material, sugiriendo el vaciado *in situ*. Sin embargo, dado que ambos diseños de cascabel tipo alambre también aparecen en Guerrero, algunos o todos ellos pudieron haber sido importados de esa región. No obstante, desgraciadamente no se han analizado ejemplos de cascabeles de Guerrero para determinar su composición química; pero, se sabe que por lo menos uno de estos cascabeles tipo alambre, un espécimen del tipo 3, pudo haber sido vaciado en la región de la Huasteca. La composición de ese objeto, una aleación de cobre, arsénico y estaño,⁸ es esencialmente la misma de las piezas de material fundido intermedio.

Aparte de producir los cascabeles de aleación ternaria y de cobre-arsénico, hay una alta probabilidad de que los artesanos huastecos también hayan elaborado metal de aleación cobre-estaño. Ocho badajos de cascabel se encontraron en el mismo entierro de Vista Hermosa que contenía el lingote; uno fue analizado y resultó ser de bronce de cobre-estaño. Además, los cascabeles del tipo 5, desconocidos en otras regiones de Mesoamérica, están hechos de aleaciones de bronce de cobre-estaño.

Así pues, los datos de Platanito y de Vista Hermosa apoyan indiscutiblemente la producción en la Huasteca de objetos de cobre, de metal de aleación cobre-arsénico-estaño, y por lo menos de un cascabel de aleación cobre-arsénico. Hay una gran probabilidad de que también se hayan producido localmente aleaciones de cobre-estaño y de que, por lo menos, un diseño de cascabel (el número 5) haya sido vaciado localmente a partir de este bronce. Algunos de estos materiales también pudieron haber sido exportados como lingotes desde la región huasteca a otras áreas de Mesoamérica. Al mismo tiempo, el hecho de que los objetos de bronce encontrados en estos conjuntos huastecos no corresponden a los tipos del MRG que comúnmente se encuentran en otras regiones de Mesoamérica (por ejemplo, cascabeles de alambre del tipo 10b), da más peso al argumento de que el diseño del cascabel tipo 10b sólo se manufacturó en el occidente de México. Todavía no sabemos si los cascabeles tipo alambre encontrados en Platanito y Vista Hermosa fueron elaborados por artesanos huastecos; estos artefactos (y los conocimientos técnicos sobre la aleación) pudieron haber traído de Guerrero a través de los sistemas de mercado azteca.

Los conjuntos de objetos huastecos son notables por la gran cantidad de cascabeles. En este sentido, los estudios etnográficos muestran que el pueblo huasteco todavía usa cascabeles de metal en las danzas tradicionales; atan pequeños cascabeles de tono alto alrededor de la pantorrilla, que suenan cuando el danzante golpea el piso. Otros cascabeles más grandes y de tono más bajo se sujetan en la parte inferior de la espalda, y el danzante los hace sonar con un movimiento lateral de las caderas. Hasta hace poco, los pobladores de Platanito y Vista Hermosa algunas veces recolectaban estos cascabeles de sitios arqueológicos.⁹ Aunque los huastecos parecen haber estado tan interesados en el sonido metálico como sus vecinos del occidente de México, los cascabeles, ya sea producidos localmente o importados, no contienen arsénico ni estaño en concentraciones lo suficientemente altas como para alterar el color del metal. En los cascabeles estudiados que aquí se reportan, la concentración de estaño nunca fue superior a 4% en peso.

Otros sitios y regiones

Se han encontrado en el sur y sudeste de Mesoamérica artefactos pertenecientes a algunos de los grupos de composición identificados en los sitios antes mencionados. Estos hallazgos incluyen objetos de bronce de cobre-estaño y de aleaciones de cobre-plomo, o bien otros que contienen estaño en concentraciones que sugieren que fueron manufacturados a partir de artefactos de bronce de estaño reciclados. Nunca aparecen en grandes cantidades; con frecuencia sólo uno o dos se encuentran en un sitio dado. La clase de artefacto más común es la de cascabeles tipo alambre, ya sea el tipo cilíndrico (10b) hecho de bronce de cobre-estaño, o los cascabeles vaciados hechos de aleaciones de cobre-plomo y típicos del valle de México. Algunas veces aparecen juntos en los mismos sitios. Los arqueólogos también han encontrado herramientas de bronce de cobre-estaño y de cobre-arsénico con características de diseño similares a las variedades del occidente de México. En muy raras ocasiones, los artesanos emplearon las aleaciones de bronce de cobre-estaño para realizar diseños que son, sin duda, locales, indicando que tanto los lingotes como los artefactos terminados fueron transportados de las zonas productoras de metal del occidente de México. La figura 7.1 indica los sitios donde se han encontrado esos objetos.

Sur de Mesoamérica: las tierras bajas. La mayoría de artefactos del sur de Mesoamérica se han encontrado en sitios dentro de la zona de tierras bajas costeras. El Cenote de Sacrificios, en la Península de Yucatán (véase figura 7.1), un antiguo pozo a las afueras de Chichén Itzá, ha producido uno de los conjuntos de objetos metálicos más grandes en Mesoamérica (Coggins 1984; Lothrop 1952). Estos objetos fueron tirados al cenote como ofrendas. El tipo más común de artefacto son los cascabeles; algunos son de aleación cobre-oro elaborados en el sur de Centroamérica y Oaxaca (Root, en Lothrop 1952). Sin embargo, entre los 82 cascabeles del Cenote hechos de cobre, ocho contienen estaño en concentraciones superiores al 0.75% en peso; tres de éstos son aleaciones típicas del occidente de México. Un cascabel probablemente fue importado directamente de tal zona; es de un tipo clásico occidental de diseño tipo alambre (tipo 10b). Otro es un cascabel maya con faz de jaguar (figura 7.14). Este diseño es característico de cascabeles encontrados en

esta región (Lothrop 1952, figuras 83a y 84i). El cascabel debió haber sido vaciado localmente de materiales importados.

Otros cascabeles del Cenote contienen una variedad de elementos aparte del estaño, como oro, arsénico y plata, presentes en concentraciones alrededor de 1% en peso (Root, en Lothrop 1952). Tales aleaciones se asemejan a la materia prima metálica usada en los lingotes de Lamanai y, al igual que ellos, pudieron haber sido hechas fundiendo objetos hechos de bronce de cobre-estaño y otros objetos. Unos cuantos cascabeles eran de aleaciones de cobre, arsénico y plomo (como los de Cuexcomate y Tantok),¹⁰ con ambos elementos aleantes presentes en concentraciones superiores a 2% en peso. Éstos, probablemente, se importaron del centro de México. Otros diez fueron hechos de la aleación más común del centro de México: cobre-plomo; el plomo aparece en concentraciones entre 4% y 21.76% en peso (Root, en Lothrop 1952).

También se han excavado cascabeles tipo alambre de bronce de cobre-estaño importado del occidente de México en otros sitios dentro de esta región sudoeste. En el sitio de Tamulté Las Sabanas, Tabasco (Berlin 1956; Root 1962), se encontraron dos cascabeles tipo alambre: uno de bronce de cobre-estaño y otro de una aleación de cobre-plomo. También se han mencionado cascabeles tipo alambre de Madero y Tenosique, Tabasco (Berlin 1956:146), pero aún no han sido analizados. En Mayapán, Yucatán, objetos pertenecientes a la tradición sudoriental de vaciado (anillos con cabezas antropomorfas o zoomorfas) contienen estaño y plomo en concentraciones entre 0.1% y 1% en peso (Root 1962); éstos fueron hechos de metal reutilizado. Un fragmento de lámina de metal, de aleación cobre-estaño, puede haber sido importada. Dos pinzas del tipo “b” de diseño de cascarón de

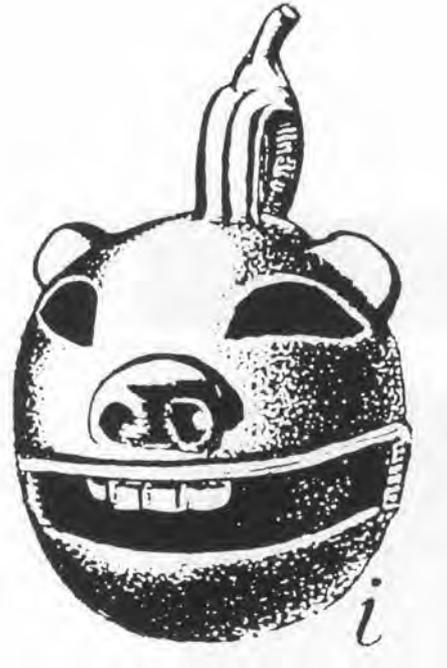


Fig. 7.14. Cascabel maya con cara de jaguar del Cenote de Sacrificios (según Lothrop 1952: Fig. 84y)

Belice (una de Nohmul y otra de Santa Rita (Gann 1918) no han sido analizadas (Bray 1977; Gann y Gann 1939), pero sus contrapartes del occidente de México y de Lamanai están hechos de aleaciones de bronce de cobre-estaño, lo cual es técnicamente esencial cuando el metal es muy delgado. Se ha informado de un pequeño cascabel de bronce proveniente de Huy, Yucatán, y otro de la “Cueva del Cascabel”, en Quemistlan, junto al Río Chamelecón, en Honduras (Root, en Lothrop 1952).¹¹ El ejemplo de Honduras viene de una cueva en la que se encontró una gran ofrenda de cascabeles, algunos de los cuales fueron analizados, cuya composición química indica que fueron hechos de metal reutilizado. Tres de ellos (ninguno típico del occidente de México) contienen estaño en concentraciones demasiado altas como para haber constituido un elemento menor en la mena de calcopirita, y demasiado bajo como para representar una aleación intencional.

El sur de Mesoamérica: el altiplano. Pocos objetos de bronce de cobre-estaño se han encontrado en los altos de sur. El conjunto de artefactos más importante viene de Chiapa de Corzo, Chiapas (véase figura 7.1), donde cascabeles tipo alambre del occidente de México (tipo 10b) hechos de bronce de cobre-estaño se encontraron en el mismo contexto que cascabeles también de tipo alambre, pero elaborados con aleación de cobre-plomo del centro de México. En ambos casos, el elemento aleante, estaño o plomo, está presente en concentraciones superiores al 2% en peso (Root 1969). En el sitio de Chipal, en los altos de Guatemala, los arqueólogos encontraron un anillo de estilo maya y un objeto que se describió como cuenta (Butler 1959); al ser analizados se vio que fueron hechos de bronce de cobre-estaño con cobre y estaño presentes “en cantidad”, junto con otros elementos en menor concentración. Del mismo modo, un fragmento de lámina de metal de Chipal contiene 0.40% de estaño en peso (Root, en Lothrop 1952). Sin embargo, en los conjuntos de artefactos analizados procedentes de otros sitios arqueológicos del Posclásico Tardío en las tierras altas del sur, por ejemplo, Zaculeu (Woodbury y Trik 1953), Zacualpa (Wauchope 1948) y Tajumulco (Dutton y Hobbs 1943), no se han encontrado objetos hechos de aleación de cobre-estaño ni de cobre-plomo.

Oaxaca. En Oaxaca se han encontrado objetos de bronce de cobre-estaño (figura 7.1), aunque se han practicado relativamente pocos análisis químicos sobre los conjuntos de artefactos oaxaqueños. En el sitio de Lidchi Bigu, cerca de Juchitán, se han encontrado

herramientas hechas de aleaciones de bronce de cobre-estaño (Delgado 1965; Lowe 1959; Root 1969). Una pinza de cobre-estaño (del tipo a), un cascabel tipo alambre de cobre-plomo y un hacha de cobre-estaño de Oaxaca fueron analizados por Arsandeaux y Rivet (1923), pero carecen de procedencia específica y de asociación temporal. Los estudios de Root (en Lothrop, 1952) demostraron que el bronce de estaño se empleó para hacer un cascabel tipo alambre encontrado en Tlacolula, así como una pieza de lámina de metal de Nochixtlán y una máscara de filigrana de cobre-estaño, también de Oaxaca. Más recientemente, 30 hachas de Huayapán, Oaxaca, se han sometido al análisis cualitativo; seis de ellas resultaron ser de bronce de estaño y el resto de cobre (Macías 1990).

Varios artefactos del occidente de México se han encontrado en Oaxaca, pero no han sido analizados, incluyendo los cascabeles de alambre localizados en excavaciones de Monte Albán (Caso 1965). Estos mismos diseños de cascabel se encuentran en el Museo Frissel de Oaxaca. El examen macroscópico de las piezas en este museo indicó que por lo menos algunos artefactos, especialmente las pinzas con diseño de cascarón, están hechos de aleación cobre-estaño.¹² Hasta ahora no se han identificado objetos de aleación cobre-arsénico en Oaxaca.

Las regiones del norte. Pocos análisis químicos se han efectuado en artefactos de metal encontrados en el norte de la zona metalurgista, en Sinaloa, Durango y Zacatecas, o más al norte, en el sudoeste de los Estados Unidos. Sin embargo, no hay aleaciones cobre-estaño o cobre-arsénico en los análisis que hizo Root (en Lothrop 1952) sobre objetos de Guasave y de Culiacán, Sinaloa, así como de Casas Grandes, Chihuahua.¹³ Aunque no tenemos datos analíticos, no aparecen diseños occidentales característicos en Navacoyan o Topia en Durango. En esta área han reportado ocasionalmente artefactos del occidente de México, como cascabeles tipo alambre, por ejemplo en Molino, Durango, donde Kelley (1986) describe cascabeles de estilo tarasco,¹⁴ así como en Casas Grandes y en Hilltop House. Se informa de un cascabel tipo alambre para cada uno de estos sitios. En general, los objetos de metal encontrados hasta ahora en el norte parecen no ser tipos importados del occidente de México, sino que probablemente son producto de una tradición metalúrgica local.

Resumen. Ciertos objetos y materiales característicos de la metalurgia del Periodo 2 fueron exportados a otras regiones de Mesoamérica, incluyendo artefactos de bronce de cobre-estaño y lingotes hechos de estaño o de bronce de estaño. Los objetos tienden a ser elementos de elite o rituales, como los cascabeles tipo alambre del tipo 10b y pinzas de diseño de cascarón. Éstos son idénticos en diseño y composición a sus contrapartes occidentales. Algunas veces también exportaron herramientas. En otros casos, artesanos de fuera del occidente de México usaron estaño o bronce de estaño para realizar diseños locales. Además, en sitios como Cuexcomate, Lamanai, el Cenote de Sacrificios y la “Cueva de Cascabeles” de Quemistlán, se hicieron objetos de metal localmente, cuya composición es tan anómala (contiene estaño, plomo, arsénico y otros elementos) que, muy probablemente, se originó a partir de artefactos reciclados, algunos de los cuales debieron de haber sido de bronce de estaño del occidente de México. Los objetos de aleación de cobre-arsénico encontrados fuera de la zona metalurgista del occidente de México presentan problemas más complejos, puesto que el origen de las materias primas está muy diseminado. Hasta ahora, la región occidental parece ser la única área donde se hicieron cantidades significativas de objetos a partir de estas aleaciones. Además de ampliar el acceso a las materias primas y artefactos fuera de la zona metalurgista, esta zona también estimuló el desarrollo de una metalurgia de bronce local en el área huasteca pocas décadas antes de la invasión española.

Aquí se han considerado tres grandes conjuntos de objetos metálicos: Cuexcomate y Capilco, Morelos; Lamanai, Belice; Platanito y Vista Hermosa, la Huasteca. En Morelos y Belice, los objetos de metal parecen ser idénticos en diseño y composición química a los tipos encontrados en el MRG; éstos fueron transportados por los artesanos del occidente de México o por intermediarios a las áreas mencionadas donde no hay evidencia de tecnologías locales de trabajo en bronce. En Platanito y Vista Hermosa, la evidencia no está muy clara. La presencia de material intermedio de procesamiento de aleaciones de cobre-arsénico-estaño, así como de cascabeles tipo alambre hechos de aleaciones de cobre-estaño, cobre-arsénico-estaño y cobre-arsénico, sugiere que estos cascabeles, que no aparecen en las colecciones del MRG pero sí se encuentran en sitios de Guerrero, pudieron haber sido elaborados en el área huasteca. Sin embargo, también pudieron haber sido objetos de comercio de Guerrero; hasta que no tengamos datos analíticos para sus contrapartes guerrerenses no será posible saber dónde fueron manufacturados.

Sin embargo, los datos de la Huasteca indican que por lo menos un cascabel de aleación cobre-arsénico fue vaciado localmente, y quizá otros también. Lo importante es que la metalurgia local de la Huasteca se estaba formando durante el siglo anterior a la invasión española, en el extremo oriental de la provincia estañífera de Zacatecas, y que esta tecnología, como la metalurgia en el occidente de México, se enfocó sobre todo en los cascabeles.

Además, aparte de estos ejemplos, también aparecen artefactos del occidente de México en Tabasco, Chiapas, la península de Yucatán, Oaxaca y otras áreas. Las herramientas de bronce encontradas en las regiones metalurgistas conocidas, como Oaxaca, fueron ya sea importadas desde el occidente de México, o elaboradas localmente de materias primas importadas. Los cascabeles de alambre de aleación cobre-plomo, encontrados fuera del occidente de México, en algunos de los sitios mencionados aquí, aparentemente fueron manufacturados cerca de la cuenca de México. Éstos también se exportaron a otras regiones de Mesoamérica, y se encontraron en algunos de los sitios donde aparecen objetos de bronce de estaño.

La mejor evidencia de que materias primas (lingotes de estaño o de bronce de estaño) fueron transportadas a estas regiones fuera del occidente mexicano son los pocos objetos de estilo incuestionablemente maya o del sur de Mesoamérica hechos de aleación de cobre-estaño. Las placas o láminas que menciona Diego de Landa representan una forma en que estas materias primas circulaban. Es posible que se hayan encontrado fragmentos de esas placas o láminas; por lo menos una pieza de lámina de bronce de cobre-estaño apareció en Oaxaca, y un fragmento trabajado también se encontró en Lamanai. Estos “lingotes” en teoría pudieron haberse producido en cualquier parte de la provincia estañífera de Zacatecas, incluyendo la Huasteca, lejos de la zona metalurgista. En contraste con el estaño, las fuentes de plomo son abundantes en Mesoamérica, pero la evidencia hasta ahora indica que objetos de aleación de cobre-plomo, específicamente cascabeles tipo alambre, fueron vaciados en o cerca del valle de México. El plomo en altas concentraciones sólo aparece en cascabeles y las mayores concentraciones (más de 4% en peso) sólo en cascabeles de aquel tipo.

Análisis

Ahora consideramos cómo estos elementos de la metalurgia del occidente mexicano se transportaron a los asentamientos y regiones estudiados. Las fuentes documentales y demás evidencia sugieren que artefactos de bronce, y tal vez lingotes, se distribuyeron a través de los sistemas de tributo y de mercado, tanto azteca como tarasco, y quizá también a través de grupos como los otomíes y matlazincas, quienes pudieron haber funcionado como intermediarios.

¿Quién controlaba la explotación de las fuentes de estaño? Los depósitos de casiterita en la Sierra de Tlatlaya, en Sultepec (véase la figura 7.1) representan la mejor posibilidad de una fuente cerca de las principales regiones de manufactura, y la evidencia documental antes citada indica que fue un centro minero en la época prehispánica. Según Berdan *et al.* (en prensa), en el momento de la invasión española, Sultepec estaba dentro de la provincia estratégica azteca de Temascaltepec, la cual era gobernada por una nobleza local controlada con cierta libertad por los aztecas. El área en su conjunto contenía varios sistemas sociopolíticos, algunos de los cuales habían sido conquistados repetidamente por los aztecas. Sultepec pagaba tributo imperial a Tenochtitlán. La región estaba poblada por varios grupos lingüísticos incluyendo hablantes de náhuatl, la principal lengua de la región, así como matlazinca y mazahua. Varios pueblos del área, uno de los cuales era Sultepec, estaban en guerra contra el imperio tarasco (Gorenstein 1985).¹⁵ En vista de esta compleja organización política y social, si esta región en particular sirvió como fuente de casiterita o de estaño, es probable que el metal haya sido distribuido a los productores a través de intermediarios, siendo los tarascos los más importantes. Grupos de matlazincas en el valle de Toluca pueden haber estado involucrados en estas transacciones, por su proximidad a los depósitos de casiterita de Sultepec.¹⁶ Ya sea que los matlazincas hayan estado involucrados en la producción a escala importante o no, es muy probable que hayan tomado parte en algún aspecto de la distribución. Existe evidencia independiente de comercio a través de la frontera azteca-tarasca (Berdan *et al.*, en prensa; Gorenstein 1985).

Una segunda probable fuente de estaño es el depósito en Teloloapan que aparece en el mapa de la UNAM. Esta área, al igual que los alrededores de Sultepec, estaba en la frontera con los tarascos, una zona de conflictos entre los pueblos azteca y tarasco des-

pués de la conquista azteca en 1442. También fue una región de alianzas económicas y políticas cambiantes, poblada por hablantes de náhuatl, chontal y malme (el malme puede ser la misma lengua que el matlazinca, o muy cercano a éste), todos los cuales habían sido conquistados por sucesivos gobernantes aztecas. Los aztecas tenían una guarnición en Oxtuma, un gran asentamiento en esta misma zona. Con base en la presencia de tientos tarascos en Teloloapan, Michael Smith (1990:159) sugiere que esta región también estuvo ligada al imperio tarasco. Sabemos que ésta era una zona donde los objetos de metal circulaban y donde pudieron haberse producido, puesto que al momento de la invasión española aparecían hachas de cobre en las listas de bienes tributados a los mexicas de Tepecoacuilco, la provincia tributaria en la que se localiza Teloloapan (Berdan *et al.*, en prensa; M.E. Smith 1990). Igualmente, artefactos de metal atribuidos a esta región se encuentran en el Museo Nacional de Antropología, en México.

Así pues, ninguna de las dos fuentes de estaño que estaban más cercanas al Estado tarasco estaba bajo su control directo antes o durante la expansión imperial tarasca en 1440. Los artesanos tarascos obtuvieron el estaño de fuentes más distantes o a través de intermediarios. Incluso en regiones dominadas por los tarascos, en las áreas limítrofes, más de un grupo étnico vivía en el mismo asentamiento (Gorenstein 1985). En Acámbaro, por ejemplo, vivían otomíes, chichimecas y tarascos, y se hablaban las tres lenguas. Pollard sugiere que hablantes de otomí pudieron haber mediado en las relaciones políticas y económicas entre aztecas y tarascos.¹⁷ Sabemos que los grupos otomíes no sólo estaban incorporados al dominio tarasco, sino que, según Pollard (1993), eran de su confianza. Los matlazincas pudieron haber desempeñado un papel clave en el manejo de estas relaciones, especialmente en cuanto al acceso tarasco a los depósitos de estaño de Sultepec. Cierta evidencia sugiere que los mismos tarascos estuvieron presentes en Sultepec; los documentos indican que tanto hablantes de tarasco como de náhuatl ahí convivían (Gorenstein 1985).

Suponiendo que la casiterita era extraída en Sultepec o Teloloapan, de estos depósitos, después el estaño se transportaba probablemente a través de mercados regionales dentro de las comunidades multiétnicas a lo largo de la frontera entre tarascos y aztecas. Su destino eran las áreas bajo control tarasco, donde se manufacturaban los objetos de metal. Los utensilios tarascos de bronce de cobre-estaño que esta autora ha identificado en otras regiones de Mesoamérica fueron quizá, transportados a través de intermedia-

rios que participaban en estas mismas redes, pues hay poca evidencia de que los mercaderes tarascos se aventuraran fuera de sus fronteras. Sin embargo, algunos artefactos de bronce de cobre-estaño también se elaboraron en regiones de Guerrero bajo el control de los aztecas, y estos bienes se movieron directamente hacia los sistemas de mercado aztecas. El *Códice Mendocino*, por ejemplo, menciona que 40 “cascabeles grandes de *latón*” eran bienes tributados a Tenochtitlan por la provincia de Quiauteopan, en Guerrero (“*latón*” en este contexto debe significar bronce de cobre-estaño). Los objetos ilustrados en el *Códice Mendocino* son cascabeles grandes cilíndricos de tipo alambre, similar al 10b, que son comunes en las regiones que estuvieron bajo el control de los tarascos, y que también se han encontrado en varios lugares en Guerrero. En este último caso, formaron bienes de tributo imperial para Tenochtitlán y pudieron haber pasado luego a comerciantes *pochteca* que los llevaron al sur y este. También pudieron haber circulado a través de los sistemas regionales de mercado que manejaban cerámica, obsidiana y otros bienes aztecas (M.E. Smith 1990).

No sabemos cómo se introdujo la metalurgia a la zona huasteca desde las zonas metalurgistas del occidente de México. Lo más probable es que la tecnología se haya transmitido a través de los mercaderes responsables de la distribución de bienes de comercio aztecas, más que a través de contacto directo con las principales áreas productoras de metal del Periodo 2 en el occidente de México, como las tierras altas de Michoacán. La evidencia arqueológica sugiere que durante este periodo el contacto entre la región huasteca y las zonas occidentales mencionadas fue limitado. Sin embargo, sabemos que hubo relaciones entre los pueblos huastecos y los asentamientos aztecas de la cuenca de México. Se ha encontrado cerámica huasteca en sitios aztecas de esa región, al igual que más al sur, en el vecino estado de Morelos. Sabemos también que Platanito estaba localizado dentro de una provincia tributaria de los aztecas. Por otra parte, los cascabeles de bronce de estaño eran bienes tributados a Tenochtitlán por Guerrero, y algunos de ellos tal vez fueron elaborados en esta última área. Dado que dos de los principales diseños de cascabeles huastecos (los tipos 3 y 4) también aparecen en Guerrero, y en vista de las fechas tardías de la metalurgia huasteca, es muy probable que la tecnología arribara al área huasteca a través de las redes de mercado aztecas.

La amplia distribución geográfica de artefactos de bronce de estaño sugiere que estos objetos, algunos elaborados en regiones del occidente de México no bajo el con-

trol azteca, circulaban, sin embargo, dentro de las redes aztecas durante los periodos Posclásico Medio y Tardío. El hecho de que cascabeles de aleación de cobre-plomo, manufacturados dentro o cerca de la cuenca de México, se asocian con cascabeles de bronce de estaño del occidente de México (en sitios como Chiapa de Corzo, Tamulté y el Cenote de Sacrificios) proporciona una evidencia sólida para esta aseveración. Sin embargo, la presencia de objetos encontrados en estas distantes regiones, con fecha anterior a las conquistas aztecas, no se puede explicar en estos momentos.

Desde 1200 d.C. hasta la invasión española, se transportaron objetos y materiales de metal desde el occidente de México a otras regiones de Mesoamérica. En la zona sudeste (Yucatán, Belice, Honduras y Guatemala) aparecen aproximadamente al mismo tiempo que los artesanos locales elaboraron su tecnología de vaciado a la cera perdida, la cual se difundió hacia el norte desde el sur de Centroamérica tras su introducción por mar al occidente de México durante el Periodo 1. El occidente de México contribuyó estos conjuntos de materiales con objetos de bronce de cobre-estaño. La mayoría eran elementos de estatus (cascabeles y pinzas) para los cuales el uso de la aleación era requisito del diseño.

Aunque la información con que contamos todavía está incompleta, las metalurgias regionales aquí exploradas generalmente parecen haber sido formadas por los mismos principios y decisiones que los que originaron la metalurgia desarrollada en el occidente de México. El metal fue un material ritual y de elite, siendo su sonido y, en menor grado, su color, lo que también interesó a estos pueblos fuera del occidente de México. En el último capítulo se examinarán las propuestas sociales que subyacen a estas decisiones, y que dieron a esta tecnología del occidente mexicano su carácter distintivo y original.

Notas

1. La posibilidad de que la aleación se derivara de fundir objetos hechos de bronce de cobre-estaño se discute posteriormente dentro de este mismo capítulo.
2. Éstos se encuentran en las colecciones del Museo Nacional de Antropología de México y fueron encontrados en San Miguel Tecuizapa.
3. Un objeto clasificado como “ornamento” está hecho de metal reciclado; sin embargo, se trata de una pieza de alambre, subsecuentemente transformada, de manera no muy elegante, en rodete.
4. David Pendergast, comunicación personal, 1984.
5. Datos analíticos presentados en Hosler y Stresser-Péan (1992).

6. Las materias primas estaban disponibles en las minas cercanas al sitio; un depósito grande de casiterita se ilustra en San Antonio, San Luis Potosí, al sur de Vista Hermosa. Se pudo haber extraído estaño de esa mena. Según los mapas de la UNAM discutidos en el capítulo 2 y otras fuentes (Panczner 1987), en esa región también hay depósitos de cobre, así como de arsenopirita.
7. El estaño en los cascabeles de aleación cobre-estaño y cobre-arsénico-estaño varía entre 1.08% y 4.9% en peso. En los cascabeles de aleación cobre-arsénico, la concentración de este último elemento varía entre 0.52% y 2.2% en peso.
8. También se encontró un cascabel de bronce de cobre-estaño del tipo 10b, que probablemente fue importado del occidente de México.
9. Guy Stresser-Péan, datos inéditos.
10. Los análisis químicos muestran que el cascabel de Tantok es de aleación cobre-arsénico-plomo (Hosler y Stresser-Péan 1992).
11. Véase también William Root, notas archivadas en el Center for Materials Research in Archaeology and Ethnology, MIT.
12. Hosler, apuntes de campo, 1982.
13. Véase también William Root, notas archivadas en el Center for Materials Research in Archaeology and Ethnology, MIT.
14. También J. Charles Kelley, comunicación personal, 1992.
15. También Michael E. Smith, comunicación personal, 1992.
16. Se han consignado cantidades significativas de objetos de metal en el valle de Toluca. Aunque la tecnología no ha sido estudiada, Quezada (1972) señala que ésta es parecida a la de la región tarasca. La cantidad reducida de material que he examinado, proveniente del valle de Toluca, en el Museo Americano de Historia Natural (AMNH, Nueva York) y el Museo Nacional de Antropología confirma sus observaciones. Root (en Lothrop 1952) analizó algunos cascabeles de Calixtlahuaca que se hicieron de aleaciones de cobre y estaño, sin embargo, otros que también estudió eran de aleaciones cobre-plomo. Otro cascabel de aleación cobre-plomo fue estudiado por Flores de Aguirrezabal y Quijada (1980).
17. Helen Pollard, comunicación personal, 1991.

Los sonidos y colores
del poder



8

*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 aquellos, empezó el mundo.
(Acuña 1987: 36).*

Este relato sobre los orígenes de la humanidad aparece en la *Relación de Ajuchitlán*, en respuesta a una pregunta que hicieron los españoles sobre las creencias de los pobladores indígenas.¹ El documento señala que la deidad creó a los seres humanos originales de “ceniza y ciertos metales”; la narrativa sugiere que el metal era sagrado y animado: un material óptimo para la primer pareja humana. Como se argumentará aquí, la tecnología metalúrgica que se concretó en el occidente de México fue formada por decisiones técnicas basadas en esta premisa, manifiesta en las propiedades del metal que los orfebres eligieron desarrollar y en la manera en que los objetos metálicos se usaron. La mayoría de los objetos se usaban o incorporaban en los rituales: cascabeles, ornamentos para el cabello, discos y diademas de lámina de metal y grandes pinzas ornamentales. Estos objetos de metal conferían a los individuos que los portaban con lo sobrenatural a través de su forma y de dos propiedades esenciales: el sonido y el color. A través del color y del sonido, estos objetos crearon un dominio de experiencia sagrado en el cual los sacerdotes y otros funcionarios religiosos podían promulgar proposiciones sociales básicas en rito, lo cual contribuía estructura y significado, a la vida de estos pueblos.

El poder sagrado es inherente en varios materiales y sustancias conocidos en la antigua Mesoamérica. Con el barro se hacían incensarios rituales; la tela servía para elaborar adornos religiosos. El jade, la amatista y la obsidiana se lasquearon, desgastaron y pulieron para hacer objetos pequeños que representaban seres divinos y sagrados; los artesanos también labraron basalto y otras piedras para esculpir esculturas monumentales que representaban a seres humanos saliendo de las fauces de jaguares o de serpientes, y eventos



Fig. 8.1. El monolito de la Coyolxauhqui encontrado en el Templo Mayor, ciudad de México. La escultura fue colocada al pie de la escalinata que conduce al templo de Huitzilopochtli (según Towsend 1992: lámina 98)

como la muerte de Coyolxauhqui (figura 8.1), la diosa de la luna y hermana del gran dios azteca de la guerra, Huitzilopochtli. Sin embargo, la proporción de objetos de metal elaborados para fines rituales, simbólicos y de estatus es inesperadamente alta cuando se compara, por ejemplo, con la de las metalurgias de Ecuador, Perú y Bolivia, donde las aleaciones de bronce también fueron ampliamente accesibles y utilizadas para fines utilitarios. En el occidente de México y en otras partes de Mesoamérica, el metal estuvo cargado de cualidades excepcionales y sagradas y esto incluye las aleaciones típicamente utilitarias de bronce.

Ambas propiedades, el sonido y el color, que dieron forma a la tecnología, fueron desarrollados en los cascabeles. Los sonidos y colores metálicos están lingüísticamente vinculados entre sí en el náhuatl, lengua que se hablaba —y continúa hablando— en el centro de México y en algunas áreas de la zona metalurgista. Como ya se ha demostrado, se elaboraron cascabeles en otras áreas de América, pero sólo en aquella región se convirtieron en un aspecto central, encauzador, de la tecnología. El color metálico, si bien

es vívido en los cascabeles, era más dramático en los resplandecientes, reflectivos y brillantes colores dorados y plateados de la lámina de metal, con la cual se hicieron diademas, discos y otros objetos. La nobleza tarasca, los funcionarios religiosos y otras elites, así como los gobernantes y las elites de otras partes del occidente de México y del centro de México, llevaban puestos estos objetos, casi siempre en ritual, afirmando su propio poder sagrado y su vínculo con lo sobrenatural.

Como ya se estableció, los metalurgistas dedicaron una porción bastante pequeña de sus actividades a la elaboración de herramientas técnicamente sofisticadas, aprovechando la capacidad de endurecimiento y resiliencia del cobre y de las aleaciones de bronce. Las herramientas del occidente de México demuestran un gran conocimiento

técnico y una destreza notable, pero el considerable volumen de objetos rituales de brillantes tonos dorados y plateados, especialmente cascabeles de bronce y otras aleaciones, revela que la meta real de estos orfebres estaba en lograr los varios tonos musicales y la multiplicidad de colores que permitía el nuevo material. Exploro estas preferencias técnicas en la siguiente discusión, basándome en evidencias procedentes de una variedad de fuentes. La información más directa viene de documentos del siglo XVI nativos y españoles, de términos relacionados con el metal e instrumentos sonoros en náhuatl y tarasco, y de estudios etnográficos de pueblos indígenas mexicanos. Entre los documentos del siglo XVI, el *Códice Florentino* del centro de México (azteca) es especialmente útil, ya que los aztecas ocuparon áreas contiguas a la zona metalúrgica, y durante el Periodo 2 controlaron partes de aquéllas. A veces también es útil la información de Sudamérica: varios investigadores han señalado que las sociedades indígenas americanas comparten ciertos preceptos ideológicos (véanse Willey 1962; Lathrap 1982). De ser así, esos preceptos o fragmentos pueden todavía estar de manifiesto materialmente o en otras formas entre esas sociedades indígenas.

Color

Los colores metálicos dorados y plateados se asociaban con deidades en muchas regiones de América, incluyendo Mesoamérica. Estos metales se identificaban respectivamente con el sol y la luna entre los tarascos, aztecas y, probablemente, otros grupos mesoamericanos. En náhuatl, el término para decir “oro”, *cuztic teocuitlatl*, literalmente significa “excremento amarillo divino”, y se interpreta como excrecencias de una deidad solar (Campbell 1985).² Según el *Códice Florentino*, esa deidad era Tonatiuh, cuyo nombre se deriva de la raíz *tona*, que significa resplandecer, brillar o dar calor. Cuando el código describe el efecto visual del oro, usa el mismo término *tona*, traducido como “despedir rayos” (Sahagún 1950-1982, Libro 11: 234). *Tona* también significa que brille el sol; por tanto, el oro brilla, resplandece y despidе rayos, o calor, como el sol o como Tonatiuh. El metal conduce calor y también es altamente reflejante, y aquí ambas propiedades se reconocen explícitamente. El *Códice Florentino* es inequívoco en lo referente a los orígenes del oro: su nombre “se deriva [del hecho que] algunas veces,

en algunos lugares, aparece al amanecer algo como un poco de diarrea... era muy amarillo, muy hermoso, descansando como una brasa, como oro fundido” (Sahagún 1950-1982 Libro 11: 233). Igualmente, el término náhuatl para plata, *iztac teocuitlatl*, significa “excremento divino blanco” (Campbell 1985), y podría referirse al excremento de la luna.³ Estos términos indican claramente que esos metales eran sustancias divinas, producidos, fundidos o emitidos por las deidades.

Por su parte, los tarascos adjudicaban orígenes similares al oro y la plata. En la *Relación de Michoacán*, Hiripan, uno de los tres hermanos responsables de la expansión tarasca anterior a la conquista, quería obtener oro, plata y otros metales de las aldeas conquistadas:

Hermanos, ¿qué haremos? Que la gente de los pueblos se llevan huyendo los plumajes y joyas, con lo que fueron señores en los pueblos que conquistamos... Id a retenedlos, que se vengan los dioses a sus pueblos... Viendo aquel oro amarillo y la plata blanca dijo Hiripan: “Mirá, hermanos, que esto amarillo debe ser estiércol del sol que echa de sí, y aquel metal blanco estiércol de la luna, que echa de sí...” (Tudela 1977: 152).

Estos dos metales, oro y plata, eran emisiones y propiedad divinas; también validaban la autoridad de la nobleza. La raíz *tiripeti* significa “oro” en tarasco, y también es el nombre dado a los dioses que eran la manifestación individual del sol (Brand 1951). De hecho, el tesoro real de los tarascos guardaba diademas y discos de oro en cofres para honrar al sol, y discos de plata en honor a Xaratanga, la diosa de la luna (Tudela 1977: 257). A los reyes tarascos se les enterraba con escudos de oro en la espalda y cascabeles de oro en los tobillos (Tudela 1977: 219); en la batalla, se protegían con un escudo de plata (Tudela 1977: 192). Algunos de estos objetos eran hechos de metales puros, mientras que otros, aparentemente, fueron hechos de aleaciones de cobre-plata y probablemente oro-plata, a juzgar por la información del siglo XVI sobre la calidad variable de los objetos de oro y plata que los españoles exigieron y obtuvieron del gobernante tarasco.

En Sudamérica, los orfebres produjeron colores de oro y de plata utilizando esos metales o aleándolos con cobre, obteniendo superficies doradas y plateadas a través de técnicas sofisticadas del enriquecimiento de la superficie. Los orfebres del occiden-

te de México diseñaron nuevos e ingeniosos métodos para producir estos mismos colores en objetos cuyas características de diseño prohibían el uso de oro o plata puros. Desarrollaron aleaciones de cobre-arsénico ricas en este último elemento, así como las más comunes aleaciones de cobre-plata, para obtener un color plateado; y para el oro usaron bronce de cobre-estaño con niveles de estaño que superan 10% en peso. Los orfebres del occidente de México también elaboraron algunos objetos de oro y plata puros, cuando los requisitos del diseño lo permitieron.

En los Andes centrales, los colores dorado y plateado también se identificaban con las deidades solar y lunar, y en el Horizonte Tardío (1476-1532 d.C.) algunos objetos hechos de estos metales eran llevados en el vestido y utilizados exclusivamente por el Inca o emperador. Un mito que consigna Calancha de la costa central de Perú relata que los caciques descendían de un huevo de oro y sus esposas de uno de plata. El huevo del cual venían los plebeyos era de cobre.⁴ Los orfebres andinos lograron hacer objetos rituales de estos colores metálicos con aleaciones de cobre-plata y cobre-plata-oro, aunque a veces también usaron los metales puros.

Así, en toda la antigua América, una técnica con la cual los metalurgistas crearon colores dorados y plateados fue la aleación de cobre con otros elementos. No sabemos cómo el proceso mismo pudo haber sido interpretado por los pueblos mesoamericanos; la tecnología indígena basada en el cobre ha desaparecido y nuestro conocimiento de la ideología que la apoyaba es fragmentario. Tal vez la única información etnográfica publicada que podría ayudar a explicar el significado de alear el oro, la plata y el cobre viene de los desana, un pueblo tukoano en el noroeste del Amazonas. Dadas las actitudes ampliamente compartidas hacia el metal en América, estos datos también podrían aplicarse a Mesoamérica. También se obtendrán nuevas perspectivas a través del estudio de términos indígenas para el procesamiento de metales.

Los desana viven en una región donde el metal se empleó extensamente durante la época prehispánica. Estos indígenas usaban ornamentos de metal en las orejas, así como narigueras y pendientes, los cuales quizá se importaban de la sierra. Reichel-Dolmatoff (1981) ha interpretado un mito desana que habla de dos metales, haciendo alusión a un “Sol que fertiliza a una brillante Luna Nueva, la cual... luego pasa a través de una secuencia de fases amarillentas, rojizas y color cobre que se comparan con... los procesos del desarrollo embrionario”. El citado autor argumenta que los conceptos de genera-

ción y crecimiento de los desana son un “modelo de combinaciones metalúrgicas”, o sea, de aleaciones (Reichel-Dolmatoff 1981: 21).

En este sentido, las combinaciones metalúrgicas o aleaciones de esa manera representan transformaciones; de hecho, realmente se transforman a través de procedimientos de enriquecimiento de la superficie en los que el color de cobre de la aleación inicial se cambia a plateado o dorado. Lechtman (1993) sugiere que el relato de los desana de la aleación podría perpetuar una tradición profundamente arraigada en la sierra y costa de los Andes, de alear cobre con plata y oro para producir *tumbaga*. Los objetos rituales hechos de estas aleaciones y los metales puros eventualmente comunicaron la continuidad del linaje incaico y, por ende, del estado.

No tenemos evidencia acerca de si los orfebres del occidente de México concibieron las aleaciones; incluso en el caso de los aztecas sólo tenemos evidencia indirecta. Esos datos, sin embargo, merecen ser presentados aquí. Xipe Tótec, el dios azteca de los orfebres del oro, también representaba la fecundidad y renovación. De hecho, su nombre, Xipe, podría derivarse de *xipintli*, prepucio, o *xipehua*, que significa raspar o pelar, o como nominal (*tepul quaxipeuhcatl*), el glande del pene (Campbell 1985: 411). También se relaciona con *xiptli* o capa; su nombre significa “el que lleva puesta la piel”.⁵ Su insignia era un palo con sonaja, un implemento puntiagudo y que sonaba, casi siempre hecho de metal, usado en ritos y relacionado con la fertilidad tanto humana como agrícola. De esa manera, el metal o la metalurgia (poner capas de oro, o posiblemente quitar capas de cobre, a través del enriquecimiento de la superficie) y la fertilidad reproductiva y agrícola (capas de nueva vegetación) pudieron haber estado relacionados de manera explícita.

El creador mencionado en la *Relación Geográfica* de Ajuchitlán creó a los seres humanos de ceniza y metal. Sin embargo, la deidad aparentemente no hizo a la primera pareja humana de metal puro, sino de una aleación (“ciertos metales”). Los análisis químicos practicados en los artefactos muestran que los elementos de aleación, como la plata, el estaño y el arsénico, se añadían al cobre en concentraciones lo suficientemente altas como para que los objetos rituales y de estatus exhibieran un rango de colores plateados y dorados “divinos” o capas, en el caso de metal de lámina hecho de aleaciones de cobre-plata. Si la aleación o la metalurgia —en Mesoamérica simbolizaba la generación, fertilidad y crecimiento—, entonces al crear a los seres humanos, especial-

mente de aleaciones, el acto de creación para la deidad era el acto de unión sexual y fertilización. En ese acto, el creador no sólo realizó simbólicamente la unión sexual, sino que creó a dos personas que también podían reproducirse. El relato sigue, para decirnos que después de la creación “fue a partir de esos [dos] que comenzó el mundo”.

En la mayoría de los casos, como se ha demostrado, se requerían las propiedades de las aleaciones para optimizar el diseño y cambiar el color: permitían herramientas más delgadas, duras y finas, así como objetos brillantes de estatus, dorados y plateados. Tal vez lo que importaba más era el acto de hacer las aleaciones, las mezclas y la metáfora de la fertilización; los diseños se hicieron gradualmente más delgados y finos conforme los orfebres experimentaron con las propiedades de las aleaciones y llegaron a entenderlas.

En el corpus analizado, las pinzas son los más interesantes de los objetos dorados y plateados. Las pinzas doradas o plateadas, grandes y elegantes, se convirtieron en símbolos del cargo sacerdotal, al menos en el estado tarasco. Su diseño requería de una aleación, por lo extremadamente delgado de la articulación y hojas de metal. El elemento de aleación, con más frecuencia estaño, está presente en concentraciones de entre 8 y 12% en peso aproximadamente. Algunas pinzas están hechas de aleaciones de cobre-plata, con altas concentraciones de este último elemento, y otras quizá de aleaciones ternarias de cobre-plata-oro.⁶ Los colores resplandecientes dorados y plateados evocaban visualmente el poder de las deidades solar y lunar. Los estudios de simulación por computadora también han establecido que incluso las grandes pinzas con espirales fueron diseñadas para poder funcionar como herramientas depilatorias; los objetos tenían que ser mecánicamente capaces de desempeñar la tarea que simbolizaban.

La evidencia etnográfica e histórica sobre cuándo y cómo se usaron las pinzas amplía la información técnica que identifica los métodos de fabricación y materiales. Sin embargo, no sabemos por qué un implemento usado para depilación facial se convirtió en símbolo de un cargo entre las elites tarascas. Dos términos tarascos para nombrar las pinzas, *catzicutaqua* y *matirehperaqua*, también denotan la acción de pellizcar o exprimir (Anónimo 1991 vol. 1: 668). Los siguientes verbos también se relacionan con el acto de arrancar, jalar y rasurar el pelo:

Vanduhcuni, muruhcuni: arrancar o pelar los pelos de las manos.

Vandumpzscani, murumpzscani: arrancarles las barbas a otra persona.

Vandumpzquareni, murumpzquaren: pelarse las barbas a sí mismo.

Vanduqua: tenazuelas de quitar las cejas.

Vanduxucuni: arrancar las alas o pelos debajo del brazo (Anónimo 1991, vol. 2: 672-673).

Este extenso vocabulario sugiere que quitar el pelo facial y corporal aparentemente era un tema de cierto interés para el pueblo tarasco. Las pinzas eran ampliamente usadas, y lo siguen siendo, para la depilación facial en toda la América indígena. Estos utensilios, hechos de metal, concha y, ocasionalmente, madera, también aparecen en contextos arqueológicos. En la costa de Ecuador se han encontrado ofrendas con cientos de éstos en entierros. Por otra parte, González (1979) ha establecido una cronología para las pinzas antiguas de metal del noroeste de Argentina. Los habitantes de aldeas remotas en la sierra de Michoacán informan que los hombres regularmente se arrancan el pelo facial con pinzas compradas o hechas en casa.⁷ En el altiplano de Perú, la depilación de la barba también ha persistido y es bastante casual; los hombres lo hacen en público mientras sostienen una conversación informal.⁸ Numerosas descripciones etnográficas se refieren a la depilación facial en otras partes de Perú (véase, por ejemplo, Farabee 1922: 58, 83).

La presencia o ausencia de pelo facial o corporal, su longitud y el trato que se le da son universalmente importantes, marcando el género, edad, estatus y otros atributos socialmente importantes. Los tarascos se arrancaban y rasuraban el vello corporal y facial (y como sugiere el verbo *vandumpzscani*, también arrancaban el pelo de la barba de otras personas). De hecho, los españoles y el verdugo estatal son los únicos personajes que aparecen con barba en la *Relación de Michoacán* (Tudela 1977:11). No tenemos información sobre lo que los tarascos y otros grupos del occidente pensaban acerca del vello corporal, pero hay evidencia de Sudamérica que podría esclarecer esto. Terrence Turner (1980) señala que para los tukanos del noroeste del Amazonas el pelo facial o corporal equivalía a suciedad, siendo peligrosa para la salud del individuo. “Salud” en este contexto significa la participación plena en el mundo social, mientras que “enfermedad” significa que el individuo pertenece al dominio de las fuerzas naturales y animales. El acto de limpiar significaría quitar lo sucio al cuerpo y así la evidencia de enfermedad. Turner argumenta que el mismo principio actúa en quitarse el pelo facial y

corporal, que transforma la piel de envoltorio natural del cuerpo físico en un tipo de filtro social. El relato de un ataque de los shipibo, que viven en el lado oriental de los Andes peruanos, contra sus vecinos los cashibo, menciona que los shipibo rasuraron las barbas y cortaron el pelo a sus cautivos. Roe (1982) comenta que los shipibo consideran al pelo facial feo y propio de los monos. Transformaron a los cashibo en gente civilizada al quitar el símbolo de su sexualidad inconsciente, y de esa manera la controlaban (aunque los shipibo también podrían haberles cortado el pelo para humillarlos).⁹ La idea de que el pelo corporal y lo sucio del cuerpo son inconscientemente equivalentes también ha sido tratada por Edmund Leach (1958), entre otros. Leach sostiene que el pelo corporal se identifica universalmente con el excremento, con sexualidad y con poderosas fuerzas sobrenaturales. Aunque su argumento ha sido ampliamente debatido (la virilidad, más que el excremento, puede asociarse con el vello facial y pelo en la cabeza), la evidencia lingüística y los objetos físicos (pinzas) indican que el pelo facial y corporal fue sistemáticamente arrancado o rasurado por los tarascos; queda por investigar si esto era para hacer a los humanos más “civilizados”. En un análisis lingüístico del tarasco, Paul Friedrich menciona que “una línea crítica entre humano y animal” es uno de nueve campos semánticos tarascos (Friedrich 1984:60); aunque esta línea crítica está presente en todas las culturas, su representación semántica en el caso mencionado cabe mencionarse.

Si el vello facial fue para los tarascos equivalente a ser un animal, el uso de grandes pinzas plateadas y doradas como emblemas del cargo sacerdotal se vuelve más explicable. Las pinzas proclaman la participación en mundo social y el alto rango al hacer notoriamente visible el implemento que quita la evidencia de lo no social: el vello facial. El tamaño y el elegante diseño de las pinzas, así como sus colores dorados y plateados creados por las aleaciones, identifican a los sacerdotes que las llevan con lo sobrenatural. Al portar las pinzas, los sacerdotes incorporan y representan el poder y la santidad propios de esas deidades y, simultáneamente, reafirman su propia probidad moral y adhesión al código social.

Los otros objetos dorados y plateados hechos de lámina de metal, de aleaciones de cobre-estaño y de cobre-plata examinados en este trabajo, también anunciaban el estatus y las afiliaciones con lo sobrenatural. La evidencia de laboratorio ha demostrado que un importante objetivo técnico de los orfebres del occidente de México era producir estas superficies altamente reflejantes. ¿Qué podemos decir más específicamente acerca de su

significado? El paraíso azteca, llamado “culto de brillantez” (Burkhart 1992; Hill 1987), estaba poblado por objetos y seres brillantes y resplandecientes. La literatura devocional náhuatl describe este dominio sagrado como un jardín resplandeciente, creado a través del canto, de la manipulación de imágenes de jardín y contextos rituales. De esa manera, el sonido, o en este caso el canto, crea colores luminosos. Burkhart describe el jardín de la siguiente manera:

En este jardín simbólico, uno entraba en contacto directo con las fuerzas creativas, dadoras de vida del universo y con el mundo sin tiempo de las deidades y los ancestros. Este jardín es un lugar resplandeciente lleno de fuego divino; la luz del sol se refleja de los pétalos de las flores y las iridiscentes plumas de las aves; los seres humanos las almas de los difuntos o de los vivos transformados ritualmente, son ellas mismas flores, aves y gemas resplandecientes... Este jardín no es un lugar de recompensa para los virtuosos, existiendo en algún plano trascendente de realidad aparte del mundo material. Es una metáfora de la vida en la tierra, metáfora que el ritual transforma en realidad al afirmar que, de hecho, ésta es la forma en que el mundo es (Burkhart 1992: 89).

Entidades iridiscentes, brillantes, resplandecientes y oscilantes objetos como plumas, cascabeles, flautas y flores llenan este mundo y describen metafóricamente a los seres que lo habitan.

No hay duda de que lo resplandeciente de los colores metálicos que se reflejaban en las entidades iridiscentes ayudaron a crear este jardín sagrado: a menudo, los textos devocionales nahuas describen botones dorados iridiscentes y brillantes, pétalos, hojas, pájaros y gotas de lluvia doradas. Se incluyen varios ejemplos a continuación, tomados de dos textos nahuas: *Psalmodia Christiana* y *Cantares mexicanos*:¹⁰

Un rocío dorado color quetzal formó gotas. Las flores doradas están dejando caer sus pétalos; están cayendo como la lluvia (Sahagún 1993: 373).

Flores de quetzal de cascabel de sonaja, las rojas solandras se están extendiendo como la luz temprana de la madrugada; ellas brillan como oro (Sahagún 1993: 373).

Las flores de cacao, las flores de maíz, las rojas flores de canasta yacen ondeando con el rocío de pluma de quetzal, yacen resplandeciendo como oro (Burkhart 1992: 97).¹¹

No sabemos si también existía un dominio sagrado similar en los conceptos tarascos de lo divino; esto no lo sabremos hasta que de la lengua tarasca haya recibido la misma atención otorgada al náhuatl.¹² Tal dominio bien puede existir, especialmente considerando la gran cantidad de ornamentos dorados y plateados de lámina de metal que hicieron los orfebres y las cualidades sagradas atribuidas a esos colores.

Sonido

El poder atribuido a los sonidos de los cascabeles también determinó el curso seguido por la metalurgia del occidente de México. Los cascabeles y otros instrumentos de sonido parecido a la sonaja figuran destacadamente en el ritual y la ceremonia en toda la América indígena y, en un nivel muy general, los sonidos e instrumentos expresan conceptos similares. Aquí se explorará lo que estos instrumentos y sonidos pudieron haber significado en la zona metalurgista, con base en las fuentes de información mencionadas anteriormente. La mayor parte de información documental proviene del altiplano central (cultura azteca), pero puede generalizarse para incluir áreas de la zona metalurgista controladas por los aztecas. Dado que la ideología tarasca comparte algunos principios básicos con todas las sociedades mesoamericanas (incluyendo el autosacrificio, el desollamiento, el juego de pelota y el sacrificio de corazones) (Pollard 1993), podemos suponer que el ritual también fue similar, a grandes rasgos, como lo fueron los atavíos rituales: cascabeles y otros instrumentos de percusión (como sonajas). No todas las deidades del centro de México (Quetzalcóatl y Tláloc, por ejemplo) fueron adoradas en la región tarasca, pero varias deidades tarascas, sin embargo, representan aspectos de aquéllas. Por otra parte, las culturas musicales de los tarascos, aztecas y mixtecos fueron fundamentalmente similares (Stanford 1966), por lo que los instrumentos y los significados otorgados a sus sonidos también debían ser similares.

Los sonidos de los cascabeles y de los instrumentos compuestos con cascabeles desempeñaron un importante papel en, por lo menos, tres contextos sagrados. Uno de ellos fue el ritual que celebraba la fertilidad y regeneración humana y agrícola; otro fue la guerra, en la que los sonidos de cascabeles servían de protección. El tercero fue el paraí-



Fig. 8.2. Figurilla de Tlatilco que lleva cascabeles en los tobillos (según Coe 1965: lámina 150)

so sagrado, creado a través del canto y del sonido. Uno de estos sonidos (el de los cascabeles) estaba asociado con el canto de aves de colores brillantes y con las voces humanas que representaban deidades y sus transformaciones humanas.

Los funcionarios religiosos en Mesoamérica usaban sonajas y llevaban cascabeles puestos (hechos de cerámica) mucho antes de la introducción del metal. Los instrumentos como las sonajas de mano y para los tobillos son muy antiguos. Por ejemplo, hay figurillas del Periodo Formativo pertenecientes a la tradición Tlatilco que en ocasiones se muestran sosteniendo sonajas y llevando otras en las pantorrillas o tobillos (figuras 8.2 y 8.3). La figura 8.4, de los murales de Bonampak (300-900 d.C.), muestra a varios personajes del Clásico maya que llevan una sonaja en cada mano. Las varas con sonajas aparentemente se empezaron a usar un poco después; una figura de Teotihuacán, que muestra a Quetzalcóatl (Brundage 1985) sosteniendo uno de estos artefactos, es el ejemplo más temprano conocido. Cuando apareció el metal, ofreció un material novedoso y especialmente resonante para hacer algunos de los mismos instrumentos de sonaja que los artesanos habían hecho antes de otros materiales.

Los sonidos de los cascabeles: fertilidad y regeneración. Frecuentemente, las deidades se asocian con cascabeles y otros instrumentos de percusión compuestos que contenían cascabeles y que representaban la fertilidad, la vida y la regeneración. Tláloc, Xipe Tótec y Quetzalcóatl son los principales.

En esta región, la lluvia, el agua, las tormentas, el trueno, las serpientes de cascabel y la nueva vegetación repetidamente aparecen como símbolos de fecundidad y de nueva vida. Los sonidos de los cascabeles imitan el sonido del trueno, de la lluvia y el crótalo de la serpiente de cascabel; también añadiría-



Fig. 8.3. Figurilla de Tlatilco que sostiene una sonaja (según Coe 1965: lámina 127)

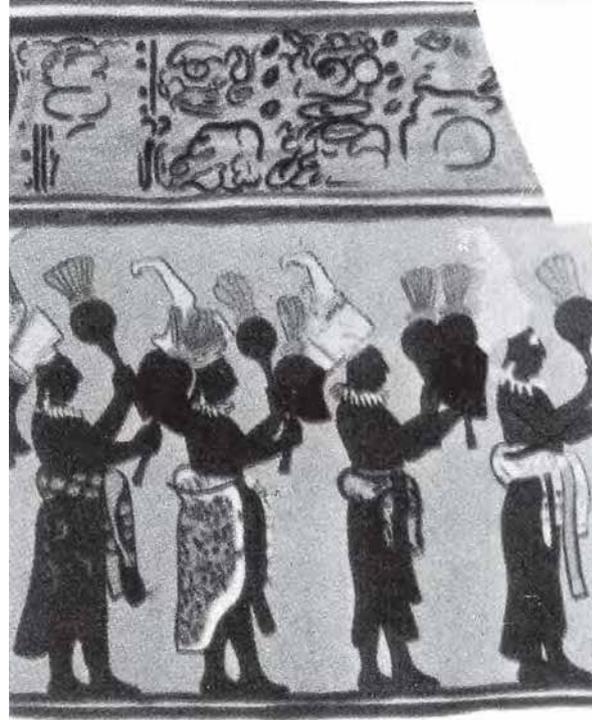


Fig. 8.4. Procesión de dignatarios mayas que llevan sonajas (según Martín y Kurath 1964: lámina 20)

mos que el rugido del jaguar, puesto que Hunt (1977) lo relaciona con el trueno. El jaguar es el progenitor felino sagrado, asociado con el agua y con las cuevas. Mientras que todos los cascabeles reproducen estos sonidos, dos diseños del occidente de



Fig. 8.5. Sonaja o *chicauaztli* (según Broda 1971: figura 5)

México (y muchas variaciones) constituyen metáforas visuales de la lluvia y del relámpago: los cascabeles con figura de Tláloc con antifaz (véase la figura 3.5) y otros tipo alambre con diseños verticales de zigzag (véase la figura 5.2). Este último diseño es una forma convencional de representar el relámpago. Estos dos diseños de cascabel son los únicos en todo el corpus del MRG que tienen elementos iconográficos identificables.

Además de los cascabeles, los instrumentos de percusión (sonajas) que se ilustran o describen con más frecuencia para el centro de México y sus alrededores son la sonaja de mano (conocida en Centro y Sudamérica como *maraca*), la vara de sonajas y la tabla de sonajas. Existen varios ejemplos arqueológicos de sonajas de metal sostenidas con la mano, tanto de Perú como del occidente de México. Uno de esta última región proviene de Apatzingán, Michoacán (Kelly 1947). Los únicos instrumentos parecidos a la vara con sonajas que conozco vienen de Perú, y consisten en palos de madera provistos de tres bandas de metal, de las cuales se suspenden cascabeles. No conozco ejemplo alguno de tablas con sonajas.

Los términos para estos instrumentos, al menos en náhuatl, denotan fertilidad. La vara con sonajas (figura 8.5), o *chicauaztli* (Stevenson 1968), como indica su nombre, es una vara larga y puntiaguda con sonajas o cascabeles, que fue extensamente utilizada en ritos agrícolas. *Chicaua*, la raíz de la que se deriva el sustantivo *chicauaztli*, significa reforzar y fortalecer (Karttunen 1992: 46). Seler observa que la “palabra y símbolo obviamente se refieren al fortalecimiento

de la función reproductiva, a la fertilización” (Sahagún 1950-1982, Libro 1: 40, nota 118). El *Códice Borgia* ilustra una vara con sonajas arriba de la primera pareja humana, quienes parecen estar cubiertos con una misma manta, asociando explícitamente el instrumento con la sexualidad humana (Neumann 1974). Neumann piensa que el *chicauaztli* sirve como símbolo de unión sexual. El término para la tabla con sonajas, *ayaubchicauaztli*, también posee la raíz *chicaua*.¹³ Selser describe el instrumento como una tabla con hoyos, de los cuales se colgaban cascabeles que sonaban al caminar la persona que la cargaba (Sahagún 1950-1982, Libro 1: 17, nota 53). Selser añade que los sonidos reproducían el trueno de Tláloc, quien, según Pasztory (1974), es una deidad de la lluvia en uno de sus aspectos y en otro es un dios de la tierra, de las cuevas y del inframundo.

Como ya se mencionó, Tláloc se identifica con el trueno y el rayo, con serpientes de cascabel, con cuevas y con el inframundo. Las representaciones físicas del dios contienen metáforas visuales para esos conceptos (figura 8.6). Específicamente, las ilustraciones de Tláloc suelen mostrarlo sosteniendo un objeto conocido como serpiente de rayo (la imagen visual del relámpago que desciende) en las manos, y portando una máscara facial con boca de jaguar y dos ojos hechos de dos serpientes enroscadas. Según Hunt, los ojos repiten el código visual de la imagen del relámpago de lluvia, que es una serpiente, mientras que la boca de jaguar simboliza el trueno (Hunt 1977). Las asociaciones de Tláloc con los jaguares concuerdan con los trabajos más recientes que lo vinculan a las cuevas y al inframundo. Algunas veces, este dios se representa como una serpiente que se desenrolla. De nuevo, la asociación con la serpiente acuática se refleja en el lenguaje: en náhuatl, la forma reflexiva del verbo *mo-mana* indica que una serpiente se enrolla y a la vez que el agua sea retenida por una presa; el nominal *atl mo-mana* significa “charco” (Campbell 1985: 171, 172).

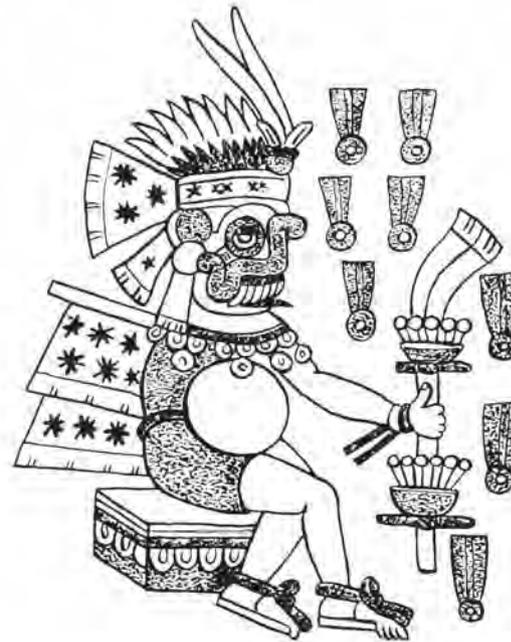


Fig. 8.6. Tláloc (tomado de Broda 1971, figura 1)

En los ritos dedicados a Tláloc se hacían sonaban instrumentos con cascabeles o sonajas, para atraer la lluvia y el trueno. El *Códice Florentino* describe el comportamiento del sacerdote del fuego en el templo de Tláloc cuando empieza a llover. Estas imágenes asocian gráficamente a las serpientes (probablemente de cascabel) y a los sonidos que estos instrumentos producen con la lluvia:

Y cuando empezó a llover, entonces él se irguió de inmediato; tomó su incensario... el incensario sonó como sonaja. Era en forma de serpiente. Y la cabeza de la serpiente también sonó como sonaja... Luego él ofreció incienso; elevó [el incensario] a las cuatro direcciones. Sonaba mucho como sonaja; [el incienso] se tiró/derrito?... Así atendió el asunto; así llamó a los Tlalocs; así rezó por la lluvia (Sahagún 1950-1982, Libro 2: 151).

Etzalcualiztli, el sexto mes del calendario ritual azteca, marcaba el fin de la estación de secas. Los sacerdotes cargaban y sacudían la *ayauhchicauaztli*, la tabla con sonajas, en los ritos en honor a Tláloc. Cuatro sacerdotes marchaban en procesión,

y al frente de ellos iba un hombre, un sacerdote anciano. Iba cargando en sus hombros la tabla con sonajas, también llamada vara del hechicero. Era ancha, muy ancha, excesivamente ancha, y era larga, muy larga. Y sonaba como sonaja, él iba haciéndola sonar (Sahagún 1950-1982, Libro 2: 81).

En la descripción de una procesión al templo de Tláloc, el sacerdote

se puso su saco de llovizna, su máscara de lluvia o de Tláloc... así fueron al templo de Tláloc... Y cuando esto fue hecho, luego desperdigaron *yauhtli* [una hierba]. Y cuando la había desparramado, luego le dieron la tabla con sonajas. La hizo sonar, la sacudió, la elevó como dedicándola [al dios] (Sahagún 1950-1982, Libro 2: 87).

El *Códice Florentino* describe otras deidades relacionadas con Tláloc que llevan cascabeles, hacen sonar sonajas de mano y llevan cargando la *ayauhchicauaztli*. Uno de ellos era Nappa Tecuhtli, quien llevaba cascabeles en los tobillos y pertenecía a los Tlalocs. También

se hacían sonar las tablas con sonajas en los ritos dedicados a Opochtli, un aspecto de Tláloc relacionado con los pescadores y con el agua (Sahagún 1950-1982 Libro 1: 37). Chalchiuhtlicue, la diosa del agua a quien también se le hacían rituales durante el sexto mes y se llevaba una tabla con sonajas, y cuando los sacerdotes del fuego llegaron a recibirla “con la tabla con sonajas fueron hablando; los ancianos del *calpulli*, sus cantantes, cantaron para ella” (Sahagún 1950-1982, Libro 1: 22).

Los sonidos de cascabeles en los tobillos (así como en la tabla con sonajas y el *chicauaztli*) tuvieron un papel importante en estas ceremonias. Al describir a quien personificaba a Uixtociuatl, la hermana mayor de los dioses de la lluvia, Sahagún dice:

Y en sus tobillos se había puesto cascabeles, cascabeles de oro, o sonajas. En la pantorrilla de sus piernas se había puesto pieles de ocelote en las que estaban los cascabeles. Y cuando caminaba, ella iba crujendo, matraqueando, cascabeleando, cascabeleando continuamente (Sahagún 1950-1982 Libro 2: 92).

El verso final del canto a Tláloc asocia directamente las sonajas con la lluvia:

Va a todas partes
Llega a todas partes
A Poyauhtlan
Con sonajas que traen la llovizna [*ayauhchicauztica*]
Llevadas al Tlalocan (Sahagún 1950-1982, Libro 2: 225).

En uno de los múltiples aspectos de Quetzalcóatl (la serpiente emplumada) como deidad del viento y de la tormenta, representa la fertilidad, el viento o respiración y la vida (Brundage 1982; Hunt 1977). Quetzalcóatl se convierte en la tormenta de viento que ocurre poco antes de que empiece la temporada de lluvias. Sahagún lo llama el “barrendero del camino” de los dioses de la lluvia. Según Townsend (1992: 114), la mejor representación de Quetzalcóatl es una escultura azteca que muestra una serpiente enroscada surgiendo de la tierra, con una máscara de Tláloc en la base. El gemelo de Quetzalcóatl, Xólotl, aparece como forma deificada de relámpago (Hunt 1977: 126). Como serpiente, Quetzalcóatl suelen representarse con un crótalo prominente, que a veces aparece como

un conjunto de cascabeles.¹⁴ De acuerdo con Sahagún, Quetzalcóatl en su forma humana lleva puestos cascabeles en los tobillos; este dios ocasionalmente se representa sosteniendo el *chicauaztli*. Mayahuel, la diosa del pulque de 400 pechos, a quien Brundage (1982: 96) llama encarnación de Quetzalcóatl, también sostiene el *chicauaztli*. Tezcatzóncatl, uno de los dioses conejos, también se ilustra con cascabeles en los tobillos (figura 8.7); Hunt piensa que estos dioses conejos y los dioses del pulque también están relacionados con la fertilidad (Hunt 1977: 86-87).

Xipe Tótec (figura 8.8), patrono de los orfebres y dios de la nueva vegetación, es otra deidad que invariablemente se representa con instrumentos de percusión y sonajas. Los orígenes de Xipe no son muy bien conocidos, pero una buena posibilidad es que proviene del área yope-tlapaneca de Guerrero, la cual queda dentro de la zona metalurgista. Como ya se mencionó, el nombre de Xipe puede derivarse de términos nahuas relacionados con el prepucio, con raspar o pelar, y con el glande del pene (Campbell 1985); también puede referirse a una capa. Su insignia es el *chicauaztli* (véase figura 8.5). Heyden (1986: 38) y otros han señalado que la vara con sonajas, que imita al trueno para atraer la lluvia, es análoga al falo. La vara de sonajas a veces se representa como serpiente. Xipe es el dios que suelta (o pela) la piel, o se pone una capa de piel; la tierra que pierde su piel después de la cosecha y adquiere una nueva con la nueva vegetación; o tal vez la serpiente que pierde su piel, pero le crece una nueva. Xipe también es el dios de los metalurgistas, y los metales son algo que sale de la tierra y de los dioses: son emisiones divinas, sustancias poderosas que son perdidas, mudadas y excretadas, pero que pueden también proporcionar una nueva capa, como la superficie plateada de las aleaciones de cobre-plata.



Fig. 8.7. Tezcatzóncatl ataviado con cascabeles en los tobillos (tomado de Sahagún 1950-1982, libro 1, lámina 21)

Xipe era la deidad principal del segundo mes de los aztecas, Tlacaxipehualiztli (desollamiento de gente), en el cual eran desolladas las víctimas de sacrificio. Las ceremonias de desollamiento se relacionaban con la agricultura, la fertilidad y la prosperidad (Broda 1970).¹⁵ Los objetos asociados con Itztli, una deidad vinculada con Xipe, hacen esto obvio: él es representado con un bastón sembrador en la mano, lleva puesta una piel desollada y sostiene una canasta de maíz (Heyden 1986: 40). La canción de Xipe registrada por Sahagún es una “invocación a la lluvia” y se enfoca en el crecimiento de la planta de maíz (Broda 1970: 259). Entonces no es sorprendente que las tablas con sonajas se hagan sonar durante Tlacaxipehualiztli, las ceremonias dedicadas a Xipe:

Y cuando era este [tiempo], las tablas con sonajas se sembraban aquí en Yopico. Y sólo ellos, los viejos del calpulli de Yopico, se sentaban cantando, se sentaban haciendo sonar sus tablas con sonajas hasta que terminaba el día (Sahagún 1950-1982. Libro 2: 57).

La frase “las tablas con sonajas se sembraban” se refiere a una danza con cascabeles que bailaban los macehuales o plebeyos (Broda 1970: 229), pero el sembrar estos instrumentos también vincula a Xipe con la lluvia de manera indiscutible.

El *chicauaztli*, la insignia de Xipe, aparece en Sahagún como atributo de seis dioses relacionados con la fertilidad (Broda 1970:241). Xipe, Opochtli, Yauqueme (identificado con Tláloc), Chalchiuhtlicue (diosa de las aguas), Xilonen (diosa del maíz tierno) y Tzapotlan Tenan (que estaba relacionada con Xipe y era la diosa de las enfermedades de la piel). Esta última deidad también tenía que ver, al igual que Xipe, con la fertilidad agrícola. Su representante también



Fig. 8.8. Xipe Tótec. Nótese la sonaja que lleva entre las manos (tomado de Broda 1970, figura 2)

llevaba la tabla con sonajas, y los sacerdotes las batían en su honor (Sahagún 1950-1982 Libro 1: 17).

En el dominio de los tarascos, al igual que en los territorios aztecas, los ritos agrícolas y de petición de lluvia también debieron de acompañarse de sonidos de cascabeles, en vista de las ideologías comunes y de culturas similares musicales. Aparte de las cantidades de cascabeles a las que aludo en este trabajo, también existe evidencia específica de que los músicos y funcionarios religiosos tarascos hayan utilizado otros dos instrumentos: sonajas de mano y otro tipo de sonaja de forma desconocida. En la *Relación de Michoacán* se incluyen dibujos de sonajas de mano que son sacudidas por danzantes (Tudela 1977: 160), y otra sonaja se describe entre los objetos de metal exportados de Michoacán por los españoles: “Además, recibí de sonajas nativas del mismo metal [aleaciones de cobre-plata] 4 arrobas y 33 libras. Estas sonajas están unidas como el cuero de una silla de montar con grandes cuerdas” (Warren 1985: 119).

No existe una correspondencia directa entre estas deidades aztecas y las divinidades del panteón tarasco. Sin embargo, ciertas deidades tarascas se asocian con la lluvia y con la fertilidad tanto agrícola como humana; los cascabeles, que eran tan abundantes en la región, debieron de haber desempeñado un papel en los ritos dedicados a aquéllas. La deidad que controlaba la lluvia y fertilidad era Cuerauaperi, que también controlaba el nacimiento y la muerte; era la madre de todos los dioses y se veneraba en todo el dominio tarasco. Pollard (1993) piensa que su culto era ampliamente diseminado desde el Periodo Formativo Tardío. Se le dedicaban a ella ritos de desollamiento, análogos a los efectuados para Xipe, y también se asociaba con iconografía de serpientes. Curicaueri era el mensajero del sol, el dios celeste, un guerrero, el dios de la caza, y el dios patrono de la dinastía real tarasca. Xaratanga, diosa de la luna, era esposa de Curicaueri e hija de la diosa de la tierra; se le representa como serpiente, coyote de media luna y buitres. Xaratanga se asociaba con el nacimiento y fertilidad. Aunque hay cierto conocimiento acerca de las ceremonias dedicadas a ellos, carecemos del detalle con el que contamos para las de los aztecas.

De acuerdo con las transcripciones que aparecen en el *Diccionario grande* (Anónimo, 1991), podríamos relacionar los términos tarascos para lluvia, sonidos de sonaja, serpientes de cascabel, y sonidos metálicos. El término tarasco para “lluvia torrencial” es *charancharamahcuni hanini*; la raíz *chara* significa hacer ruido, ronronear, sonar como

sonaja y rojo. *Chara* podría también ser la raíz de serpiente de cascabel (*chariquerí*), el crótalo de la misma (*chariraqua*) y cobre (*tiamu charapeti*) (Anónimo 1991, vol. 2: 152-154). Sin embargo, las raíces de que se trata aquí son distintas. Esto resulta obvio al analizar materiales más modernos en los cuales las raíces se citan con ortografía que representa las distinciones fonológicas de la lengua. Tres raíces están involucradas: *chara* (tronar o reventar); *charha* (como en *charhanda*, o tierra roja y *tiamu charhapiti*, o cobre) y *shari* (como en *sharhitakua* o serpiente de cascabel, y *sharhisharhikasi* u objeto rojizo). Estas raíces no pueden estar relacionadas entre sí, por lo que cobre, serpiente de cascabel y lluvia no parecen estar directamente asociados entre sí. Sin embargo, es interesante señalar que, a pesar de las diferencias fonológicas, ciertos conceptos están hasta cierto punto relacionados: *shari* es raíz para objetos rojizos, incluyendo serpientes de cascabel, y *charha* es raíz para tierra roja, incluyendo el cobre. Además, sí existe una relación entre los términos que significan metal y cascabel metálico:¹⁶ *tiamu*: hierro, campana, etcétera.; *tiamu charapeti*: hierro, cobre (Anónimo 1991, vol. 2: 597).

Sonidos de cascabeles: la guerra. Los sonidos de cascabeles y otros parecidos a las sonajas no sólo atraen la lluvia, sino que también protegen durante la guerra. Entre las insignias de Huitzilopochtli estaban los cascabeles para los tobillos. Sahagún (1950-1982 libro 3:3) nos dice que en su batalla cósmica con sus 400 hermanos, éstos se vistieron como para ir a la guerra, atándose pequeños cascabeles a las pantorrillas. No obstante, Huitzilopochtli los aniquiló con su serpiente invencible de fuego. Este evento se conmemora en el mito, traducido por León Portilla y discutido por Matos:

En vano trataron de hacer algo en su contra,
 En vano voltearon y le dieron la cara,
 A los sonidos de sus cascabeles,
 Y ellos golpearon sus escudos.
 No pudieron hacer nada,
 No pudieron lograr nada,
 No pudieron defenderse con nada.

Huitzilopochtli luego se adorna con los atavíos de ellos, lo que podría explicar por qué se le representa llevando cascabeles:

Tomó de ellos sus cosas finas, sus adornos,
Su destino, se los puso, se los apropió,
Los incorporó en su destino,
Hizo de ellos su propia insignia (Matos 1987: 53-54).

Esta referencia a golpear los escudos coincide con una afirmación de Durán (1967, vol. 2: 167), quien reporta que los guerreros huastecos que luchaban contra los aztecas llevaban atados a los escudos o a los hombros cascabeles que hacían “un ruido extraño.” Aparecen ilustrados en el *Códice Florentino* escudos con cascabeles.

Los sonidos de cascabeles y de sonajas también se asociaban con la guerra en la región tarasca. Por ejemplo, la *Relación de Michoacán* (Tudela 1977: 190) ilustra al jefe guerrero con una banda de cascabeles en los tobillos, mientras él y sus guerreros atacan una aldea. También se menciona que cuando Curatame, el hijo del gobernante tarasco Taríacuri, se vistió para la guerra, se colgó muchos crótalos de serpiente en la frente (Tudela 1977: 132).

En algunos casos no existe una relación aparente entre una deidad y la fertilidad, hacer llover o los sonidos protectores. Por ejemplo, Titlacauan, un dios relacionado con Tezcatlipoca, también se asocia con los sonidos de los cascabeles. Quien lo personificaba “iba poniéndose los cascabeles en ambos lados, en sus piernas. Los cascabeles eran todos de oro, llamados *oyohualli*. Estos [los usaba] porque iban cascabeleando, porque iban sonando, así resonaban” (Sahagún 1950-1982 Libro 2: 69).

Sin embargo, Brundage relaciona una faceta de Tezcatlipoca con el chamanismo y, de hecho, piensa que este dios está basado en el chamán indígena americano (Brundage 1988: 82). Como se mostrará posteriormente, las sonajas y los cascabeles son los principales instrumentos del chamán americano; los cascabeles de Tezcatlipoca podrían explicarse por esa asociación. Ya sea que esta explicación se aplique o no al caso de Tezcatlipoca, de cualquier manera hay una fuerte relación entre los sonidos de cascabeles y la lluvia o

la fertilidad, así como entre esos sonidos y la protección. Otras categorías de ritual asociadas con estos sonidos quedan por estudiarse.

Los sonidos de los cascabeles: el jardín sagrado. El tercer dominio en el que los sonidos de cascabeles moldearon la experiencia de lo sagrado es en el jardín divino de los aztecas que describe Burkhart. Este jardín se creó a través del canto, representado por sonidos de cascabeles, los trinos de las aves y el sonido de la voz humana cantando; pero este jardín también resplandece y fulgura con colores iridiscentes. De nuevo tomo ejemplos de *Cantares mexicanos* y de *Psalmodia Christiana*. La primer frase de la siguiente cita ilustra las asociaciones metafóricas de los cantos de aves, los sonidos de cascabeles y el canto. El verbo clave es *icauaca*, que también significa gorjear, murmurar o vociferar (Campbell 1985: 114). El jardín sagrado azteca es extremadamente sensual: ahí, las fragancias, colores y sonidos se experimentan intensa y simultáneamente:

Los cisnes espirituales están haciendo eco mientras canto, gritando [gorjeando] como cascabeles del Lugar del Buen Canto. Como tapetes de joyas golpeados por el rayo del sol de jade y de esmeralda, los cantos floridos del Lugar Verde están irradiando verdura. Un incienso florido, flameante todo alrededor, despide aroma de cielo lleno de niebla golpeada por el sol, mientras yo, el cantante en esta suave lluvia de flores, canto frente al Siempre Presente, Siempre Cerca (Bierhorst 1985: 141).

Aves, canciones, flores, árboles y colores dorados, todos están asociados con sonidos de cascabeles en el paraíso azteca:

¡Escúchalo! Está sonando, gorjeando en las ramas del árbol florido. ¡Se estremece! Es el dorado cascabel florido, el colibrí sonaja, el cisne, el Señor Monencauhtzin. Como un hermoso abanico de turpial expande sus alas y asciende junto al tambor florido (Bierhorst 1985: 165-167).

Ansiamos la pluma de tordo que canta como cascabel precioso, que canta para el Único Espíritu (Bierhorst 1985: 277).

Mis cantos suenan como cascabeles de oro (Bierhorst 1985: 259).

Señor, tus cantos vienen sonando como cascabeles en brazaletes (Bierhorst 1985: 273).

Flores de plumas blancas florecen donde Ixtlilcuechahuac como pluma, como pájaro sonaja, está sonando, cantando (Bierhorst 1985: 357)

La relación entre sonidos de cascabel y voces humanas no se limitan al canto, sino que también incluyen la palabra:

Somos los huastecos, ¡hey! Y ellos vienen gritando como cascabeles (Bierhorst 1985: 361).

La palabra también se asocia con pájaros, canciones y sonidos de cascabeles:

¡que resuene tu palabra! ¡Que haya parloteo, que tus canciones resuenen como cascabeles! (Burkhart 1992: 95).

Otra evidencia léxica también muestra que las sonajas, cascabeles y sonidos de sonajas se relacionan con el canto y la palabra. Una misma palabra significa sonido claro como de cascabel y sonido metálico:

tzilictic: algo que tiene sonido claro, como cascabel o algo parecido;

tzilini: que el metal suene;

tzilinia: tocar un cascabel o algo parecido (Campbell 1985: 380).

De hecho, la raíz nahuatl, que significa sonido u orden claro, también aparece en nominales compuestos, uno de los cuales (*nauatilalia*) significa estatutos de la ciudad; usado en formas de verbo derivado como *nauati* (hablar recio, o que un cascabel tenga buen sonido, o algo parecido), puede significar “algo que suena bien como cascabel, o un hombre que habla bien” (Campbell 1985: 201). Estas definiciones relacionan entre sí a

los buenos sonidos de cascabel, el orden, las leyes y los estatutos; sugieren que el sonido transforma, crea. Pero el sonido no sólo crea orden: también crea color. A través del canto y del sonido, el jardín sagrado cobra existencia, como lo demuestra el siguiente fragmento de los *Cantares mexicanos*:

Como colores yo los invento. Yo los extiendo como flores en el Lugar del Buen Canto. Como tapetes de joyas, penetrados por los rayos de sol de jade y de esmeralda, los cantos floridos del Lugar Verde están irradiando verdura. Un incienso florido, flameando todo alrededor, emana aroma de cielo, lleno de niebla atravesada por el sol, mientras yo, el cantante, en esta leve lluvia de flores canto ante el Siempre Presente, el Siempre Cerca (Bierhorst 1985: 141).

La idea de que los sonidos pueden crear color aparece también en otras metáforas. Sin embargo, éstas muestran que el sonido y el color se crean exactamente mediante el mismo proceso, el cual puede ser metalúrgico:

perforo mis canciones como si fueran jades. Las fundo como oro. Yo engarzo estas canciones más como si fueran jades (Bierhorst 1985: 207).

Fundir, o sea volver un material sólido en líquido a través del calor, da nacimiento al sonido (y al canto) y también da origen a los colores metálicos dorados. El sonido y los colores metálicos dorados cobran forma de la misma manera, y los resultados materiales son objetos de sonido y color: los cascabeles con alto contenido de estaño y de arsénico cuya tecnología de fabricación se ha descrito aquí. El sonido y el color también se asocian con otras formas verbales:

Cahuantimani: cascabelear, de *cahuani* [encenderse], así, sonidos de chisporroteo, colores flameantes (Bierhorst 1985:137; Karttunen 1992: 21).

Comontoc: sonar, de *comoni* [que el fuego se encienda y arda], así, sonidos de chisporroteo, colores flameantes” (Bierhorst 1985: 169; Campbell 1985: 78).

Tlazocoilmilintimani: arder como preciosos cascabeles de sonaja. De *tlazoa* [precioso], *coyolli* [cascabel], *milini* [brillar] (Campbell 1985: 359; Karttunen 1992: 43, 147; Sahagún 1993: 279).

En muchas regiones, los cascabeles los usaban los dirigentes y por los miembros de las clases gobernantes. No sabemos lo que significaban sus cascabeles; pudieron haber servido para protegerlos simbólicamente. Por ejemplo, la *Relación de Michoacán* muestra al gobernante tarasco que lleva puestos cascabeles en los tobillos (Tudela 1977: 251); la misma fuente señala que al morir se le enterraba con cascabeles de oro. Estos artefactos también figuraban como elementos del atuendo entre la elite y los gobernantes. Sahagún (1950-1982 libro 8: 28) relata que cuando el gobernante azteca se preparaba para bailar, se adornaba con cascabeles de oro y sacudía sonajas de oro. Cuando Axayácatl — que gobernó entre 1469 y 1481— murió, uno de los objetos de tributo eran cascabeles para los tobillos (Durán 1967 vol. 2: 297). Los dignatarios de la corte azteca llevaban joyas y cascabeles de oro alrededor de las pantorrillas (Durán 1967 Vol. 2: 364). El atuendo ceremonial del rey de Texcoco, un poderoso estado en la cuenca de México, aliado de los aztecas, incluía cascabeles de oro que llevaba en el peine (Durán 1967, vol. 2: 301). También en Oaxaca, los miembros de las clases altas llevaban puestos cascabeles (Dahlgren de Jordán 1979).

Los sonidos de las sonajas y de los cascabeles contribuían a la fertilidad agrícola y humana, creaban orden y protegían. También creaban color, un brillante paraíso sagrado lleno de seres lustrosos. La importancia de los cascabeles no sólo es aparente por su variedad y abundancia, así como en las formas en que se usaban dentro de ritos específicos, sino que también está codificada en el lenguaje. El material metálico y los objetos que se hacían a partir de él (cascabeles) estaban inextricablemente asociados; metal y cascabel eran sinónimos culturales.

A continuación examino brevemente los datos etnográficos, para saber si algunos de estos significados siguen existiendo hoy en día.

El significado del sonido de las sonajas y cascabeles: datos etnográficos. El contexto primario en que se usan las sonajas, cascabeles y otros instrumentos de sonido similar en la actualidad o en el pasado reciente en América son las actividades chamánicas (Izickowitz

1935). Aunque los sistemas políticos azteca y tarasco eran estados, y el chamanismo generalmente no se asocia con esta forma de organización política, aunque se incorporaron elementos de prácticas chamánicas al pensamiento y actividades religiosas; las observaciones de Brundage sobre Tezcatlipoca son ejemplo de ello. Las entidades políticas menos complejas, en las que los chamanes pudieron haber tenido un papel más central, fueron características del Periodo 1, persistiendo en algunos casos en áreas periféricas hasta la invasión española. Algunos ejemplos que se citan aquí vienen de éstas; la evidencia que nos dan, aunque incompleta, es congruente con la discusión precedente. Tengo fuertes sospechas de que el significado de los sonidos de cascabeles en la zona metalurgista durante el Periodo 2 (especialmente para protección y fertilidad) se deriva de los significados que les daban en sociedades menos complejas. Algunos fragmentos de esos sistemas antiguos de creencias todavía parecen estar vigentes, relacionando los sonidos de sonajas y cascabeles con fertilidad agrícola y regeneración, así como con el sagrado mundo florido del paraíso azteca.

El instrumento más común del chamán americano es la sonaja de guaje, aunque también emplea cascabeles, arcos, raspadores de hueso y tambores (Bahr *et al.* 1974; Furst 1974; Gosen 1974; Lumholtz 1973; Métraux 1949). El bule o guaje, que frecuentemente sirve como sonaja, fue la primera planta domesticada en el Nuevo Mundo, aunque también sirvió como alimento. Sullivan (1988) piensa que esta planta se extendió por razones religiosas, y llama a la sonaja de guaje el más sagrado instrumento en toda la América indígena. Los ejemplos que menciono muestran que el chamán la usaba (sonaja de mano) para comunicarse con las fuerzas sobrenaturales; ya que los propios sonidos del objeto tienen cualidades sobrenaturales. La sonaja induce y acompaña los estados de éxtasis tanto en los dioses como en los humanos.

Las descripciones del norte y occidente de México muestran cómo las sonajas de guaje y de otros crócalos y cascabeles se ocuparon en las ceremonias. Cabeza de Vaca, miembro de la expedición de Pánfilo de Narváez de España a Florida en 1527, los menciona en su descripción de una aldea en lo que entonces era el norte de México (Río Concho, Texas):

Al atardecer llegamos a una aldea de cien casas. Todos los pobladores que vivían en ellas estaba esperando en las afueras de la aldea con terribles gritos y golpeando sus manos

violentamente contra sus muslos. Tenían con ellos sus preciosas sonajas de guajes perforados, las cuales solamente sacan en ocasiones tan importantes como la danza o una ceremonia curativa en la cual nadie más que el dueño se atreve a tocarlas. Ellos dicen que hay virtud en ellas, y que debido a que no crecen en el área, obviamente vienen del cielo (Covey 1961: 101-102).

Karl Lumholtz, el explorador noruego que escribió ampliamente sobre los grupos indígenas que encontró en el norte y oeste de México en sus viajes a inicios del siglo XX, describe un rito que observó entre los huicholes de Nayarit. En este rito el ser sobrenatural lleva puestas sonajas, ya que se asocian con protección, curación y trance. El chamán ingirió peyote, una planta alucinógena que los huicholes conciben como deidad, y luego cantó una canción describiendo cómo el sagrado dios peyote caminaba con sus sonajas y con su vara de autoridad. El dios vino a curar, a cuidar a la gente, y a darles “hermosa” intoxicación (Lumholtz 1973 Vol. 1: 368). Los asistentes del chamán llevaban puestas sonajas hechas de pezuñas de venado o cascabeles en la danza que formaba parte de este rito.

Las observaciones de Lumholtz de un adoratorio huichol remarcan el hecho de que una serpiente de cascabel y su crótalo se asocian con la protección sobrenatural. Él visitó una casa que se le dijo albergaba a un dios, el cual estaba doblado en un bulto de tela que contenía las partes aladas de las flechas que los huicholes consideraban la parte vital o corazón de la flecha, así como escudos para la espalda pequeños y suaves, y el crótalo de una serpiente de cascabel. De acuerdo con el informante de Lumholtz, la serpiente pertenecía al dios, quien era un guerrero que siempre llevaba consigo su cascabel sonoro (Lumholtz 1973 Vol. 2: 56). Esta deidad se parece bastante a Curatame, el guerrero tarasco que pegaba crótalos de serpiente de cascabel a sus templos. El término “cascabel sonoro” probablemente viene de *cascabel*, que en español significa tanto cascabel metálico como crótalo de serpiente. Sin embargo, un sólo término huichol significa tanto *sonajas de los indios*, el término usado para describir los cascabeles nativos de metal, como *víbora de cascabel*.¹⁷

La fertilidad agrícola se relaciona con serpientes, con Tláloc, con la lluvia y con el relámpago en las danzas que Alan Ichon (1990) ha descrito para la sierra de Puebla, un área hacia el oriente de la zona metalurgista. Las sonajas de mano y los violines son los

únicos instrumentos que acompañan estas danzas. Los bailes reflejan aspectos del sistema de creencias que he descrito para las áreas de la zona estudiada que tuvo sociedades de nivel estatal. El elemento prehispánico central de las danzas es una serpiente, la cual se mata ritualmente o se sacrifica. Uno de los danzantes, conocido como “madre del trueno”, sostiene una serpiente de madera que representa el relámpago, la lluvia y el maíz; la serpiente debe morir para renacer como maíz. Su esposo es el guardián de la serpiente-relámpago, un concepto que Ichon (1990) piensa se incorpora a Tláloc. Ichon sostiene que esta danza es un rito de fertilidad que simboliza la llegada de la lluvia, la muerte de la serpiente y la resurrección del grano de maíz. Tanto Ichon como Baudez (1992) relacionan esta danza con la danza de la serpiente quiché, de connotaciones sexuales.¹⁸

Existe evidencia fragmentaria en algunos grupos del noroeste de México —como en los huicholes, los yaquis y los mayos— de un mundo sagrado lleno de flores y creado a través del sonido. Estos grupos comparten un sistema religioso común que Spicer (1964) ha llamado uto-azteca central; el náhuatl también es una lengua dentro de la familia uto-azteca. Los análisis de las canciones que acompañan la danza del venado de los yaquis enfatizan que la conexión con el mundo sobrenatural es creada a través de cantos y flores (Spicer 1964). Los participantes tocan varios instrumentos: agitan sonajas con la mano y también las portan en los tobillos, así como el “cinturón sonaja” descrito en el capítulo 3. Varela ha descrito los movimientos de uno de los danzantes:

Con increíble destreza golpea los pies en el suelo produciendo un complicado contrapunto rítmico entre el arpa y los capullos-sonaja de sus piernas: salta, arrastra la planta o la orilla izquierda o derecha del pie sobre el suelo, camina hacia delante y hacia atrás, y cada movimiento repercute en la cadera, de modo que indirectamente hace sonar los cascabeles del cinturón que lleva puesto (Varela 1986: 47).

En la danza del venado de los huicholes, los participantes también sostienen y llevan puestas sonajas, cascabeles y guajes. El individuo que representa el venado lleva “un cinturón de cuero del cual cuelgan pezuñas de venado. Alrededor de sus piernas hay cuerdas de *ténabari*, capullos secos llenos de grava, y una sonaja de guaje grande en cada mano”. Los otros danzantes llevan puestos los cinturones-sonajas y sostienen sonajas de guaje en la

mano derecha, “y de sus cinturones de cuero cuelgan cascabeles de latón o de cobre. Llevan el mismo tipo de collares y cuerdas de capullos que el venado, pero sus sonajas son de madera, ahuecadas arriba de la asa para introducir algunos discos de metal”. (Toor 1947: 331-332).

Así, las cofradías de danzantes de los grupos mayos de Sonora, otro pueblo uto-azteca, participan en ceremonias religiosas y ritos de pasaje. Estas cofradías tienen relaciones especiales con animales sagrados (por ejemplo, serpientes, venados y otros), que sirven como sus insignias y a través de los cuales las cofradías obtienen poderes mágicos personales. Los mayos escenifican una caza del venado (Crumrine 1977: 100-101) que culmina en una danza con otra cofradía, en la cual figuran sobre todo sonidos de sonaja, de cascabel y de un instrumento que parece ser una derivación del *ayauhchicauaztli* azteca. El atuendo de una de estas cofradías incluye “una manta blanca atada a la cintura... [un] cinto del cual cuelgan pequeños cascabeles redondos, y largas cuerdas de sonajas de capullos en los tobillos”. También llevan una sonaja y “un marco de madera en el cual están montados discos de metal” (Crumrine 1977: 97).

También las sonajas y su sonido tienen poderes sobrenaturales en la zona del Amazonas; las deidades entran en trance acompañadas por estos sonidos. En los mitos de los Avá-Chiripá (un grupo indígena del Paraguay oriental) Kuarahy, el gemelo divino y sol, usó técnicas chamánicas para comunicarse con su padre, el dios creador Nanderú Guazú. “Haciéndose una sonaja (*mabaraká*), bailó hasta el éxtasis hasta que su padre [lo llevó] consigo” (Sullivan 1988: 428). El sonido del trueno, un poderoso ser sobrenatural del pueblo tapirapé del centro de Brasil, hace que muera el chamán que lo toca (Wagley 1940: 258). Las sonajas también son sagradas; Stevenson relata que los tupinambá del sur de Brasil transformaron sus sonajas en dioses, [luego] cada hombre se lleva su sonaja, nombrándola su amado hijo, y construyendo una choza independiente para colocarla ahí, poniendo comida frente a ella, y rezándole por lo que sea que quiere. Estas sonajas son sus dioses (Stevenson 1968: 35).

También están ligadas entre sí las sonajas, sus sonidos, las serpientes, la sexualidad, la protección y la creatividad. Según la gente warao de Venezuela, la sonaja simboliza la unión de los elementos masculino y femenino en el universo, al sujetar el asa con la cabeza de la sonaja. Este acto vuelve al instrumento efectivo y creativo (Wilbert 1974:

91). Civrieux reporta que los kari'ña, también de Venezuela, ven a la serpiente de cascabel como la especie más sabia y poderosa, y que el chamán se identifica con ella:

[la serpiente de] cascabel es considerada como la especie de mayor sabiduría-poder. Es el único crótalo que hace uso del sonido para llamar, alzando su cascabel o maraca... La maraca del *puidei* [chamán] humano es una réplica del cascabel. Cuando el *puidei* levanta y sacude su maraca la convierte en instrumento de intimidación, y ahuyenta los espíritus peligrosos (Civrieux 1974: 21).

Al referirse a las serpientes, Civrieux (1974: 21) comenta que “ellos son los grandes maestros que, «en el Principio» poseían el secreto del baile. Bailando saben apoderarse de los enemigos y de las hembras”.

El citado autor luego describe una danza en la que el chamán agita su maraca para vencer a sus enemigos invisibles, y otra llamada la “danza de la serpiente de cascabel” en la que uno de los participantes finalmente declara la victoria y luego realiza un baile de cortejo, seguido por copulación fingida.

Estos datos revelan el uso persistente y el significado de las sonajas y otros instrumentos parecidos en América, especialmente en México. Los datos etnográficos de este país muestran similitudes generales a lo que hemos visto en la época prehispánica, en especial sobre la fertilidad agrícola y la acción productiva de los sonidos de las sonajas. También aparecen fragmentos de un mundo florido sagrado, traído a la existencia por esos sonidos.

Sonido, metal y creación

Regresando de nuevo a la *Relación geográfica* de Ajuchitlán, se menciona que los metales eran los materiales de los que el creador hizo a los primeros seres humanos. Al igual que los creadores en el *Popol Vuh*, el mito de origen de los mayas quiché de los altos de Guatemala (la deidad realizó varios experimentos hasta encontrar el material cuyas propiedades físicas eran apropiadas para crear la primer pareja). El primer intento fue con

barro, pero cuando el creador mandó a la pareja a bañarse, se deshicieron en el agua. La deidad luego experimentó con otro material para diseñar al ser humano; la siguiente creación fue exitosa, fue a partir de ceniza y de varios metales: “esta vez cuando se fueron a bañar no se deshicieron en el agua, y fue de esos [dos] que comenzó el mundo”

“Ceniza y varios metales” se refiere a la técnica metalúrgica para elaborar cascabeles. Los metalurgistas del occidente de México ocuparon estos materiales para el vaciado a la cera perdida: Sahagún (1950-1982 libro 9: 73) nos dice que la ceniza se incorporaba en los moldes de arcilla usados para el vaciado. El creador escogió varios metales para la primer pareja humana, vaciándolos en forma de aleación. Al sugerir que el proceso de fabricación fue el vaciado a la cera perdida, la *Relación* insinúa que los primeros cascabeles fueron humanos y que los primeros humanos fueron cascabeles; además, que fueron vaciados y creados de manera apropiada, mezclados y fertilizados (de aleaciones de metal, muy probablemente de bronce de cobre-estaño y de cobre-arsénico). Los seres recién creados poseían varias propiedades esenciales: eran indestructibles, manifestaban su divinidad y fertilidad visualmente en sus colores dorados y plateados, eran animados y podían comunicarse con sus creadores a través del sonido: por medio de los poderosos y claros sonidos de los cascabeles, sonajas y varas con sonajas de metal.

De igual manera, el *Popol Vuh* deja en claro que en las cosmogonías mesoamericanas la creación requiere de reciprocidad, y que las deidades intentaron crear seres que pudieran ser recíprocos a través del sonido específicamente a través de la palabra, para alabar a sus creadores. Según el *Popol Vuh*, las deidades primero crearon a los animales, dando instrucciones a los pájaros, jaguares, venados y pumas que hicieron:

Les dijeron “pronuncien ahora nuestros nombres, alábennos. Somos su madre, somos su padre... Hablen, récenos a nosotros, guarden nuestros días [adórenos]”. Pero pasó que no hablaban como la gente, solamente hacían ruidos y aullaban. No era evidente qué lengua hablaban; cada uno daba un grito diferente... “No ha resultado bien, no han hablado”, [los creadores] dijeron entre ellos. “No ha sucedido que nuestros nombres hayan sido pronunciados. Dado que somos sus albañiles y escultores, esto no está bien,” dijeron entre ellos los que dan a luz, los engendradores (Tedlock 1985: 78).

Las deidades experimentaron de nuevo:

Ahora tratemos de hacer un dador de alabanzas, dador de respeto, proveedor, dador de alimento, ellos dijeron.

Luego viene la construcción y trabajo con tierra y lodo. Ellos hicieron un cuerpo, pero no les pareció bien. Se estaba desintegrando, desmoronándose, separándose, ablandándose, disolviéndose. Su cabeza no se podía voltear, su cara estaba ladeada, estaba chueca, no podía mirar alrededor. Habló al principio, pero sin sentido. Estaba disolviéndose rápidamente en el agua.

“No durará”, dijo el albañil y escultor. “Parece estarse empequeñeciendo, así es que dejemos que se haga pequeño...”

“Todavía tenemos que encontrar, que descubrir, cómo modelar una persona, construir de nuevo una persona, un proveedor, alimentador, para que nos llame y nos reconozca” (Tedlock 1985: 79-80).

Las deidades luego labraron hombres y mujeres de madera, pero los destruyeron porque no podían hablar. Eventualmente crearon seres humanos de maíz y de agua; esta última se transformó en sangre. Estos humanos eran capaces de hablar, podían comunicarse con las deidades y alabarlas. Sin embargo, ocasionalmente ni siquiera las palabras fueron suficientes. Ciertas tribus carecían de fuego. Cuando suplicaron por él, Tohil, el creador, asintió pero exigió sacrificio humano a cambio: ¿Acaso ellos [las tribus] no quieren ser amamantados en sus lados y bajo sus brazos? ¿No es el deseo de su corazón abrazarme a mí que soy Tohil? Pero si no hay deseo, entonces no les daré su fuego... cuando llegue el momento, no ahora, serán amamantados en sus lados, bajo sus brazos (Tedlock 1985: 174).

El *Popol Vuh* luego explica: “y esto es lo que Tohil quiso decir por «ser amamantados»: que todas las tribus fueran abiertas en canal frente a él, y que se sacaran sus corazones «a través de sus lados, bajo sus brazos»” (Tedlock 1985: 175).

Los creadores exigieron que fueran amamantados, alimentados, por los corazones y la sangre de los seres que ellos crearon. Los registros arqueológicos y documentales testifican que éstas y otras formas de sacrificio humano estuvieron difundidas en Mesoamérica, pero fueron llevadas a cabo con especial celo institucional por los aztecas del centro de México.

En la versión de la creación presentada en la *Relación de Ajuchitlán*, los primeros seres fueron hechos por vaciado a la cera perdida, y esta fuente sugiere que fueron cascabeles. Si esta pareja, como sus contrapartes de los altos de Guatemala, también tenían que alimentar a sus creadores fue mediante el sonido —y nada en la cosmología mesoamericana sugiere que la creación fue llevada a cabo como un acto carente de responsabilidades recíprocas—, aquí fue por medio de las voces cantantes fortalecedoras y fertilizadoras de las sonajas y de los cascabeles.

El contexto social

He argumentado que la premisa de que el metal era divino, indestructible y poderoso dio origen a las decisiones que dieron forma a la metalurgia del occidente. El interés tecnológico sobre los cascabeles surgió del poder creativo de sus sonidos; el interés en los colores metálicos, de sus asociaciones con deidades solares y lunares así como con el brillante resplandeciente jardín sagrado que estos colores evocan. Convicciones como éstas probablemente influyen en el curso de la mayoría de las tecnologías. Otros factores también actúan, y el peso relativo de cada uno en un contexto social dado probablemente depende de circunstancias históricas. Como una aproximación para entender las fuerzas sociales que dieron a esta tecnología su orientación distintiva, describiré las circunstancias contemporáneas relevantes y sugeriré las formas en que pudieron haber influido sobre las decisiones técnicas aquí identificadas.

Pero antes de hacerlo quiero enfatizar que esta discusión es especulativa. Por una parte, carecemos de estudios profundos de otras tecnologías preindustriales o prehistóricas que nos permitan hacer generalizaciones transculturales. Idealmente, podríamos comparar la metalurgia del occidente mexicano con otra tecnología preindustrial también introducida desde fuera. Por otra parte, tampoco contamos con datos de esta gran y diversa zona metalurgista para explorarla como un solo caso. Las cronologías son incompletas. La información sobre prácticas de subsistencia, densidades de población, ritmos de crecimiento demográfico, recursos, patrones de asentamiento y especialización de actividades, entre otros temas, es generalmente escasa, exceptuando algunas pocas localidades bien estudiadas. Las relaciones inter e intrarregionales todavía están

por ser bien definidas. Respecto de la metalurgia, carecemos de datos técnicos de sitios de procesamiento y de sitios donde los artefactos de metal se elaboraron, como ya se ha señalado. Al menos unos cuantos estudios han establecido la distribución de objetos de metal dentro de los sitios. Existe poca información sobre la organización de la producción de metal. Sin embargo, tomando en cuenta esas limitantes, consideraré los hechos particulares de la situación histórica en la que surgió la metalurgia del occidente, y comentaré sobre cómo pudieron haber contribuido a las decisiones técnicas que se han descrito en este trabajo.

El evento más importante que ocurrió en torno de la época en que se introdujo la metalurgia a esta área fue el colapso de Teotihuacán. La desintegración de esta cultura afectó los sistemas políticos no sólo de la zona metalurgista, sino también de muchas otras áreas de Mesoamérica. El colapso de este poderoso imperio creó un vacío económico e ideológico. La presencia teotihuacana en la zona metalurgista del occidente de México, visible en varias regiones y en diversos medios, incluyendo cerámica en varios sitios de Colima (Kelly 1949), Michoacán (Kelly 1947; Pollard 1993), Jalisco (Weigand 1992), Nayarit (Weaver 1981), el centro de Guerrero y el Río Balsas inferior (Cabrera 1976). También hay centros ceremoniales que exhiben arquitectura de estilo teotihuacano en Jalisco (Weigand 1985), Michoacán (Pollard 1993) y otros puntos.

La naturaleza e impacto de los contactos entre Teotihuacán y la zona metalurgista del occidente variaron considerablemente, y tenemos pocos medios para medirlos. Varios arqueólogos han argumentado que un efecto de las interacciones de Teotihuacán con el occidente de México fue “aumentar el proceso de diferenciación social que ya se estaba dando [ahí], y estimular el surgimiento de sistemas políticos territoriales independientes y en mutua lucha” (Pollard 1993). Weigand piensa que, así como la Tradición Teuchitlán de la zona lacustre de Jalisco pudo haberse cohesionado como respuesta local al expansionismo de Teotihuacán, la caída de este estado pudo haber ocasionado la desaparición de Teuchitlán. Sin importar los detalles, no hay duda de que Teotihuacán funcionó como un símbolo extremadamente importante de poder sagrado, y de que su colapso causó importantes trastornos ideológicos, algunos de los cuales debieron de haberse sentido en la zona metalurgista.

De hecho, el colapso de Teotihuacán podría explicar el momento de la aparición de la metalurgia. Sabemos que Teotihuacán se interesaba en el occidente de México por sus

recursos minerales, conchas marinas y posiblemente sal, algodón, cacao y otros bienes perecederos. El más importante de éstos para el presente estudio es el *Spondylus*, un bien ritual. Teotihuacán importaba grandes cantidades de *Spondylus* y de otras conchas del Pacífico, y Millon (1981) piensa que el comercio de conchas a larga distancia debe haber sido una preocupación principal para ese estado. El colapso de Teotihuacán interrumpió este comercio a lo largo de Mesoamérica (Starbuck 1975). Yo he sugerido que el *Spondylus* fue un elemento que los comerciantes marineros del Ecuador buscaban en el occidente mexicano (véase el capítulo 4). Este molusco aparece a lo largo de las costas del Pacífico, llegando hacia el Golfo de California, y los habitantes de Teotihuacán usaron ampliamente esta concha (Marcos 1978; Millon 1981; Starbuck 1975). Posteriormente, las listas de tributos aztecas indican que el *Spondylus* se enviaba al altiplano central desde la costa del Pacífico; estos proveedores pudieron haber sido los mismos que enviaban la concha anteriormente. Por ejemplo, se han encontrado cuentas de *Spondylus* trabajadas en Amapa (Mountjoy 1992). El colapso de Teotihuacán debió haber afectado gravemente a los proveedores de *Spondylus* en las costas del occidente de México, puesto que esa ciudad había sido el principal mercado para la concha. La búsqueda de estos pueblos costeros de otros grupos que se interesaran en este bien ritual pudo haber impulsado la interacción con los comerciantes ecuatorianos (véase el capítulo 4), quienes luego adquirieron y distribuyeron productos de *Spondylus* de la costa occidental a Perú y Ecuador a través de la organización de comercio marítimo. A cambio, introdujeron en el occidente de México objetos de metal y el conocimiento de ciertos aspectos de la tecnología productiva.

No sabemos con certeza cómo los sistemas sociales del occidente mexicano respondieron a las disrupciones políticas e ideológicas acarreadas por el colapso de Teotihuacán, pero cualesquiera que hayan sido las respuestas, no hay duda que los objetos de metal dieron con una novedosa y poderosa forma —visual y auditivamente— de comunicarse con lo sagrado y de recrearlo a través de los sonidos de cascabeles, un material nuevo y poco usual con el cual se demarcaría la jerarquía y el estatus social, y un nuevo objeto para comerciar. Sabemos que en los inicios de la metalurgia del Periodo 1, o sea entre 650 y 800 d.C., estaban surgiendo grandes centros, por ejemplo, en Teuchitlán, Amapa y otras áreas. Los sistemas políticos emergentes luchaban por el prestigio y el poder (Earle 1989; Helms 1979), y las disrupciones sociales que siguieron al colapso de Teotihuacán deben haber exacerbado esas tendencias.¹⁹ El argumento de Helms (1979)

de que las elites, especialmente los jefes en sociedades de esta escala, necesitan vencer a otros de que pueden controlar los aspectos tanto mundanos como sobrenaturales de la vida, es aplicable a esta situación. Los jefes controlan a sus seguidores a través de mitos y de creencias acerca del origen de los bienes exóticos, los cuales se asocian e identifican con seres divinos. Las elites toman control de los principios de legitimidad existentes, tanto sobrenaturales como naturales (Earle 1989), así como de los objetos que los representan. El metal debió haber servido como un material ideal para estos fines, por sus orígenes exóticos, así como por las cualidades sagradas y animadas que se le atribuían.

Si supiéramos quién controlaba la producción de metal, abundaríamos más sobre las razones por las que esta tecnología se desarrolló de esta manera. Durante el Periodo 1, la producción parece haber tenido lugar en regiones diferentes, y fue durante este Periodo cuando la tecnología adquirió su distintivo carácter no utilitario. Hay evidencia del Periodo 2 del reino tarasco y del imperio azteca. La producción de bienes rituales, en especial cascabeles dorados y plateados, pinzas y ornamentos de lámina de metal, parece haber estado controlada por elites; debemos suponer que la metalurgia del Periodo 2 se vio altamente influenciada por las necesidades rituales y de estatus. También sabemos que incluso durante el Periodo 2 ni el control ni la producción estuvieron centralizados, exceptuando tal vez Michoacán durante los últimos años del imperio tarasco (Pollard 1987). Las evidencias arqueológicas y de laboratorio revelan de manera consistente la existencia de múltiples centros de producción: hay escoria en Amapa, herramientas de metalurgistas en Tomatlán, lingotes en la región de Jalisco, en el lago de Chapala, escoria en la mina de Churumuco, Michoacán, y también a lo largo del río Balsas medio. Los datos de laboratorio indican que no había diseños o aleaciones estandarizados. Sin embargo, las fuentes tarascas sí indican que el estado controlaba directamente algunas minas y operaciones de fundición (Pollard 1987). De Tenochtitlán hay evidencia documental que indica que las elites controlaban la producción de bienes de riqueza y de estatus (y claramente de elementos rituales), incluyendo el metal (Brumfiel 1987). Hasta ahora no hay evidencia de laboratorio para corroborar esta información documental.

El hecho de que esta tecnología llegó del exterior, y a través de una ruta marítima, podría ser el factor más importante que determinó la trayectoria general. Uno sólo tiene que imaginarse a los comerciantes que llegaban del sur en canoas, trayendo consigo objetos hechos de un material completamente desconocido, acerca del cual pudieron

haber circulado rumores, pero que nadie había visto. Era un material que podía producir tonos nunca antes escuchados y colores nunca antes vistos, asociado con creencias antiguas e historias acerca de los reinos del sur. El metal era tan exótico y mágico como esos reinos imaginarios, por lo que no es de sorprender que haya sido considerado divino, indestructible y sagrado: un material óptimo para hacer a los primeros seres humanos.

Si con el tiempo la trayectoria de esta tecnología fue resultado de su introducción a partir de un origen exótico y distante, la pregunta final y más difícil de responder concierne a por qué la metalurgia *no* se desarrolló de manera autóctona en Mesoamérica. No podemos dar respuesta a esa pregunta sin estudios de caso que identifiquen las circunstancias que predisponen el desarrollo de ciertas tecnologías y obstaculizan el desarrollo de otras. Lo que sí sabemos es que cuando apareció este material exótico, ya habían existido durante cientos de años sistemas de producción y de distribución para otras tecnologías y sus productos (piedra, hueso, textiles, cerámica, etc.). Aunque ciertas propiedades del metal son redundantes respecto de las de esos otros materiales, y a veces superiores, las hachas de metal no reemplazaron a las de piedra, ni las puntas de proyectil y cuchillos de metal tomaron el lugar de los de obsidiana. Más bien, los artesanos usaron el metal por las cualidades que no pueden reproducirse fácilmente en otros medios, y que reflejan el poder sagrado: su reflectividad, su habilidad de desarrollar colores a través de las aleaciones y el variado rango de tonos que producía.

En este sentido, la metalurgia del occidente de México no constituye una dirección radicalmente nueva o una perspectiva enteramente novedosa para el metal en América. Más bien, esta tecnología fue una expresión local de temas más amplios, panamericanos, formada por las circunstancias alrededor de su introducción. El vacío ideológico creado por el colapso de Teotihuacán predispuso ciertas elecciones técnicas, al igual que los orígenes exóticos del nuevo material. También, los significados sagrados del sonido y de ciertos colores metálicos estaban profundamente arraigados en la experiencia de éstos y de otros pueblos antiguos del Nuevo Mundo. Una de las contribuciones más especiales e imaginativas de los artesanos del occidente de México fue transformar incluso las aleaciones utilitarias de bronce en materiales que comunicaban poder religioso y social en objetos cuyo *diseño* (incluyendo materiales y métodos de fabricación) y *significado* requerían de esos materiales en particular. Sin embargo, las predisposiciones hacia un

fin técnico dado no necesariamente significan que tal fin haya estado predeterminado; simplemente proporcionan una manera de explicar que pueda sostenerse hasta que los investigadores proporcionen otros casos comparables. Lo que se ha visto claramente a lo largo de este trabajo es que la metalurgia que surgió de este contexto histórico y social se debió al encuentro y experimentación de los artesanos del occidente de México con los inmutables atributos físicos y mecánicos de los materiales, tamizados a través de las necesidades sociales y económicas, de las sensibilidades estéticas e ideologías, haciendo de esta metalurgia, como cualquier otra, “una experiencia completamente humana” (C.S. Smith 1977).

Notas

1. Véase el capítulo 2 para una descripción de las *Relaciones geográficas*. Ajuchitlán, localizado en el norte de Guerrero, contiene muchos depósitos de cobre, según la *Relación*, algunos de los cuales probablemente se explotaban al momento de la invasión española. Los mapas geológicos también muestran depósitos de cobre en esa área.
2. Kenneth Hale, comunicación personal, 1992.
3. Kenneth Hale, comunicación personal, 1992.
4. Quisiera agradecer a R. Tom Zuidema por señalarme esto.
5. Louise Burkhart, comunicación personal, 1993.
6. Esta afirmación se basa en su color. No tenemos datos químicos analíticos para esas pinzas.
7. Hosler, apuntes de campo, 1983.
8. Enrique Mayer, comunicación personal, 1986.
9. Agradezco a R. Tom Zuidema por esta sugerencia.
10. *Psalmodia Christiana* es un libro de himnos en náhuatl compuesto por fray Bernardino de Sahagún para ser usado como medio de evangelización de los pueblos nahuas del centro de México. Empezó a componerlo en algún momento entre 1558 y 1561, y se publicó por primera vez en 1583. *Cantares mexicanos* es una de las fuentes principales de poesía azteca, y fue compuesto en náhuatl entre 1550 y 1580; la poesía, trata acerca de la conquista y de sus consecuencias. Según una hipótesis moderna, los cantos proporcionan evidencia de un tipo de movimiento revitalizador. Según Bierhorst los cantos llaman a guerreros “fantasmas” del paraíso para que ayuden a los guerreros-cantantes a vencer a los grupos indígenas enemigos, como los tlaxcaltecas y los de Chalco, quienes colaboraron con los españoles en la conquista.
11. Este poema, contenido en *Psalmodia Christiana*, fue traducido del náhuatl al inglés por Louise Burkhart.
12. Spicer (1964) observa que el complejo religioso, según el cual las flores y la sangre son equivalentes, es característico de los grupos uto-aztecas del noroeste de México (coras, huicholes, tarahumaras, yaquis, mayos y pimas). Los aztecas se desprendieron de los antepasados de esos grupos. Burkhart (1992), citando un artículo inédito de Jane Hill (1987), dice que ésta ha rastreado este complejo de mundo

florida a través de la familia lingüística uto-azteca. No me fue posible consultar tal artículo, pero es posible que sepamos muy poco de la lengua tarasca como para excluirla *a priori*. Burkhart también ha comentado que existe alguna evidencia de ese mismo complejo entre hablantes de lengua maya (comunicación personal, 1993). R. Tom Zuidema ha señalado un similar interés por las cualidades brillantes en el pensamiento incaico, que se reproduce en ciertos textiles (comunicación personal, 1993).

13. La otra raíz en esta palabra, *ayaui*, significa “llovizna” o “niebla” (Campbell 1985: 22).
14. Isabel Kelly, comunicación personal, 1980.
15. Broda (1970) señala que el desollamiento sacrificial tiene una amplia distribución en América y no siempre tiene connotaciones de fertilidad.
16. Estos mismos conceptos —metal, cascabeles y sonido— también se relacionan en el mixteco, como lo indican los siguientes términos:
 - kaa/saa*: metal, fundir el metal, sonar alto, claro, metálico. *kaa*: sonajas de los indios.
 - kadzi*: sonar sonajas de metal.
17. Kenneth Hale, comunicación personal, 1993.
18. Otro ejemplo viene del quiché, en los altos de Guatemala, donde Termer (1928) describe una danza llamada “el baile de la culebra”, en la que las mujeres son simbólicamente robadas, poseídas y luego ingieren serpientes simbólicamente. Ésta es la única referencia explícita a la sexualidad que encontré.
19. Para un ejemplo reciente de la incorporación de una tecnología extranjera para algunos de estos fines, véase Clark y Blake (1994).

Apéndices

1. Estudios técnicos: datos y métodos

Los estudios de laboratorio proporcionaron datos fundamentales y reproducibles sobre las características técnicas de las metalurgias de la zona estudiada, de otras regiones de Mesoamérica y de Ecuador. Estos estudios tuvieron tres objetivos: identificar las técnicas de fabricación de los artefactos, su composición química y las propiedades de los metales y aleaciones, como la microdureza. Estas determinaciones también permitieron evaluar las formas en que los objetos fueron o pudieron haber sido usados.

Se efectuaron estudios de laboratorio sobre objetos del MRG y del MAG. Se obtuvieron datos adicionales sobre material mexicano a través del análisis de laboratorio de artefactos de seis sitios arqueológicos mexicanos. También se realizaron estudios macroscópicos de objetos en el Museo Nacional de Antropología de la ciudad de México, así como de colecciones en México y en Estados Unidos que se mencionan posteriormente. También se realizaron estudios de laboratorio en artefactos de seis sitios arqueológicos ecuatorianos. Los métodos utilizados para determinar técnicas de fabricación, composición química y función de los artefactos se detallan a continuación.

Medidas

Técnicas de fabricación. Los métodos de fabricación de todos los objetos se identificaron usando técnicas metalográficas estándar para la interpretación de la microestructura.

Para examinar un artefacto de metal usando estas técnicas, tienen que removerse una o más muestras intactas (a diferencia de limaduras o taladreados) del artefacto. La muestra se monta, se pule hasta que quede plana, luego se bruñe para producir una superficie plana y sin raspaduras; después se ataca con un reactivo para revelar la microestructura metálica. La microestructura de un objeto de metal registra la historia de los procedimientos usados para elaborarlo. Los métodos de formado, como vaciado, trabajo en frío o en caliente y otras técnicas comunes, producen microestructuras características, que han sido reproducidas experimentalmente, estudiadas y catalogadas. Al examinar e interpretar la microestructura de un artefacto de metal, es posible describir paso a paso la historia de fabricación de ese objeto. Frecuentemente, la microestructura de un artefacto también puede indicar si el mismo fue o no usado, ya que el uso produce una deformación característica de los granos o cristales del metal.

Los exámenes metalográficos también pueden darnos una indicación sobre la composición química de un objeto. Si el metal es puro (sin aleación), a menudo puede identificarse a través del examen metalográfico, tanto por su color como por su característica respuesta a ciertos reactivos específicos de ataque. Casi siempre es posible determinar a partir de la microestructura si un objeto fue hecho de aleación, así como identificar el elemento primario de la aleación (aunque la concentración de la aleación sólo puede determinarse dentro de rangos generales), puesto que cada composición en particular produce estructuras típicas.

Composición química. Varios términos o conceptos relacionados con metales, aleaciones y su composición química necesitan aclararse. Los metales frecuentemente empleados en metalurgias no industriales (y especialmente importante en la América prehispánica) incluyen cobre, oro y plata, los cuales ocurren en estado nativo como depósitos naturales de metal. Los metales nativos pueden ser fundidos y vaciados o forjados directamente, y no requieren de más procesamiento una vez que han sido extraídos. En su mayor parte, sin embargo, el cobre y la plata aparecen como menas, en las que están presentes en los minerales metálicos que se han depositado en asociación con la roca anfitriona. Estos metales son “ganados” o extraídos de sus menas a través de la fundición, un proceso activado por calor que separa tanto química como físicamente el metal de las partes no metálicas del mineral, así como de la matriz de roca. Un metal o aleación específico puede

ser producido en más de una forma y cada método requiere distintas materias primas, pero resultando en el mismo producto final o en algo comparable.

Las aleaciones son mezclas de dos o más metales; algunas se presentan de manera natural. Por ejemplo, los depósitos de oro en Colombia en ocasiones contienen hasta 20% de plata, siendo efectivamente aleaciones naturales de oro y plata (*electrum*). En otros casos, los metales que llegan a formar la aleación ocurren conjuntamente en los minerales metálicos de sus menas. Esto no es poco frecuente en las menas de cobre de la sierra andina, por ejemplo, las que contienen tanto cobre como arsénico en forma mineral. Cuando estas menas se funden, el producto directo es una aleación de cobre-arsénico conocida como “cobre arsenical” o “bronce de arsénico” (este término se explica en el capítulo 2, nota 8). Otras aleaciones requieren de la mezcla intencional de dos metales al fundirlos conjuntamente después de que cada uno ha sido extraído de su mena. Por lo general, el bronce de estaño se hace de esta manera, fundiendo estaño metálico y cobre metálico después de que cada cual ha sido fundido de su propia mena. Las aleaciones comunes en la prehistoria, ya sea naturales o intencionales, incluyen entre otras a las siguientes: cobre-plata, cobre-oro y las dos aleaciones de bronce (cobre-arsénico y cobre-estaño). Aunque el hierro y el acero (aleación de hierro y carbón) se usaron en el Viejo Mundo durante la era prehistórica, nunca se desarrollaron en la América prehispanica.

Existen muchas técnicas para determinar la composición química de los artefactos de metal. La elección de la técnica depende de la pregunta que se haya planteado y del punto hasta el que se pueden obtener muestras del objeto para su análisis químico. Las técnicas incluyen métodos cualitativos, que dan información sobre los elementos presentes en el artefacto y sus relativos niveles de concentración, y métodos cuantitativos, que dan determinaciones precisas de la concentración de cada elemento, casi siempre dado como porcentaje en peso. Las determinaciones cualitativas de composición química de todos los artefactos incluidos en este estudio, salvo unos cuantos, se llevaron a cabo usando técnicas espectrográficas de emisión. Aquí se citan los resultados de esos estudios; los datos completos pueden encontrarse en Hosler (1986). El principal método cuantitativo usado fue la espectrometría de absorción atómica, que proporcionó concentraciones de elementos principales, secundarios y menores. Los análisis de activación de neutrones se efectuaron sobre un grupo de objetos en el que las concentraciones de un importante elemento menor, el indio, estaban presentes en niveles por debajo

del límite de detección del método de absorción atómica. También se utilizó en un caso la microsonda de electrones, que identifica composiciones químicas de áreas muy pequeñas en un corte transversal de metal pulido.

Función o uso. Se consideraron varias clases de evidencia, incluyendo los datos de laboratorio, para determinar cómo fueron usados estos objetos de metal. Uno de ellos fue la evaluación del diseño y las propiedades mecánicas de los objetos (véase el capítulo 1), mismas que se midieron de diversas maneras. Algunas, como la dureza, se determinaron directamente por pruebas de microdureza hechas sobre las secciones transversales de muestra usando el método de indentación de diamante de Vickers. En otros casos (como la medida de elasticidad para las pinzas), las propiedades mecánicas se obtuvieron a través de cálculos estándar que usan determinados datos de forma experimental sobre las propiedades de metales y aleaciones como función de sus técnicas de fabricación. En estos casos, los datos físicos obtenidos de las secciones transversales se incorporaron a las fórmulas de ingeniería para llegar al valor apropiado de la propiedad que se estaba midiendo. La información básica acerca tanto de técnicas de fabricación, como de composición se obtuvo en los estudios de laboratorio, y en un caso proporcionó los datos para simular la función de artefactos usando métodos de computadora.

El material del estudio

La colección del MRG. El estudio de esta colección involucró el examen macroscópico (y clasificación) de aproximadamente 3,200 artefactos prehispánicos de metal, de los cuales aproximadamente 400 fueron seleccionados para analizarse extensivamente en el laboratorio. Los artefactos son principalmente de los estados occidentales de Michoacán, Jalisco, Colima y Nayarit.

La colección del MRG fue reunida asiduamente durante varios años por el ingeniero Federico Solórzano, de Guadalajara, Jalisco, con la intención expresa de que sirviera como colección de estudio. El ingeniero Solórzano adquirió todos los objetos que estuvieron a su alcance, incluyendo fragmentos y piezas dañadas, sin sesgo en la selección. Después, la colección pasó a ser propiedad del gobierno mexicano, y está bajo resguardo

del MRG con los auspicios del INAH. Para confirmar su representatividad, comparé los tipos de artefactos en la colección con los que publicó Pendergast en su estudio distribucional (1962) de objetos de metal mesoamericanos y con otras colecciones de objetos de metal de Mesoamérica y del occidente: en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York, el Museo Nacional de Antropología de la ciudad de México, el Peabody Museum de la Universidad de Harvard y el Museo Frissel de Mitla, Oaxaca. La colección del MRG contiene todos los principales tipos de artefacto encontrados en el occidente identificados por Pendergast, pero también incluye varios tipos que no se habían descrito en la literatura. En general, sus frecuencias relativas coinciden con las frecuencias observadas en otras colecciones menores y en conjuntos que se derivan de excavaciones controladas.

En el cuadro A1.1 se muestran los tipos de artefacto del MRG y sus frecuencias relativas. La colección contiene doce clases de artefactos; por mucho, los más abundantes son los cascabeles que constituyen 60% del total. Otro 20% de la colección consiste

Cuadro A1.1 Colección del MRG: número de artefactos por tipo

Tipo	Núm.	Porcentaje del total
Cascabeles	1934	60.5
Argollas	685	21.4
Hachas-moneda	186	5.8
Ornamentos de lámina	136	4.3
Agujas	87	2.7
Hachas	41	1.3
Pinzas	42	1.3
Punzones	23	<1
Aguja-cascabeles	22	<1
Botones	17	<1
Anzuelos	14	<1
Cuentas	9	<1
Otros	?	<1
Total	3 196 (aprox.)	

en argollas. La inspección visual indicó que todos los objetos se hicieron de cobre o aleaciones de cobre, excepto los ornamentos de lámina, que están hechos de oro, de plata o de aleaciones de esos metales. La cuestión de la autenticidad de estos artefactos debe tomarse en cuenta, puesto que carecen de procedencia arqueológica específica. La evidencia indisputable de su autenticidad yace en la presencia de alteraciones por corrosión interna y externa, características de objetos de cobre y de sus aleaciones que han sufrido corrosión a ritmo lento por largos periodos de tiempo (cientos o miles de años). Las características de tal mineralización incluyen corrosión interna, casi siempre intergranular (que avanza por entre las fronteras entre un grano y otro), así como externa (los productos minerales generalmente se forman en capas que corresponden a la alteración de metal a mineral o de un tipo de mineral a otro). En esta secuencia de capas, el mineral que casi siempre se forma en contacto directo con el metal es la cuprita (óxido cuproso), que enseguida se altera para formar minerales verdes de cobre, como malaquita o atacamita. La investigación en laboratorios de conservación ha demostrado que los rápidos ritmos de corrosión inducidos al intentar dar pátina a objetos falsos no produce corrosión intergranular ni la formación de una capa coherente de cuprita. Todos los objetos de esta colección exhiben la capa de cuprita rojiza-café; todos los que se estudiaron metalográficamente también mostraron corrosión intergranular.

De las ocho clases de artefactos más frecuentes se seleccionó la muestra para estudios de laboratorio para determinar las técnicas de fabricación, los metales y aleaciones utilizados y el uso dado a cada uno de los varios tipos de objeto. Esos tipos y la cantidad de artefactos muestreados de cada uno se ilustran en el cuadro A1.2.

También se tomaron muestras de algunos tipos únicos de artefacto, o tipos que incluyen sólo pocos ejemplos, para identificar patrones en la composición química, técnicas de fabricación y propiedades de las aleaciones y para determinar confiablemente cómo se usaron los objetos. En todas las principales clases de artefacto, salvo una, se logró la meta general de una muestra del 10%. La categoría excepcional fue la de los cascabeles, que contenía demasiados artefactos (1,934 objetos, de los cuales se hizo una muestra del 6.5%) como para que esa meta fuera alcanzable, en vista del costo extremadamente alto de los análisis químicos. Al mismo tiempo, dado que la técnica de fabricación resultó ser la misma para casi todos los cascabeles —fueron vaciados a la cera perdida— no fue necesario verificar ese proceso a través de exámenes metalográficos frecuentes y repetitivos. En la mayoría de los casos, la meta de una muestra del 10% se

Cuadro A1.2 Colección del MRG: muestras estudiadas en laboratorio

Tipo	Total de la colección	Núm. de muestras	Porcentaje del total
Cascabeles	1934	125	6.5
Argollas	685	81	11.8
Hachas-moneda	186	33	17.7
Ornamentos de hoja:			
aleaciones de oro	60	0	0.0
aleaciones de plata	76	28	36.8
Agujas	87	30	34.5
Hachas	41	41	100.0
Pinzas	42	39	92.9
Punzones	23	15	65.2
Otros (aprox.)	>62	8	13.0
Total	3 196 (aprox.)	400	

excedió ampliamente, mientras que en otros casos todos, o casi todos, se tomaron muestras de los artefactos dentro de un tipo, cuando las técnicas que planteaba el diseño, la composición, las técnicas de fabricación y la función cultural fueron particularmente complejas (por ejemplo, las hachas y las pinzas). Los procedimientos analíticos utilizados en este estudio y la cantidad total de artefactos examinados se presentan en el cuadro A1.3.

Artefactos de sitios arqueológicos mesoamericanos. Se llevaron a cabo estudios de laboratorio sobre artefactos de seis sitios arqueológicos enlistados en el cuadro A1.4. Las diferencias en frecuencia relativa de tipos particulares refleja el contexto en que estaban depositados. Las excavaciones en Lamanai incluyeron varias estructuras y entierros grandes; mientras que en Cuexcomate y Capilco no se excavaron entierros. El conjunto de artefactos de Cuexcomate predicablemente contiene muchas herramientas y unos cuantos objetos suntuarios. En Milpillás, las excavaciones se hicieron en entierros. La mayor parte del material de Platanito y de Vista Hermosa también se derivó de entierros. Aparte de los

Cuadro A1.3. Métodos de análisis y número de análisis realizados

Técnica de análisis	Núm. de artefactos analizados
Metalografía	175
Pruebas de microdureza	95
Análisis de química cualitativa (emisión espectrográfica)*	374
Análisis de química semicuantitativa (emisión espectrográfica)*	25
Análisis de química cuantitativa (absorción atómica)**	214
Análisis de química cuantitativa (activación de neutrones)	102***

* Los resultados de estos análisis se encuentran en Hosler (1986).

** Veinte de estos análisis son de hachas-moneda y fueron publicados en Hosler, Lechtman y Holm (1990).

*** De este número, 53 fueron analizados por absorción atómica; los resultados aparecen en el apéndice 2.

estudios de laboratorio de estos objetos, también realicé estudios macroscópicos de objetos de Urichu (Michoacán), de Amapa (Nayarit) y de Tomatlán (Jalisco).

La colección del MAG. Los datos sobre la metalurgia del norte de Sudamérica se obtuvieron principalmente a través de estudios macroscópicos de las colecciones del Museo Antropológico del Banco Central en Guayaquil, Ecuador. Esta colección contiene unos 7,900 objetos (en las frecuencias que aparecen en el cuadro 4.8), de los cuales 154 se seleccionaron para su análisis. En general, los artefactos escogidos para formar la muestra del MAG fueron los que tuvieran contrapartes en el occidente de México. Esta colección no puede considerarse representativa en el mismo sentido que el cuerpo del MRG,

Cuadro A1.4. Tipos de artefactos de las colecciones mesoamericanas: total en colecciones y número de análisis por sitio

Tipo	Milpillas		Capilco y Cuexcomate		Lamanai		Vista Hermosa y Platanito	
	Total en colección	Núm. de análisis	Total en colección	Núm. de análisis	Total en colección	Núm. de análisis	Total en colección	Núm. de análisis
Punzones/cinceles**	—	—	14	14	1	1	—	—
Hachas	—	—	—	—	13	6	4	4
Cascabeles	20	19	5	5	39	13	101	45
Badajos	—	—	—	—	—	—	8	1
Botones	—	—	—	—	13	6	—	—
Anillos	—	—	—	—	6	3	—	—
Anuelos	—	—	—	—	3	1	—	—
Lingotes	—	—	—	—	4	4	3	—
Agujas	1	1	16	11	5	3	2	0
Argollas	11	1	—	—	—	—	—	—
Ornamentos	—	—	1	1	—	—	—	—
Hojas	3	0	2	2	1	1	—	—
Pinzas	—	—	2	2	3	3	—	—
Alambre	—	—	5	5	—	—	—	—
Varios	—	—	—	—	14	4	3	1
Total	35	21	45	40	102	45	121	54

* El número indica sólo los análisis cualitativos.

** “Cinceles” se refiere a punzones con hoja angosta, pero de hoja.

pues los objetos se adquirieron con preferencia específica hacia elementos suntuarios en vez de herramientas.

Además de los objetos que se encuentran en Guayaquil, también se estudiaron macroscópicamente las colecciones de metal del Museo del Banco Central en Quito, para tener una idea del rango y abundancia de distintas clases de artefactos.

Cuadro A 1.5. Tipos de artefactos de las colecciones ecuatorianas: total en colecciones y número de análisis por sitio

Tipo	Salango		El Azúcar		Loma de los Cangrejitos		Cerro Alto y OGSE-MA-172	
	Total en colección	No. de análisis	Total en colección	No. de análisis	Total en colección	No. de análisis	Total en colección	No. de análisis
Punzones	—	—	—	—	—	—	—	—
Hachas/cinceles	—	—	—	—	6	3	—	—
Hachas-moneda	—	—	—	—	14	3	4	0
Cuentas	9	0	2	0	—	—	—	—
Cascabeles	1	1	2	0	27	6	—	—
Aretes	6	—	—	—	—	—	—	—
Anzuelos	—	—	—	—	—	—	2	2
Cuchillos	—	—	—	—	1	1	—	—
Agujas	9	4	2	1	11	1	2	2
Narigueras	2	0	—	—	—	—	—	—
Pendientes	—	—	—	—	2	2	—	—
Argollas	5	3	2	2	3	0	—	—
Estrellas	—	—	2	2	—	—	1	1
Herramientas	10	1	1	1	20	5	1	1
Pinzas	2	1	1	1	16	5	1	1
Alambre	—	—	—	—	—	—	1	0
Otros	6	—	2	0	1	1	1	0
Total	50	10	14	7	101	27	13	7

* El número indica los análisis cualitativos; los datos cuantitativos se presentan en el cuadro 4.7.

Artefactos de sitios arqueológicos ecuatorianos. Los datos de colecciones de excavación, presentados en el cuadro A1.5, sugieren que la proporción de herramientas, especialmente agujas y hachas, fue sin duda mucho más alta de lo que sugieren las cantidades presentes en la colección del MAG. De los cinco sitios ecuatorianos excavados en los que se han encontrado objetos de metal, Salango y Loma de los Cangrejitos podrían proporcionar la imagen más exacta de las frecuencias relativas de tipos de artefacto. Se analizaron todos los objetos para los que hubo suficiente peso o material sin mineralizar, ex-

cepto los hechos de oro; la conservación de los objetos de metal de Salango, El Azúcar, Cerro Alto y OGSE-MA-172 fue generalmente deficiente; muchos de los objetos de Salango estaban completamente mineralizados y no pudieron analizarse.

Otros. Para saber de los tipos de artefactos de metal sudamericanos, también examiné macroscópicamente las colecciones del Museo Americano de Historia Natural en Nueva York, del Museo Metropolitano de Arte en Nueva York y las colecciones de objetos de cobre del Museo del Oro en Bogotá.

Permisos para la investigación

El estudio del material del MRG se llevó a cabo con un permiso oficial otorgado por el Consejo de Arqueología del Instituto Nacional de Antropología e Historia en la ciudad de México, bajo los auspicios del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM. El estudio del material de Milpillás, Cuexcomate, Capilco, Vista Hermosa y Platanito también se realizó con permisos otorgados por el Consejo de Arqueología del INAH. Los objetos de Lamanai se estudiaron mediante permiso del Comisionado de Arqueología de Belice.

Para el estudio del material del MAG se contó con un convenio formal firmado por los museos del Banco Central de Ecuador y el Center for Materials Research in Archaeology and Ethnology del Massachusetts Institute of Technology. Los materiales de Salango, El Azúcar, Cerro Alto y Loma de los Cangrejitos se incluyeron en este último estudio, pero además se obtuvo permiso para estudiarlos del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural de Ecuador.

2. Análisis de química cuantitativa de objetos de la colección MRG

Cuadro A2.1. Análisis de química cuantitativa de objetos de la colección MRG

Tipo de artefacto**	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
Cobre														
Punzón	114	0.03	na	na	na	na	0.01	na	0.0096	na	0.0006	na	na	na
	115	0.05	na	na	na	na	0.01	na	0.001	na	na	na	na	na
	117	0.05	na	na	na	na	0.06	na	na	na	na	na	na	na
	796	0.04	na	na	na	na	0.04	na	na	na	na	na	na	na
	799	0.17	na	na	na	na	0.07	na	0.0016	na	na	na	na	na
	872	0.63	0.22	—	—	na	0.0077	na	—	—	—	0.44	—	na
Aleación														
Punzón	112	0.035	2.01	na	—	na	na	na	na	—	—	0.01	0.19	na
Cobre														
Hacha	354	0.05	na	na	na	na	0.02	na	0.001	na	0.0072	na	na	na
	357	0.1'	na	na	na	na	0.01	na	0.001	na	na	na	na	na
	359	0.08	na	na	na	na	0.01	na	0.0001	na	0.0057	na	na	na
	371	0.23	na	na	na	na	0.01	na	0.001	0.0023	0.0068	na	na	na
	372	0.198	0.14	—	—	na	0.04	na	—	—	—	—	—	na
	373	0.22	—	—	—	na	0.25	na	—	0.03	—	—	—	na
	380	0.09	na	na	na	na	0.03	na	0.0044	na	0.02	na	na	na
	381	0.05	na	na	na	na	0.01	na	0.001	na	0.0071	na	na	na
	387	0.15	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	—	na
	388	0.22	—	—	—	na	—	na	—	—	—	0.02	—	na
	391	0.28	na	na	na	na	0.01	na	na	na	na	na	na	na
	393	0.04	na	na	na	na	0.04	na	na	na	na	na	na	na
	396	0.28	—	—	—	na	0.051	na	—	—	—	—	0.01	na
	397	0.05	na	na	na	na	0.01	na	0.001	na	na	na	na	na
	406	0.07	na	na	na	na	0.01	na	na	na	na	na	na	na
	853	0.06	na	na	na	na	0.01	na	na	na	na	na	na	na
2396	0.05	na	na	na	na	0.04	na	0.001	na	0.01	na	na	na	

Cuadro A2.1 (continuación)

Tipo de artefacto**	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
Aleación														
Hacha	28	0.06	1.22	na	0.049	na	na	na	na	na	—	0.0097	0.0097	na
	351	0.07	0.71	na	—	na	na	na	na	na	0.1	0.04	1.33	na
	351 ^a	0.0622	0.716	0.0006	na	na	—	0.0021	na	ha	na	0.0891	1.15	—
	367	0.12	0.09	na	na	na	na	0.06	na	na	na	na	2.48	na
	367 ^a	0.1099	0.007	—	na	na	0.0133	0.0052	na	na	na	0.0175	2.56	0.0017
	369	0.11	0.64	na	na	na	na	0.02	na	na	na	0.18	5.31	na
	370	0.61	4.84	—	—	na	0.042	na	—	0.021	0.116	0.42	—	na
	370 ^a	0.5662	5.675	—	na	na	—	—	na	na	na	0.4831	—	—
	374	0.04	0.08	na	na	na	na	na	na	na	na	na	7.92	na
	374 ^a	0.0402	0.113	0.0001	na	na	—	0.0269	na	na	na	0.0847	8.72	0.0008
	378	0.03	0.96	na	—	na	na	na	na	—	0.015	—	0.12	na
	379	0.03	0.06	na	—	na	na	—	na	na	0.01	—	0.77	na
	385	0.06	0.71	na	—	na	na	na	na	na	—	0.28	—	na
	386	0.27	1.31	na	—	na	na	na	na	na	0.11	0.1	3.10	na
	401	0.05	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	6.22	na
	402 ^a	0.1	0.12	—	na	na	0.0159	0.0018	na	na	na	0.006	1.26	0.0082
	403b	0.12	0.07	na	—	na	na	0.05	na	na	—	0.03	8.06	na
	2249	0.6	0.32	na	na	na	na	0.29	na	na	0.008	na	1.94	na
	2249 ^a	0.0564	0.615	0.0003	na	na	—	0.003	na	na	na	0.123	1.45	—
	2311	0.16	1.83	na	—	na	na	na	na	na	0.06	na	0.15	na
Cobre														
Hachas-mo-	487	0.004	0.3	na	0.008	na	na	na	na	0.05	—	0.008	0.047	na
neda***	501	0.036	—	na	—	na	na	na	na	0.027	—	0.43	0.027	na
	510	—	0.05	na	—	na	na	na	na	0.13	—	0.09	0.03	na
Aleación														
Hachas-mo-	264	0.04	0.44	na	—	na	na	na	na	—	—	0.04	0.024	na
neda***	302 ^a	0.2312	3.381	—	na	na	—	0	na	na	na	0.0077	—	—
	449 ^a	0.1671	3.707	—	na	na	—	—	na	na	na	0.0332	—	—
	463	0.46	6.35	na	na	na	na	na	na	0.05	—	0.28	0.023	na
	471 ^a	0.2198	3.954	—	na	na	—	0.0001	na	na	na	0.171	—	—
	486	0.175	3.07	na	—	na	na	na	na	0.093	—	0.23	—	na
	489	0.047	0.81	na	na	na	na	na	na	0.103	0.0373	0.05	—	na
	496 ^a	0.6918	5.333	0.0003	na	na	—	—	na	na	na	0.1449	—	0.003

Cuadro A2.1 (continuación)

Tipo de artefacto**	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
Cobre														
Cascabel	124b	0.08	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.42	na
	130a	0.19	—	—	0.0014	na	0.34	na	—	0.0043	0.008	0.01	—	na
	205 ⁿ	0.0562	—	0.0025	na	na	—	0.0006	na	na	na	0.2999	—	—
	209	0.06	na	na	na	na	0.02	na	0.001	0.0014	0.0043	na	na	na
	213	0.06	0.14	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.96	na
	219b	0.054	—	na	—	na	na	na	na	0.014	—	0.09	—	na
	723	0.163	—	—	—	na	0.043	na	—	—	0.0109	0.01	—	na
	838	0.047	—	na	—	na	na	na	na	—	—	0.008	—	na
	1228	0.22	0.09	—	0.0026	na	0.041	na	0.001	0.024	0.0026	—	—	na
	1246 ⁿ	0.0873	0.006	0.0009	na	na	0.0166	0.001	na	na	na	0.0023	0.53	—
	1437	0.011	—	na	0.023	na	na	na	na	0.023	—	—	—	na
	1446	0.03	0.35	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.09	na
	1539	0.11	—	—	0.0013	na	0.29	na	0.001	0.0013	0.0066	0.0159	—	na
	1546	0.019	—	na	—	na	na	na	na	—	—	—	—	na
	1608	0.148	0.3	na	—	na	na	na	na	—	—	0.16	0.022	na
	1825	0.032	0.11	na	—	na	na	na	na	0.024	—	—	na	na
	2080	0.053	—	—	—	na	0.16	na	0.0011	0.009	—	0.01	—	na
	2126	0.089	—	na	—	na	na	na	na	0.063	—	0.09	—	na
	2411	0.08	na	na	0.03	na	na	na	na	0.04	na	na	na	na
	2413	0.07	na	na	na	na	0.02	na	na	na	na	na	na	na
	2440b	0.11	0.34	na	—	na	na	na	na	na	0.078	0.068	0.58	na
	2538	0.02	0.38	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.16	na
	2550	0.127	0.19	na	—	na	na	na	na	—	—	0.009	0.16	na
	2720	0.104	0.25	na	—	na	na	na	na	—	0.019	0.07	—	na
	2786	0.07	0.15	—	—	na	0.015	na	—	—	—	0.02	—	na
	2791	0.03	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.27	na
	Fall	0.093	—	na	0.031	na	na	na	na	0.02	—	—	0.17	na
Aleación														
Cascabel	128a	0.03	0.45	na	na	na	na	na	na	na	0.01	0.02	6.93	na
	128b ⁿ	0.0251	0.436	—	na	na	0.0277	0.007	na	na	na	0.0237	7.77	0.0015
	195[6]	0.2	0.01	na	—	na	na	0.02	na	na	—	—	3.08	na
	195[6] ⁿ	0.1109	0.015	0	na	na	0.0486	0.0119	na	na	na	0.0183	3.56	—
	195[8] ⁿ	0.113	0.013	0	na	na	0.0379	0.0109	na	na	na	0.0163	3.28	0.0019
	197	0.025	1.35	na	—	na	na	na	na	—	—	0.01	—	na
	198 ⁿ	0.0201	0.07	0	na	na	0.0259	0.022	na	na	na	0.0385	12.18	0.0011
	201	0.11	22.12	0.015	0.144	na	0.15	na	0.1	0.015	0.015	1.06	—	na

Cuadro A2.1 (continuación)

Tipo de artefacto**	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	204	0.07	12.82	na	0.0188	na	na	na	na	0.01	0.0199	0.22	—	na
	207	0.11	23.47	na	0.08	na	na	na	na	0.02	0.0095	1.08	0.03	na
	816	96.92	na	na	na	3.08	na	na	na	na	na	na	na	na
	891	0.13	na	na	na	na	na	na	na	na	0.009	na	10.43	na
	891 ⁿ	0.134	0.015	0.0008	na	na	0.0193	0.0132	na	na	na	0.0345	11.08	—
	893	0.05	0.17	na	na	na	na	0.04	na	na	na	0.03	12.3	na
	893 ⁿ	0.0659	0.1	0.0004	na	na	0.0736	0.0179	na	na	na	0.064	15.77	0.0028
	895	0.05	0.23	na	na	na	na	0.02	na	na	0.02	na	10.55	na
	895 ⁿ	0.0615	0.27	0.0001	na	na	0.0759	0.0152	na	na	na	0.0522	13.12	0.0164
	897	0.16	—	na	—	na	na	0.01	na	na	—	na	7.27	na
	897 ⁿ	0.1549	—	0.0001	na	na	—	0.01	na	na	na	0.3311	6.45	—
	910	0.13	—	na	—	na	na	—	na	na	—	na	11.02	na
	910 ⁿ	0.1439	0.014	0.0008	na	na	—	0.0132	na	na	na	0.0385	11.35	—
	1220	0.01	—	na	—	na	na	0.01	na	na	—	na	3.24	na
	1220 ⁿ	0.0156	0.012	0.0002	na	na	0.1059	0.0062	na	na	na	0.0107	3.23	0.0108
	1253	0.15	0.02	na	na	na	na	0.03	na	na	0.01	na	4.81	na
	1440 ⁿ	0.104	0.158	0	na	na	0.1991	0.0087	na	na	na	0.0198	4.14	0.0027
	1473	0.02	0.26	na	—	na	na	0.02	na	na	—	—	4.00	na
	1473 ⁿ	0.0628	8.69	0.0038	na	na	—	0	na	na	na	0.1611	—	—
	1474 ⁿ	0.0628	8.69	0.0038	na	na	—	0	na	na	na	0.1611	—	—
	1475	0.1	12.9	na	na	na	na	na	na	na	na	0.32	na	na
	1479 ⁿ	0.018	0.116	0	na	na	0.0182	0.0029	na	na	na	0.0066	2.34	0.0004
	1484	0.1	0.1	na	na	na	na	0.01	na	na	0.03	na	3.49	na
	1484 ⁿ	0.103	0.125	0.0022	na	na	0.023	0.0046	na	na	na	0.0209	3.64	—
	1485	0.05	13.8	na	0.0081	na	na	na	na	0.014	0.01	0.21	—	na
	1487 ⁿ	0.0183	0.155	0	na	na	0.0282	0.0034	na	na	na	0.0079	1.62	0.0008
	1493 ⁿ	0.1419	0.007	0	na	na	0.0318	0.0008	na	na	na	0.0267	2.12	0.0016
	1499	0.02	0.19	na	na	na	na	na	na	na	0.008	na	7.12	na
	1499 ⁿ	0.0242	0.217	0	na	na	0.0394	0.0191	na	na	na	0.0265	7.73	0.0025
	1526 ⁿ	0.0234	0.867	0	na	na	0.2748	0.0004	na	na	na	0.0041	—	0.0291
	1532 ⁿ	0.0403	1.191	0.0001	na	na	0.0217	0.0001	na	na	na	0.0044	—	0.0032
	1595	0.05	1.23	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.02	na
	1631 ⁿ	0.0863	0.012	0	na	na	0.0366	0.0094	na	na	na	0.0186	5.38	—
	1795	0.03	1.94	na	—	na	na	na	na	na	—	—	—	na
	1798	0.06	1.11	na	0.0015	na	na	na	na	0.0015	0.0015	—	—	na
	1860 ⁿ	0.0188	0.131	0	na	na	0.0295	0.0097	na	na	na	0.0228	8.54	0.0016

Cuadro A2.1 (continuación)

Tipo de artefacto**	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	2183	0.1	0.11	na	—	na	na	0.06	na	na	—	—	6.38	na
	2387 ⁿ	0.0601	0.023	0.0003	na	na	0.0217	0.0218	na	na	na	0.0542	18.1	0.001
	2388 ⁿ	0.0598	0.126	0.0003	na	na	0.0486	0.0428	na	na	na	0.0638	19.98	0.0019
	2492 ⁿ	0.0399	0.179	0	na	na	0.0257	0.0097	na	na	na	0.0369	8.37	0.0032
	2495	0.03	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	4.78	na
	2495 ⁿ	0.0364	0.038	0	na	na	0.0261	0.0069	na	na	na	0.0149	4.58	—
	2539	0.31	0.1	na	—	na	na	—	na	na	0.01	—	5.67	na
	2539 ⁿ	0.1982	0.033	0	na	na	0.1069	0.007	na	na	na	0.0314	7.01	0.0058
	2571	0.03	0.21	na	—	na	na	—	na	na	—	—	2.81	na
	2571 ⁿ	0.0406	0.14	0	na	na	0.0287	0.0045	na	na	na	0.0237	3.33	0.0016
	2589	0.04	0.49	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.17	na
	2650 ⁿ	0.5058	0.358	0.0001	na	na	0.0465	0.0139	na	na	na	0.0931	8.47	—
	2724	0.06	1.00	na	—	na	na	na	na	na	—	—	0.04	na
	Fa12	0.14	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	2.23	na
	Fx6 ⁿ	0.0975	0.025	0.0011	na	na	—	0.0202	na	na	na	0.0524	13.06	0.0026
	H1 ⁿ	0.0859	1.849	0.0005	na	na	0.125	0.0001	na	na	na	0.0099	—	0.0055
Cobre														
Botón	2634	0.04	0.02	na	—	na	na	na	na	na	—	0.059	—	na
Cobre														
Azadón	365	0.004	—	—	—	na	na	na	na	—	—	0.05	—	na
Aleación														
Azadón	32b	0.02	2.3	na	0.0007	na	na	na	na	0.0053	0.0013	0.0079	na	na
	2395	0.03	1.63	na	0.0032	na	na	na	na	0.0065	0.003f2	0.0071	—	na
Cobre														
Aguja	80	0.04	na	na	0.0022	na	na	na	na	0.002	0.0022	0.002	—	na
	83	0.0086	0.16	na	—	na	na	na	na	—	—	0.009	0.035	na
	806	0.18	—	—	—	na	—	na	—	—	—	0.02	—	na
	2459	0.11	0.05	—	—	na	0.018	na	—	—	—	0.03	—	na
	2576	0.14	—	—	—	na	0.06	na	0.001	0.0024	0.0024	—	—	na
	2575	0.07	—	na	0.035	na	na	na	na	0.058	—	—	—	na
	2577	0.027	—	na	0.027	na	na	na	na	0.027	—	—	—	na
	2677	0.07	—	—	—	na	0.067	na	—	0.07	0.0074	—	—	na
	2689	0.1	0.04	—	—	na	—	na	—	—	—	0.009	—	na

Cuadro A2.1 (continuación)

Tipo de artefacto**	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	Fx14	0.06	na	na	na	na	0.03	na	0.0015	na	0.0119	na	na	na
	Fx15	0.039	na	0.28	na	na	na	na	—	—	0.0098	0.01	—	na
Aleación														
Aguja	74	0.04	1.61	na	0.0026	na	na	na	na	na	0.0026	0.0065	—	na
	98	0.03	2.3	na	0.0016	na	na	na	na	0.0016	0.0016	0.0031	0.03	na
	804a1	0.03	2.17	na	—	na	na	na	na	na	—	0.0097	—	na
	804a2	0.03	2.12	na	—	—	na	na	na	na	na	—	—	0.019
	na													
	804a3	0.03	2.13	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
	804a4	0.03	2.13	na	0.0016	na	na	na	na	na	0.0032	—	na	na
	804a5	0.03	2.13	na	—	na	na	na	na	na	—	0.098	0.07	na
	2352	0.04	0.26	na	na	na	na	na	na	na	—	na	11.81	na
	2352 ⁿ	0.0391	0.182	0	na	na	0.0147	0.0162	na	na	na	0.0348	13.12	0.0011
Cobre														
Argolla	36a	0.75	na	na	na	na	0.01	na	0.001	na	0.09	na	na	na
	997	na	na	na	na	na	0.01	na	na	na	na	na	na	na
	1664	0.18	—	—	—	na	0.015	na	—	—	0.0677	—	0.015	na
Aleación														
Argolla	36d ⁿ	0.0335	0.039	0.001	na	na	—	0.0232	na	na	na	0.0566	9.57	—
	39b ⁿ	0.1429	0.107	0.0001	na	na	—	0.0195	na	na	na	0.0435	12.44	—
	40a	0.01	0.04	na	na	na	na	0.02	na	na	0.03	na	8.89	na
	40a ⁿ	0.0136	0.157	—	na	na	—	0.0145	na	na	na	0.0308	10.16	—
	41a ⁿ	0.0084	0.034	0	na	na	—	0.0038	na	na	na	0.0352	10.41	0.0047
	45a ⁿ	0.0186	0.119	0	na	na	0.0179	0.0187	na	na	na	0.0308	10.49	0.0004
	46b ⁿ	0.0202	0.186	0	na	na	0.0165	0.0153	na	na	na	0.0377	10.08	—
	532 ⁿ	0.0778	0.03	0.0001	na	na	0.011	0.005	na	na	na	0.0467	9.91	0.0011
	535 ⁿ	0.1079	0.079,	0	na	na	0.0081	0.0179	na	na	na	0.032	9.91	—
	541 ⁿ	0.014	0.076	0	na	na	0.07	0.0102	na	na	na	0.0265	8.89	0.0017
	578 ⁿ	0.1119	0.055	—	na	na	0.0065	0.0241	na	na	na	0.0468	10.08	0.0006
	598 ⁿ	0.0128	0.119	—	na	na	0.0048	0.0177	na	na	na	0.031	11.08	0.0006
	604 ⁿ	0.0605	0.03	0	na	na	0.0239	0.0076	na	na	na	0.0376	8.89	—
	620	0.01	0.19	na	—	na	na	0.06	na	na	—	—	8.5	na
	631 ⁿ	0.0356	0.076	0.0001	na	na	0.0252	0.006	na	na	na	0.0205	6.29	0.0014
	635 ⁿ	0.0154	0.123	—	na	na	0.0352	0.0276	na	na	na	0.0361	12.44	0.001

Cuadro A2.1 (continuación)

Tipo de artefacto**	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	643	0.26	0.19	na	—	na	na	0.03	na	na	0.23	na	7.46	na
	643 ⁿ	0.2301	0.198	0.0005	na	na	—	0.0289	na	na	na	0.1321	6.11	—
	682a	0.19	0.07	na	—	na	na	0.03	na	na	—	na	13.38	na
	6S2a ⁿ	0.1871	0.076	0.0003	na	na	—	0.0293	na	na	na	0.0533	14.75	—
	682b	0.04	0.49	na	—	na	0.02	na	na	na	—	na	9.26	na
	682b ⁿ	0.0385	0.318	0	na	na	—	0.0152	na	na	na	0.0425	10.93	—
	873	0.17	0.05	na	na	na	na	na	na	na	0.009	na	15.16	na
	873 ⁿ	0.1871	0.104	0.0001	na	na	—	0.02	na	na	na	0.0414	17.77	—
	874	93.43	na	0.29	na	6.28	na	na	na	na	na	na	na	na
	1653 ⁿ	0.1059	0.032	0	na	na	0.0229	0.0225	na	na	na	0.0488	11.85	0.0022
	1657 ⁿ	0.1469	0.022	0	na	na	0.0169	0.0063	na	na	na	0.0163	5.84	0.0006
	1665	0.09	na	na	na	na	na	na	na	na	0.01	na	10.27	na
	1665 ⁿ	0.1159	0.046	0	na	na	0.0327	0.0164	na	na	na	0.0388	12.44	0.0024
	1666 ⁿ	0.0851	0.032	0.0006	na	na	—	0.0169	na	na	na	0.0431	11.08	0.0019
	1667 ⁿ	0.0417	0.03	0.0001	na	na	—	0.0161	na	na	na	0.0469	8.07	0.0014
	1668 ⁿ	0.0086	0.019	0.0033	na	na	0.0091	0.004	na	na	na	0.0333	7.1	0.0009
	1673 ⁿ	0.064	0.024	0.0024	na	na	—	0.0048	na	na	na	0.0282	6.21	—
	1718	0.05	0.13	na	na	na	na	na	na	na	0.02	na	10.94	na
	1718 ⁿ	0.0598	0.111	0	na	na	—	0.0325	na	na	na	0.0521	12.78	0.0055
	1737 ⁿ	0.0538	0.038	0.0001	na	na	—	0.0204	na	na	na	0.0521	16.86	0.0012
	1744 ⁿ	0.0313	0.046	0.0002	na	na	—	0.0087	na	na	na	0.0296	10.58	0.0011
	1746 ⁿ	0.0809	0.074	0	na	na	0.0325	0.0156	na	na	na	0.0306	11.35	—
	1747	0.04	na	na	na	na	na	0.02	na	na	0.03	na	12.85	na
	1748 ⁿ	0.031	0.048	0.0002	na	na	0.0173	0.0121	na	na	na	0.0395	13.64	—
	2313	0.05	0.02	na	0.008	na	na	—	na	na	0.02	na	10.43	na
	2399 ⁿ	1.38	6.87	—	na	na	—	0	na	na	na	—	—	—
	2419 ⁿ	0.0227	0.225	0	na	na	0.0703	0.0179	na	na	na	0.0345	9.75	0.0007
	2421 ⁿ	1.13	4.76	—	na	na	—	0	na	na	na	—	—	—
	Fa8	0.06	0.2	na	—	na	na	—	na	na	—	na	7.95	na
Aleación Ornamento														
	1865	0.16	0.32	na	—	na	na	na	na	na	—	0.087	1.27	na
	1865 ⁿ	0.1429	0.282	0.0004	na	na	—	0.0013	na	na	na	0.0068	1.09	0.0024
Aleación Aguja-cascabel														
	2454b	0.04	0.77	na	—	na	na	—	na	na	—	na	0.08	na

Cuadro A2.1 (continuación)

Tipo de artefacto**	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
Plata														
Lámina	20	99.12	na	0.13	na	0.75	na	na	na	na	na	na	0.01	na
	231	99.46	na	0.011	na	0.53	na	na	na	na	na	na	na	na
	235	98.37	na	na	na	1.63	na	na	na	na	na	na	na	na
	2627	99.99	na	na	na	0.0087	na	na	na	na	na	na	na	na
	2628	99.98	na	na	na	0.019	na	na	na	na	na	na	na	na
Aleación														
Lámina	19	96.33	na	na	na	3.67	na	na	na	na	na	na	na	na
	21	85.22	na	0.072	na	14.7	na	na	na	na	na	na	na	na
	23b	26.1	na	0.024	na	73.88	na	na	na	na	na	na	na	na
	229	14.2	—	0.015	—	na	—	na	—	—	0.0296	—	—	na
	234	33.9	na	na	na	66.1	na	na	na	na	na	na	na	na
	885	70.5	na	na	na	29.5	na	na	na	na	na	na	na	na
	2586	95.22	na	na	na	4.78	na	na	na	na	na	na	na	na
	Fx	93.33	na	0.034	na	6.67	na	na	na	na	na	na	na	na
	Fx1	93.3	na	0.28	na	6.43	na	na	na	na	na	na	na	na
	Fx2a	94.4	na	0.011	na	5.5	na	na	na	na	na	na	0.08	na
	Fx4	88.84	na	0.059	na	11.1	na	na	na	na	na	na	na	na
	Fx5	0.16	—	na	—	na	na	na	na	na	—	0.102	7.56	na
	Fx5 ^a	0.1919	0.018	0.0005	na	na	—	0.0106	na	na	na	0.0308	8.37	0.0034
Cobre														
Pinza	5	0.13	na	na	0.0013	na	na	na	na	na	0.0013	0.0106	0.008	na
	224	0.63	—	—	—	na	0.029	na	0.0097	—	—	—	—	na
	225	0.13	na	na	0.0007	na	na	na	na	0.0015	0.0029	0.0161	—	na
	2345	0.06	na	na	na	na	0.02	na	na	na	na	na	na	na
	2346	0.15	na	na	0.0013	na	0.01	na	0.001	na	0.09	na	na	na
	2515	0.17	0.35	na	0.0015	na	na	na	na	na	0.0015	0.012	0.01	na
	2657b	0.03	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	—	na
	2678	0.11	na	na	na	na	0.01	na	na	na	na	na	na	na
	2679	0.098	—	—	—	na	0.102	na	—	—	—	—	—	na
	2686	0.14	0.13	na	0.0022	na	0.0423	na	0.011	—	0.0066	0.02	—	na
Aleación														
Pinza	2	0.08	—	na	—	na	na	na	na	na	—	—	2.54	na
	3	0.03	2.7	na	—	na	na	na	na	na	—	—	—	na
	4	0.03	3.02	na	0.0024	na	na	na	na	0.017	—	0.04	—	na

Cuadro A2.1 (continuación)

Tipo de artefacto**	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	7	0.03	0.06	na	na	na	na	0.01	na	na	0.02	na	10.68	na
	8	0.11	2.25	na	na	na	na	0.04	na	na	0.02	0.04	10.06	na
	8 ⁿ	0.1191	0.089	0.0003	na	na	0.0185	0.0283	na	na	na	0.0483	10.41	—
	9	0.1	0.39	na	na	na	na	0.13	na	na	na	na	9.93	na
	9 ⁿ	0.1069	0.628	0.0004	na	na	0.0225	0.0201	na	na	na	0.0881	11.26	0.0015
	11	0.14	1.19	na	na	na	na	na	na	na	0.01	0.16	9.09	na
	11 ⁿ	0.1361	1.4	0.0046	na	na	0.1159	0.0125	na	na	na	0.175	8.81	—
	12	0.09	na	na	na	na	na	na	na	na	0.009	na	4.34	na
	12 ⁿ	0.0959	0.017	0.0006	na	na	0.0489	0.0054	na	na	na	0.0291	5.72	—
	13	0.17	1.14	na	na	na	na	na	na	na	na	0.16	8.96	na
	13 ⁿ	0.1429	1.449	0.0003	na	na	0.0483	0.0127	na	na	na	0.1641	8.43	—
	32a	0.05	0.78	na	na	na	na	na	na	na	0.03	0.09	5.87	na
	32a ⁿ	0.0561	0.766	0.0004	na	na	—	0.0046	na	na	na	0.125	5.02	—
	339/76	0.14	0.79	na	na	na	na	na	na	na	0.01	na	9.55	na
	339/76 ⁿ	0.1449	1.03	0.0004	na	na	—	0.0094	na	na	na	0.0451	9.57	—
	939/76	24.3	na	0.009	na	75.69	na	na	na	na	na	na	na	na
	2017	0.09	na	na	na	na	na	na	na	na	0.01	na	9.6	na
	2017 ⁿ	0.0879	0.033	0.0002	na	na	—	0.0123	na	na	na	0.0293	10.76	0.0043
	2343	0.1	1.21	na	0.02	na	na	—	na	na	0.23	0.17	11.76	na
	2343 ⁿ	0.0953	1.211	0.0017	na	na	—	0.0146	na	na	na	0.1581	10.66	—
	2344	0.12	2.03	na	0.01	na	na	na	na	na	0.06	na	8.84	na
	2344 ⁿ	0.1219	2.208	0.0012	na	na	0.0499	0.0127	na	na	na	0.1932	9.81	—
	2513	0.07	0.28	na	0.02	na	na	na	na	na	na	0.01	10.34	na
	2513 ⁿ	0.0684	0.155	0.0006	na	na	—	0.0264	na	na	na	0.0718	14.15	0.0009
	2516	0.12	0.19	na	na	na	na	na	na	na	0.02	0.04	8.18	na
	2516 ⁿ	0.1169	0.135	0.0005	na	na	0.0798	0.0092	na	na	na	0.0729	9.14	0.0043
	2517	0.08	0.12	na	na	na	na	na	na	na	0.5	na	9.73	na
	2517 ⁿ	0.0818	0.479	0.0005	na	na	0.0152	0.0105	na	na	na	0.0466	10.08	—
	2518	55.9	na	na	na	44.1	na	na	na	na	na	na	na	na
	2528a	0.03	0.15	na	na	na	na	na	na	na	na	na	11.02	na
	2528a ⁿ	0.0282	0.161	0.0003	na	na	0.1079	0.0072	na	na	na	0.0397	10.58	0.0037
	2528b	0.03	0.14	na	na	na	na	na	na	na	0.01	na	10.7	na
	2528b ⁿ	0.0313	0.179	0.0003	na	na	—	0.0088	na	na	na	0.0431	12.02	0.0017
	2556 ⁿ	0.1089	1.871	—	na	na	—	0.0098	na	na	na	0.3304	5.06	—
	2617	0.06	4.43	na	—	na	na	na	na	na	—	0.028	0.09	na
	2647	0.13	0.18	na	—	na	na	—	na	na	0.01	—	10.11	na
	2647 ⁿ	0.1671	0.085	0.0001	na	na	—	0.0083	na	na	na	0.0455	13.12	—
	2656	0.1	0.93	na	—	na	na	0.11	na	na	0.01	0.24	5.52	na

Cuadro A2.1 (continuación)

Tipo de artefacto**	Núm. de ID	Composición (porcentaje en peso)												
		Ag	As	Au	Bi	Cu	Fe	In	Mg	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	2680	0.1	0.76	na	na	na	na	na	na	na	0.06	0.1	6.36	na
	2680 ⁿ	0.1109	1.079	0.001	na	na	0.0179	0.0051	na	na	na	0.14	7.99	—
	2682	0.11	0.75	na	na	na	na	na	na	na	0.01	0.13	6.46	na
	2682 ⁿ	0.0828	0.875	0.0011	na	na	—	0.0204	na	na	na	0.1409	5.74	—
	2683	0.13	2.43	na	na	na	na	na	na	na	0.01	0.1	6.02	na
	2683 ⁿ	0.1489	2.761	0.0028	na	na	0.0256	0.01	na	na	na	0.1449	7.36	—
	2684	0.06	0.62	na	—	na	na	0.01	na	na	—	na	7.93	na
	2684 ⁿ	0.0518	0.56	0.0012	na	na	—	0.0146	na	na	na	0.1622	7.49	0.0018
	2687	0.07	0.81	na	—	na	na	na	na	na	0.5	0.12	5.69	na
	2687 ⁿ	0.0665	0.83	0.0012	na	na	—	0.0064	na	na	na	0.1309	5.4	—
	2688 ⁿ	0.0847	0.875	0.001	na	na	—	0.0162	na	na	na	0.166	10.58	—

Nota: Los análisis se llevaron a cabo por espectroscopía de absorción atómica y absorción de neutrones (ⁿ indica análisis por activación de neutrones). “—” indica elemento no detectado en los análisis químicos cuantitativos (normalmente presente en los cualitativos).

“Na” indica un elemento no analizado (no detectado en los análisis químicos cualitativos. Véase Hosler 1986).

* Para los análisis cualitativos de estos objetos, véase Hosler (1986).

** Hosler 1988a indica designaciones de subtipo para la mayoría de estos objetos.

*** Para los análisis de otras hachas monedas del tipo 1a, véase Hosler, Lechtman y Holm (1990).

Glosario

Aleación. Metal formado a partir de la mezcla de dos o más elementos metálicos puros.

Appliqué. Proceso mediante el cual se adorna una superficie adicionando material.

Atacarse. Proceso químico mediante el cual se oxidan las interfases entre granos, que permite ver de forma más clara la geometría de éstos.

Azófar. Aleación de cobre y zinc (latón).

Barra. Elemento estructural, generalmente de sección transversal rectangular, que transmite la carga aplicada, por ejemplo, los brazos de las pinzas de barra.

Cedencia. Véase **esfuerzo de cedencia**.

Cera perdida. Proceso mediante el cual se pueden obtener los moldes para el vaciado, que consiste en formar el objeto deseado en cera, para después recubrirla con cerámica. Al recocer la cerámica, ésta endurece y el positivo de cera se quema, dejando atrás un molde vacío con la forma deseada.

Deformación. Cambio en las dimensiones de un objeto; puede ser permanente o no.

Ductilidad. Propiedad de algunos metales que les permite fluir cuando se les deforma mecánicamente.

Escoria. Residuo cerámico que flota en la superficie de los crisoles, cuando se funden los minerales para obtener el metal.

Esfuerzo de cedencia. Carga por unidad de área transversal a la que se debe someter un material para que se deforme irreversiblemente.

Eutéctico. Composición en la cual una mezcla de elementos funde a la mínima temperatura.

Examen metalográfico. Proceso de análisis mediante el cual se estudia las características estructurales o constitutivas de un metal o aleación, relacionándolas con las propiedades físicas y mecánicas. El principal instrumento para la realización de un examen metalográfico lo constituye el microscopio metalográfico, con el que es posible examinar una muestra con aumentos que varían entre 50 y 2000 aumentos.

Excursión de esfuerzo. Intervalo dentro del cual se varía la carga por unidad de área, a la que se somete un objeto.

Forjado. Proceso en el que se trabaja el metal para lograr la forma deseada, golpeándolo con un martillo o implemento similar.

Forjado en caliente. Proceso mediante el cual se forma el metal por martillado, manteniéndolo siempre al rojo vivo para evitar que se endurezca como consecuencia de la deformación.

Forjado en frío. Véase **trabajado en frío**.

Fuerzas anisotrópicas residuales. Esfuerzos en un material que permanecen en un metal como consecuencia del trabajo en frío, cuya magnitud depende de la dirección a lo largo de donde se midan.

Fundir. Proceso físico por el cual un material pasa de estado sólido a líquido.

Ganga. Restos de la matriz rocosa que rodea originalmente el mineral, que se extraen junto con el metal y que flotan con la escoria al fundirlo.

Lamelas. Laminillas rectangulares muy finas y delgadas.

Líneas de flujo. Marcas en la superficie del metal que indican la dirección en la que ha sido trabajado.

Maclas de recocido. Patrones característicos microscópicamente que revelan que un metal se recoció después de haber sido formado.

Martillado. Proceso mediante el cual se deforma un material, golpeándolo con otro objeto.

Menas. Vetas minerales ricas en metal.

Metalografía. Ciencia que estudia la forma en la cual un objeto se produjo, observando sus características microscópicas.

Metalográficamente. Véase examen metalográfico.

Módulo de elasticidad. Propiedad de un material que relaciona el cambio unitario de sus dimensiones en una dirección a la carga por unidad de área aplicada en la misma dirección que la deformación.

Propiedades mecánicas. Propiedades del material, relativas a su respuesta cuando se le aplica una carga.

Quebradizo. En este contexto, se refiere a la forma en la que falla el metal, ya que se rompe de forma súbita y los fragmentos presentan bordes filosos en los que ocurrió la falla.

Granos equiaxiales. Secciones en el metal en los que todos los átomos mantienen la misma relación geométrica con los átomos que los rodean, donde el eje más corto es aproximadamente igual de largo que el eje más largo.

Recocido. Proceso en el que las piezas trabajadas en frío se llevan a una temperatura inferior a su temperatura de fusión, pero superior en 75 por ciento de la temperatura de fusión para reblandecer el metal endurecido por el trabajo en frío.

Resiliencia. Propiedad de un material para resistir una carga sin deformarse permanentemente.

Resistencia. Propiedad de un material para resistir una carga sin fallar.

Trabajado en frío. Proceso en el cual se trabaja el metal para lograr la forma deseada, golpeándolo con un martillo o implemento similar, para deformar el metal a temperatura ambiente. Como consecuencia, el metal se endurece.

Vaciado. Proceso por el cual se obtienen objetos al llenar un molde de la forma que se desea, con un metal líquido que se encuentra por arriba de su temperatura de fusión, para que no solidifique sino hasta después de haber tomado la forma del molde.

Fuentes consultadas

Acuña, René (ed.)

1987 *Relaciones geográficas del siglo XVI: Michoacán*. UNAM, México.

Adams, Richard N.

1975 *Energy and Structure: A Theory of Social Power*. University of Texas Press, Austin.

Alva, Walter y C.B. Donnan

1993 *Royal Tombs of Sipán*. Fowler Museum of Cultural History, Los Ángeles.

Ambrosetti, Juan B.

1904 “El bronce en la región Calchaquí”, *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* (serie 3) 4: 163-314.

Anónimo

1991 *Diccionario grande de la lengua de Michoacán*, 2 vols. Introducción y notas de B. Warren, FIMAX, Morelia, Michoacán.

Arsandaux, H. y Paul Rivet

1921 “Contribution à l'étude de la métallurgie mexicaine”, *Journal de la Société des Americanistes de Paris* 13: 261-280.

Bahr, Donald, J. Gregorio, D. López y A. Álvarez

1974 *Pima Shamanism and Staying Sickness*, University of Arizona Press, Tucson.

- Barrera, Tomás
1931 “Zonas mineras de los estados de Jalisco y Nayarit”. *Boletín del Instituto Geológico de México*, 51, UNAM, México.
- Barrett, Elinore M.
1981 “The King’s Copper Mine: Inguarán in New Spain”, *The Americas*, 38 (1):1-29.
- Battelle Memorial Institute
s.f. *Metalurgical Evaluation of Precolumbian Copper Artifacts*, Informe inédito de laboratorio, archivado en el Departamento de Antropología, Smithsonian Institution.
- Baudez, Claude F.
1992 “The Maya Snake Dance: Ritual and Cosmology”. *Res* 21:37-52.
- Bell, Betty
1971 “Archaeology of Nayarit, Jalisco and Colima”, en R. Wauchope (coord.), *Handbook of Middle-American Indians*, vol. 11, University of Texas Press, Austin, pp. 694-753.
- Benzoni, Girolamo
1857 *History of the New World*, Hakluyt Society, núm. 21.
- Berdan, Frances F., R. E. Blanton, E. H. Boone,
M. G. Hodge, M. E. Smith y E. Umberger
1996 *Aztec Imperial Strategies*, Dumbarton Oaks, Washington, D.C.
- Bergsoe, Paul
1937 “The Metallurgy and Technology of Gold and Platinum among the Pre-Columbian Indians”, *Ingeniervidenskabelige Skrifter*, A44:1-45.
- Berlin, Heinrich
1956 “Late Pottery Horizons of Tabasco, Mexico”, *Contributions to American Anthropology and History*, 59, Carnegie Institute of Washington, Washington, D.C.
- Berrocal, L. G. y F. Querol
1991 “Geological Description of the Cuale District Ore Deposit, Jalisco, Mexico”, en G. P. Salas (ed.), *Economic Geology, México*, The Geology of North America, Geological Society of America, Boulder, pp. 355-363.

- Bierhorst, John
1985 *Cantares Mexicanos: Songs of the Aztecs*. Stanford University Press, Stanford.
- Bird, Junius B.
1967-68 "Treasures from the Land of Gold", *Arts in Virginia* 8 (1-2): 21-23.
1979 "Legacy of the Stingless Bee", *Natural History* 88 (9): 49-51.
- Bolland, Rita
1991 *Tellem Textiles: Archaeological Finds from Burial Caves in Mali's Bandiagara Cliff*. Royal Tropical Institute, Amsterdam.
- Boman, Eric
1908 *Antiquités de la région andine de la République Argentine et du désert d'Atacama*, vol. 2. Imprimerie Nationale, París.
- Brand, Donald D.
1951 *Quiroga: A Mexican Municipio*. United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Braun, David P.
1983 "Pots as tools", en J. A. Moore y A. S. Keene (eds.), *Archaeological Hammers and Theories*. Academic Press, Nueva York, pp. 107-134.
- Bray, Warwick
1977 "Maya Metalwork and its External Connections", en N. Hammond (ed.), *Social process in Maya prehistory*. Academic Press, Nueva York, pp. 365-403.
1978 *The Gold of El Dorado*. Times Newspapers, Londres.
1981 "Gold work", en H. N. Abrams, *Between Continents, between Seas: Precolumbian Art of Costa Rica*. Nueva York, pp. 153-166.
1985 "Ancient American Metallurgy: Five Hundred Years of Study", en *The Art of Precolumbian Gold: The Jan Mitchell Collection*. Metropolitan Museum of Art, Nueva York, pp. 16-84.

- Broda, Johanna
1970 "Tlacaxipehualiztli: A Reconstruction Festival from 16th' Century Sources". *Revista Española de Antropología Americana* 5:197-274.
- 1971 "Las fiestas aztecas de los dioses de la lluvia". *Revista Española de Antropología Americana* 5:245-327.
- Bruhns, Karen O.
1989 "Intercambio entre la costa y la sierra en el Formativo Tardío: nuevas evidencias del Azuay", en J. F. Bouchard y M. Guinea (eds.), *Relaciones interculturales en el área ecuatorial del Pacífico durante la época precolombina*. British Archaeological Reports, Oxford, pp. 57-74.
- Bruhns, Karen O., J. H. Burton y C. R. Miller
1990 "Excavations at Pirincay in the Paute Valley of Southern Ecuador". *Antiquity* 64:221-233.
- Brumfiel, Elizabeth M.
1987 "Elite and Utilitarian Crafts in the Aztec State", en E. M. Brumfiel y T. K. Earle (eds.), *Specialization, Exchange, and Complex Societies*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 102-118.
- Brundage, Burr C.
1982 *The Phoenix and the Western World: Quetzalcoatl and the Sky Religion*. University of Oklahoma Press, Norman.
- 1985 *The Jade Steps: A Ritual Life of the Aztecs*. University of Utah Press, Salt Lake City.
- 1988 *The Fifth Sun: Aztec Gods, Aztec World*. University of Texas Press, Austin.
- Brush, Charles F.
1962 "Precolumbian Alloy Objects from Guerrero, Mexico". *Science* 138: 1336-1337.
- Budd, P. y B.S. Ottaway
1991 "The Properties of Arsenical Copper Alloys: Implications for the Development of Eneolithic metallurgy", en P. Budd *et al.*, *Archaeological Sciences 1989*. Oxbow Books, Oxford, pp. 132-142.

- Burger, Richard L.
1984 "Archaeological Areas and Prehistoric Frontiers: The Case of Formative Peru and Ecuador", en D. F. Browman, R.L. Burger y M.A. Rivera, *Social and Economic Organization in the Prehispanic Andes*. British Archaeological Reports, Oxford, pp. 33-71.
- Burkhart, Louise M.
1992 "Flowery Heaven: The Aesthetic of Paradise in Nahuatl Devotional Literature". *Res* 21:89-109.
- Bushnell, Geoffrey H.S.
1951 *The Archaeology of Santa Elena Peninsula in Southwest Ecuador*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Butler, Mary
1959 "Spanish Contact at Chipal", *Mitteilungen aus dem Museum für Volkerkunst und Vorgeschichte in Hamburg* 25: 28-35.
- Buys, Jozef y V. Domínguez
1988 "Un cementerio de hace 2000 años: Jardín del Este", en Y. Cruz (ed.), *Quito antes de Benalcázar*. Centro Cultural Artes, Quito, pp. 31- 50 .
- Buys, Jozef y M. Muse
1987 "Arqueología de asentamientos asociados a los campos elevados de Peñón del Río, Guayas, Ecuador", en W. M. Denevan, K. Mathewson y G. Knapp, *Pre-Hispanic Agricultural Fields in the Andean Region*. British Archaeological Reports, Oxford, pp. 225-248.
- Cabrera Castro, Rubén
1976 "Arqueología en el bajo Río Balsas, Guerrero y Michoacán: presa La Villita", tesis de maestría, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- 1988 "Nuevos resultados de Tzintzuntzan, Michoacán, en su décima temporada de excavaciones", en *Primera Reunión sobre las Sociedades Prehispánicas en el centro-occidente de México*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, pp.193-218.
- Caley, Earle R. y D.T. Easby
1964 "New Evidence of Tin Smelting and the Use of Preconquest Metallic Tin in Mexico", en *35th International Congress of Americanists*, vol. 1, México, pp. 507-517.

- Campbell, R. Joe
1985 *A Morphological Dictionary of Classical Nahuatl: A Morpheme Index to the Vocabulario en lengua mexicana y castellana of Fray Alonso de Molina*. Hispanic Seminary of Medieval Studies, Madison.
- Carriveau, Gary W.
1978 "Application of Thermoluminescence Dating Techniques to Prehistoric Metallurgy", en W. J. Young (ed.), *Application of Science to the Examination of Works of Art*. Museum of Fine Arts, Boston, pp. 59-67.
- Caso, Alfonso
1965 "Lapidary Work, Goldwork and Copperwork from Oaxaca". En R. Wauchope (ed.), *Handbook of Middle-American Indians*, vol. 3. University of Texas Press, Austin, pp. 896-930.
- Chadwick, Robert
1971 "Archaeological Synthesis of Michoacan and Adjacent Regions", en R. Wauchope (ed.), *Handbook of Middle-American Indians*, vol. 11. University of Texas Press, Austin, pp. 657-693.
- Charles, James A.
1980 "The Coming of Copper and Copper-base Alloys and Iron: A Metallurgical Sequence", en T. A. Wertime y J. D. Muhly (eds.), *The Coming of the Age of Iron*. Yale University Press, New Haven, pp. 151-181.
- Childe, V. Gordon
1944 "Archaeological Ages as Technological Stages". *Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 74: 724.
- 1983 *Man Makes Himself*. Meridian, Nueva York.
- Childs, Susan Terry
1986 "Style in Technology: A View of African Early Iron Age Iron Smelting through Refractory Ceramics", tesis doctoral, Boston University.
- Civrieux, Marc de
1974 *Religión y magia kari'ña*. Instituto de Investigaciones Históricas, Caracas.

- Clark, James C. (trad. y ed.)
1938 *Codex Mendoza: The Mexican Manuscript Known as the Collection of Mendoza Preserved in the Bodleian Library, Oxford*, 3 vols. Waterlow and Sons, Londres.
- Clark, John E. y M. Blake
1994 “The Power of Prestige: Competitive Generosity and the Emergence of Rank Societies in Lowland Mesoamerica”, en E. M. Brumfiel y J. W. Fox, *Factional Competition and Political Development in the New World*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 17-30.
- Coe, Michael D.
1965 *The Jaguar's Children: Pre-Classic Central Mexico*. Museum of Primitive Art, Nueva York.
- Coggins, Clemency C.
1984 “The Cenote of Sacrifice: Catalogue”, en C.C. Coggins y O.C. Shane (eds.), *Cenote of Sacrifice: Maya Treasures from the Sacred Well at Chichén Itzá*. University of Texas Press, Austin, pp. 23-166.
- Collier, Donald y J.V. Murra
1943 *Survey and Excavations in Southern Ecuador*. Field Museum of Natural History, Chicago.
- Conklin, William J.
1979 “Moche Textile Structures”, en *The Junius B. Bird Pre-Columbian Textile Conference*. Textile Museum, Dumbarton Oaks, Washington, D.C., pp. 165-184.
- Cordy-Collins, Alana
1990 “Fonga Sigde, Shell Purveyor to the Chimú Kings”, en A. Cordy-Collins y M. E. Moseley (eds.), *The Northern Dynasties: Kingship and State Craft in Chimu*. Dumbarton Oaks, Washington, D.C., pp. 393-417.
- Costin, Cathy, T. Earle, B. Owen y G. Russell
1989 “Impact of Inca Conquest on Local Technology in the Upper Mantaro Valley, Peru”, en S.E. van der Leeuw y R. Torrence (eds.), *What's New? A Closer Look at the Process of Innovation*. Unwin Hyman, Londres, pp. 107-139.
- Cotterell, Brian y J. Kamminga
1990 *Mechanics of Pre-industrial Technology: An Introduction to the Mechanics of Ancient and Traditional Material Culture*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Covarrubias V, Manuel
1961 “Notas para el estudio de la arqueología de la costa de Jalisco”, *Eco* 7:4-7.
- Covey, Cyclone (trad.)
1961 *Cabeza de Vaca’s Adventures in America*. University of New Mexico Press.
- Craine, Eugene R. y R.C. Reindrop
1970 *The Chronicles of Michoacan*. University of Oklahoma Press, Norman.
- Crossin, Richard S.
1967 “The Breeding Biology of the Tufted Jay”, *Proceedings of the Western Foundation of Vertebrate Zoology* 1 (5): 264-299.
- Crumrine, N. Ross
1977 *The Mayo Indians of Sonora: A People Who Refuse to Die*. University of Arizona Press, Tucson.
- Dahlgren de Jordán, Barbro
1979 *La mixteca: su cultura e historia prehispánicas*, 3ª ed. Dirección General de Educación y Bienestar Social-Gobierno del Estado de Oaxaca, Oaxaca.
- De Atley, Suzanne P.
1986 “Mix and Match: Traditions of Glaze Paint Preparation at Four Mile Ruin, Arizona”, en W. D. Kingery (ed.), *Technology and Style. Ceramics and civilization*, vol. 4. American Ceramic Society, Columbus, pp. 297-329.
- Delgado, Agustín
1965 *Archaeological Reconnaissance in the Region of Tehuantepec*. Oaxaca, Mexico, New World Archaeological Foundation, Provo.
- Díaz del Castillo, Bernal
1939 *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*, 3 vols. Editorial Robredo, México, D.F.
- Doyon, León G.
1988 “Tumbas de la nobleza en La Florida”, en L. Cruz, *Quito antes de Benalcázar*, Centro Cultural Artes, Quito, pp. 51-66.

- Duque G., Luis
1964 *Exploraciones arqueológicas en San Agustín*. Instituto Colombiano de Antropología, Bogotá.
- Durán, Fray Diego
1967 *Historia de las Indias de Nueva España e islas de la tierra firme*, 2 vols. Porrúa, México.
- Dutton, Bertha P. y H.R. Hobbs
1943 *Excavations at Tajumulco, Guatemala*. University of New Mexico Press, Santa Fe.
- Earle, Timothy
1989 "The Evolution of Chiefdoms", *Current Anthropology* 30: 84-88.
- Easby, Dudley T., E.R. Caley y K. Moazed
1967 "Axe Money: Facts and Speculation", *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* 21:107-148.
- Edwards, Clinton R.
1969 "Possibilities of Pre-Columbian Maritime Contacts among New World Civilizations", *Mesoamerican Studies* 4:3-10.
- Ekholm, Gordon F.
1942 *Excavations at Guasave, Sinaloa, Mexico*. American Museum of Natural History, Nueva York.
- Escalera U. Andrés y M.A. Barriuso
1978 "Estudio científico de los objetos de metal de Ingapirca, Ecuador", *Revista Española de Antropología Americana* 8:19-47.
- Estrada, Emilio
1955 "Balsa and Dugout Navigation in Ecuador", *The American Neptune*, 15:142-149.
- Estrada, Jenny (ed.)
1988 *La balsa en la historia de la navegación ecuatoriana: compilación de crónicas, estudios, gráficas y testimonios*. Instituto de Historia Marítima, Guayaquil.
- Farabee, William C.
1922 *Indian Tribes of Eastern Peru*. Peabody Museum, Cambridge.

Fester, Gustavo A.

1962 “Copper and Copper Alloys in Southern Argentina”, en *Chymia: Annual Studies in the History of Chemistry*, vol. 8. University of Pennsylvania Press, Filadelfia, pp. 21-31.

Flores, Teodoro

1946 “Geología minera de la región NE del estado de Michoacán”, *Boletín del Instituto Geológico de México* 52, UNAM, México.

Flores de A., María Dolores y C.A. Quijada

1980 “Distribución de objetos de metal en el occidente de México”, en *Rutas de intercambio en Mesoamérica y el norte de México*, vol. 2, Sociedad Mexicana de Antropología, XVI mesa redonda, Saltillo, pp. 83-92.

Foshag, William F. y C. Fries Jr.

1942 “Tin Deposits of the Republic of Mexico”, *U.S. Geological Bulletin* 935-C: 99-176.

Frame, Mary

1986 “Nasca Sprang Tassels: Structure, Technique, and Order”, *Textile Museum Journal* 25: 67-82.

Franklin, Ursula, J. Berthrong y A. Chan

1985 “Metallurgy, Cosmology, Knowledge: The Chinese Experience”, *Journal of Chinese Philosophy* 12: 333-379.

Friedrich, Paul

1984 “Tarascan: From Meaning to Sound”, en M. S. Edmonson (ed.), *Supplement to the Handbook of Middle American Indians*, vol. 2. University of Texas Press, Austin, pp. 56-82.

Furst, Peter T.

1965a “West Mexican Tomb Sculpture as Evidence for Shamanism in Prehispanic Mesoamerica”, *Antropológica* 15:29-380.

1965b “West Mexico, The Caribbean and Northern South America: Borne Problems in New World interrelationships”, *Antropológica* 14: 1-37.

1974 “Shamanistic Survivals in Mesoamerican Religion”, en *41st. International Congress of Americanists*, vol. 3, pp. 149-157, México.

- Gann, Thomas W.F.
1918 *The Maya Indians of Southern Yucatan and Northern British Honduras*. United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Gann, Thomas W.F. y M. Gann
1939 *Archaeological Investigations in the Corozal District of British Honduras*. United States Government Printing Office, Washington, D.C.
- Goldstein, Paul
1989a “Omo, A Tiwanaku Provincial Center in Moquegua, Peru”, tesis doctoral, Universidad de Chicago.
1989b “The Tiwanaku Occupation of Moquegua”, en D. S. Rice, C. Stanish y P. R. Scarr (eds.), *Ecology, Settlement, and History in the Osmore Drainage, Peru*. British Archaeological Reports, Oxford, pp. 219-256.
- González R., Genaro
1956 *Riqueza minera y yacimientos minerales de México*, 3ª. ed. XX Congreso Geológico Internacional, México.
- Goossens, Pierre J.
1972a “Metallogeny in the Ecuadorian Andes”, *Economic Geology* 67:458-468.
1972b *Los yacimientos e indicios de los minerales metálicos y no metálicos de la República del Ecuador*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Gordon, Robert B.
1985 “Laboratory Evidence of the Use of Metal Tools at Machu Picchu, Peru, and Environs”. *Journal of Archaeological Science* 12: 311-327.
- Gorenstein, Shirley
1985 *Acámbaro: Frontier Settlement on the Tarascan-Aztec Border*. Vanderbilt University Press, Nashville.
- Gossen, Gary H.
1974 *Chamulas in the World of the Sun: Time and Space in a Maya Oral Tradition*. Harvard University Press, Cambridge.

- Grinberg, Dora M.
1989 “Tecnologías metalúrgicas tarascas”, *Ciencia y desarrollo* 15 (89):37-52.
- Grinberg, Dora M. y F. Franco
1987 “Estudio de cuatro cascabeles de falso alambre provenientes de las excavaciones del tren subterráneo de la ciudad de México”, *Antropología y técnica* 2:143-151.
- Grinberg, Dora M., R. E. Rubinovich y A. A. Gasca
1986 “Intentional Production of Bronze in Mesoamerica”, *Precolumbian American Metallurgy*, XLV Congreso Internacional de Americanistas, Bogotá, pp. 57-65.
- Haemig, Paul D.
1979 “Secret of the Painted Jay”, *Biotropica* 11(2):81-87.
- Healy, Paul F.
1988 “Music of the Maya”, *Archaeology* 41 (81):24-31.
- Hearne, Pamela
1992 “The Story of the River Gold”, en P. Hearne y R. J. Sharer (eds.), *River of Gold: Precolumbian Treasures from Sitio Conte*. The University Museum, University of Pennsylvania, Filadelfia, pp. 1-21.
- Helms, Mary W.
1979 *Ancient Panama: Chiefs in Search of Power*. University of Texas Press, Austin.
- Herbert, Eugenia W.
1984 *Red Gold of Africa: Copper in Precolonial History and Culture*. University of Wisconsin Press, Madison.
- Hers, Marie-Areti
1989 *Los toltecas en tierras chichimecas*. Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM, México.
1990 “Los objetos de cobre en la cultura Chalchihuites”, en *Homenaje a Federico Sescosse: un hombre, un destino y un lugar*. Gobierno del Estado de Zacatecas, pp. 45-60.
- Heyden, Doris
1986 “Metaphors, *Nahualtocaitl* and Other ‘Disguised’ Terms among the Aztecs”, en G. H. Gossen, *Symbol and Meaning beyond the Closed Community: Essays in Mesoamerican Ideas*. Institute for Mesoamerican Studies, Albany.

Hill, Jane H.

- 1987 “The Flowery World of old Uto-Aztecan”, trabajo presentado en la 86 Junta Anual de la American Anthropological Association, Chicago.

Holm, Olaf

- 1963 “Copper Needles from Manabí, Ecuador”, *Ethnos* 28 (2-4):177-187.
- 1978 “Hachas monedas del Ecuador”, en *El hombre y cultura andina*, vol. 1, Lasontay, Lima, pp. 347-361.

Hosler, Dorothy

- 1986 “The Origins, Technology, and Social Construction of Ancient West Mexican Metallurgy”, tesis doctoral, University of California, Santa Bárbara.
- 1988a “Ancient West Mexican Metallurgy: A Technological Chronology”, *Journal of Field Archaeology* 15:191-217.
- 1988b “Ancient West Mexican Metallurgy: South and Central American Origins and West Mexican Transformations”, *American Anthropologist* 90:832-855.

Hosler, Dorothy, H. Lechtman y O. Holm

- 1990 *Axe-Monies and their Relatives*. Dumbarton Oaks, Washington, D.C.

Hosler, Dorothy y G. Stresser-Péan

- 1992 “The Huastec Region: A Second Locus for the Production Bronze Alloys in Ancient Mesoamerica”, *Science* 257:1215-1220.

Hunt, Eva

- 1977 *The Transformation of the Hummingbird: Cultural Roots Zinacantan Mythical Poem*. Cornell University Press, Ithaca.

Ichon, Alain

- 1990 *La religión de los totonacas de la sierra*, Instituto Nacional Indigenista, México.

Ingersoll, Daniel W., Jr. y G. Bronitsky (eds.)

- 1987 *Mirror and Metaphor: Material and Social Reality*. University Press of America, Lanham.

- Ingold, Tim
1990 "Society, nature and the Concept of Technology", *Archaeological Review from Cambridge* 9: 5-17.
- Izikowitz, Karl G.
1935 *Musical and other Sound Instruments of the South American Indians: A Comparative Ethnographical Study*. Elanders Boktryckeri Aktiebolag, Göteborg.
- Jansen, Maarten
1990 "The Search for History in the Mixtec Codices". *Mesoamerica* 1:99-112.
- Jijón y Caamaño, Jacinto
1940-45 *El Ecuador interandino y occidental antes de la conquista castellana*, 5 vols. Editorial Ecuatoriana, Quito.
- Jiménez Moreno, Wigberto
1948 "Historia antigua de la zona tarasca", en *El Occidente de México*, Cuarta reunión de la Mesa redonda de la Sociedad Mexicana de Antropología, México, pp. 146-157.
- Johnson, Allen W. y T. Earle
1987 *The Evolution of Human Societies: From Foraging Group to Agrarian State*. Stanford University Press, Stanford.
- Joyce, Rosemary A.
1986 "Terminal Classic Interaction on the Southeastern Maya Periphery", *American Antiquity* 51 (2):313-329.
- Karttunen, Frances
1992 *An Analytical Dictionary of Nahuatl*. University of Oklahoma Press, Norman.
- Kelley, J. Charles
1986 "The Mobile Merchants of Molino", en J. Mathien y R.H. McGuire (eds.), *Ripples in the Chichimec Sea: New Considerations of Southwestern-Mesoamerican Interactions*. Southern Illinois University Press, Carbondale, pp. 81-104.
- Kelly, Isabel T.
1945 *Excavations at Culiacan, Sinaloa*. University of California Press, Berkeley.
1947 *Excavations at Apatzingan, Michoacan*. Viking Fund, Nueva York.

- 1949 *The Archaeology of the Autlan-Tuxcacuesco Area of Jalisco*, vol. 2. University of California Press, Berkeley.
- 1980 *Ceramic sequence in Colima: Capacha, an early phase*. University of Arizona Press, Tucson.
- 1985 “Some Gold and Silver Artifacts from Colima”, en M. S. Foster y P. C. Weigand (eds.), *The Archaeology of West and Northwest Mesoamerica*. Westview, Boulder, pp. 153-179.
- Killick, David J.
1990 “Technology in its Social Setting: Bloomery Iron Smelting at Kasungu, Malawi, 1860-1940”, tesis doctoral, Yale University, New Haven.
- Kingsborough, Edward K., Viscount
1964-67 *Antigüedades de México, basadas en la recopilación de Lord Kingsborough*, 4 vols. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México.
- Kroeber, Alfred L. y W.D. Strong
1924 *The Uhle Collections from Chincha*. University of California Press, Berkeley.
- Landa, Fray Diego de
1978 *Relación de las cosas de Yucatán*. Porrúa, México.
- Lathrap, Donald W.
1982 “Complex Iconographic Features Shared by Olmec and Chavín and Some Speculations on their Possible Significance”, en *I Simposio de correlaciones antropológicas andino-mesoamericano*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, pp. 301-327.
- Leach, Edmund R.
1958 “Magical Hair”, *Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Northern Ireland* 88:147-164.
- Lechtman, Heather
1970 “The Gilding of Metals in Pre-Columbian Peru”, en W. J. Young (ed.), *Application of Science in Examination of Works of Art*. Museum of Fine Arts, Boston, pp. 38-52.
- 1976 “A Metallurgical Site Survey in the Peruvian Andes”, *Journal of Field Archaeology* 3:1-42.

- 1977 “Style in Technology: Some Early Thoughts”, en H. Lechtman y R. S. Merrill (eds.), *Material Culture: Styles, Organization, and Dynamics of Technology*. West Publishing, Saint Paul, pp. 3-20.
- 1979 “Issues in Andean Metallurgy”, en E. P. Benson (ed.), *Pre-Columbian Metallurgy of America*. Dumbarton Oaks, Washington, D.C., pp. 1-40.
- 1980 “The Central Andes: Metallurgy without Iron”, en T. A. Wertime y J. D. Muhlyo (eds.), *The Coming of the Age of Iron*. Yale University Press, New Haven, pp. 267-334.
- 1981 “Copper-Arsenic Bronzes from the North Coast of Peru”, *Annals of the New York Academy of Sciences* 376:77-121.
- 1984 “Andean Value Systems and the Development Metallurgy”, *Technology and Culture* 25:1-36.
- 1985 “The Manufacture of Copper-Arsenic alloys of Prehistoric”, *Historical Metallurgy* 19(1):141-142.
- 1988 “Tradition and Styles in Central Andean Metalworking”, en Robert Maddin (ed.), *The Beginning of the Use of Metals and Alloys*, MIT Press, Cambridge, pp. 344-378..
- 1991 “The Production of Copper-Arsenic Alloys in the Central Andean Culture Area: Highland Ores and Coastal Smelters?”, *Journal of Field Archaeology* 18:43-76.
- 1993 “Technologies of Power: The Andean Case”, en J. S. Henderson y P. J. Netherly (eds.), *Configurations of Power*. Cornell University Press, Ithaca, pp. 244-280.
- Lechtman, Heather y R.S. Merrill (eds.)
1977 *Material Culture: Styles, Organization, Technology*. West Publishing, Saint Paul.
- Lechtman, Heather y A. Steinberg
1970 “Bronze Joining: A Study in Ancient Technology”, en S. Doeringer, D. Mitten y A. Steinberg (eds.), *Art and Technology: A symposium on Classical Bronzes*. MIT Press, Cambridge, pp. 5-35.
- Lemonnier, Pierre
1976 “La description des chaines opératoires: contribution à l’analyse des systèmes techniques”, *Techniques et Culture* 1:100-151.

- 1986 “The Study of Material Culture Today: Toward an Anthropology of Technical Systems”, *Journal of Anthropological Archaeology* 5:147-186.
- Leone, Mark
- 1973 “Archaeology as the Science of Technology: Mormon Town Plans and Fences”, en C. L. Fredman, *Research and Theory in Current Archaeology*. John Wiley and Sons, Nueva York, pp. 125-150.
- 1977 “The Role of Primitive Technology in Nineteenth Century American Utopias”, en H. Lechtman y R. S. Merrill (eds.), *Material Culture: Styles, Organization, and Dynamics of Technology*. West Publishing, Saint Paul, pp. 87-107.
- Lister, Robert H.
- 1949 *Excavations at Cojumatlán, Michoacan, Mexico*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Litvak King, Jaime
- 1968 “Excavaciones de rescate en la presa de La Villita”, *Boletín del Instituto Nacional de Antropología e Historia* 31: 28-30.
- London, Gloria A.
- 1991 “Standardization and Variation in the Work of Craft Specialists”, en W. A. Longacre (ed.), *Ceramic Ethnoarchaeology*. University of Arizona Press, Tucson, pp. 182-204.
- Long, Stanley y M. Wire
- 1966 “Excavations at Barra de Navidad, Jalisco”, *Antropológica* 18:3-81.
- Lorinczi, G. L. y J.C. Miranda
- 1978 “Geology of the Massive Sulfide Deposits of Campo Morado, Guerrero, Mexico”, *Economic Geology* 73:180-191.
- Lothrop, Samuel K.
- 1952 *Metals from the Cenote of Sacrifice, Chichen Itzá, Yucatan* (Con secciones por W. C. Root y T. Proskouriakoff). Peabody Museum, Cambridge.
- Lowe, Gareth W.
- 1959 *The Chiapas Project, 1955-1958: Report of the Field Director*. New World Archaeological Foundation, Orinda.

Lumholtz, Carl

1973 *Unknown Mexico: A Record of Five Years' Exploration among the Tribes of the Western Sierra Madre; in the Tierra Caliente of Tepic and Jalisco; and among the Tarascos of Michoacan*, 2 vols. AMS Press, Nueva York [1902].

Lyons, James I.

1988 "Geology and Ore Deposite of the Bolaños Silver Districtic Jalisco, Mexico". *Economic Geology* 83:1560-1582.

Macías, Martha C.

1990 "La metalurgia en el México prehispánico: Oaxaca, tierra de orfebres", en F. Soldi M. (ed.), *Mesoamérica y norte de México, siglos IX-XII*, vol. 1. INAH, México, pp. 179-193.

Macías Goytia, Angelina

1989 "La cuenca de Cuitzeo", en E. Florescano (ed.), *Historia general de Michoacán*, vol.1. Gobierno de Michoacán, Morelia, pp.171-190.

1990 *Huandacareo: lugar de juicios, tribunal*. INAH, México.

Maddin, Robert, T. S. Wheeler y L. L. D. Muhly

1980 "Distinguishing Artifacts Made of Native Copper", *Journal of Archaeological Science* 7:211-225.

Maldonado, Rubén

1980 *Ofrendas asociadas a entierros de Infiernillo en el Balsas: estudio y experimentación con tres métodos de taxonomía numérica*. INAH, México.

Marcos, Jorge G.

1978 "Cruising to Acapulco and Back with the Thorny Oyster Set: A Model for a Lineal Exchange System", *Journal of the Steward Anthropological Society* 9: 99-132.

1981 "Informe sobre el área ceremonial del complejo Manteño-Huancavilca de la Loma de los Cangrejitos, valle de Chanduy, Ecuador", *El Arquitecto* 1 (5):54-63.

1986 "Breve prehistoria del Ecuador", en J. Marcos (ed.), *Arqueología de la costa ecuatoriana: nuevos enfoques*, Biblioteca Ecuatoriana de Arqueología, vol. 1. Corporación Editora Nacional, Quito, pp. 25-50.

- Marcos, Jorge G. y P. Norton
1981 "Interpretación sobre la arqueología de la Isla de la Plata", *Miscelánea Antropológica Ecuatoriana* 1:136-154.
- Martí, Samuel y G. P. Kurath
1964 *Dances of Anahuac: The Choreography of Music and Precortesian Dances*. Aldine Publishing, Chicago.
- Masucci, Maria
1992 "Ceramic Change in the Guangala Phase, Southwest Ecuador: Typology and Chronology", tesis doctoral, Southern Methodist University, Dallas.
- Mathewson, C.H.
1915 "A Metallographic Description of Some Ancient Peruvian Bronzes from Machu Picchu", *American Journal of Science* 40: 525-616.
- Matos Moctezuma, Eduardo
1987 "The Templo Mayor of Tenochtitlan: History and Interpretation", en J. Broda, D. Carrasco y E. Matos, *The Great Temple of Tenochtitlan: Center Periphery in the Aztec World*. University of California Press, Berkeley, pp. 15-60.
- Mayer, Eugen F.
1992 *Armas y herramientas de metal prehispánicas en Ecuador*. Philipp von Zabern, Mainz.
- McAnany, Patricia A.
1989 "Stone Tool Production and Exchange in the Eastern Maya Lowlands: The Consumer Perspective from Pulltrouser Swamp, Belize", *American Antiquity* 54(2): 332-346.
- Mead, Charles W.
1915 *Prehistoric Bronze in South America*. American Museum of Natural History, Nueva York.
- Meighan, Clement W.
1960 "Prehistoric Metal Objects from Western Mexico", *Science* 131: 1534.
- 1969 "Cultural Similarities between Western Mexico and Andean Regions", *Mesoamerican Studies* 4: 11-25.
- 1974 "Prehistory of Western Mexico", *Science* 184: 1254-1261.

- Meighan, Clement W. (ed.)
1976 *The Archaeology of Amapa, Nayarit*. Institute of Archaeology, University of California, Los Angeles.
- Meighan, Clement W. y L. J. Foote
1968 *Excavations at Tizapán El Alto, Jalisco*. Latin American Center, University of California, Los Angeles.
- Meighan, Clement W. y B. B. Nicholson
1989 “The Ceramic Mortuary Offerings of Prehistoric West Mexico: An Archaeological Perspective”, en M. Kan, C. Meighan y B. B. Nicholson (eds.), *Sculpture of Ancient West Mexico: Nayarit, Jalisco, and Colima*. University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 29-67.
- Merkel, J. F., L. 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 D. A. Scott y P. Meyers (eds.), *Archaeometry of Pre-Columbian Sites and Artifacts*. The Getty Conservation Institute, Los Angeles, pp. 199-227.
- Métraux, Alfred
1949 “Religion and Shamanism”, en J. H. Steward (ed.), *Handbook of Middle-American Indians*, vol. 5. Smithsonian Institution-Bureau of American Ethnology Bulletin, núm. 143. United States Government Printing Office, Washington, D.C., pp. 559-599.
- Millon, René
1981 “Teotihuacan: City, State and Civilization”, en J. A. Sabloff (ed.), *Supplement to the Handbook of Middle American Indians*, vol. 1. University of Texas Press, Austin, pp. 198-243.
- Mountjoy, Joseph B.
1969 “On the Origin of the Wets Mexican Metallurgy”, *Mesoamerican Studies* 4:26-42.
- 1970 “Prehispanic Culture History and cultural Contact on the Southern Coast of Nayarit, Mexico”, tesis doctoral, Southern Illinois University, Carbondale.
- 1982 *Proyecto Tomatlán de salvamento arqueológico*. INAH, México.

- 1992 “Resources for Prehispanic Cultures on the Coast of West Mexico”. Trabajo presentado en la Conferencia sobre dinámica cultural del occidente y norte de la Mesoamérica precolombina. Phoenix, Arizona.
- Mountjoy, Joseph B. y L. Torres
1985 “The Production and Use of Prehispanic Metal Artifacts in the Central Coastal Area of Jalisco, Mexico”, en M. S. Foster y P. C. Weigand (eds.), *The Archaeology of West and Northwest Mesoamerica*. Westview Press, Boulder, pp. 133-152.
- Mountjoy, Joseph B. y P. C. Weigand
1974 “The Prehispanic Settlement Zone at Teuchitlán, Jalisco”, en *41st International Congress of Americanists*, vol. 1, México, pp. 353-363.
- Muhly, James D.
1988 “The Beginning of Metallurgy in the Old World”, en R. Maddin (ed.), *The Beginning of the use of Metals and Alloys*. MIT Press, Cambridge, pp. 2-20.
- Murra, John V.
1972 “El «control vertical» de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas”, en J. V. Murra (ed.), *Documentos para la historia y etnología de Huánuco y la Selva Central*, vol. 2, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, pp. 427-476.
- 1975 “El tráfico de mullu en la costa del Pacífico”, en J. V. Murra (ed.), *Formaciones económicas y políticas del mundo andino*. Instituto de Estudios Peruanos, Lima, pp. 255-267.
- Neumann, Frank J.
1974 “The Rattle-Stick of Xipe Totec: Prehispanic Mesoamerica Religion”, *41st International Congress of Americanists*, vol. 2. México, pp. 243-251.
- Nicholson, Henry B.
1960 “The Mixteca-Puebla Concept in Mesoamerican Archaeology: A Re-examination”, en *5th International Congress of Anthropological and Ethnological Sciences: Men and Cultures*, Trustees of the University of Pennsylvania, Filadelfia, pp. 612-618.

Niessen, Sandra A.

1991 “Interpreting Weaving Techniques”, trabajo presentado en la Junta Anual de la Canadian Anthropological Society (CASCA), Londres y Ontario.

Nordenskiöld, Erland F.

1921 *The Copper and Bronze Ages in South America*. Elanders Boktryckeri Aktiebolag, Göteborg.

Northover, J. Peter

1989 “Properties and Use of Arsenic-Copper Alloys”, en A. Hauptmann, E. Pernicka y G. Wagner, *Der Anschnitt*, vol. 7. Selbstverlag Deutsches Bergbau-Museum, Bochum.

Northover, J. Peter, S. Shalev y M. Schindler

1992 “Exotic Alloys in Prehistory”, trabajo presentado en el 28° Congreso Internacional de Arqueometría, Los Ángeles.

Norton, Presley

1986 “El señorío de Salangón y la liga de mercaderes”, *Miscelánea Antropológica Ecuatoriana* 6: 131-143.

Oviedo y Valdés, Gonzalo F. de

1945 *Historia general y natural de las Indias, islas y tierra firme del mar océano*, 13 vols., Editorial Guaranía, Asunción.

Owen, Bruce

1986 “The Role of Common Metal Objects in the Inka State”, tesis de maestría, University of California, Los Ángeles.

Panczner, William D.

1987 *Minerals of Mexico*. Van Nostrand Rienhold, Nueva York.

Parga P., J. y J. Rodríguez

1991 “Geology of the Tizapa Ag, Zn, Pb, Cu, Cd, and Au Massive Polymetallic Sulfides, Zacazonapan, Mexico”, en G. P. Salas (ed.), *Economic Geology, Mexico*, Geological Society of America, Boulder, pp. 373-378.

- Paso y Troncoso, Francisco del (ed.)
1905-06 *Papeles de Nueva España*. Sucesores de Rivadeneyra, Madrid.
- Pasztory, Esther
1974 *The Iconography of the Teotihuacan Tlaloc*. Dumbarton Oaks, Washington, D.C.
- Paul, Arme, y S.A. Niles
1984 “Identifying Hands at Work on a Paracas Mantle”, *Textile Museum Journal* 23:5-15.
- Paulsen, Allison C.
1974 “The Thorny Oyster and the Voice of God: *Spondylus* and *Strombus* in Andean prehistory, *American Antiquity* 39(4): 597-607.
1977 “Patterns of Maritime Trade between South Coastal Ecuador and Western Mesoamerica, 1500 B.C.-A.D. 600”, en E. P. Benson (ed.), *The Sea in the Pre-Columbian World*. Dumbarton Oaks, Washington, D.C., pp. 141-166.
- Pendergast, David M.
1962a “Metal Artifacts from Amapa, Nayarit”, *American Antiquity* 27 (3): 370-379.
1962b “Metal Artifacts in Prehispanic Mesoamerica”, *American Antiquity* 27 (4):520-545.
1981 “Lamanai, Belize: Summary of Excavation Results, 1974-1980”, *Journal of Field Archaeology* 8:29-53.
1991 “The Southern Maya Lowlands Contact Experience: The View from Lamanai, Belize”, en D.H. Thomas (ed.), *Columbian Consequences*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. , pp. 337-354.
- Pfaffenberger, Bryan
1988 “Fetishised Objects and Humanised Nature: Towards an Anthropology of Technology”, *Man* (N.S.) 23: 236-252.
- Plazas, Clemencia y A.M. Falchetti
1985 “Cultural Patterns in the Prehispanic Goldwork of Colombia”, en *The Art of Precolumbian Gold: The Jan Mitchell Collection*, Metropolitan Museum of Art, Nueva York, pp.46-59.

- Pollard, Helen P.
1987 "The political economy of Prehispanic Tarascan metallurgy", *American Antiquity* 52 (4):741-752.
- 1993 *Tariacuri's Legacy: The Prehispanic Tarascan State*. University of Oklahoma Press, Norman.
- Poma de Ayala, Felipe Guamán
1936 *Nueva crónica y buen gobierno*. Institut d'Ethnologie, París.
- Quezada, Noemí
1972 *Los matlatzincas: época prehispánica y época colonial hasta 1650*. INAH, México.
- Rapp, George Jr.
1982 "Native Copper and the Beginning of Smelting: Chemical Studies", en J. D. ,Muhly, R, Maddin y V. Karageorghis (eds.), *Early Metallurgy in Cyprus, 4000-500 E.C.* Pierides Foundation, Nicosia, pp. 33-38.
- Reddy, Junuthula N.
1984 *An Introduction to Finite Element Method*. McGraw-Hill, Nueva York.
- Reichel-Dolmatoff, Gerardo
1981 "Things of Beauty Replete with Meaning: Metals and Crystals in Colombian Indian Cosmology", en *Sweat of the Sun, Tears of the Moon: Gold and Emerald Treasures of Colombia*. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Ángeles, pp. 17-33.
- 1988 *Orfebrería y chamanismo: un estudio iconográfico del Museo del Museo del Oro*. Compañía Litográfica Nacional, Medellín.
- Reiss, Wilhelm y A. Stübel
1880-7 *The Necropolis of Ancon in Peru: A Contribution to Our Knowledge of the Culture and Industries of the Empire of the Incas, being a Result of Excavations made on the spot*. A. Asher, Berlin.
- Renfrew, Colin
1969 "Trade and Culture Process in European prehistory", *Current Anthropology* 10:151-169.

- 1975 “Trade as Action at a Distance: Questions of Integration and Communication”, en J. A. Sabloff y C. C. Lamberg-Karlovsky (eds.), *Ancient Civilization and Trade*, University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 3-59.
- Rex González, Alberto
- 1979 “Pre-Columbian Metallurgy of Northwest Argentina: Historical Development and Cultural Process”, en E. P. Benson (ed.), *Pre-Columbian Metallurgy of South America*. Dumbarton Oaks. Washington, D.C., pp. 133-202.
- Roe, Peter G.
- 1982 *The Cosmic Zygote: Cosmology in the Amazon Basin*. Rutgers University Press, Nueva Brunswick.
- Root, William C.
- 1949 “The Metallurgy of Southern Coast of Peru”, *American Antiquity* 15 (1):10-37.
- 1962 “Report on the Metal Objects from Mayapan”, en H. E. D. Pollock (ed.), *Mayapan, Yucatan, Mexico*. Carnegie Institution, Washington, D.C., pp. 391-399.
- 1969 “Metal Artifacts from Chiapa de Corzo, Chiapas, Mexico”, en T. Lee, (ed.), *The Artifacts of Chiapa de Corzo, Chiapas, Mexico*. New World Archaeological Foundation, Provo, Utah, pp. 203-207.
- Rostoker, William y J. R. Dvorak
- 1991 “Some Experiments with Co-smelting to Copper Alloys”. *Archaeomaterials* 5:5-20.
- Rostworowski de Diez Canseco, María
- 1970 “Mercaderes del Valle de Chíncha en la época prehispánica: un documento y unos comentarios”, *Revista Española de Antropología Americana* 5:135-177.
- Rowe, Anne Pollard
- 1980 “Textiles from the Burial Platform of Las Avispas at Chan Chan”. *Ñawpa Pacha* 18:81-148.
- Rubín de la Borbolla, Daniel F.
- 1944 “Orfebrería tarasca”, *Cuadernos Americanos* 3(3): 127-138.

- Rutledge, John W., y R.B. Gordon
1987 “The Work of Metallurgical Artificers at Machu Picchu, Peru”, *American Antiquity* 52(3):578-594.
- Ruvalcaba-Ruiz, Delfino y T.B. Thompson
1988 “Ore Deposits at the Fresnillo Mine, Zacatecas, Mexico”, *Economic Geology* 83: 1583-1596.
- Sahagún, Fray Bernardino de
1950-82 *Florentine Codex: General History of the Things of New Spain*. [A. J. O. Anderson y C. E. Dibble (trad. y ed.)], School of American Research-University of Utah, Salt Lake City.
- 1993 *Psalmody Christiana: Christian Psalmody*. [A. J. O. Anderson (trad.)]. Universidad de Utah, Salt Lake City.
- Salas, Guillermo P.
1980 *Carta y provincias metalogénicas de la República Mexicana*. Consejo de Recursos Naturales, México.
- 1991a “Sierra Madre Occidental Metallographic Province”, en G. P. Salas (ed.) *Economic Geology, Mexico*. The geology of North America. Geological Society of America, Boulder, pp. 197-198.
- 1991b “Taxco Mining District, State of Guerrero”, en G. P. Salas (ed.), *Economic Geology, Mexico*, The Geology of North America, Geological Society of America, Boulder, pp. 379-380.
- Salomon, Frank
1978 “Pochteca and Mindalá: A Comparison of Long-Distance Traders in Ecuador and Mesoamerica”, *Journal of the Steward Anthropological Society* 9:231-248.
- 1986 *Native lords of Quito in the Age of the Incas: The Political Economy of North Andean Chiefdoms*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sámano-Xerez
1937 “Relación”, en R. Porras (ed.), *Cuadernos de historia del Perú*. Imprimeries les Presses Modernes, París, pp. 63-68.

- Santillán, Manuel
1929 “Geología minera de las regiones norte, noroeste y central del estado de Guerrero”, *Boletín del Instituto Geológico de México* 48, UNAM, México, pp. 47-102.
- Sauer, Carl
1948 *Colima of New Spain in the Sixteenth Century*. University of California Press, Berkeley.
- Schele, Linda y M. E. Miller
1986 *The Blood of Kings*. Kimbell Art Museum, Fort Worth.
- Scheubel, Frank R., K. F. Clark y E. W. Porter
1988 “Geology, Tectonic Environment, and Structural Controls in the San Martín de Bolaños District, Jalisco, Mexico”, *Economic Geology* 83:1703-1720.
- Schiffer, Michael B.
1992 “Archaeology and Behavioral Science: Manifiesto for an Imperial Archaeology”, en L. Wandsnider (ed.), *Quandaries and Quests: Visions of Archaeology's Future*. Southern Illinois University, Carbondale, pp. 225-238.
- Schiffer, Michael B. y J.M. Skibo
1987 “Theory and Experiment in the Study of Technological Change”, *Current Anthropology* 28:595-622.
- Schondube, Otto
1974 “Tamazula-Tuxpan-Zapotlán: pueblos de la frontera septentrional de la antigua Colima”, 2 vols. tesis de maestría, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.
- 1980a “La nueva tradición”, en J. M. Muriá (ed.), *Historia de Jalisco*, vol. 1. Gobierno de Jalisco, Unidad Editorial, Guadalajara, pp. 213 -258.
- 1980b “La tradición de las tumbas de tiro”, en J.M. Muriá (ed.), *Historia de Jalisco*, vol. 1. Gobierno de Jalisco, Unidad Editorial, Guadalajara, pp.171-212.
- Scott, David A.
1986 “Gold and Silver Alloy Coatings over Copper: An Examination of Some Artefacts from Ecuador and Colombia”, *Archaeometry* 28:33-50.

- 1988 *Ancient Bronze, Copper-Arsenic and Tumbaga Alloys from South America: Some Ecuadorian Aspects*. Manuscrito archivado en el Getty Conservation Institute, Marina del Rey.
- Shafer, Harry J. y T. R. Hester
1991 "Lithic Craft specialization and Distribution at the Product Maya Site of Colha, Belize", *World Archaeology* 23:79-97.
- Sharer, Robert J.
1985 "Terminal events in the Southeastern Lowlands: A View from Quirigua", en A. F. Chase y P. M. Rice (eds.), *The Lowland maya Postclassic*. University of Texas Press, Austin, pp. 245-253.
- Shimada, Izumi
1985 "Perception, Procurement, and Management of Resources: Archaeological Perspective", en S. Masuda, I. Shimada y C. Morris (eds.), *Andean Ecology and Civilization*. University of Tokyo Press, Tokio, pp. 357-399.
- Shimada, Izumi y J. F. Merkel
1991 "Copper-Alloy Metallurgy in Ancient Peru", *Scientific American* 265 (1): 80-86.
- Shook, Edwin M.
1965 "Archaeological Survey of the Pacific Coast of Guatemala", en R. Wauchope (ed.), *Handbook of Middle-American Indians*, vol. 2. University of Texas Press, Austin, pp. 180-194.
- Skibo, James M. y M. B. Schiffer
1987 "The Effects of Water on Processes of Ceramic Abrasion", *Journal of Archaeological Science* 14:83-96.
- Smith, Cyril S.
1965a "The Interpretation of Microstructures of Metallic Artifacts", en W. J. Young, *Application of Science in Examination of Works of Art*. Museum of Fine Arts, Boston, pp. 20-52.
1965b "Materials and the Development of Civilization and Science", *Science* 148:908-917.
1968a "Matter versus Materials: A Historical View", *Science* 162:637-644.

- 1968b “Metallographic Study of Early Artifacts Made from Native Copper”, en *Actes du XIe Congrès International d’Histoire des Sciences* 6:237-252.
- 1972 “Metallurgical Footnotes to the History of Art”, *Proceedings, American Philosophical Society* 116 (2): 97-135.
- 1975 “Metallurgy as a Human Experience”, *Metallurgical Transactions* 6A(4): 603-623.
- 1977 *Metallurgy as a Human Experience: An Essay on Man’s Relationship to his Materials in Science and Practice throughout History*. American Society for Metals, Metals Park.
- 1978 “Structural Hierarchy in Science, Art and History”, en J. Wechsler (ed.), *On Aesthetics in Science*. MIT Press, Cambridge, pp. 9-53.
- 1981 *A Search for Structure: Selected Essays on Science, Art and History*. MIT Press, Cambridge.
- Smith, Meritt R.
1977 *Harpers Ferry Armory and the New Technology: The Challenge of Change*. Cornell University Press, Ithaca.
- Smith, Michael E.
1978 “A Model for the Diffusion of the Shaft Tomb Complex from South America to West Mexico”, *Journal of the Steward Anthropological Society* 9:179-204.
- 1990 “Long-Distance Trade under the Aztec Empire: Archaeological Evidence”. *Ancient Mesoamerica* 1: 153-169.
- Smith, Michael E. y J.F. Doershuk
1991 “Late Postclassic Chronology in Western Morelos, Mexico”. *Latin American Antiquity* 2:291-310.

Smith, Michael E. y C.M. Heath-Smith

1980 “Waves of Influence in Postclassic Mesoamerica? A Critique of the Mixteca-Puebla Concept”, *Anthropology* 4(2):15-50.

1994 “Rural Economy in Late Postclassic Morelos: An Archaeological Study”, en M. G. Hodge y M. E. Smith (ed.), *Economics and Politics in the Aztec Realm*. Institute for Mesoamerican Studies, Albany, Nueva York, pp. 349-376.

Spicer, Edward H.

1964 “Apuntes sobre el tipo de religión de los uto-aztecas centrales”, en *35th International Congress of Americanists*, vol. 1. México, pp. 27-38.

Stanford, E. Thomas

1966 “A Linguistic Analysis of Music and Dance Terms for Three Sixteenth-Century Dictionaries of Mexican Indian Languages”, en *Yearbook II of the Inter-American Institute for Musical Research*. Tulane University Press, Nueva Orleans, pp. 101-159.

Starbuck, David R.

1975 “Man-Animal Relationships in Pre-Columbian Central Mexico”, tesis doctoral, Yale University, New Haven.

Staudenmaier, John M.

1985 *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric*. MIT Press, Cambridge.

Steinberg, Arthur

1973 “Joining Methods on Large Bronze Statues: Some Experiments in Ancient Technology”, en W. T. Young (ed.), *Application of Science to the Examination of Works of Arts*. Museum of Fine Arts, Boston, pp.103-138.

Steponaitis, Vincas P.

1984 “Technological Studies of Prehistoric Pottery from Alabama: Physical Properties and vessel function”, en S. E. van der Leew y A. C. Pritchard (ed.), *The Many Dimensions of Pottery: Ceramics in Archaeology and an Anthropology*. Universidad de Amsterdam, Amsterdam, pp. 79 -122.

Stevenson, Robert

1968 *Music in Aztec and Inca Territory*. University of California Press, Berkeley.

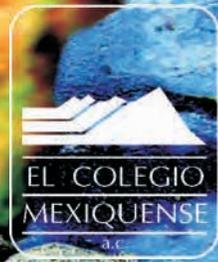
- Stimmel, Carole y R. L. Stromberg
1986 "A Reassessment of Thule Eskimo Ceramic Technology", en W. D. Kingery (ed.), *Technology and Style*. vol. II, American Ceramic Society, Columbus, pp. 237-250.
- Strong, William D.
1935 *Archaeological Investigations in the Bay Islands, Spanish Honduras*. Smithsonian Institution, Washington, D. C.
- Strong, William D., A.V. Kidder y A.J. Drexel Paul
1938 *Preliminary Report of the Smithsonian Institution-Harvard University Archaeological Expedition to Northwestern Honduras, 1936*. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- Sullivan, Lawrence E.
1988 *Icanchu's Drum: An Orientation to Meaning in South American religions*. Macmillan, Nueva York.
- Sutliff, Marie J.
1992 "El proceso productivo metalúrgico de la cultura Milagro: el caso del Peñón del Río", tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Tedlock, Dennis (trad.)
1985 *Popol Vuh: The Mayan Book of the Dawn of Life*. Simon and Schuster, Nueva York.
- Terner, Franz
1928 "Los bailes de culebra entre los indios quichés en Guatemala", en *23rd International Congress of Americanists*, Nueva York, pp. 661-667.
- Terrones, Alberto J. L.
1984 "Overview of the Mineral Resource Potential in Latin America in Relation to Global Tectonic and Metallogenic Controls", *Tectonics and Metallogeny 2*: 213-249.
- Toor, Frances
1947 *A Treasury of Mexican Folkways*. Crown, Nueva York.
- Torrence, Robin
1984 "Monopoly or Direct Access? Industrial Organization at the Melos Obsidian Quarries", en J. E. Ericson y B. A. Purdy (eds.), *Prehistoric Quarries and Lithic Production*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 49-64.

- Torres M. Luis y F. Franco
1989 “La orfebrería prehispánica en el Golfo de México y el tesoro del pescador”, en *Orfebrería prehispánica*. Corporación Industrial San Luis, México, pp. 217-270.
- Townsend, Richard F.
1992 *The Aztecs*. Thames and Hudson, Londres.
- Tozzer, Alfred M. (ed.).
1941 *Landa's Relación de las cosas de Yucatán: A translation*. Peabody Museum, Cambridge.
- Tudela, José (trad.)
1977 *Relación de las ceremonias y ritos y población y gobierno de los indios de la provincia de Michoacán (1541)*. Balsal Editores, Morelia.
- Turner, Terrence S.
1980 “The Social Skin”, en J. Chermayeff y R. Lewin, *Not Work Alone: A Cross-cultural View of Activities Superfluous to Survival*. Temple Smith, Londres, pp. 112-140.
- Ubelaker, Douglas H.
1981 *The Ayalán Cemetery: A Late Integration Period Burial Site on the South Coast of Ecuador*. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- 1983 “Prehistoric Demography of Coastal Ecuador”, *National Geographic Society Research Reports* 15: 695-704.
- Van As, Abraham
1989 “Some Techniques used by the Potters of Tell Hadidi During the Second Millenium B.C.”, en G. Bronitsky (ed.), *Pottery Technology: Ideas and Approaches*. Westview Press, Boulder, pp. 41-79.
- Vandiver, P. B. y C. G. Koehler
1986 “Structure, Processing, Properties and Style of Corinthian Transport Amphoras”, en W. D. Kingery (ed.), *Technology and Style*, vol.II, American Ceramic Society, Columbus, pp. 173-215.
- Varela, Leticia T.
1986 *La música en la vida de los yaquis*. Gobierno del Estado de Sonora, Sonora, México.

- Velásquez G., Pablo
1988 *Diccionario de la lengua phorhépecha*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Ventura, Beatriz N.
1985 *Metalurgia: un aspecto poco conocido en la arqueología de las selvas occidentales*. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Villalva O., Marcelo
1988 *Cotocollao: una aldea formativa del valle de Quito*. Museo del Banco Central del Ecuador, Quito.
- Wagley, Charles
1940 "World View of the Tapirape Indians", *Journal of American Folklore* 53:252-260.
- Warren, J. Benedict
1968 "Minas de cobre de Michoacán, 1533", *Anales del Museo Michoacano* (2ª época) 6:35-52.
1985 *The Conquest of Michoacan: The Spanish Domination of the Tarascan Kingdom in Western Mexico, 1521-1530*. University of Oklahoma Press, Norman.
1989 "Información del licenciado Vasco de Quiroga sobre el cobre de Michoacán, 1533", *Anales del Museo Michoacano* (3ª época) 1:30-52.
- Wauchope, Robert
1948 *Excavations at Zacualpa, Guatemala*. Middle Institute American Research, Tulane University Press, Nuevo Orleans.
- Weaver, Muriel Porter
1981 *The Aztecs, Maya and Their Predecessors: Archaeology of Mesoamerica*, 2ª ed. Academic Press, Nueva York.
- Weigand, Phil C.
1985 "Evidence for Complex Societies During the Western Mesoamerican Classic Period", en M. S. Foster y P. C. Weigand, *The Archaeology of West and Northwest Mesoamerica*. Westview Pres, Boulder, pp. 47-91.
1992 "Central Mexico's Influences in Jalisco and Nayarit During the Classic Period", en E. M. Schortman y P. A. Urban (eds.), *Resources, Power and Interregional Interaction*. Plenum Press, Nueva York.

- 1993 “The Political Organization of the Trans-Tarascan zone of Western Mesoamerica on the Eve of the Spanish Conquest”, en A. Woosley y J. Ravesloot (eds.), *Culture and Contact: Charles C. Di Peso’s Gran Chichimeca*. University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 191-217.
- Weitlaner, Robert J.
1947 “Exploración arqueológica en Guerrero”, en *El Occidente de México* mesa redonda, IV Reunión de la Sociedad Mexicana de Antropología, México, pp. 77-85.
- Weitlaner J., Irmgard
1964 “Copper-preserved Textiles from Michoacán and Guerrero”, en *35th International Congress of Americanists*, vol. 1. México, pp. 525-536.
- Wenke, Robert J.
1981 “Explaining the Evolution of Cultural Complexity: A Review”, en M. B. Schiffer (ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory*, vol. 4. Academic Press, Nueva York, pp. 79-128.
- Wertime, Theodore A.
1973 “The Beginnings of Metallurgy: A New Look”, *Science* 182:875-887.
- West, Robert C.
1961 “Aboriginal Sea Navigation between Middle and South America”, *American Anthropologist* 63: 133-135.
- Wilbert, Johannes
1974 “The Calabash of Ruffled Feathers”, *Arts Canada* 184 (7): 90-93.
- Wiley, Gordon R.
1962 “The Early Great Styles and the Rise of the Precolumbian Civilizations”, *American Anthropologist* 64:1-14.
- Woodbury, Richard B., y A. S. Trik
1953 *The Ruins of Zaculeu, Guatemala*. United Fruit Company, Nueva York.
- Yerkes, Richard W.
1989 “Lithic Analysis and Activity Patterns at Labras Lake”, en D. O. Henry y G. H. Odell (eds.), *Alternative Approaches to Lithic Analysis*. American Anthropological Association, Washington, D.C., pp. 183-212.

Young, David E. y R. Bonnichsen
1984 *Understanding Stone Tools: A Cognitive Approach*. Center for the Study of Early Man,
University of Maine Press, Orono.



publicaciones

ISBN 970-669-077-8



9 789706 690777