

Ilmenita sonora olmeca

Roberto Velázquez Cabrera¹

El objetivo de este documento es mostrar los avances del estudio de una ilmenita sonora extraordinaria. Pertenece a una familia especial de generadores de ruido que se usaban en el México Antiguo, pero no son bien conocidos. Fue encontrada casualmente en la oficina de Francisco Beverido Perea. Es importante por su singular material lítico, tipología y morfología, y porque pudo construirse y usarse hace 3000 años. Se proporciona la información obtenida desde 1999, incluyendo de los estudios consultados de otros autores y de los generadores de ruido bucales líticos adicionales que fueron analizados por el autor. Se comentan los análisis organológicos, lapidarios, acústicos y de señales y se proponen los usos antiguos posibles, de acuerdo a sus propiedades sonoras. Estos sonadores pueden producir sonidos que imitan llamados de animales o ruido del viento y pueden generar efectos especiales en los humanos, cuando dos o más se tocan al mismo tiempo. Finalmente, se propondrán algunos trabajos para el futuro.

The purpose of this document is to show the advances of the study on an extraordinary sonic ilmenite. It belongs to a special family of noise generators used in ancient Mexico that are not well known. The piece was found by chance in the office of Francisco Beverido Perea. Its importance lies on its singular lithic material, typology and morphology and on the fact that it could have been constructed and used 3000 years ago. New Information obtained after 1999 is provided, including on the consulted studies of other authors, and additional lithic buccal noise generators that were analyzed by the author. Organological, lapidary, acoustical and signal analysis are also provided, and possible ancient uses are proposed, according to their sonic properties. These artifacts can produce sounds that imitate calls of animals or noise of the wind and they can produce special effects on the humans, when two or more are played at the same time. Finally, some suggested works for the future are proposed.

El objetivo de este documento² es mostrar los avances del estudio de un extraordinario generador de ruido bucal de roca negra (Fig. 1) con tres perforaciones cónicas encontrado casualmente en el despacho del finado antropólogo Francisco Beverido Perea. Su familia permitió examinarlo para hacer el primer análisis directo de un artefacto sonoro antiguo, con la finalidad de aplicar una metodología presentada en una tesis de maestría (Velázquez, 2002). Dicho método paulatinamente ha podido mejorarse y complementarse en más de ochenta casos originales específicos de aerófonos y sonadores de viento antiguos y/o de sus modelos experimentales usando técnicas y herramientas de análisis de señales y acústica, así como las organológicas y de trabajo de materiales de tipo lapidario — en este caso especial—. El documento incluye información de otros autores que han escrito sobre objetos similares y que han propuesto funciones originales no sonoras. También se comentan otros generadores de ruido bucales identificados y/o analizados, para ayudar a difundirlos y demostrar que el examinado por el autor pertenece a esa singular subfamilia organológica mexicana, pues se ha constatado que no son muy reconocidos ni siquiera por los especialistas que los han encontrado o analizado.

¹ Investigador de resonadores mexicanos (rvelaz.geo@yahoo.com).

² Resulta de correcciones y adecuaciones a un artículo publicado (Velázquez 2009), que no pudieron incorporarse en el proceso editorial de revisión. Ese artículo establece un precedente importante porque es la primera vez que el informe del estudio de un resonador mexicano se incluye en una revista de arqueología, aunque el proceso de publicación tardó mucho tiempo, dado que solicitaron el primer documento desde que obtuvieron los primeros resultados, en 2000. Otro informe corto fue solicitado para una conferencia en el *IV Foro Internacional de Música Tradicional. Raíces, trayectorias y encuentros históricos*. 25-27 de Septiembre de 2008 y un documento similar fue publicado en la revista *Antropología* del INAH, No. 85, 2009: 16-19 (Velázquez, 2008b).

Usualmente, los pequeños artefactos no se estudian con profundidad y, menos, si no tienen decoración, ya que se prefieren los objetos monumentales, vistosos o que tienen iconografía significativa con su contexto arqueológico bien determinado. En este documento se muestra que hasta una roca pequeña perforada de origen desconocido y sin tener iconografía ni información arqueológica, puede ser analizada formalmente, aprovechando los indicios de su materia, morfología, sistema y función sonoras. El examen del caso se hizo con cierto detalle, porque cada bien arqueológico sonoro recuperado debe ser examinado con la mayor profundidad y amplitud posibles y, más aún, si es singular y extraordinario como la roca negra perforada. Desde un inicio, se identificó como un generador de ruido bucal, ya que pudo comprobarse que podía generar los ruidos característicos, muy similares a los de otros resonadores de esta familia singular de objetos sonoros mexicanos.

Los primeros hallazgos sobre el generador de ruido bucal de roca negra se dieron a conocer en un congreso internacional de computación (Velázquez, 2000), así como en tres congresos internacionales de especialistas en acústica, del mayor nivel a nivel mundial (Beristain, *et al* 2002: 2395 y Beristain, *et al* 2002b: 2368, y Velázquez y Menchaca, 2002). Los generadores de ruido antiguos también se dieron a conocer en documentos electrónicos consultivos disponibles en Internet³ (Velázquez, 2001 y 2003) y los bucales se mostraron a nivel internacional en una conferencia de un foro de especialistas de música arqueología en Alemania (Velázquez, 2006). También se presentaron en otros foros académicos nacionales que se interesaron en el tema⁴. Una versión electrónica corta del estudio de esos bienes sonoros bucales se publicó en la revista digital *e-Gnosis* (Velázquez, 2005)⁵;

³ Los estudios del autor se pusieron en la red mundial desde 1999, para ayudar a difundirlos en todo el mundo, ya que no se habían encontrado editores interesados en su publicación. El instrumento sonoro de Ilmenita no era reconocido ni por los especialistas, a pesar de que se ha exhibido hasta en museos (Figura 5).

⁴ Los generadores de ruido mexicanos se presentaron en el Tercer Seminario de Musicología y Etnomusicología Latinoamericana en el Auditorio del Exclaustró de San Agustín, Departamento de Música, Universidad de Guadalajara, en 2004 y cuya memoria no se publicó.

⁵ Disponible en el portal Redalyc: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/730/73000408.pdf>

asimismo, los generadores de ruido mexicanos, también se comentaron brevemente en la conferencia sobre Arqueología Sonora. Silbato de la Muerte⁶, y con mayor detalle en un documento disponible en (Velázquez, 2006b). Hasta la fecha, no se han recibido objeciones fundamentadas acerca de esos estudios realizados, ni sugerencias técnicas de fondo para mejorar los trabajos. La morfología de los generadores de ruido bucales es muy similar a la del corazón sonoro de varios tipos de generadores de ruido mexicanos, pero no se van a comentar aquí, por limitaciones de espacio. De Veracruz, se conoce un generador de ruido antiguo muy especial que se encuentra en exhibición en el Museo de Xalapa, que lo llaman gamitadera (llamador de venados) pero no es del tipo bucal (Velázquez 2000c). El menos desconocido es el silbato de la muerte.

Inicialmente, se muestran los descubrimientos del generador de ruido bucal de roca negra; después los que se han encontrado, como parte del propio proceso de investigación, incluidos los de otros materiales líticos analizados por el autor, y al final se plantean algunas recomendaciones para trabajos futuros.

Información del generador de ruido bucal de roca negra

Cuando se encontró la roca negra perforada, se carecía de información arqueológica o datos descriptivos asociados. Aquí se incluye información que pudo obtenerse inicialmente, así como la resultante de los principales análisis realizados, siguiendo un formato sencillo.

Tipología: Generador de ruido bucal (Fig. 1).

Origen: En 1999, fue encontrado de manera fortuita en el despacho del finado antropólogo Francisco Beverido Perea, en Xalapa, Veracruz.

Procedencia: Desconocida, aun cuando podría tener su origen es de la zona de influencia olmeca de San Lorenzo, Veracruz. Beverido hizo su tesis de maestría en ese sitio (Beverido, 1970) y Michael Coe me comentó que Beverido trabajó con el antropólogo en ese lugar y que la pieza lítica perforada puede provenir de ese lugar. Coe

⁶ En el marco de las IV Jornadas Permanentes de Arqueología, organizadas por la Dirección de Estudios Arqueológicos y el Museo del Templo Mayor del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), el 28 de marzo de 2008 y en el evento ExpoAcústica del Instituto Politécnico Nacional de 2011.

recuperó algunas “cuentas de magnetita multi-perforadas” similares cerca de la Cabeza Colosal No. 17 y en basureros domésticos de San Lorenzo (Coe, 1967: 57).

Temporalidad: Desconocida; posiblemente corresponde a la fase de San Lorenzo que proviene del Formativo Temprano en 1200-900 a. C, según estimación de fechas de radiocarbono (Coe, 1967: 60).

Material: Se desconoce, pero es similar al de la roca de ilmenita, compuesta de óxido de hierro y titanio⁷, aunque tiene inclusiones de otros cristales. La roca es ligeramente magnética.

Decoración: No muestra decoración ni rastros visibles de pintura. Parece que sus superficies exteriores fueron alisadas con abrasivos, como las de las rocas rodadas en ríos y algunas áreas de su superficie exterior son cóncavas.

Color: Negro mate, con estructura granular y lustre metálico.

Forma: Paralelepípedo irregular, con esquinas y aristas redondeadas.

Medidas generales: Mide 30 mm de largo x 19 mm de ancho y 15 mm de altura.

Medidas organológicas. Se muestran en la Fig. 2. La cámara o canal principal de caos fue hecho con una perforación cónica con diámetro anterior de 12 mm y posterior 5 mm, además de presentar dos perforaciones laterales cónicas de diámetro externo de 7 mm e interno de 4 mm.

Distinciones: El generador de ruido bucal analizado destaca por estar constituido de un material singular, por su trabajo lapidario y porque es el primero que fue elaborado en roca de dureza media y es el más pequeño conocido.

Sistema sonoro

Desde el punto de vista organológico y de su diseño sonoro, el resonador analizado también es extraordinario y permite un examen visual y dimensional de su interior, factores importantes para su análisis y registro morfológico y reproducción. La forma cónica de las tres perforaciones es típica en el trabajo de perforado antiguo de rocas y se parece a la envolvente de la superficie externa de la punta de una bala.

El mecanismo sonoro se puede hacer con tres perforaciones en cualquier material rígido en una sola pieza; lo cual no sucede con los mecanismos sonoros de otros generadores de ruido antiguos más complejos ni con los instrumentos musicales

de viento que se tienen que hacer con dos o más piezas—. Este tipo de generador de ruido bucal no es muy conocido, y por ello no está incluido en los sistemas internacionales de clasificación organológica, ni en los registros tipológicos de artefactos arqueológicos, o dispositivos acústicos, aunque hay generadores de ruidos mecánicos y electrónicos⁸. En la Fig. 2 puede verse el boceto con las principales vistas y cortes del generador de ruido de Ilmenita. La vista del corte A-A' muestra el detalle lateral de la cavidad central resonadora y de salida del aire, así como una de las dos perforaciones laterales. La vista lateral y la perforación o canal lateral son iguales a los del lado opuesto. La vista del corte B-B' muestra el detalle de los canales laterales superior e inferior, así como de la cavidad resonadora y abertura de salida frontal, lo mismo que la abertura posterior colocada a la derecha. Ese corte B-B' se usa para ilustrar la forma de tocarlo (Fig. 3) con los tres canales o perforaciones centrados horizontalmente. La vista del corte A-A' indica que el diámetro de salida de la cavidad central o del frente es un poco mayor (9 mm.) que la posterior (5 mm.). Este sencillo boceto es original y relevante, ya que no se conocen muchos instrumentos sonoros antiguos con los datos necesarios para elaborar réplicas de la pieza original.

Funcionamiento sonoro

En la Fig. 3 se muestra el esquema de funcionamiento del sistema sonoro con el que se produce el sonido más fuerte. El resonador debe tocarse en la posición horizontal como se muestra en la vista del corte B-B' de la Fig. 2, colocado dentro de la boca, entre los labios y la lengua, que cubre la abertura circular posterior. Los elementos organológicos que conforman el sistema sonoro boca-instrumento de ilmenita son: a) El canal de la cavidad bucal, formado entre el paladar y lengua, para generar la corriente aire de insuflación; b) La cámara resonadora principal que se hizo con una perforación cónica desde el frente hasta la parte posterior y funciona como un tubo abierto; c) Dos perforaciones cónicas alineadas a la salida cara a cara, cuyo eje central pertenece a un plano

⁷ Información de la ilmenita puede encontrarse en: <http://www.uned.es/cristamine/fichas/Ilmenita/Ilmenita.htm>

⁸ Desde mediados del siglo pasado existen generadores de ruido electrónicos, que se usan para estudiar la acústica de salas y recintos. También hay generadores de ruido para la música electrónica; existen ruidos de diversos tipos: como los llamados blanco, rosa, café y negro.

vertical que coincide con el eje de la cámara principal, que también funciona como una cámara de caos. Los bordes internos de esas dos perforaciones funcionan como biseles circulares especiales, donde se parten y se generan las ondas sonoras, y; d) La cavidad bucal cerrada que se forma bajo la lengua, y el maxilar y los dientes inferiores, que actúa como un resonador de Helmholtz⁹. El mecanismo sonoro funciona de la siguiente manera: 1) La corriente de aire proveniente de los pulmones y de la cavidad bucal se introduce por el canal superior del instrumento; 2) En la salida interna del canal superior, el flujo de aire comprimido se expande, porque la cámara principal está abierta en el frente y tiene menor presión que en el interior del canal inferior. También ocurren difracciones en la salida del aire del canal superior; 3) Las ondas expandidas se dirigen hacia el otro lado de la cámara principal y hacia el bisel circular del canal inferior, generando reflexiones hacia atrás; 4) La parte más fuerte del flujo central de aire, que viene del canal superior, pasa a través del canal inferior y va hacia la cavidad bucal cerrada inferior, que actúan como un resonador de Helmholtz, compuesto por un sistema de masa (aire del canal inferior) - resorte (aire de la cavidad inferior) en serie, generando reflexiones hacia atrás, ya que no tiene otra salida; 5) Al regresar las reflexiones por el canal inferior, se generan más refracciones y difracciones dentro de la cámara principal; 6) En pocos milisegundos, la combinación de reflexiones, refracciones y expansiones de la corriente de aire, en ambas direcciones, con dos biseles circulares en un espacio reducido, genera una explosión compleja y turbulenta y una dinámica de ondas y presiones en el aire, produciendo a la salida las ondas del ruido que se muestra con virgulas, símbolo gráfico Mexicano para toda clase de seres y fenómenos ondulares, como el sonido; 7) Los sonidos generados incluyen componentes de frecuencia muy complejos (Fig. 4), que serán comentados en el apartado de “Análisis espectral”. Si se toca de otras formas, puede producir otros sonidos, por ejemplo, colocado fuera y enfrente de los labios con el aire introducido por la abertura posterior, y cerrando con un dedo la abertura frontal, los canales laterales se convierten en salidas del sonido de menor intensidad, y; 8) La presión

⁹ Nombre que hace honor al médico y físico alemán Hermann von Helmholtz (1821-1894), quien estudió los resonadores globulares que funcionan como un resorte con una masa.

neumática del aire de excitación es de 0 a 60 cm de H₂O o de 0 – 6 kPa que se puede medir con un tubo U graduado lleno de agua conectado a un tubo delgado de plástico insertado en la comisura de los labios cuando se excita el generador de ruido.

Dinámica de las ondas

Por primera ocasión, ya ha sido posible apreciar en detalle cómo funciona la dinámica de las ondas en el interior del mecanismo sonoro de los generadores de ruido, lo que se considera importante. Su sistema es muy turbulento y no se pudo simularse en computadoras, porque resulta muy complejo y genera frecuencias que superan el rango audible (20 Hz - 20 kHz), mismas que se generan caóticamente en una cámara de dimensiones muy reducidas. Para poder visualizar la dinámica de las ondas sonoras se usó un modelo experimental con una tapa de plástico colocada frente a la cámara de caos con un molde de gelatina usado como cámara de Helmholtz y una bomba de fuelle de pie — utilizada normalmente para inflar lanchas de goma—, para inyectar aire con talco en el interior del modelo a fin de filmar la dinámica resultante. El modelo experimental fue ampliado, para facilitar la toma del video con una cámara digital. Pudo observarse que el mecanismo sonoro produce una explosión turbulenta del aire en la cámara de caos, lo que genera las ondas complejas que se extienden hacia fuera y produce la sensación del ruido característico. Se estima que en un generador de ruido bucal esa explosión turbulenta se inicia a menos de un 1/100 segundo de haber iniciado la inyección del aire por el aeroducto. Las fotos de un video del experimento de pueden verse Internet (Velázquez, 2007b).

Las características audibles de las señales de los generadores de ruido bucales analizados indican que no son sonidos musicales, considerando el concepto general de la música actual, aunque algunos compositores autollamados futuristas creyeron haber descubierto su uso en el arte de los ruidos mecánicos a principios del siglo XX¹⁰. Las técnicas convencionales de análisis musical no son de utilidad en estos casos, ya que ni siquiera pueden representar bien estas señales

¹⁰ En *L'Arte dei rumori*, incluido en el Manifiesto Futurista de 1913, empezaron a incorporar ruidos a la música con aparatos mecánicos, pero creían que en el pasado no se usaban. [<http://www.uclm.es/artesonoro/elarteruido.html>]

complejas en su notación musical convencional¹¹. En general, el ruido mecánico tiene picos estacionarios y es considerado indeseable, pero es necesario conocerlo hasta para poder eliminarlo¹². Los sonidos que producen los generadores de ruido antiguos son complejos y varían en el tiempo. Pueden ser analizados con técnicas adecuadas como las acústicas, espectrales y auditivas.

Iconografía espectral

El análisis iconográfico de los componentes de frecuencias de los sonidos del resonador bucal se realizó mediante espectrogramas obtenidos con programas de computadora (Horne, 2008: 1), mismos que utilizan la Transformada Rápida de Fourier Discreta (Julios III, 2008: 1) de la señal grabada y registrada en formato digital en el tiempo, para poder mapearla hacia el espacio de las frecuencias. Los sonidos se registraron con un micrófono y una computadora personal con tarjeta de sonido, mismos que puede escucharse o bajarse desde Internet¹³. La grafica del espectrograma se muestra en la Fig. 4, donde puede apreciarse que se generan componentes de frecuencia muy complejos, aun cuando se trata de un ruido casi plano. Los niveles de intensidad máximos (en dB con crestas de las señales en negro) se dan entre 1.5 kHz y 5 kHz, pero las frecuencias generadas con alto contenido de ruido (señales en gris) cubren un rango amplio (de 0 kHz hasta más de 20 kHz). Como las señales aquí analizadas son parecidas las obtenidas mediante generadores de ruido bucales que fueron tocados y analizados previamente por el autor, ello indica que pertenece a la misma familia sonora.

¹¹ Hay formas graficas para tratar de escribir los ruidos de maquinas pero su representación es muy simple, porque sólo incluye la frecuencia fundamental o dominante, que en algunos casos no existe o se generan en gran cantidad dentro de rangos amplios de frecuencias.

[<http://www.thereminvox.com/article/articleview/116/1/31/>].

¹² En campos, como el de comunicaciones el ruido puede cubrir las señales transmitidas, pero se necesita conocerlo bien, para poder eliminarlo con filtros o disminuirlo con atenuadores; cuando se produce en la vida real y puede ser molesto como los generados por maquinas.

¹³ Los interesados en escuchar el sonido analizado espectralmente en la Fig. 4 puede hacerlo en:

<http://www.tlapitzalli.com/isgma04/ilmenita/ilmenita2.mp3>

Percepción auditiva

Es posible analizar el ruido generado en función a la capacidad de percepción auditiva. La Fig. 4 muestra los componentes de frecuencia más fuertes del ruido se generan dentro de la banda de frecuencias de mayor sensibilidad auditiva del ser humano (1-6 kHz), ya que la cresta máxima es cercana a 3-4 kHz. Eso significa que el resonador fue diseñado y construido para que el ruido pudiera escucharse bien a corta distancia, en espacios cerrados; para ser escuchados con mayor intensidad, y a distancias considerables, debía tocarse mismo tiempo un grupo de generadores de ruido similares, ya que su potencia puede incrementarse notablemente. Debido a que algunos animales tienen alta sensibilidad auditiva en una banda más amplia que los humanos, pueden escuchar los sonidos de los generadores de ruido bucales a distancias considerables, de ahí que pueden ser útiles para enviarles señales y llamarlos, para cazarlos o controlarlos.

Potencia

Se hicieron mediciones básicas de metrología acústica que pueden servir para estimar su potencia y el alcance en distancia de los sonidos del resonador. Uno de los factores esenciales de cualquier generador de sonidos es su potencia acústica radiada máxima de, cuya estimación¹⁴ para el resonador de ilmenita no es alta, ya que es igual a 0.1 Watts (99 dB a un metro y cero grados¹⁵), cuando se toca individualmente. Eso significa que para producir efectos audibles fuertes para el ser humano tendría que tocarse y escucharse en recintos cerrados como cuartos, cuevas y cavernas o a distancias no muy grandes. Si se opera un grupo de artefactos al mismo tiempo la potencia se incrementa notablemente y

¹⁴ Las ecuaciones usadas están expresadas a la derecha del signo igual en formato de MS Excel: $I = + (10^{-12}) * 10^{(dB/10)}$ y $W = 4 * \pi * I$, donde: I es la intensidad radiada en Watts/m², dB es el nivel de presión sonora medida con el sonómetro a 1 m y 0 grados, $\pi() = 3.1415\dots$ y W es la potencia acústica radiada máxima en Watts.

¹⁵ Las mediciones de presión sonora se han realizado en condiciones similares, para que sus estimaciones pudieran compararse con las de otros sonadores, pues los sonómetros miden la presión de las vibraciones de las ondas sonoras que llega a su micrófono. Las mediciones debieron hacerse en instalaciones acústicas controladas, pero no se han encontrado disponibles, para estos trabajos.

pueden producir batimentos sónicos e infrasónicos con efectos audibles especiales.

Hallazgo en San Lorenzo

En 2000, cuando se entrevistó con funcionarios e investigadores del INAH¹⁶, para informar de los resultados iniciales del estudio del generador de ruido bucal, obtuve copia de un informe elaborado por Cyphers y Di Castro (1996:3-13). El documento se refiere al hallazgo en el sitio de San Lorenzo compuesto de más de seis toneladas de artefactos líticos similares al resonador analizado, llamados “artefactos multiperforados de Ilmenita”. El contenido del documento apoya las hipótesis planteadas por el autor sobre la cultura, zona de origen, antigüedad y material del generador de ruido bucal analizado, porque son coincidentes, aunque cuando las autoras estiman que los artefactos multiperforados se usaron desde el Preclásico inferior hasta el Preclásico medio. Sobre el material, informan que Fernando Ortega Gutiérrez, geólogo de la UNAM, confirmó la identificación de una pieza de San Lorenzo y encontró inclusiones de cristales de apatita y rutilo (Cyphers y Di Castro, 1996:5). En el informe del descubrimiento proporcionan información¹⁷ y algunos datos relevantes: a) se localizaron seis piedras completas y una rota al norte del Monumento 17, una cabeza colosal localizada al este del centro sur de la península de San Lorenzo (Coe y Diehl, 1980); b) 10,000 rocas casi todas completas fueron encontradas en el “*hinderland*” de San Lorenzo, cerca de 4 km. al sur de la región central, en el sitio secundario de Loma Zapote, a un lado del río sedimentario, posiblemente del preclásico inferior; c) Cerca de 150,000 o más de 4.5 toneladas de objetos multiperforados fueron encontrados en el sitio

¹⁶ Entre ellos el Director de la Investigación y Conservación del Patrimonio Arqueológico, Norberto González Crespo y el Subdirector Jesús Mora Echeverría.

¹⁷ El texto incluye información sobre el contexto arqueológico general de los descubrimientos de San Lorenzo, pero no indica bien ni la forma de construcción ni el uso del artefacto de ilmenita. En el informe se incluye una foto (Cyphers y Di Castro, 1996:Fig.4) de las fosas 1 y 2, pero no es clara. En otro Informe del proyecto, se incluyen dos fotos de esas mismas fosas y otra fosa grande del taller/área de Ilmenitas A-4 (Cyphers, 1992:Figs. 48 y 50), pero el responsable del archivo de informes técnicos me indicó que se requiere permiso superior para su uso. También se incluyen en el informe de los “bloques de Ilmenita” (Di Castro, 1997:157 y 158, Figs. 6.2 y 6.3), que aun están en su matriz de tierra, pero esta publicación sea agotó y las copias obtenidas tampoco están claras.

“A4 Ilmenitas”, en tres concentraciones. Los sitios anteriores son zonas olmecas y; d). 2,000 rocas negras —similares al resonador— sin perforaciones, entre ellas 24 piedras quebradas y una completa con tres perforaciones) se encontraron en Plumajillo, Chiapas (Agrinier, 1989: 19-36). Así mismo, Di Castro, (1997:156)¹⁸ informa que los “artefactos multiperforados de Ilmenita” encontrados en San Lorenzo comentan que son similares al resonador aquí analizado; es decir, tienen cuatro caras burdamente regulares y dos caras cuadradas irregulares en sus extremos. Las piezas líticas varían en su tamaño y peso, desde 1.5 x 1.8 cm hasta 5.4 x 2.5 y de 9 g hasta 110 g. El tamaño promedio es de 2-3 x 1.5 cm. Cada artefacto tiene tres perforaciones que van de 0.5 a 1.5 cm de diámetro. En todas se reitera la secuencia de las perforaciones, no se detectaron piezas de ilmenita sin perforaciones.

Entre otros datos, Cyphers y Di Castro señalan que la materia prima pudo ser transportada de otras zonas, como Chiapas. Las rocas pudieron utilizarse por grupos selectos de elite, luego de trabajarse con tecnología especializada. También, comentan que los artefactos multiperforados de Ilmenita habían sido comentados por otros autores, pero que no habían sido analizados. Entre las hipótesis de su uso algunos autores proponen las siguientes: cuentas y pendientes para adorno personal, taladro para hacer fuego, pesos de redes para pesca o contrapesos para *átlal*, e incluso como martillo. Sin embargo, las autoras citadas proponen que se usaban como soportes manuales para taladros de arco y otras aplicaciones que requieren rotación como procesos de hilado y torcido de sogas. Opinan que las perforaciones se deben a que las piedras eran reutilizadas, y que las piedras completas encontradas pueden ser artefactos de desecho. Sin embargo en su informe no hay datos que permitan confirmar sus hipótesis.

El autor informó a dichas investigadoras acerca de los resultados preliminares del estudio realizado sobre el generador de ruido bucal, pero no fue posible tener acceso a los “artefactos multiperforados de Ilmenita” rescatados en San Lorenzo. Sería importante examinar una muestra

¹⁸ En Loma Zapote.... se encontraron cientos de kilos de bloques de Ilmenita... En el área A-4 Ilmenitas de San Lorenzo se hallaron tres fosas con bloques enteros de ese metal. La mayor contenía aproximadamente 4 ton de bloques enteros, otra fosa con 2 ton de bloques rotos a la mitad y la tercera fosa contenía 140 kg de bloques enteros” (Di Castro, 1997:156).

representativa para ver si tienen propiedades sonoras similares a la roca negra examinada, pero las arqueólogas no creen que exista esa posibilidad, a pesar de las evidencias encontradas y mostradas¹⁹.

En mi opinión, las funciones utilitarias no sonoras de los “artefactos multiperforados de Ilmenita”, que han sido propuestas por otros autores son posibles, pero improbables. Mi afirmación se basa en resultados de diversos análisis y experimentos lapidarios realizados con este diseño sonoro y otros similares. Para cumplir con las funciones no sonoras planteadas por otros investigadores sólo se requiere de una perforación en la roca, siendo innecesarios tanto la estructura especial de las tres perforaciones cónicas, ni el alineamiento de sus ejes centrales en un plano, que caracterizan la morfología de los generadores de ruido bucales. Esa estructura de tres perforaciones resulta indispensable para formar el corazón sonoro de los generadores de ruido mexicanos, incluyendo los no bucales. Dado que la perforación en roca dura implicaba mucho tiempo del proceso de elaboración, es improbable que los maestros lapidarios olmecas hayan realizado tal cantidad de perforaciones innecesarias²⁰, en la gran cantidad de artefactos multiperforados del hallazgo en San Lorenzo Tenochtitlan.

Parece que incluso ahora no se ha reconocido la importancia y uso original de este resonador, ya que en una vitrina de la Sala del Golfo del Museo Nacional de Antropología se muestra un grupo de rocas perforadas similares designadas en la cédula como “pequeños bloques” de uso desconocido; sin embargo al colocarse en forma de ovalo parece que las consideran cuentas de adorno (Fig. 5). En el museo de sitio de San Lorenzo²¹ también se muestra una gran cantidad de ellos, pero no se ofrece información relacionada con su posible uso; tampoco se encontró información de su registro en el inventario del patrimonio cultural de los museos

¹⁹ Sobre las propiedades sonoras de modelos experimentales del generador de ruido bucal de Ilmenita, en 2001 el autor hizo una demostración sonora en vivo a Di Castro, en el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM.

¹⁹ Si los artefactos son 150,000, las perforaciones innecesarias serían 300,000.

²⁰ Si los artefactos son 150,000, las perforaciones innecesarias serían 300,000.

²¹ Fotos y comentarios de las “herramientas de piedra negra” pueden verse en: (<http://www.delange.org/SanLorenzo/SanLorenzo.htm>)

oficiales²². Existen cerca de 300 artefactos líticos similares en una colección privada de Coatzacoalcos, Veracruz, pero a pesar de su importancia y material especial ni siquiera consideraron necesario registrarlos de manera oficial²³. Eso es una prueba más de que dichos objetos líticos no son muy reconocidos, ni siquiera como bienes arqueológicos.

Experimentos con modelos

Como se perdió todo el conocimiento sobre la construcción y uso precisos de los “artefactos multiperforados de ilmenita” y la información arqueológica consultada no incluye evidencias claras, definitivas o datos duros de sus usos originales propuestos por Cyphers y Di Castro, los únicos análisis que pueden realizarse para explorar hipótesis son de tipo experimental²⁴. En los primeros ejercicios se construyeron modelos experimentales en varios materiales como madera y barro (los dos primeros desde la izquierda, Fig. 6). Todos los modelos pueden producir sonidos similares a los del generador de ruido bucal analizado. Por tanto, es un hecho que los objetos de similar morfología y diferente material pueden generar sonidos similares aunque se consideró necesario experimentar con mayor detalle en materiales líticos para analizar las hipótesis de uso.

En la literatura sobre el México antiguo no he podido encontrar descripciones precisas sobre las técnicas lapidarias para cortar y perforar rocas de dureza media y, menos aún, las confirmaciones experimentales. Sin embargo, entre los procedimientos utilizados podría estar el uso de

²² En 2008, se consultó la Base de Datos del Inventario de Bienes Culturales del INAH de la coordinación nacional de Museos y Exposiciones, pero no se encontró información de los artefactos multiperforados de San Lorenzo que se exhiben en los museos oficiales.

²³ En los archivos de Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas del INAH se encontraron dos cédulas de piezas líticas similares de una colección privada de Coatzacoalcos, Veracruz (P. F. 115 - 905 y 906), pero desgraciadamente no se incluyeron sus datos descriptivos, porque fueron considerados “No registrables”, aunque en las fotos incluidas se muestran cerca de 300 y son más importantes y singulares que otros bienes muebles que se registraron como cientos de fragmentos de piezas de barro.

²⁴ Di Castro comentó: “A futuro llevaremos a cabo trabajos experimentales, que aunados con las próximas exploraciones en San Lorenzo, podrán dar a luz sobre este proceso de producción” (Di Castro, 1976:160), pero no he encontrado publicaciones con resultados de esos trabajos.

una punta cortadora rotatoria de madera dura, hueso, metal o roca con arena dura o abrasivo en grano, y un agente líquido como agua o material oleaginoso o grasoso, para ser usado como lubricante, refrigerante y aglutinante del grano fino de material abrasivo. También pudo haberse utilizado una punta de roca sólida de dureza igual o mayor al material a cortar, como pedernal o cuarzo. En este caso no es indispensable el abrasivo en grano fino. En ambos casos el cortador debe fijarse en extremo del eje de carrizo, otate o madera, para poder rotarlo y dirigirlo con precisión sobre la roca a perforar. La rotación puede lograrse con las dos manos: sin embargo para realizar 450,000 perforaciones, un taladro manual puede disminuir el tiempo de perforación al rotar el eje con mayor velocidad. Se han encontrado modelos de taladros manuales de varios diseños efectivos para realizar y controlar el proceso de perforado, como el de arco que usaron los carpinteros y otro que aun usan algunos joyeros.

Dado que no es conveniente hacer experimentos lapidarios en la pieza antigua y como no fue posible conseguir rocas del mineral de ilmenita en bruto, se buscó una roca de características similares como la obsidiana, que también es negra y de dureza similar (5 - 5.5 en la escala de Mohs), aun cuando no es de estructura granular (Fig. 6, centro). Para acelerar el ejercicio se usó un taladro eléctrico de 3,500 rpm y una barra de fierro con la punta redondeada como cortador. Para la perforación se utilizó carburo de silicio²⁵ en grano fino como abrasivo, agua como lubricante y refrigerante, un contenedor para retener el agua y el abrasivo, más una prensa para fijar y alinear la piedra con el cortador de fierro. El proceso de perforación se llevo 20 horas de trabajo continuo, 8 para la cámara principal y otras seis horas para cada perforación lateral. Lo anterior muestra la dificultad de hacer tres perforaciones en una roca de dureza similar a la ilmenita mediante un taladro manual²⁶. Un mejor experimento de perforación tendría que realizarse con arco manual y una pieza de ilmenita, aunque sería difícil disminuir el

tiempo; la propia dificultad de la perforación refuerza la improbabilidad de haber realizado numerosas perforaciones no necesarias.

Otro resultado importante con la obsidiana se relaciona con la superficie interna de la perforación principal, que carece de canales circulares de corte notables a simple vista, como los que se observan en la Fig. 7, lo que indica que el perforado no se hizo con un cortador de superficie redondeada y abrasivo de grano fino. En Fig. 7 es interesante observar una prueba de que las perforaciones de los dos canales laterales se hicieron después de perforar la cámara principal, porque muestra despostilladuras en los biseles o esquinas circulares en la abertura interna de los canales laterales en dirección a la cámara de caos; para evitar esas despostilladuras, solían hacerse perforaciones bicónicas, por ambos lados de la roca.

Se usaron piezas de obsidiana y de otras rocas (Fig. 8), para verificar la hipótesis de que el artefacto pudo usarse para sostener manualmente el eje rotativo del perforador. Se probó que ese soporte tendría que ser de mayor dimensión que el resonador bucal, para poder sostenerse cómodamente con una mano y durante un tiempo prolongado, como es el caso de los taladros manuales de carpinteros. También se probó que es más difícil realizar ese proceso manual de perforación, usando piedras de soporte de tamaño menor, como el resonador bucal analizado, ya que deben sostenerse sólo con dos o tres dedos, cuyos músculos son más pequeños y menos fuertes que los de la mano. Cualquier tipo de roca (Fig. 8) y hasta madera o cerámica pueden servir para hacer un soporte de un eje rotatorio. En una operación acelerada simulada (utilizando un taladro eléctrico y un palito) la fricción de la madera alisó y pulió la superficie interna del canal de la obsidiana. Como la superficie interna de las cavidades del instrumento de ilmenita no está muy pulida, ello indica que no fue usada para sostener un eje rotatorio de madera.

En otros experimentos, se perforaron rocas blandas de mármol (dos de la derecha Fig. 6), y pudo verse en todos los casos que los artefactos podían generar sonidos similares. El este caso el tiempo necesario para la perforación es de menos de una hora, con igual procedimientos y herramientas. Tal dato llevo al autor a reflexionar sobre las razones de haber seleccionado un material de mayor dureza como la ilmenita para elaborar ese instrumento. Una causa posible del uso de las rocas de dureza media es que querían que los instrumentos

²⁵ El carburo de silicio se obtiene de arenas o cuarzo de alta pureza y coke de petróleo fusionados en horno eléctrico a más de 2000 °C con la siguiente composición: $\text{SiO}_2 + 3 \text{C} \rightarrow \text{SiC} + 2 \text{CO}$. Se seleccionó por su alta dureza, ya que es cercana a 9 en la escala de Mohs.

²⁶ Experimentos recientes de perforación con arcos manuales han mostrado que pudieron ser efectivos, ya que generan velocidades de rotación similares que los taladros eléctricos.

duraran mucho tiempo, como ha sucedido con las rocas de San Lorenzo. Además, las rocas duras eran consideradas de gran valor y por ello eran utilizadas para elaborar objetos utilitarios imprescindibles para uso ceremonial, ritual o sagrados, pero hay muy pocos que muestren propiedades y usos sonoros.

El trabajo de perforación para formar el mecanismo sonoro del generador de ruido bucal debió hacerse con gran cuidado y delicadeza, pues en tal proceso se rompieron varias piezas cuando se aplicó accidentalmente mayor presión con el cortador. El diseño de la estructura del mecanismo sonoro hace que sea muy frágil en el plano de los dos ejes de perforación, ya que sólo deja cuatro columnas muy delgadas en las esquinas. Una presión interna, un golpe, tensión o el calor pueden romper la pieza en las cuatro columnas que cruzan ese plano. Esa fragilidad podría explicar la existencia de muchas rocas rotas antes de haberse terminado de perforar. Las piezas rotas rescatadas con perforaciones no terminadas pudieron romperse durante su construcción y no al usarlas, como es el caso de las piedras rotas provenientes del sitio arqueológico de Plumajillo estudiado por Agrinier (1989: 25, Fotografía 4); y su fragilidad también limita otros usos que incluyen presiones, golpes o tensiones que pueden romper las rocas perforadas, como cuando se usan como martillos y en el trenzado y torcido fibras naturales para lazos o textiles.

Se desconoce la técnica empleada para cortar o separar las piezas de un bloque de piedra, aunque es posible que ya existieran preformadas en la naturaleza. Se han encontrado cubos de rocas similares en superficie de un sitio de Oaxaca, más cercano a San Lorenzo que Plumajillo, localizado al lado de un afluente del Río Coatzacoalcos²⁷.

Estudio de arqueometría

Jones y colaboradores (1978: 128-142) realizaron análisis de fotomicroscopía, espectroscopia de fluorescencia de rayos x, de

²⁷ Benina Velázquez O. me comentó que en una pendiente cercana al poblado Peña Blanca, municipio Santa María Guienagati, Oaxaca, se encontraba en superficie una gran cantidad de cubos de rocas negras similares al instrumento de Ilmenita, pero sin perforaciones y sin estar redondeados. Ese poblado se localiza cerca del Río Sarabia, afluente del Río Coatzacoalcos, pero no se ha confirmado si los cubos similares son de Ilmenita (comunicación personal, 2008).

microprueba de electrón y de magnetometría, para examinar varias “cuentas” olmecas provenientes de superficie de San Lorenzo y algunas muestras de mineral de Plumajillo. Señalan que las rocas están compuestas principalmente de ilmenita, material más duro que la obsidiana; las cuentas tienen perforaciones penetrantes múltiples, realizadas con una herramienta rotativa, como muestran las huellas circulares en la pared de las perforaciones; las “cuentas” probablemente fueron perforadas con algo más duro que la obsidiana, posiblemente usando arena de cuarzo como abrasivo en la punta de una herramienta de madera; el contenido del mineral de Plumajillo y las dos cuentas examinadas son similares en cuanto a sus elementos químicos, dado que el contenido de óxido de hierro de las dos muestras del mineral fue de 55.74 y 55.38% el de titanio de 42.15 y 42.24%, por lo que pueden provenir de la misma fuente; se requirió de trabajo excesivamente curioso, y las bellas “cuentas” de mineral de hierro trabajadas sugieren el alto valor del mineral de hierro. Comentaron que su uso por los olmecas es un misterio, aunque opinan que su dimensión reducida dificulta que sean usadas como soporte manual de un eje perforador de arco²⁸, lo que coincide con los resultados obtenidos por el autor.

Otros resonadores bucales

Se dispone de evidencia iconográfica para demostrar que los generadores de ruido bucales pudieron utilizarse en el valle de México. En el Códice Florentino (Sahagún, 1979: Libro I, Párrafo 7, f. 70) incluye un bien sonoro similar a los resonadores bucales, el cual se muestra en la esquina superior izquierda de la pintura de los instrumentos del *Mizcoacalli* (Fig. 9a). Otros investigadores han dado a conocer dispositivos antiguos similares, y aun cuando fueron identificados con diversos nombres, prueban su existencia y uso en varias zonas del México

²⁸ “Another possibility promoted by Ann Cyphers Guillen is that the bead could have been used as a capstone to guide a stick as it was used in a bow drill to drill other stone or wood. However, the fact that the large holes penetrate all the way through the beads argues against their use as capstones for bow drills since this penetration would leave the holding hand unprotected. the material is too hard to be cut by a wooden drill alone (without abrasive) furthermore the beads are too small to be used effectively with bow drills and have multiple holes not just one these observations argue against the bow drill capstone hypothesis.” (Jones et al., 1998:176).

antiguo. El primero en estudiar tales dispositivos fue el ingeniero José Luis Franco que los llamó “de muelle de aire”; publicó el dibujo de un “silbato bucal de roca” (Fig. 10) encontrado en Cutá, Guerrero (Del Río, 1962: A). Franco publicó otro dibujo (Fig. 9d) de un “silbato azteca” de la zona del Golfo (Franco, 1971: 20). El profesor Otto Schöndube dio a conocer unos instrumentos de hueso (Fig. 9b) (Schöndube, 1968: 91-92) y morfología similar, hoy bajo resguardo resguardados en el Museo Regional de Guadalajara; dijo que tal vez son originarios de Michoacán, que quizá fueran utilizados por los primeros pobladores de la zona que vinieron del norte y se usaron como gamitaderas o llamadores de animales. Otros objetos de barro similares (Fig. 11), provenientes de la rivera del Lago de Chapala, han sido exhibidos en una vitrina del mismo Museo Regional de Guadalajara como “silbatos de boca”. En un libro sobre artefactos sonoros del Occidente de México se incluye una “ocarina” de hueso (Fig. 9c) muy similar, proveniente de Araró, Michoacán (Dájer, 1995: 56) y clasificada como lanzadera de telar. Guillermo Contreras publicó un dibujo del corte longitudinal de un “silbato sin cámara propia” (Fig. 9e) del Occidente y Oaxaca (Contreras, 1988: 61). Desgraciadamente, de ninguno de esos resonadores bucales, se han encontrado sus sonidos o sus análisis detallados.

En la consulta a la Base de Datos del Inventario de Bienes Culturales del INAH se encontraron nueve fichas con 30 silbatos bucales similares²⁹ (de hueso y barro) del Occidente, bajo resguardo en el Museo Regional de Guadalajara, lo cual confirma que eran muy usados en esa zona. Hasta hace medio siglo, los niños de pueblos rurales jugaban con un generador de ruido similar — construido con una corcholata (tapa metálica de refresco o cerveza) aplanada, doblada y perforada con un clavo (Fig. 12, izquierda) — al descrito en el estudio de mi primer silbato o *ehcachichli* de metal (Velázquez, 2000b) y que los adultos lo usaban para propósitos de comunicaciones en el campo. El conocimiento temprano de esos sonadores bucales me ayudó a identificar posteriormente otros del mismo tipo. Es posible que estos sonadores se hayan usado en otras zonas, ya que en Francia se encontró un “*sifflet en pierre*”

²⁹ Las fotos de las fichas proporcionadas por la Subdirección de Inventario del Patrimonio Cultural, de la Coordinación Nacional de Museos y Exposiciones del INAH no se incluyen aquí, porque son de tamaño muy reducido.

(Armengaud, 1984: 81)³⁰ hecho de piedra blanda (Fig. 7f), y en Bélgica se usaban dispositivos similares (Doize, 1938:177-178)³¹. En dibujo de un “silbato de piedra” puede verse en una página web española referida por (Payno: 2008: 1); así mismo un silbato de diseño industrial muy similar al de corcholata (Fig. 12 derecha)³² se ha patentado³³ y se usa entre los pastores para controlar perros ovejeros, y en los países de habla inglesa lo llaman “*shepherd’s whistle*”. Ya se han estudiado las señales especiales usadas como lenguaje entre los pastores (Corinas y Carreiras, 2005), pero se desconocen los datos organológicos precisos para poder analizar los dispositivos con modelos, como tampoco se conocen los sonidos de los generadores de ruido bucales antiguos publicados por otros autores. Hemos identificado/analizado otros que resultan singulares, por estar hechos de rocas; y aun cuando muestran diferencias en su morfología y dimensiones, en relación con el resonador de ilmenita, son parte de la misma familia organológica y sirven para conocer un poco más su distribución geográfica y cultural.

Resonadores de San Juan Raya

En 2004 se analizaron dos artefactos de roca que fueron encontrados en San Juan Raya, municipio de Zapotitlán Salinas, Puebla. Antonio Porcallo Michelini, investigador del INAH, informó del hallazgo y me invitó a examinarlos, para determinar si se trataba de generadores de ruido bucales, lo que se hizo. El primero de ellos fue

³⁰ El silbato de piedra blanda se usaba principios del siglo XX y se usaba para transmitir señales en el Valle de Verdon cerca de Alos, Francia. Armengaud comentó que en Turquía los niños hacían silbatos similares de tapas de botellas, dobladas cerca de 30 grados y perforadas con un clavo a un tercera parte de la esquina doblada. La información de silbato de Verdon fue enviada por Uli Wall de Alemania (<http://www.windmusik.com/>).

³¹ Doize informa de silbatos similares hechos con una piedra blanca “*dol blanche a gauche*”. Se usaban en la provincia de Luxemburgo. En el “*Musée de la Vie Wallone, à Liège*” había siete silbatos de la misma clase. Los campesinos los usaban para señales que llegaban muy lejos, de dos a cinco kilómetros de distancia. Esta referencia también fue proporcionada recientemente por Uli Wall.

³² El silbato ovejero me lo proporciono Marion Vomend y lo adquirió en California, EUA. Otro igual me lo mando Hilary Kerrod de Nueva Zelanda. En Inglaterra, y Escocia, desde principios del siglo XX lo usan los entrenadores de perros ovejeros como el *Border collie*.

³³ Lo han podido patentar e industrializar, como otros diseños sonoros antiguos, porque no se han registrado en las bases de datos de patentes existentes.

hecho de mármol (Fig. 13). Al frente muestra un mecanismo sonoro roto y tiene otro completo en el lado posterior; fue encontrado por el guía Pedro Guadalupe Miranda Pacheco en el sitio Z56 Terrazas Paso del Coyote, entre los cerros Campanario Ometepec y de la Hierba; fue posible grabar sus sonidos. El segundo es de una piedra verde oscura jaspeada, parecida a la serpentina (Fig. 14), y fue localizada Silvano Reyes Hernández en el Llano de Tierra Colorada. Produce sonidos, pero no pudieron grabarse, por no llevar una grabadora cuando pudo examinarse. Un tercer artefacto fue encontrado por Blas Román Castellón Huerta, investigador de la Dirección de Estudios Arqueológicos del INAH, en el sitio Z91 Agua de Burro II. Es una piedra gris clara que parece caliza pero más dura (Fig. 15), y sus características ya fueron dadas a conocer (Velázquez y Castellón, 2007), y se registró ante el INAH. Los actuales popolocas ya no usan ni reconocieron dichos resonadores, y como fueron encontrados en superficie, no han podido datarse de manera exacta, pero Castellón estima fechas para el sitio Z56 de 700 – 1100 d. C.) y de 400/800 a 1200/1550 para el sitio Z91. También fueron encontrados restos de cerámica de superficie, indicativos que se trata de una zona de influencia, olmeca, actualmente habitada por popolocas. Los sitios Z54 y Z91 sólo se han explorado en su superficie, y como los resonadores carecen de pintura y otros rasgos ornamentales, ni se conocen otros objetos asociados o datos arqueológicos, se desconoce su posible uso antiguo. Ni siquiera se sabe siquiera cómo se llamaban; aunque Miranda informó que un silbato en Popoloca se llama *Totó*. Los generadores de ruido popolocas se dieron a conocer en otro documento electrónico (Velázquez, 2004). La forma de los artefactos se asemeja a un paralelepípedo recto y aplanado, se distingue porque su resonador no es una perforación cónica, pues la cámara generadora de caos y ruido parece una ranura hecha con una herramienta de corte con la forma de un “disco volador”. Las dos perforaciones sonoras son cónicas, muy similares a los del instrumento de ilmenita aunque más pequeños, colocados cara a cara con su eje central perpendicular al plano del centro de la cámara resonadora. No son piedras duras, ya que el mármol y la serpentina tienen 4 y 5 grados en la escala de Mohs. Algunas de las dimensiones de los resonadores son similares a las que presenta el de ilmenita; por ejemplo, el diámetro de los canales bicónicos de los generadores de ruido de mármol serpentina y

caliza es de 7, 6 y 6 mm., y el ancho exterior de la ranura es de 5.5, 4 y 6 mm, respectivamente, similitudes que podrían indicar que entre los maestros de San Juan Raya existió una relación de conocimiento en esta tecnología. Cuando algunos Popolocas escucharon los sonidos de los generadores de ruido bucales líticos de su región, comentaron que eran similares los producidos por la llamada lechuza de campanario o *Tyto alba*³⁴, en tanto otros dijeron que parecían los de una víbora chifladota. Porcayo informó que cuando se tocan modelos de los generadores de ruido las víboras se alejan. La forma de tocar estos sonadores de ruido es un poco diferente, ya que la lengua se debe colocar en la superficie inferior sin cubrir la perforación sonora.

Resonador del Cerro de las Minas

Gonzalo Sánchez informó que en varias zonas de Oaxaca se han encontrado generadores de ruido similares a los encontrados en San Juan Raya. Uno de ellos corresponde a dibujos de un informe y notas de archivo de un proyecto de Gregory Pereyra. Se trata de resonador de piedra encontrado como ofrenda en una sepultura de un sujeto en el Cerro de las Minas, Huajuapán, Oaxaca (Objeto 2, Sepultura 3). Dado que el dibujo muestra la escala, calculo que sus dimensiones aproximadas son 4 x 2.5 x 1 cm y corresponde a la fase *Nudee* (300 a.C.- 200 d.C.). En relación al artefacto, Pereira señala que “un objeto de adorno en piedra de color beige se encontraba aproximadamente a 10 cm., al este de la mano. Se trata de un paralelepípedo que presenta diversas perforaciones y de los cuales algunos ejemplares incompletos eran ya conocidos en el contexto no funerario” (traducción del autor) (Pereira, 1992: 60-61).

Es importante señalar que fueron encontrados otros artefactos sonoros similares incompletos, y que el objeto descrito por Pereira pudo haber estado en la mano del sujeto. Encima del esqueleto y cerca del objeto se encontraron fragmentos de mica. Por la importancia del objeto, es recomendable localizarlo en las bodegas de resguardo, para analizarlo

³⁴ La lechuza *Tyto alba* es de las más propagadas y pertenece a la familia de las *Tytonidae*. Se distingue por su disco facial con forma de corazón y partes ventrales muy blancas en T. Produce una gran variedad de sonidos como los de algunos generadores de ruido bucales.

directamente³⁵. Se cree que estos resonadores son muy antiguos, pero el objeto del Cerro de las Minas es el primero de tales artefactos que ha podido encontrarse en un contexto arqueológico bien determinado, y en un entierro. El funcionamiento de los modelos experimentales (Fig. 16) realizados en mármol, —con diámetro del canal bicónico de 1 mm— es muy parecido a los resonadores de mármol y de serpentina de San Juan Raya. Para operar estos generadores de ruido bucales, la lengua puede colocarse abajo del modelo, aunque en el modelo del objeto encontrado en el entierro también puede colocarse en su parte posterior. Los sonidos generados son como silbidos con ruido de intensidad considerable y es posible generarlos en un rango de altura variable, periódica e intermitente al ir cerrando y abriendo gradualmente el canal inferior con la lengua, así como otros más complejos, si se excita con vocalizaciones y se forma un resonador variable en volumen con las manos en el frente de la abertura de la cámara de caos. Los sonidos pueden alterarse, si se intercambia el canal superior usado para la entrada del aire, con el del lado inferior. Experimentalmente, se ha comprobado que pequeñas variaciones en las dimensiones del mecanismo sonoro de este diseño pueden alterar los sonidos producidos; otro modelo experimental con un diámetro un poco mayor de los canales bicónicos (2 y 3 mm.), los sonidos generados resultan diferentes. Lo más interesante del resonador del Cerro de las Minas es que fue localizado en un contexto funerario antiguo, lo que sugiere su relación con la muerte, sus rituales y con el viaje al otro mundo. Es por ello que podría designarse como generador de ruido bucal de la muerte, y formaría parte de un nuevo campo muy especializado de investigación: arqueología sonora de entierros o sepulturas. Como el periodo al que pertenece dicho resonador está bien determinado, su morfología, dimensiones y función sonora pueden servir como testigo tecnológico y cultural, a fin de ser correlacionado con objetos similares de otras zonas. Por ejemplo, la fase estimada de los sitios popolocas de San Juan Raya es posterior, pero como no hay evidencia arqueológica que pruebe la fase temporal de los resonadores bucales de esa zona, porque fueron encontrados en la superficie, podrían pertenecer a una fase anterior.

³⁵ Sánchez no ha podido localizar el objeto 2, entre los objetos rescatados de la Sepultura 3, para ser analizado.

Se ha visto que los materiales líticos para construir esos generadores de ruido abundan en la zona. El diseño especial muy similar indica que existió una relación de conocimiento o comercio y uso de esa tecnología sonora muy especial entre los pueblos de esas dos zonas, aunque también existe la posibilidad de que haya sido producto de uno de ellos, por su cercanía y traslape regional y porque se localizan en un corredor muy transitado en el pasado.

Resonador del Barrio de la Cruz.

Pereyra informó de otro objeto lítico similar, encontrado en Barrio de la Cruz, San Juan del Río, Querétaro, relacionado con ritos funerario, y que fue dado a conocer por Fernando González Zozaya: “Se trata de una representación zoomorfa, tallada en un fragmento de piedra volcánica” (González, 2003. Procede de cribas de remoción de zanjas de la ofrenda 3 que es la más dañada. Junto a dicha ofrenda, compuesta de seis vasijas, se localizaron la osamentas de un hombre y una mujer, separados por un espacio de 3-5 m). La exploración corresponde a un rescate arqueológico realizado en noviembre-diciembre de 1999. González informó (comunicación personal de 2007) que este contexto funerario está datado en 700 d.C. - 900 d.C., pero al haber encontrado objetos de rellenos y espacios recuperados, los artefactos antiguos encontrados pueden pertenecer a un periodo temporal más amplio (500 d.C. – 1500 d.C.). Como el resonador no pudo contextualizarse de manera adecuada, bien podría corresponder a un periodo cultural aún mayor. Se supone que el material cribado, que también incluye otros objetos como cuentas en concha, puede estar asociado al contexto funerario, pero es imposible comprobarlo porque los objetos encontrados no constituyen un contexto adecuado debido las zanjas, rellenos y los espacios reutilizados. Es el primer resonador bucal antiguo con una representación zoomorfa en su exterior. Eso es interesante, ya que los generadores de ruido bucales pueden producir sonidos semejantes a los de varios animales, y se cree que pudieron usarse como llamadores (gamitaderas) o para producir reclamos a fin de atraer la posible presa. De manera experimental, se ha comprobado que el diseño sonoro de los resonadores bucales puede construirse muy bien dentro de las cabezas y cuerpos de objetos zoomorfos y antropomorfos. El resonador (Fig. 17) fue analizado en la oficina de Juan Carlos Saint-Charles, del Centro INAH de Querétaro, y se

comprobó que puede producir sonidos fuertes, dado que es el de mayor potencia de los que se han examinado. Los resultados del estudio ya se dieron a conocer en Internet (Velázquez, 2007).

Análisis sonoro

A la derecha de la grafica comparativa (Fig. 18) se muestran cuatro espectrogramas de sonidos cortos de los generadores de ruido bucales de roca examinados directamente: el instrumento de ilmenita, los popolocas de mármol y de roca gris y el de piedra volcánica³⁶. Los cuatro sonidos tienen frecuencias de ruido similar, lo que confirma espectralmente que pertenecen a la misma familia ruidosa; sin embargo, muestran algunas diferencias en cuanto a rango de frecuencias y la altura e intensidad de las crestas más fuertes, generadas por las variaciones de estructura y dimensión de sus corazones sonoros. La presión sonora, medida con un sonómetro a un metro y cero grados, es de 99, 97, 93 y 110 dB, que equivalen a una potencia acústica radiada máxima de 0.1, 0.063, 0.025 y 1.26 watts, respectivamente. Esa comparación espectral y de potencia, permite determinar ciertas diferencias entre los sonidos de cada uno de los cuatro generadores de ruido bucales examinados. El sonido más fuerte es de la piedra volcánica perforada y el más bajo es el de roca gris. El nivel de potencia indica que los sonidos pueden escucharse en un radio de hasta 200 metros en plazas o recintos ceremoniales. Es interesante observar que las frecuencias fuertes de los sonidos analizados se dan en el rango de mayor sensibilidad auditiva de los humanos (1 kHz - 6 kHz), lo cual explica su impacto audible considerable, y por ello los diversos animales los podrían escucharlos a una gran distancias de su punto de emisión.

Usos posibles

Aunque no ha sido posible determinar el uso original de estos resonadores antiguos, se encontraron diversos indicios significativos, que permiten presentar algunas hipótesis de trabajo para investigaciones posteriores. Se piensa que el más probable es de tipo onomatopéyico, ya que se ha constatado que sus sonidos se asemejan a los de algunos animales y es posible que se hayan utilizado para imitarlos, con objeto de

³⁶ El archivo con los cuatro sonidos cortos analizados en el espectrograma pueden bajarse de: <http://www.tlapitzalli.com/isigma04/ilmenita/4rocas.mp3>

cazarlos o representarlos en ceremonias o ritos. En este sentido, el indicio más importante y preciso corresponde al proporcionado por los popolocas, quienes asociaron su sonido con la llamada lechuza de campanario que aun vive en su ecosistema y en otras zonas. Para examinar tal semejanza se analizaron los sonidos grabados de esa lechuza común *Tyto alba*, misma que puede emitir diversos sonidos que varían en función de su edad y sexo. Espectralmente pudo comprobarse que el sonido de la lechuza pequeña (Brinzal, 2008: 1) —cuyo espectrograma se incluye a la izquierda de la grafica comparativa de la Fig. 18— se asemeja al producido por varios generadores de ruido bucales. Este resultado confirma la semejanza entre ambos tipos de sonidos y que, por lo tanto, los resonadores pudieron usarse para imitar a la lechuza. También muestra la utilidad de estudiar los sonidos de los animales de la fauna mexicana con el propósito de reconocer, al menos en parte, algo del espacio sonoro de nuestros remotos antepasados y su relación con entornos como la cacería³⁷. En ese sentido puede señalarse los relatos del uso de voces *tahui* hacia las cuatro partes del mundo para cazar venados (Ruiz de Alarcón, 1892: 84), al igual que los petroglifos de instrumentos sonoros en rituales de cacería de venados, como es el caso de unos de megáfonos (Mountyoy, 1999: 62 y 63) del Cañon de Ocotillo, Jalisco, y que datan aproximadamente de 300 d.C. En nuestros días aun existen gamitaderas o llamadores de animales³⁸ como los utilizados para cazar venados *Mazama gouazoubira* en la zona maya (Boddington, 1999: 78).

Los generadores de ruido bucales encontrados en entierros sugieren un uso funerario o mortuorio, en una fuente documental se menciona un instrumento utilizado al momento de sacrificar a los esclavos de un banquete: "...tocaban un instrumento que se llamaba *chichili*, que decía *chich*, (y el tocar) este instrumento era señal para que les arrancaran los cabellos del medio de la cabeza" (Sahagún, 1997: 512). Se obtuvo un

³⁷ No sólo los restos de animales recuperados de sitios arqueológicos pueden analizarse, ya que aún subsiste una gran cantidad de ellos que con sus voces pueden decirnos algo de los gustos sonoros de nuestros antepasados. Sus sonidos actuales son iguales a los que producían sus ancestros.

³⁸ En el mercado, existen muchos tipos de llamadores para atraer distintos tipos de animales, los cuales están destinados a reproducir sonidos que estimulan diversos instintos como pueden ser hambre (depredadores), compañía (venado, jabalí, gansos, guajolotes, patos), propiedad territorial (ciervos, jaguares) y otros.

espectrograma comparativo (Fig. 19), en el que puede apreciarse la similitud entre el sonido del modelo de generador de ruido bucal y de las voces de la palabra *chich*. Esta relación ya se había examinado esta relación sonora con otro tipo de generadores de ruido como el de embocadura tubular, también llamado silbato de la muerte, pero la similitud es mayor con el bucal, ya que es más versátil la forma de excitarlo. Dicha relación se han reforzado y enriquecido congruentemente con otras fuentes documentales e iconográficas; por ejemplo, uno de los significados de la palabra *chichtli* es lechuza (Téllez, 1999: 1) y otro es mochuelo (pollo de lechuza o tecolote, que a veces se confunden) o silbato con el que jugaban los niños (Rémi, 1977: 98). Al *chichtli* también se le llamó *chichilitli* (Sahagún, 1997: 928). Es bien sabido que la lechuza es uno de los animales de la noche, y por ello reviste un significado muy rico y hasta misterioso en la mitología antigua. La lechuza aparece asociada con conceptos antiguos importantes como *Iztli* y *Mictlantecuhli* (muerte), ya que se le consideraba su mensajera y se le llamaba *Yautequiua*, en tanto emisaria del señor y la señora del infierno (Sahagún, 1997: 273). También aparece asociada al enigmático y poderoso concepto de la noche, y al espejo humeante *Tezcatlipoca*. En varias páginas de internet se la referencia a un texto sobre un silbato que puede ser un generador de ruido antiguo: “La fiesta más importante consagrada a *Tezcatlipoca* era el *Tóxcatl*, que se celebraba en el quinto mes. En esa ocasión se le sacrificaba un joven honrado como representación del dios en la tierra, guarnecido con todos sus atributos, entre ellos un silbato, con el que producía un sonido semejante al del viento nocturno por los caminos”³⁹.

Los sonidos de los generadores de ruido bucales se parecen a los de algunos venerados fenómenos de la naturaleza, entre ellos el del viento, por lo que también pueden asociarse a *Ehecatl*, quien a su vez se relaciona íntimamente con otros personajes mitológicos importantes como *Mictlantecuhli*. En varias de sus representaciones duales se muestran unidas por la espalda —como las de las láminas 53 y 74 del Códice Borgia—, y en otras se relacionan con *Quetzalcoatl*. El pico de *Ehecatl*, con el que se

cree barría las nubes de los cielos para que lloviera, tiene la forma interna del corazón sonoro de los generadores de ruido. Si el aire o el viento se usaban en ceremonias o rituales, esos resonadores pudieron utilizarse para imitarlos, ya que los fenómenos naturales no están sujetos a la voluntad humana.

Aunque no tienen perforaciones tonales, es posible cambiar la altura de los sonidos, si se forma un resonador variable con las manos en el exterior y alrededor de la boca. También se puede alterar la altura y el timbre de los sonidos, si se cambia el ángulo del generador de ruido al ser tocado. Se ha visto que los sonidos y efectos más complejos de los aerófonos y los sonadores de viento se generan cuando se aprovechan todas las posibilidades acústicas del sistema fonador humano acoplado, como sucede, por ejemplo, cuando a las insuflaciones se agregan vocalizaciones, vibraciones de la lengua o fonemas especiales como los plosivos.

Se ha constatado que los sonidos de dichos instrumentos sonoros pueden producir efectos especiales, si se tocan dos o más al mismo tiempo. La gran cantidad de artefactos multiperforados de ilmenita encontrados en un sitio posibilita que se hayan podido usar en grupos. Los sonidos de dos modelos experimentales tocados al mismo tiempo resultan dos veces más fuertes e más impresionantes que cuando se tocan individualmente, y se parecen más a los que producen los vientos fuertes. Se estima que si se opera un grupo reducido de los artefactos multiperforados de Ilmenita pueden producir efectos audibles muy fuertes y de gran impacto auditivo, como el de los batimentos o sonidos fantasmas generados dentro del cerebro, por las distintas dimensiones de los mecanismos generadores de esos dispositivos. Si esas diferencias son pequeñas, los batimentos pueden ser infrasónicos (con sus frecuencias fuertes abajo de 20 Hz). Los batimentos infrasónicos pueden producir efectos especiales en el ser humano, entre ellos estados alterados de conciencia o sinestesia, como los generados por los vasos silbadores peruanos cuando se toca un grupo al mismo tiempo (Garret y Statnekov, 1977: 449-453). Estos generadores de ruido pudieron usarse para inducir estados alterados de conciencia, quizá con propósitos terapéuticos, y sus efectos podrían aumentar al escucharse en espacios cercanos o cerrados. Si bien los batimentos infrasónicos no resultan audibles para ser oído humano, sí generan sus efectos especiales en el cerebro. Es por ello que existen técnicas de audio que utilizan dos señales

³⁹ No he podido encontrar la fuente documental original de ese texto, aunque se localizó otro similar en inglés relacionado con la misma fiesta de *Tóxcatl*: “He carried also the whistle symbolical of the deity, and made with it a noise such as the weird wind of night makes when it hurries through the streets” (Spencer, 1913:1).

estereofónicas, ruido blanco o algún otro ruido natural como fondo, para generar batimientos infrasonicos en el cerebro y ayudar a mejorar la salud física y mental de las personas (Monroe, 2008: 1). Esas aplicaciones parecen mágicas, pero no son muy conocidas en nuestro medio y no se han encontrado interesados en apoyar su investigación formal, aunque ya se impartió una conferencia sobre los infrasonidos a investigadores de psiquiatría (Velázquez, 2008).

Recomendaciones

Entre los trabajos relevantes a futuro está el de analizar los artefactos multiperforados de ilmenita de San Lorenzo Tenochtitlan, para ver si tienen propiedades sónicas similares al generador de ruido de ilmenita aquí estudiado. Se estima que esa hipótesis es muy probable, al menos, para la mayoría, como las que caben entre los labios de la boca para ser operados⁴⁰, dado que su morfología parece coincidir con el mecanismo sonoro del artefacto metálico analizado, del que ya se mostró que sí tiene propiedades sonoras bien determinadas. El descubrimiento de una cantidad masiva de objetos líticos similares da más importancia a los estudios sobre sus propiedades sonoras y sus posibles usos, ya que no se ha encontrado en la literatura otro objeto arqueológico de roca rescatado en tal cantidad. Sería importante investigar la hipótesis sonora de los “artefactos multiperforados de Ilmenita” encontrados en San Lorenzo, pues de confirmarse su capacidad para producir señales como los de los generadores de ruido antiguos, el concepto cultural y tecnológico acerca de los olmecas podría ser revalorado, pues confirmaría su dominio de tecnologías organológicas y acústicas tan especiales que no han sido reconocidas en la literatura. La posibilidad de su uso sonoro se ha incrementado, por el descubrimiento de varios generadores de ruido bucales líticos mexicanos con mecanismos acústicos y sonidos similares.

Es recomendable tratar de aplicar todas las técnicas de micro análisis disponibles para ver si es posible encontrar pequeñas cantidades de material reconocible, trazas mecánicas o signos sobre el posible uso o de tecnología de

⁴⁰ Para probar los artefactos multiperforados de ilmenita sin introducirlos en la boca, podrían excitarse con un tubo acoplado para introducir insuflación o aire a presión de un tanque y con un resonador de Helmholtz unido a la pieza, adaptado con una prensa o pinza durante el experimento.

construcción. Se podrían realizar experimentos lapidarios con diversos métodos, tipos de cortadores y materiales abrasivos para ver si es posible encontrar en las superficies trabajadas rastros semejantes de su perforación lapidaria. Para ello se solicitó apoyo de Emiliano R. Melgar Tisoc, quien analizó con microscopio electrónico las superficies del generador de ruido de ilmenita. En su informe de resultados, señaló no haber encontrado rasgos microscópicos de corte similares⁴¹ y proporcionó dos micrografías, una a 100 X (Fig. 20) y otra a 1000 X (Fig. 21), que muestran superficies de la cámara de caos.

Con un microscopio binocular a 450 X, se vio que la roca sonora tiene inclusiones de apatita y rutilo, identificados por Regino Trinidad y Manuel Escalante en el Laboratorio de Mineralogía General de la Escuela de Ciencias de la Tierra del IPN, en 2008. Eso indica que puede ser similar a la analizada de San Lorenzo, por Fernando Ortega y, por lo tanto, tener propiedades similares. También se vio que en las superficies de las perforaciones hay granos de roca blanca, mismo que pudo usarse como abrasivo en las perforaciones. Los descubrimientos anteriores fueron confirmados por Pedro Vera usando un microscopio del Laboratorio de Petrografía de la misma escuela.

Atendiendo una consulta, sobre el material y posible origen de la roca negra, así como si pudieran existir ríos con cantos rodados de ella para su posible recolección, Ortega me informó que el material de la roca que analizó es nelsonita (ilmenita±apatita±rutilo±zircon)⁴², un tipo litológico característico y exclusivo de las rocas precámbricas del Complejo Oaxaqueño del sur de México, pero no se sabe el origen exacto de su posible recolección⁴³.

⁴¹ Melgar comentó sobre el resultado de su análisis: “Los rasgos que presenta no se parecen a ninguna de las herramientas que he probado, como buriles de obsidiana y pedernal, y con carrizo los siguientes abrasivos: arena, polvo de obsidiana, polvo de pedernal y ceniza.”

⁴² La Nelsonita es una roca ígnea intrusiva que se identificó inicialmente en el Condado de Nelson, Virginia y está compuesta principalmente de Ilmenita (70%) y Apatita (25%) + otros minerales (5%) (Sweet, 1982:8). En ocasiones, puede incluir Rutilo.

⁴³ “Aunque Ann Cyphers mencionó un sitio adicional de explotación de esa roca cerca de Cintalapa, Edo. de Chiapas, hemos buscado el sitio sin encontrarlo y no creo que realmente exista, porque ahí solamente se ven granitos del Triásico-Permiano. La roca nelsonítica abunda en los Valles centrales de Oaxaca y se extienden sus yacimientos casi hasta la costa del Pacífico, cerca de Puerto Ángel, donde se explota el mineral de rutilo procedente de nelsonitas. En Veracruz

Se recomienda analizar la pieza mineral con técnicas científicas de microscopía electrónica, aunque se ha visto que eso no es sencillo de lograr porque: no se han encontrado administradores o investigadores que quieran ayudar a estudiarla; los laboratorios especializados cobran por sus servicios o están muy ocupados en atender trabajos internos, y; se requiere de un permiso para cada uno de los traslados, debido a que el objeto ya fue registrado oficialmente ante el INAH, como un bien arqueológico (No. P. F. 4020-2). Sin embargo, a pesar de las limitantes existentes, ya fue posible hacer el primer análisis microscópico para conocer y caracterizar la morfología y química básica de la ilmenita sonora. (Velázquez, 2011)

Los maestros que recolectaron, diseñaron, trabajaron y usaron esos extraordinarios instrumentos líticos desde hace tres milenios, dominaban una tecnología que ahora no es sencilla de reproducir. El conocimiento de los olmecas era tan avanzado, ya que lo que sabían de esas rocas sonoras de ilmenita lo desconocemos⁴⁴. Si bien, los trabajos experimentales sobre construcción de modelos sonoros han permitido explorar posibles procedimientos de tecnología antigua, usando materiales de la naturaleza, los detalles podrían darse a conocer en otro documento.

Si se reconoce que los “artefactos multiperforados de Ilmenita” de San Lorenzo son generadores de ruido, la siguiente duda a dilucidar se refiere a su posible uso original. Es posible realizar experimentos con un grupo de tales artefactos, para determinar sus efectos en

no hay posibilidad alguna de encontrarse yacimientos *in situ*, y veo difícil que los ríos lleven ese material hacia el Golfo de México, porque casi todo el Complejo Oaxaqueño drena a la cuenca del río Atoyac-Verde que desemboca en el Océano Pacífico. Solamente una parte muy pequeña del Complejo Oaxaqueño expuesta en el Cañón del Tomellín podría suministrar cantos de nelsonitas a la cuenca del río Papaloapan. En la región de la Mixtequita, Oaxaca, en cambio, es drenada en su totalidad hacia el Golfo de México, y ahí si existen rocas semejantes a las del Complejo Oaxaqueño, pero no se les ha encontrado nelsonitas. Sin embargo, es muy probable que si existan y ser una fuente adicional para algunos de los materiales nelsoníticos encontrados en las culturas prehispánicas del Golfo” (comunicación personal de 2008).

⁴⁴ Los olmecas supieron dónde encontrar y transportar la materia prima del mineral de ilmenita; su conocimiento les permitió procesar lapidariamente cerca de 150,000 objetos, con tres perforaciones; utilizaron los artefactos sonoros elaborados y los enterraron. Ahora, no sabemos siquiera cómo poder repetir eso, ni porqué o para qué, lo hicieron.

humanos, ya que sólo se requiere operarlos al mismo tiempo; sin embargo deben llevarse a cabo con rigor y cuidado, pues los infrasonidos pueden ser peligrosos y afectar la salud. Además de que resulta más costoso realizar la investigación, que trabajar con los infrasonidos y sus efectos en los seres humanos es una actividad muy restringida, pues con base en esa tecnología pueden crearse armas letales o que dañan al ser humano⁴⁵, aunque se empiezan a publicar artículos del tema (Fernández, 2007).

Este documento muestra que las herramientas y técnicas descritas pueden ayudar a analizar sonadores antiguos y su función sustantiva, así como los posibles procesos de construcción y a plantear hipótesis de sus posibles usos pretéritos. El análisis material, organológico, lapidario y acústico puede ayudar a establecer la autenticidad de tales objetos arqueológicos sonoros, y para explorar posibles correlaciones culturales y temporales. También podría servir para evaluar la fidelidad sonora de las copias que pudieran elaborarse. Como esas técnicas modernas no han sido aprovechadas ampliamente por la arqueología, la antropología ni la etnomusicología, se recomienda su estudio y aprovechamiento para apoyar la mejor comprensión de las tecnologías sonoras antiguas y etnológicas actuales, incluso cuando los generadores de sonidos ya desaparecieron o no son accesibles, si se dispone de información para construir sus modelos.

Algunas de dichas herramientas técnicas también pueden servir para analizar el rico espacio sonoro mexicano, que comprende tantos sonidos de las lenguas indígenas e instrumentos etnomusicológicos, y de las grabaciones musicales resguardadas en las fonotecas, así como de los animales de nuestra fauna y de los fenómenos naturales, que eran muy importantes en las culturas del pasado. Se ha visto que también es posible analizar con técnicas acústicas los espacios, plazas y demás recintos arqueológicos, así como cuevas, grutas y cavernas, que pudieron usarse con propósitos sonoros.

Es recomendable localizar y analizar, al menos, los diversos generadores de ruido antiguos existentes en los museos, colecciones y proyectos arqueológicos, para poder generar sus

⁴⁵ El inicio del intento de la creación de armamento a partir de tecnologías infrasónicas es descrito en: “*Sonic Weapon of Bladimir Graveau by Gerry Vassilator*” (<http://www.borderlands.com/archives/arch/gavreaus.htm>)

monografías y hacer comparaciones y correlaciones entre ellos y sus sonidos. Cada artefacto arqueológico sonoro relevante recuperado, como el generador de ruido bucal de ilmenita o nelsonita, debería ser materia de estudios profundos en el nuevo campo de investigación de la arqueología sonora, incluso a nivel de estudios doctorales, como sucede con los objetos monumentales no sonoros (Casellas, 2004); sin embargo, resulta indispensable que las instituciones educativas y de investigación los incluyan en sus programas de trabajo y proyectos de investigación.

El investigar el rico y singular instrumental sonoro del México antiguo —que en su gran mayoría ha sido destruido, prohibido, proscrito, sustituido, despreciado, olvidado o arrumbado desde hace cinco siglos— podría servir para ayudar a rescatar, recrear, enriquecer o engrandecer, divulgar y promover el patrimonio nacional de la tecnología y el extraordinario arte sonoros milenario, pero para que eso pueda suceder en el futuro, habrá que esperar una nueva generación de investigadores y administradores interesados en ellos.

Bibliografía

- Agrinier, Pierre
1989. *Mirador-Plumajillo, Chiapas, y sus relaciones con cuatro sitios del horizonte olmeca en Veracruz, Chiapas y la costa de Guatemala*, *Arqueología* No. 2, pp. 19-36.
- Armengaud, Cristine
1984. *Musiques Vertes*. Christine Bonneton Editeur. Paris.
- Beristain, Sergio, Menchaca, Rolando y Velázquez, Roberto
2002. *Acoustic analysis of an olmecan whistle*. *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 111, No. 5, Pt. 2, p. 2395.
- 2002b. *Ancient Noise Generators*, *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 112, No. 5, Pt. 2, p. 2368.
[<http://www.tlapitzalli.com/curingurimx/noiseg.doc>]
- Beverido Pereau, Francisco
1970. *San Lorenzo Tenochtilán y la civilización olmeca*. Tesis de maestría, Universidad de Veracruz, Jalapa.
- Boddington, C.
1999. *The Americas' Unknown Deer*. *Petersen's Hunting*. April, pp. 74-79.
- Brinjal
2008. *Centro de Recuperación de Rapaces Nocturnos*. Documento electrónico.
(<http://www.brinjal.org/cantos/Tyto%20alba%20Pollo.wav>]
- Casellas Cannelas
2004. *El Contexto Arqueológico de la Cabeza Colosal Olmeca Número 7 de San Lorenzo Veracruz, México*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Letras. Departamento de Prehistoria.
[http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UAB/AVAILABLE/TDX-1125105-174042/ecc1de1.pdf]
- Coe, Michael D.
1967. *San Lorenzo and the olmec Civilization*. *Dumbarton Conference on the Olmecs*. Trustees for Harvard University.
[<http://www.doaks.org/Olmec.pdf>]
- Coe, Michael y Richard a. Diehl
1980. *In the Land of the Olmec*. Austin. University of Texas Press.
- Contreras Arias, Guillermo
1988. *Atlas Cultural de México. Música*. SEP-INAH-Planeta, México.
- Cyphers Guillen, Ann
1992. *Espacios domésticos Olmecas en San Lorenzo Tenochtitlan, Veracruz, temporada 1992*. Informe del Proyecto No, pp. 29 – 97.
- Cyphers, Ann y di Castro, Anna
1996. *Los artefactos multiperforados de Ilmenita en San Lorenzo*. *Arqueología INAH*, pp. 3-13.
- Dájer, Jorge
1995. *Los artefactos Sonoros Precolombinos, Desde su Descubrimiento en Michoacán*. FONCA-ELA. México.
- Di Castro Stringher, Anna
1997. *Los bloques de Ilmenita de San Lorenzo*. En Ann Cyphers (Ed.), *Población, subsistencia y medio ambiente en San Lorenzo Tenochtitlan*. UNAM-IIA, México, pp. 153-160.
- Doize, R. L.
1938. *Sifflets ardennais en pierre*. En *Bulletin de la Société Royale Belge d'Antropologie et de Préhistoire/pub. avec le concours de la Fondation Universitaire de Belgique et du Ministère de l'Instruction Publique*. Bruxelles, pp. 177-178.
- Franco, José Luis
1971. *Musical Instruments from Central Veracruz in Classic Times*. *Ancient Art of Veracruz*, Exhibition Catalog of the Los Angeles County Museum of Natural History.

- Fernandez, Valencia Diana C.
2007. *Infrasound and its effects on humans*. University of Sydney.
[<http://web.arch.usyd.edu.au/~densil/DESC9137/Fernandez.pdf>]

- Garret, Steven y Statnekov, Daniel
1977. *Peruvian Whistling Bottles*. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 62, No. 2, August. EUA, pp. 449-453.

- González Zozaya, Fernando
2003. *Muerte y ritualidad funeraria en entierros y ofrendas*. El caso del Barrio de la Cruz, San Juan del Río, Querétaro, Tesis profesional de arqueología de la ENAH. 2003.

- Horne, Richard
2008. *Audio Spectrum Analysis. Spectrogram*. Visualization Software. EUA.
[<http://www.visualizationsoftware.com/gram.html>]

- Jones E. Steven, Jones Samuel T. y Jones David E.
1998. *Archaeometry Applied to Olmec Iron-Ore Beads*. BYU Studies 37, no 4 (1997-98)
[<http://byustudies.byu.edu/shop/pdfsrc/37.4JonesJonesJones.pdf>]

- Menchaca, Rolando y Velázquez, Roberto
2000. *Análisis Acústicos de Artefactos Sonoros de Viento del México Antiguo*. En: Memoria del VII Congreso Mexicano de Acústica. pp. 89-90.
[<http://mx.geocities.com/curinguri/Azul80.pdf>]

- Monroe Institute
2008. *What is Hemi-Sink?* Documento electrónico.
[<http://www.monroeinstitute.com/>]

- Mountjoy, Joseph B.
2001. *Ritos de Renovación en los Petroglifos de Jalisco*. Arqueología Mexicana. Enero. Vol. III. Num. 47. México, pp. 56-63.

- Payno, Luis A.
2008
Silbatos. España.
[<http://www.es-aqui.com/payno/inst/silbatos.htm>]

- Pereira, Gregory
1992. *Trois sépultures Nudée au Cerro de las Minas (Huajuapán, Oaxaca)*. Apport des observations osteologiques dans l'étude des pratiques funéraires. TRACE. Travaux et Recherches dans Amériques du Centre. Numéro especial: Arqueología, México, pp. 19-36.

- Río, Marcela del
1962. *Instrumentos musicales prehispánicos*. Diorama de la Cultura. Excelsior. México. A.

- Ruiz de Alarcón, Hernando
1892. *Supersticiones y costumbres gentilicias*. Editado en 1953 por Francisco del Paso y Troncoso en *Tratado de idolatrías, supersticiones, dioses, ritos, hechiceros y otras costumbres gentilicias de las razas aborígenes de México*. Se encontró una versión electrónica del texto.
[<http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/03693951900225939732268/index.htm>]

- Sahagún, Fray B. de
1979. *Códice Florentino. Historia de las Cosas de Nueva España*. Copia de la Biblioteca Medicea Laurenziana, Florencia. México.

- 1997. *Historia de las Cosas de Nueva España*. México.

- Schöndube, Otto
1986. *Instrumentos musicales del occidente de México: las tumbas de tiro y otras evidencias*. Revista Relaciones, pp. 91-93.

- Smith III, Julius O.
2008. *Mathematics of the Discrete Fourier Transform (DFT) with Audio Applications*. Center for Computer Research in Music and Acoustics. Stanford University, USA.

- University of Washington
2005 (January 7). *Shepherds Whistle While They Work and Brains Process Sounds as Language*. ScienceDaily.
[<http://www.sciencedaily.com/releases/2005/01/050106112603.htm>]

- Spencer, Lewis
1913. *The Myths of Mexico and Peru*.
[<http://www.sacred-texts.com/nam/mmp/mmp1.htm>]

- Sweet, Palmer
1982. *Industrial Rock and Mineral Resources in Virginia*. En *Virginia Minerals, Vol. 28. No. 1*.
[http://www.dmme.virginia.gov/DMR3/dmrpdfs/vamin/VAMIN_VOL28_NO01.PDF]

- Velázquez Cabrera, Roberto
2000. *Aerófono de Piedra Negra*. Memoria de la Conferencia para el Congreso Internacional de Computación CIC-2000, celebrado en el Instituto Politécnico Nacional, México, D. F. 395-406.
[<http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/tesis/piedra.doc>]

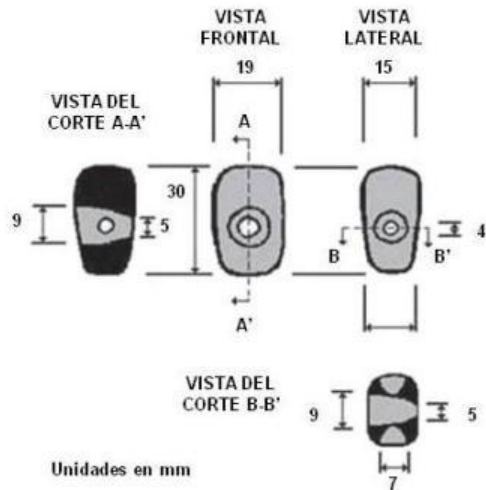
- 2000b. *Ehecachichtli de metal*. Documento electrónico.
[<http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/corcho/corcho.html>]

- 2000c. *Estudio virtual de la Gamitadera*. Conferencia para el congreso Mexicano de Acústica, Veracruz, México.
[<http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/gamitoid/gamitoid.html>]
2001. *Un Aerófono mágico del inframundo olmeca?*. Documento electrónico.
[<http://www.tlapitzalli.com/curingurimx/bucal/bucal.html>].
2002. *Estudio de Aerófonos Mexicanos Usando Técnicas Artesanales y Computacionales. Polifonía Mexicana Virtual*, Tesis de Maestría en Ciencias de la Computación, CIC, IPN,
[<http://www.tlapitzalli.com/curingurimx/tesis7.doc>]
2003. *Ehecahichtli*. Generador de ruido bucal. Documento electrónico.
[<http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/bstone/smagico.html>].
2004. *Toto de marmol: Generador bucal de ruido de la zona olmeca/popoloca de San Juan Raya, Zapotitlán Salinas, Puebla. Ejemplo de monografía de un bien sonoro recuperado*. Documento electrónico.
[<http://www.tlapitzalli.com/curinguri/popoloca/toto.html>]
2005. *Generadores de ruido antiguos. Gnosis*. Revista electrónica de la Universidad de Guadalajara. México. Documento electrónico.
[<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/730/73000408.pdf>]
2006. *Ancient Noise generators*. En “Studies zur Musikarchäologie V”, Rahden, Ellen Hickmann y Ricardo Eichmann. pp. 255-272.
[<http://www.tlapitzalli.com/isgma04/ang/Velazquez.pdf>]
- 2006b. *Silbato de la Muerte. (Ehecahichtli o Generador de Ruido con Aeroducto Tubular)*
[<http://www.tlapitzalli.com/ehecatl92/judio/judio.html>]
2007. *Generador de Ruido bucal de La Cruz*. Documento electrónico.
[<http://www.tlapitzalli.com/isgma04/BC99/sonadork.html>]
- 2007b. *Visualización de la dinámica del aire en el mecanismo sonoro de los generadores de ruido mexicanos*. Documento electrónico.
[<http://www.tlapitzalli.com/isgma04/caos/caos.html>]
2008. *Infrasonidos mexicanos*. Conferencia para el Instituto nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente Muñiz.
[http://www.tlapitzalli.com/iztaccihuatl08/infrasonidos/infrasonidos_mexicanos.html]
- 2008b. *Ilmenita sonora. IV Foro Internacional de Música Tradicional. Raíces, trayectorias y encuentros históricos*. 25-27 de Septiembre de 2008 y un documento similar fue publicado en la revista *Antropología* del INAH, No. 85, 2009: 16-19
[http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/bstone/ilmenita_sonora_FORO.pdf].
2009. *Generador de ruido bucal de ilmenita. Arqueología*. No. 40. INAH, enero – abril. 2009, pp. 71-95.
2011. *Análisis microscópico de la ilmenita sonora. Documento Electrónico*.
[http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/bstone/MEB_ilmenita.pdf].
- Velázquez Cabrera, Roberto y Castellón Huerta, Blas. 2007
Totó ngi'wa. Generador de ruido bucal de piedra gris. Documento electrónico.
[<http://www.tlapitzalli.com/isgma04/toto2/toto2.html>]

Figuras



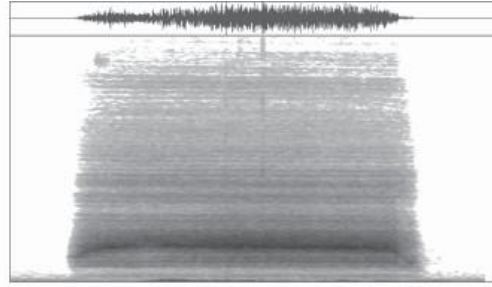
• Fig. 1. Generator de ruido bucal analizado.



• Fig. 2. Principales cortes y vistas del generator de ruido bucal analizado.



• Fig. 3. Forma de tocar el generator de ruido bucal.



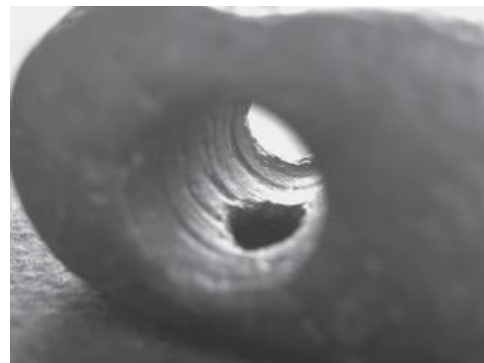
• Fig. 4. Espectrograma de un sonido corto del generator de ruido bucal.



• Fig. 5. "Pequeños bloques" de la Sala del Golfo del Museo Nacional de Antropología.



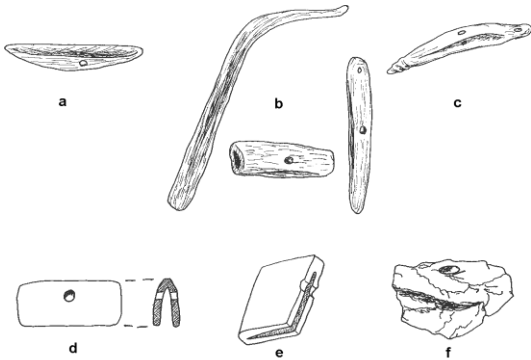
• Fig. 6. Modelos experimentales de madera, barro, obsidiana y mármol.



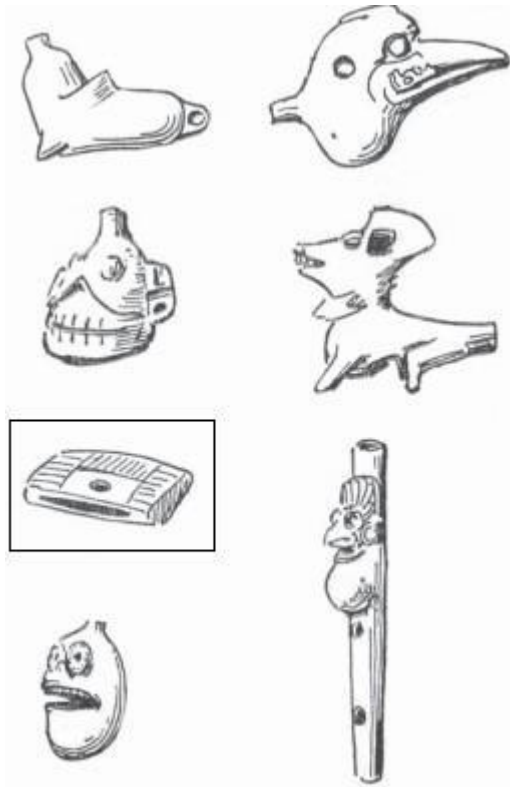
• Fig. 7. Foto del interior de la cámara principal del generator de ruido analizado.



• **Fig. 8.** Soportes de eje de taladro de arco, contruoidos en obsidiana y de otras rocas.



• **Fig. 9.** Dibujos de generadores de ruido bucales: a) de hueso del Códice Florentino; b) de Hueso de la zona de Occidente; c) de hueso de Araró, Michoacán; d) de barro de la zona del Golfo; e) de la zona de occidente y f) de piedra blanda de Francia.



• **Fig.10.** Dibujos de José Luis Franco de silbato y flautas de “muelle de aire”: El enmarcado es un silbato de piedra de Cuta, Guerrero.



• **Fig. 11.** Silbato de boca de barro de la Rivera del lago de Chapala, Jalisco. Museo Regional de Guadalajara.



• **Fig. 12.** Silbato de metal (corcholata) y silbato ovejero comercial de plástico.



• **Fig. 15.** Generator de ruido bucal de roca gris, de San Juan Raya, Puebla.



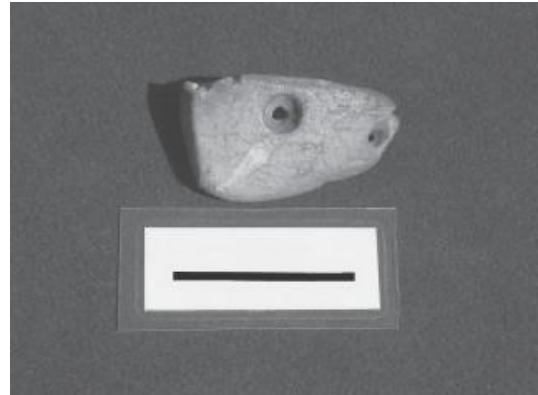
• **Fig. 13.** Generados de ruido bucal de mármol, de San Juan Raya, Puebla.



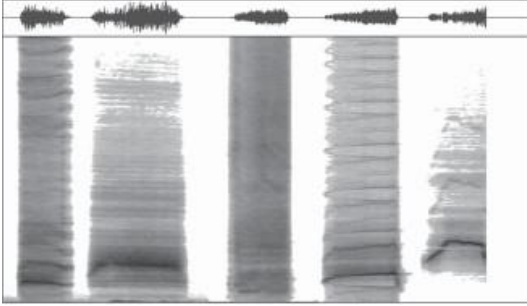
• **Fig. 16.** Modelo de generator de ruido bucal de piedra beige.



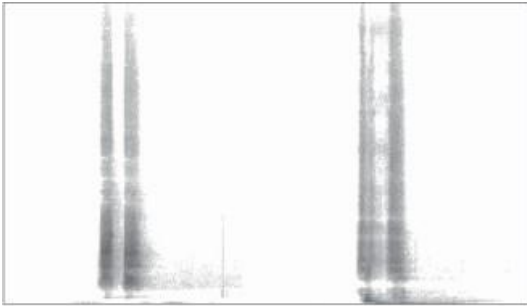
• **Fig. 14.** Generator de ruido bucal de serpentina, de San Juan Raya, Puebla.



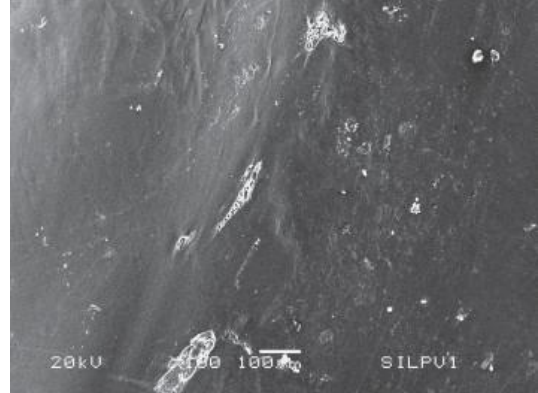
• **Fig. 17.** Generator de ruido bucal de roca volcánica, del Barrio de la Cruz, San Juan del Río, Querétaro.



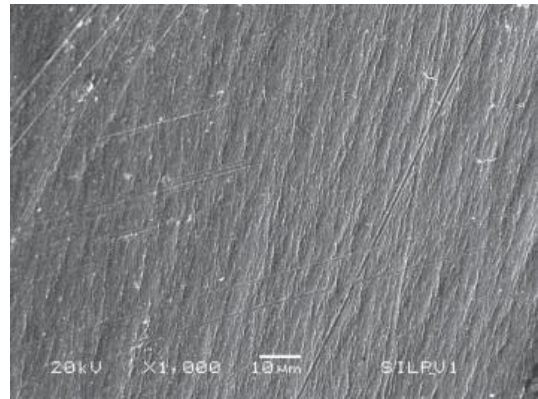
• **Fig. 18.** Espectrogramas de sonidos de una lechuga pequeña y de los generadores de ruido bucales de ilmenita, mármol, roca gris y roca volcánica.



• **Fig. 19.** Espectrograma de sonidos de un modelo de generador de ruido bucal y de las voces *chich*.



• **Fig. 20.** Micrográfica de la superficie de la perforación principal de la ilmenita a 100 X, por Emiliano R. Melgar Tisoc.



• **Fig. 21.** Micrográfica de la superficie de la perforación principal de la ilmenita a 1000 X, por Emiliano R. Melgar Tisoc.