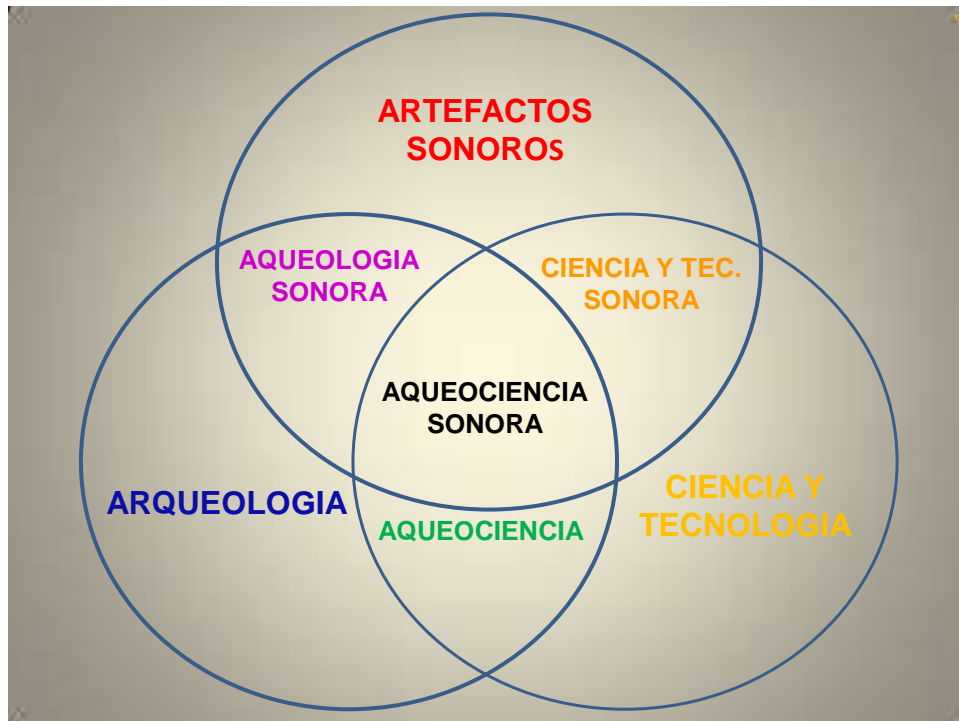


ARQUEOCIENCIA SONORA¹



Roberto Velázquez Cabrera²

<http://www.tlapitzalli.com>

El objeto principal de este artículo es proponer que en el estudio de los artefactos sonoros se utilice la arqueociencia o arqueotecnociencia, que sería la aplicación de la ciencia y la tecnología al estudio de los objetos arqueológicos y de su tecnología antigua. A la mayoría de los que han estudiado los restos antiguos, no les ha interesado mucho conocer y aplicar todo el conocimiento y las herramientas disponibles de la ciencia y la tecnología, y la mayoría de los científicos y tecnólogos, no se han interesado mucho en aplicar su conocimiento a la arqueología. Sin embargo, algunos especialistas ya han utilizado su conocimiento para estudiar restos y temas antiguos, como los de la arqueometría, la bio-arqueología, arqueozoología, arqueobotánica, la arqueoastronomía, geoarqueología, palebiología humana, paleotecnología y arqueoinformática, como varios que participan en el foro de Nuestra Madre Tierra, pero sus tecnologías no se han aplicado al estudio formal y a fondo de los artefactos sonoros mexicanos. La investigación científica requiere de laboratorios.

¹ Conferencia incluida en el [programa](#) de la [23ª. Ofrenda del Día Mundial de Nuestra Madre Tierra](#). Cámara de Diputados. 23 de abril de 2012.

² M. en C. Investigador independiente de aerófonos o resonadores mexicanos. [Instituto Virtual de Investigación Tlapitzcalzin](#)

El universo sonoro mexicano es rico, singular y milenario, aunque es nuevo en la investigación formal académica, pero desde hace cinco siglos no se ha incluido su estudio y difusión con profundidad y amplitud en los programas institucionales. Los campos sonoros a investigar son muy extensos, ya que los bienes del patrimonio arqueológico recuperado, indican que nuestros pueblos antiguos usaban sus sonidos en forma intensiva y tenían pocas actividades importantes en silencio, pero pueden mencionarse brevemente las grandes familias y ramas estructurales relacionadas que los integran. Los principales campos a estudiar del universo sonoro mexicano son: los de los lenguajes, de los que subsisten 364 variantes lingüísticas regionales; de los animales de la fauna, en la que aun hay cientos de especies sonoras; de los diversos espacios y recintos ceremoniales; de los variados fenómenos de la naturaleza; de los cientos de instrumentos musicales etnológicos que aun se utilizan en medios rurales y; de los cientos de miles de artefactos sonoros o sonadores antiguos que han sido rescatados.

Existen académicos que han pretendido elucubrar sobre aspectos intangibles de los artefactos sonoros antiguos, como el de su significado o semiología, pero no han podido profundizar mucho con certeza y veracidad, porque los bienes sonoros antiguos ya no se usan y los que escribieron sobre ellos, cuando aun se utilizaban, no lo hicieron con mucho detalle y profundidad. La gran mayoría de los instrumentos musicales que aun se usan en ceremonias y danzas rurales fueron traídos del extranjero con su propia semiología importada por los invasores, evangelizadores, colonizadores y colonizados. Lo poco que queda de la antigüedad fue sincretizado y permanece muy oculto, y ya ni siquiera se usan los artefactos sonoros antiguos que no son musicales convencionales.

El mayor error que se comete frecuentemente es tratar de analizar los artefactos sonoros antiguos desde el punto de vista musical convencional, ya que sus técnicas no son de mucha utilidad, sobre todo, cuando no son musicales en el sentido actual.

Desde principios del siglo pasado, algunos especialistas en acústica musical, han estudiado los instrumentos musicales que fueron desarrollados en Europa y en otros continentes, pero ninguno ha examinado a fondo nuestros artefactos sonoros antiguos, como tarea central de sus trabajos de investigación.

Otros investigadores, se han interesado en estudiar instrumentos musicales y algunos artefactos sonoros antiguos, desde el punto de vista de varias especialidades, como música arqueología o arqueomusicología, etnoarqueomusicología, etc. Han manifestado deseos o intenciones de utilizar un método multidisciplinario en el examen de los artefactos sonoros, pero su aplicación se ha limitado en la realidad, por la costumbre de trabajar individualmente o en grupos reducidos de especialistas, principalmente de arqueólogos, músicos o etnomusicólogos y antropólogos, y sin realizar consultas publicas abiertas sobre sus estudios. Recientemente, algunos acústicos y matemáticos nacionales también han participado en el estudio de espacios arqueológicos e instrumentos musicales, utilizando herramientas y técnicas de lo que ellos llaman arqueoacústica, pero aun no publican los datos de la caracterización física

y acústica de cada uno de los artefactos sonoros mexicanos examinados, y ni siquiera el modelado matemático de su principal especialidad académica. Desgraciadamente, ese grupo de trabajo de académicos de la UNAM es cerrado o limitado a la participación de otros especialistas³, como todos los pocos muy grupos académicos conocidos.

No existen manuales o protocolos publicados para el estudio a fondo de artefactos sonoros antiguos o etnológicos. Los esquemas que se han utilizado son parciales y ni siquiera se han aplicado bien en la realidad a ningún caso de una tipología particular, utilizando todas las herramientas y tecnologías disponibles.

En los estudios realizados sobre artefactos sonoros mexicanos y su difusión, he tenido necesariamente que incursionar y utilizar un poco, más de cuarenta campos y especialidades del conocimiento, sin ser un profesional en la gran mayoría de ellos: arqueología, antropología, etnohistoria, iconografía, mitología, lingüística, música, musicología, etnomusicología, organología, física, acústica, metrología sonora, grabación y procesamiento de sonidos, análisis de señales, espectrogramas, dinámica de fluidos, matemáticas, simulación, experimentación, análisis numérico, informática, computación, manejo de sitios y páginas web, tecnología, arqueometría, cerámica (arcillas y pigmentos), alfarería, análisis de otros materiales (biológicos y vegetales), microscopía, metalurgia, mineralogía, lapidaria, psicología, psicoacústica, neurología, ingeniería, sonidos biológicos y de fenómenos naturales, dibujo, fotografía, etc. Cada vez que se encuentran nuevas aplicaciones de los sonidos antiguos, se requiere incorporar nuevos conocimientos y técnicas, para su estudio.

Desgraciadamente, desde hace cinco siglos, los artefactos sonoros mexicanos no han sido materia de investigación central en los programas de ninguna de las instituciones de investigación relacionadas con los principales campos fundamentales mencionados. Ningún artefacto sonoro mexicano, de los miles existentes en los museos, ha podido analizarse en un laboratorio avanzado de metrología de ningún tipo.

Existen cientos de miles de artefactos sonoros en museos, exploraciones y colecciones, pero el público interesado ni siquiera los conoce y cuando se exhiben o publican algunos de ellos, no proporcionan siquiera sus datos fundamentales, y usualmente en los catálogos de las exhibiciones de objetos prehispánicos no aparecen ni sus fotos⁴, porque prefieren incluir las de piezas que les parecen más vistosas.

Ni siquiera la mayoría de los pocos investigadores que han podido examinar artefactos sonoros del México antiguo han considerado necesario analizarlos muy a fondo, ya que

³ La coordinadora del grupo "interdisciplinario" ha organizado algunas conferencias en el MNA:

<http://www.tlapitzalli.com/curingurimx/comentarios/FZallaquet1.pdf>

<http://www.tlapitzalli.com/curingurimx/comentarios/FZallaquet2.pdf>

⁴ Por ejemplo, en la exhibición actual de la colección de Stvenhaven del Centro Cultural Universitario de Tlatelolco, se incluyen algunos resonadores de arcilla, pero ni siquiera aparecen sus fotos en el catálogo y los datos mostrados de ellos son muy generales y nadie pudo proporcionar información o datos detallados de ellos.

han preferido examinar muchos de ellos sin difundirlos con profundidad. He recomendado que cada tipología importante de artefactos sonoros debiera analizarse y caracterizarse con la mayor profundidad posible, y podría ser sujeto de estudios hasta de nivel doctoral o posdoctoral, pero no se conoce ninguno publicado que haya sido dedicado exclusivamente a un sólo tipo de artefacto sonoro relevante de nuestro país.

Sin embargo, algunos investigadores ya han realizado trabajos de licenciatura y de posgrado sobre artefactos sonoros mexicanos de algunas culturas y zonas, pero se han publicado en papel y no han podido incluirse abiertamente en Internet⁵. El único estudio doctoral abierto conocido fue hecho desde el punto de vista de la arqueomusicología, pero también cubre muchos aerófonos⁶.

Parece que en el resto de América, los investigadores también prefieren analizar muchos instrumentos y temas sonoros en sus estudios. Ya se publicó una tesis sobre los sonidos de la música de toda la zona maya⁷, pero sin analizarlos con métodos científicos. Un trabajo doctoral sobre música maya en Guatemala, también cubre muchos instrumentos, pero aun no han podido mostrarse con mucha profundidad⁸.

De los proyecto de investigación de una Red Académica o Comunidad Latinoamericana *Achalai*⁹, me invitaron a participar en un equipo de trabajo para un proyecto. Me informaron que la temática apunta al “*estudio de la estética sonoro-musical de culturas prehispánicas de Latinoamérica*”, a través de un completo estudio organológico de un corpus significativo de instrumentos musicales, que a su vez sean representativos de culturas de diferentes áreas geográficas. Es interesante saber que ya existe una red académica latinoamericana en el tema sonoro-musical, pero en lugar de analizar muchos o varios instrumentos, deberían concentrarse en uno importante a la vez, para poder estudiarlo con la mayor profundidad posible, desde todos los puntos de vista y con todas las metodologías y tecnologías disponibles.

Ya han empezado a estudiar y difundir estudios particulares de algunos artefactos o instrumentos sonoros de Sudamérica, que pueden complementarse con análisis de mayor profundidad o con otros estudios científicos.

La Comunidad *Achalai* es la primera que se ha interesado en complementar estudios realizados sobre nuestros artefactos sonoros mexicanos. Propusieron incluir en un

⁵ [Sánchez Santiago, Gonzalo A.](#) trabajó en una tesis de etnomusicología sobre Los Artefactos Sonoros del Oaxaca Prehispánico, está disponible en la Biblioteca de la UNAM (001-01326-S1-2006), pero se requiere clave para bajarla. Su tesis de maestría en antropología social es sobre Las Culturas Musicales en el Istmo de Tehuantepec. Una Aproximación Antropológica a los Instrumentos Musicales Prehispánicos. CIESAS. 2010.

⁶ Both Arnd, Adje. 2008. [Aerófonos Mexicas de las Ofrendas del Recinto sagrado de Tenochtitlan.](#)

⁷ Hideo Bour, Cameron 2005. *Ancient maya music with sound.*

http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-11162005-171011/unrestricted/Bourg_thesis.pdf

⁸ Rodens, Vanessa. 2008. Video: [Sonidos del pasado: investigaciones sobre la música maya.](#) Universidad Francisco Marroquín. Guatemala.

⁹ *Achalai*. Red Clara. http://comunidades.redclara.net/wiki/achalai/index.php/Main_Page

proyecto de *Estética Sonora*, estudios adicionales de modelado sobre un resonador mexicano, que puede ser la ilmenita sonora olmeca (Fig. 1) que se comenta más adelante.

En las zonas de los Andes y del México antiguo (que cubría parte de Centroamérica) existía el mayor, más extenso, variado, rico y singular instrumental sonoro de la historia de la humanidad, pero desgraciadamente también comparten la falta de políticas y programas efectivos para investigarlos, promoverlos y difundirlos. Desde hace casi una década, se venía desarrollando un proyecto ambicioso *Waylla Kepa* que cubría una gran cantidad de artefactos sonoros o instrumentos musicales antiguos (cerca de 2000), pero desgraciadamente le cortaron las alas en los organismos participantes, el Museo Nacional de Arqueología, Antropología e Historia del Perú y la Escuela De Folklore José María Arguedas. Se ha tratado de encontrar información del proyecto y su estado actual, pero sólo se han localizado unos videos abiertos¹⁰.

Desde hace una década se han hecho peticiones, hasta al más alto nivel del Poder Ejecutivo con objeto de establecer políticas para incluir programas efectivos para investigar, rescatar y promover la rica cultura y tecnología mexicanas, como la sonora, pero desgraciadamente siguen siendo validas. A la última petición, del 12 de agosto de 2011¹¹, en la Presidencia de la República le asignaron una clave y fue turnada dos veces a CONACULTA, pero la solicitud original sigue siendo válida.

La misma petición ha sido planteada ante el Poder Legislativo. La última se incluyó en otra conferencia para la Cámara de Diputados¹², pero no ha sido atendida¹³. Como no permitieron tocar modelos de los artefactos sonoros antiguos, en esta charla ya ni siquiera se mostrarán sus sonidos en vivo.

Una limitante normativa es que con la legislación nacional vigente, los objetos arqueológicos sólo pueden ser estudiados directamente por arqueólogos, pero en sus escuelas no enseñan a analizar a fondo y con profundidad los que son sonoros, principalmente porque no existen profesores especializados que sepan mucho de ese tema. Como el universo sonoro del México antiguo no se incluye en los programas institucionales, su estudio a fondo no se apoya con los recursos necesarios para ello.

Se desconocen los criterios utilizados, para orientar los programas de investigación y difusión, ya que existen exhibiciones hasta de basura de escasa utilidad, como la

¹⁰ Instrumentos musicales Prehispánicos Perú. MNAHP. <http://www.youtube.com/watch?v=KjpRJ4ZTNB8>

¹¹ Petición al Presidente Felipe Calderón Hinojosa. <http://www.tlapitzalli.com/FCALDERON.doc>

¹² Velázquez, 2012. También se envió por correo electrónico al Presidente de La Comisión de Asuntos Indígenas.

¹³ Se me informó que tenía que mandarse de nuevo firmada, lo que ya se hizo:

<http://www.tlapitzalli.com/nuevos/pdf/peticionCAI.pdf>

propaganda electoral¹⁴, pero la tecnología/cultura sonora nacional permanece arrumbada y olvidada, aunque es rica y extraordinaria en la historia de la humanidad.

Una de las limitantes importantes para realizar trabajos científicos en la arqueología son pocos laboratorios especializados existentes, para tender la demanda potencial de estudios de restos antiguos rescatados, que son millones en nuestro país.

Los únicos artefactos sonoros mexicanos conocidos que se han analizado en un laboratorio de microscopia, del CNMN del IPN¹⁵, y con otras técnicas disponibles, son las dos piezas sonoras de mi colección, que ya fueron registradas como bienes arqueológicos: la Ilmenita sonora¹⁶ y la flauta preciosa¹⁷. Esas dos piezas singulares también podrían ser llevadas a otros laboratorios, para ser analizadas con técnicas y equipos científicos adicionales, pero desgraciadamente eso no ha sido posible, porque en unos cobran, en algunos dicen estar ocupados atendiendo servicios internos o de grandes empresas (incluyendo trasnacionales) y en el resto no lo han hecho simplemente porque no les ha interesado analizar artefactos sonoro mexicanos.

Otra limitante es que para el traslado de las piezas registradas a un laboratorio, se requiere de su permiso oficial. Eso también impide que los resonadores Mexicanos puedan ser llevados, sin permiso a la conferencia solicitada en la Cámara de Diputados, aunque los permitieran tocar en vivo en su Auditorio.

La ilmenita sonora olmeca se ha estudiado desde hace más de una década y la flauta preciosa se empezó a estudiar desde 2010. Ambas piezas sonoras se seguirán estudiando y difundiendo como ninguna otra, mientras pueda hacerlo, aunque no se haya podido determinar su antigüedad exacta. La ilmenita sonora (Fig. 1) es una de las piezas arqueológicas conocidas de roca que se considera más importante y extraordinaria, principalmente por lo siguiente: es la pieza lapidaria antigua que fue construida en una tipología morfológica similar que se ha encontrado en mayor cantidad en un sitio arqueológico (cerca de 150,000 objetos semejantes fueron rescatados en San Lorenzo Tenochtitlan, Veracruz)¹⁸, pero desgraciadamente, no las han estudiado bien ni siquiera como obras singulares de lítica pulida; y es el generador de ruido más antiguo conocido. Ni siquiera han sido reconocidas sus propiedades sonoras, por las que recataron los llamados “artefactos multiperforados de ilmenita”, y; también es el único resonador reconocido que fue hecho de esa roca especial, de nelsonita o ilmenita (óxido de hierro y titanio) + rutilo y apatita. Ni siquiera pudieron encontrarse los datos de su registro en el sistema del patrimonio arqueológico¹⁹, aunque ya han sido exhibidas en algunos museos y existan muchas sin registrar

¹⁴ Cien años de propaganda electoral, en el Museo del Objeto. Colima 145, Col Roma. México, D.F.

¹⁵ [Centro de Nanociencias Micro y Nanotecnologías](#).

¹⁶ Velázquez 2001, 2011

¹⁷ Velázquez 2011c

¹⁸ Cyphers, Ann y di Castro, Anna 1996. Los artefactos multiperforados de ilmenita en San Lorenzo. Arqueología INAH. 3-13.

¹⁹ Para conocer los datos básicos de piezas registradas, se ha requerido tramitar una solicitud al IFAI.

(clasificadas como “NR” o no registrables) como bienes arqueológicos, ni identificar como artefactos sonoros, hasta en una colección particular.

En el análisis espectral del ruido generado con la roca perforada de ilmenita (Fig. 2), se muestra que sus componentes de frecuencias son similares a los de otros singulares generadores de ruido mexicanos bucales²⁰. Como la morfología especial de su sistema sonoro también es semejante, nos indican sin lugar a duda, que es un artefacto sonoro o generador de ruido mexicano, pero esta tipología de resonadores antiguos no era muy conocida, ni siquiera por los especialistas relacionados.

Algunos despistados y desnacionalizados desprecian el conocimiento de nuestros pueblos antiguos, pero la ilmenita sonora es un excelente ejemplo que muestra lo equivocados que están en sus apreciaciones. Hace tres milenios, los olmecas encontraron y extrajeron el material mineral especial, lo transportaron (posiblemente más de 300 kilómetros), lo trabajaron lapidariamente, lo usaron y lo enterraron. Los especialistas relacionados no han dado muestras de saber bien algo cierto y preciso de de todo ello. Eso significa, que en el tema de la ilmenita sonora, los olmecas tenían un conocimiento más especializado y profundo que el de la academia actual. En otras palabras, ese tema lapidario sonoro es tan desconocido para la ciencia y la tecnología actuales más avanzadas, que ni siquiera conocen o han explorado bien algo que los olmecas si sabían y utilizaron en forma intensiva. La arqueociencia, también podría servir para estudiar a fondo la propia tecnología de los objetos antiguos.

He calificado a la flauta como preciosa (Fig. 3), porque es la más hermosa conocida, pero hasta la mayoría de los arqueólogos consultados no le dan mucha importancia y algunos la menosprecian, debido a que opinan que es artesanal o reciente, en base a análisis visuales, como los que realizan normalmente al examinar objetos de dudosa antigüedad. Ni siquiera ha sido posible determinar su antigüedad en laboratorio, con técnicas de termoluminiscencia, a pesar de ser un bien de la nación y que muestra un diseño, morfología, dimensiones y trabajos constructivos finos y especiales, así como una decoración singular y hermosa, y tener propiedades sonoras interesantes, como ninguna otra conocida. Prefieren analizar en laboratorios piezas de menor calidad, aunque todas pueden ser son importantes, hasta las rotas o los llamados tepalcates.

Los análisis realizados con microscopía óptica y electrónica ya indican que la superficie de la flauta tiene manchas oscuras de materiales mineralizados oscuros que pueden provenir de restos biológicos que se generan en espacios donde hay cuerpos humanos en descomposición e insectos, y son difíciles de reproducir artesanalmente. Por ello, creo que la flauta pudo provenir de un entierro, ya que manchas similares se han encontrado en objetos de cerámica recuperados de tumbas de tiro. Como los pigmentos de su superficie no son similares a los industriales actuales, es difícil que la flauta pudiera haber sido hecha por un artesano contemporáneo.

²⁰ Velázquez 2006 y 2006b

La flauta preciosa es otro excelente y claro ejemplo que muestra el desconocimiento que tienen los que devalúan y desprecian la tecnología y el conocimiento sonoro mexicanos. En su radiografía (Fig. 4) se muestra la gran finura del canal del aeroducto de insuflación, ya que a su salida tiene una altura aproximada de 0.3 mm. Ninguna otra flauta conocida tiene un aeroducto de esa finura similar, ni siquiera las más caras de madera que se hacen con la mejor tecnología disponible y se utilizan por los mejores flautistas de música docta o de concierto. No me han podido demostrar, ni en los mejores talleres existentes, que pueden modelar bien un aeroducto similar en la actualidad con las técnicas disponibles de la alfarería o la cerámica de mayor calidad y, menos, con técnicas y herramientas antiguas. Los sonidos de la flauta se acercan a notas equivalentes de la escala temperada actual (con La4 = 440 Hz). Si la flauta es de Tula, sus sonidos pudieron escucharse, varios siglos antes de que las flautas de pico se desarrollaran y usaran en Europa, en la época llamada barroca.

Como los resultados de los estudios realizados a las dos piezas son muy detallados y amplios, no pueden incluirse en este escrito corto. Sus documentos consultivos pueden consultarse abiertamente, ya que se han puesto disponibles libremente en Internet. De la ilmenita sonora pueden hacerse presentaciones actualizadas y complementadas con los descubrimientos recientes, pero usualmente, el espacio disponible en los artículos y conferencias no permite presentar todos los resultados de sus estudios realizados, aunque de cada una de esas piezas extraordinarias, ya se podría escribir hasta un libro o una tesis doctoral²¹. Un video de la presentación de la flauta preciosa se puso abierto en uno de los servidores del IPN²², misma que puede presentarse con mejor calidad de resolución en conferencias de foros como el de la Cámara de Diputados, como un ejemplo de estudio de la arqueociencia sonora, pero sus sonidos reales no podrán ser revividos en esa charla.

Si el enfoque de la arqueociencia sonora se aplica también a la etnociencia sonora, podría ser de utilidad para investigar y difundir con profundidad y amplitud los millones de objetos y documentos sonoros etnológicos resguardados o aun en uso, como artefactos, instrumentos, registros, documentos, audios, videos, fotos, ceremonias, fiestas, etc.

²¹ No se han encontrado profesores bien capacitados en el tema que puedan y quieran asesorar un trabajo de ese tipo. Tampoco se han encontrado especialistas o administradores que quieran ayudar a complementar los estudios realizados. Por pertenecer a una colección privada concesionada, esas piezas sonoras pueden ser llevadas a un laboratorio, tramitando un permiso oficial, lo que es más difícil con las resguardadas en museos y ceramotecas.

²² Velázquez 2011c. Algunas veces la red se satura y el video no puede verse bien.

Bibliografía (documentos electrónicos)

Velázquez Cabrera, Roberto 2000

[Aerófono de Piedra Negra](http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/bstone/piedra.html). Conferencia para el Congreso Internacional de Computación CIC-2000. IPN.
<http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/bstone/piedra.html>

2001

[¿Un Aerófono Mágico del Inframundo Olmeca?](http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/bstone/smagico.html) Una versión corta del estudio se presentó en la Reunión 143 de la Sociedad de Acústica de América, Pittsburgh, Pennsylvania, 2-7 de junio de 2002.
<http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/bstone/smagico.html>

2006

[Mexican Noise Generators](http://www.tlapitzalli.com/isigma04/ang/Velazquez.pdf). *4th Symposium of the International Study Group on Music Archaeology at Monastery Michaelstein, 19-26 September 2004. Studien zur Musikarchäologie V, Orient-Archäologie 20. Rahden/Westf.*
<http://www.tlapitzalli.com/isigma04/ang/Velazquez.pdf>

2006b

[Generadores de Ruido Antiguos](http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/730/73000408.pdf). La primera versión se publicó en la revista electrónica *e-Gnosis* de la Universidad de Guadalajara
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/730/73000408.pdf>

2011

[Ilmenita Sonora Olmeca](http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/bstone/ilmenita_sonora.pdf). Un documento similar fue publicado en la revista *Arqueología* No. 40. INAH, enero – abril. 2009. Primer artículo sobre un resonador lítico que se publica en una revista de arqueología.
http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/bstone/ilmenita_sonora.pdf

2011b

[Análisis microscópico de la ilmenita sonora](http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/bstone/MEB_ilmenita.pdf). Caracterización con espectros MEB y Raman. Morfología y química básica EDS. Primer estudio de microscopía electrónica de un resonador lítico.
http://www.tlapitzalli.com/rvelaz.geo/bstone/MEB_ilmenita.pdf

2011c

[Flauta Preciosa 5-Sol Vida](http://www.tlapitzalli.com/nuevos/5coat/5coat1.htm). Conferencias presentadas: auditorio de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, el 22 de Febrero de 2010; Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete", el 2 de marzo de 2010; VI Jornadas Permanentes de Arqueología de 2010, del Museo Templo Mayor y la Dirección de Estudios Arqueológicos del INAH, el 30 de julio de 2010 y; 2a. Sesión Especial sobre Acústica de Instrumentos Sonoros Antiguos" de la 2a. Reunión Panamericana e Ibérica de Acústica de Cancún México, el 17 de noviembre 2010.
<http://www.tlapitzalli.com/nuevos/5coat/5coat1.htm>

2011d

[Video de la Flauta Preciosa 5- Sol Vida](http://148.204.111.37/FP/index.html). Disponible en un servidor de la Unidad Politécnica para la Educación Virtual del IPN.
<http://148.204.111.37/FP/index.html>

2012

[Artefactos Sonoros mayas](http://www.tlapitzalli.com/nuevos/pdf/artefactos_sonoros_mayas.pdf). Conferencia para la 23a. Ofrenda del Día Mundial de Nuestra Madre Tierra. Cámara de Diputados. Comisión de Asuntos Indígenas. 30 de marzo de 2012.
http://www.tlapitzalli.com/nuevos/pdf/artefactos_sonoros_mayas.pdf

Figuras



Fig. 1. Ilmenita sonora olmeca (P.F. 2040-2).

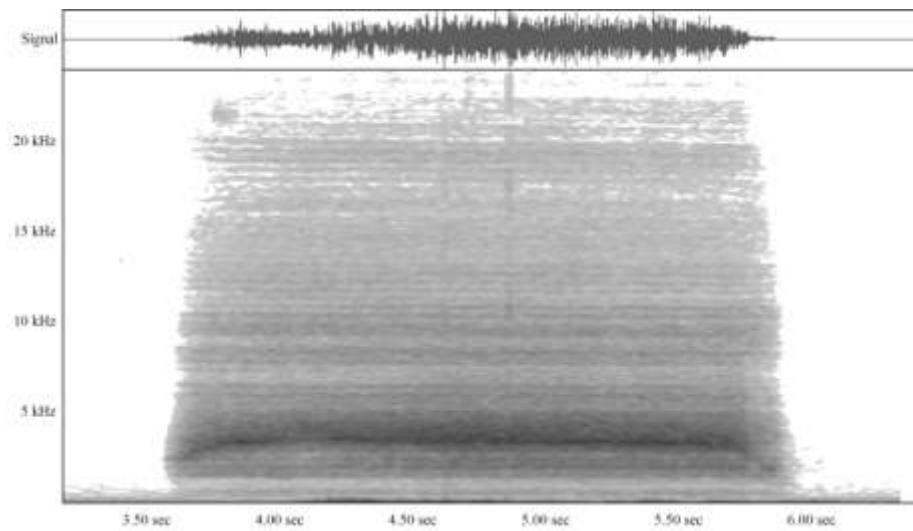


Fig. 2. Espectrograma del ruido de la ilmenita sonora olmeca.



Fig. 3. Flauta Preciosa 5-Sol Vida (P.F. 2040-1).

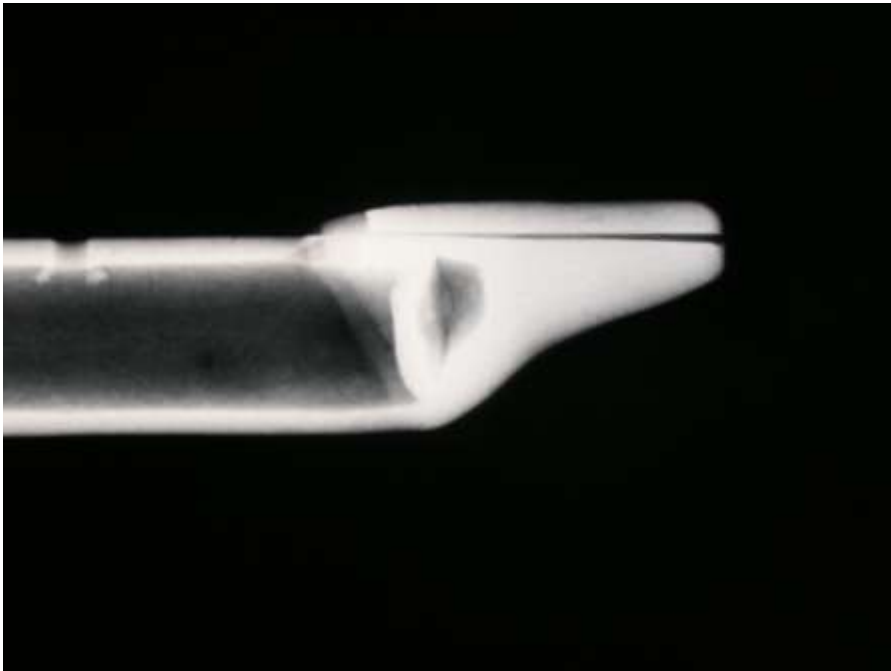


Fig. 4. Radiografía lateral del mecanismo sonoro de la Flauta Preciosa 5-Sol Vida.