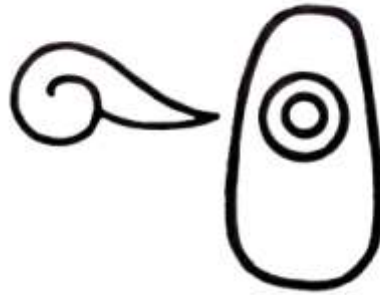


ILMENITA SONORA OLMECA

ESTUDIO POR AMOR A LA TECNOLOGIA SONORA MEXICANA PROHIBIDA EN LAS INSTITUCIONES EXISTENTES

Documento consultivo



Roca milenaria que habla

Trabajo del

M. en C. Roberto Velázquez Cabrera

con objeto de obtener el grado virtual de

Doctor en Arqueociencia Sonora

[Instituto Virtual de Investigación Tlapitzcalzin](#)



México D. F. 21 de septiembre de 2013

CONTENIDO

PRÓLOGO 1	iii
PRÓLOGO 2	v
PRESENTACION 1	vii
PRESENTACIÓN 2	ix
PRESENTACIÓN 3	x
AGRADECIMIENTOS	xi
RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos	2
2 JUSTIFICACIÓN	5
3 LIMITANTES	9
4 METODOLOGIA	25
5 ANTECEDENTES DE OTROS AUTORES	33
5.1 Estudio de arqueometría	40
6 ANTECEDENTES DE LOS ESTUDIOS DEL AUTOR	44
6.1 Zumbador y silbato de corcholata	44
7 RESULTADOS	60
7.1 Información del generador de ruido bucal de roca negra	60
7.2 Sistema sonoro	62
7.3 Funcionamiento sonoro	63
7.4 Dinámica de las ondas generadas	65
7.5 Análisis sonoro	66

7.6	Experimentos lapidarios con modelos físicos	70
7.7	Microscopia.....	79
7.8	Microscopia electrónica	79
7.9	Origen mineral de la roca negra	83
7.10	Ejemplos de composiciones electro acústicas y musicales	87
7.11	Rescate de una rama productiva y patentes potenciales	88
7.12	Otras recomendaciones.....	93
8	CONSULTA PÚBLICA Y COMENTARIOS RECIBIDOS	96
	REFERENCIAS ELECTRONICAS.....	111
	BIBLIOGRAFIA (en papel).....	114

ACLARACIONES Y COMENTARIOS

PORTADA. Los logos son para agradecer a los que han ayudado a analizar la ilmenita sonora olmeca o a difundir y publicar resultados de sus estudios. El ícono de la “Roca milenaria que habla” es para mostrar gráficamente el principal descubrimiento de los estudios realizados.

VINCULOS. Se incluyen en el índice del **CONTENIDO**, referencias y figuras para facilitar el acceso del documento de hipertexto a los que no tengan conexión rápida a Internet.

GLOSARIO DE TERMINOS. No se incluye, para no hacer más largo el documento, aunque en notas se comentan los temas más técnicos y en los que pueden requerir mayor explicación o descripción.

Los **PROLOGOS** y **PRESENTACIONES** se recibieron durante una consulta pública inicial y se agradecen. Es probable que varios investigadores invitados envíen comentarios adicionales, como algunos que ya se han emitido. Los recibidos se incluyen al final del documento en la **CONSULTA PÚBLICA Y COMENTARIOS RECIBIDOS** y en el [ANEXO A](#). Es posible que se imprima en papel una segunda edición de la tesis o un libro, si sigue prohibida en las instituciones existentes.

PRÓLOGO 1

En todo lo largo y ancho de su territorio, la República mexicana es un receptáculo de restos arqueológicos y de manifestaciones culturales de etnias que en sus migraciones se asentaron en diversas regiones que integran el país.

De lo que ha podido rescatarse de ese pasado, destruido por sucesivas guerras en los tiempos precolombinos, durante la conquista y la colonización, destacan los restos arqueológicos de construcciones religiosas y de edificios públicos, así como la orfebrería, la cerámica y artículos de otras artes mayores y menores, las cuales son materia de amplia investigación y publicación.

No obstante de los estudios arqueológicos, ha quedado en la penumbra la investigación profunda de los instrumentos sonoros de los pueblos precolombinos, cuya función no solo fue musical, sino también y de manera destacada, de comunicación eclíptica. Lo anterior, a pesar de que constituye un verdadero patrimonio cultural sonoro que amerita una mejor comprensión y publicación.

En cuanto a los artefactos de comunicación críptica, destacan los aerófonos, cordófonos, idiófonos, membranófonos e instrumentos similares que no califican como instrumentos musicales.

En el caso particular de los artefactos sonoros elaborados con el mineral levemente magnético denominado ilmenita, se ha descubierto que producían sonidos que podían ser escuchados por diversos animales a distancias considerables, generando en ellos un efecto excitante, o bien, se infiere también que fueron utilizados para diversas ceremonias en razón de los lugares donde han sido encontrados.

La búsqueda por identificar y clasificar dichos instrumentos, pero sobre todo por determinar su uso primordial resulta de especial interés, para un mejor entendimiento de nuestra cultura milenaria.

La investigación del autor se apoya tanto en pruebas científicas —como lo son las realizadas al material utilizado o caracterizando las frecuencias generadas—, como en pruebas empíricas, destacando en especial la indagación del autor sobre la reproducción y experimentación de diversos resonadores similares.

Dentro de la gama de culturas indígenas de México, la Olmeca se considera como la “cultura madre”, de ahí que sea un acierto del ingeniero Roberto Velázquez Cabrera presentar su original estudio sobre la “Ilmenita Sonora Olmeca”, cuyas investigaciones previas lo ubican como pionero en el campo de los resonadores precolombinos.

Lic. Enrique Díaz Ballesteros

PRÓLOGO 2

Aunque no tengo la preparación ni la experiencia en el estudio de los aerófonos prehispánicos, la lectura de esta tesis, extraordinaria por ser un tema fuera de lo común, fue despertando el deseo de escribir algunos comentarios que fueron desarrollándose al descubrir un campo de la ciencia en el que contados seres humanos han incursionado, como es el de los instrumentos generadores de ruido prehispánicos, como les llama el autor de esta tesis.

El único antecedente que existía en mi haber y conocimiento era el libro de Vicente T. Mendoza: Panorama de la música tradicional de México, editado por la UNAM en 1956, trabajo que en su tiempo causó un profundo interés hacia los instrumentos musicales ancestrales, pero la actual lectura de esta tesis prácticamente lleva al lector, de la mano de un investigador que se preocupa por descubrir, y enfatizo, realmente descubrir otros campos de la Arqueociencia Sonora, para que exista un interés más amplio y por consiguiente más profundo en otros investigadores en conocer lo utilitario de muchos objetos sonoros que reposan en las bodegas y en los museos, desamparados por la socorrida ficha de objeto ritual, que distrae a un lado la atención que le deben dedicar los especialistas sobre todo en arqueología, quienes desdeñan la oportunidad de ampliar áreas de estudio y comprensión hacia lo que desconocen, haciendo de lado la propia obligación de adentrarse en sus propios campos de investigación, que en el tiempo invertido en sus años de preparación para sus especialidades no hubo quien les enseñara por el desconocimiento de los propios maestros en estas temáticas.

Algunos comentarios manifestados con ligereza acerca de los objetos en estudio, demuestran menosprecio hacia lo que se desconoce y se sale de un cierto campo de control, al referirse a ellos como cosas de indios que no tienen utilidad, o que han sido calificados como objetos primitivos y elementales; otros comentarios califican al autor de esta tesis como aficionado obsesionado, comentarios que

dejan relucir las dos principales deficiencias de la especialización actual y de quienes han sido distinguidos como especialistas en algún campo; en primer lugar aflora un profundo temor al ridículo si se tiene que emitir alguna opinión desde la total ignorancia al tema en cuestión; en segundo lugar una desmedida pereza mental a ponerse al corriente que tiene aristas fuera del alcance, al escudarse en los cómodos puestos en que discurre su especialidad, en lugar de intentar como en este caso, contribuir en un proyecto metodológico desde diversas disciplinas, sobre estos artefactos sonoros que reproducen diversos ruidos de la naturaleza y diversos sonidos relacionados con especies de animales y con sonidos de baja frecuencia que pueden producir estados alterados de la conciencia.

Hay mucho aprendizaje en esta tesis en que discurren la Ingeniería Acústica, la Arqueometría, incluso las fuentes en las crónicas históricas como la cita: ...en la fiesta de Toxcatl, dedicada a Tezcatlipoca se utilizaba un silbato con el que se producía un sonido semejante al del viento nocturno por los caminos.

Con una mentalidad muy positiva esperamos que se abran los bloqueos al despertarse un interés en todas las áreas relacionadas con estas temáticas, puesto que los resultados de los estudios realizados nos conectan con tecnologías desconocidas para su elaboración, con una profunda dedicación y conocimiento, plasmado incluso en manifestaciones de diseño artístico que dieron por resultado una gama de verdaderas joyas sonoras dedicadas a enmarcar acústicamente sus desconocidos ceremoniales. Y una sincera felicitación a quien ha dedicado con amor su tiempo, espacios y recursos a la tecnología sonora mexicana, desde el estudio de los artefactos sonoros, herencia de nuestro pasado prehispánico.

Maestro Arturo Meza Gutiérrez

PRESENTACION 1

Conocí a Roberto hace casi cuatro décadas; primero como jefe, muy pronto como amigo. Por mis inquietudes en aprender más sobre encuestas y estadística, pronto dejó de ser lo primero y nunca lo segundo. Desde el primer contacto a la fecha me atrajo su pasión por meterse a fondo en el problema cotidiano a mano, hasta solventarlo convirtiéndose en experto en el tema en el proceso y compartir con generosa humildad y lenguaje entendible al nivel del resto de sus colaboradores lo “sencillo” que resultó salvar los obstáculos. Su energía y capacidad le ganaban tiempo para que fuera del trabajo y con igual pasión y destreza practicara hasta lograr dominar los muy diversos entretenimientos que atraían su atención por largos periodos. Así, en los largos años de amistad me tocó en suerte conocer y verlo en acción empezar de cero y dominar las técnicas de los buenos ebanistas; pintores clásicos e impresionistas (incluyendo la preparación de sus pinturas y tratamientos preparatorios de lienzos), donde sus réplicas son indistinguibles de los originales; trabajo con piedras semipreciosas encontradas en sus largos paseos a lo largo y ancho del país; su conocimiento de la arbolaria y flora autóctona, identificando las que poseían alguna propiedad curativa en uso desde los tiempos prehispánicos; el descubrimiento de los pueblos mágicos mucho después poco a poco reconocidos como patrimonio de la humanidad; su fascinación con las quenás peruanas hasta elaborar y regalar a diestra siniestra varias de ellas; y así en su andar hasta que se topó por aquí, allá y acullá con diversos pitos y flautas en distintos pueblitos, cerros y museos. Nace así su más reciente pasión que acapara sus desvelos hace ya más de una década.

Con tenacidad inquebrantable, logra que distintos museos con piezas prehispánicas en exhibición reaccionen primero con recelo, luego poco a poco y con gran desconfianza algunos investigadores empiecen a considerar seriamente qué demonios quería decir cuando con usual candidez les preguntaban ¿y han tratado de soplar por sus orificios para ver qué pasa? Repitiendo una y otra vez la misma pregunta para objetos diminutos, pequeños, asibles con tan sólo dos

dedos, una mano o las dos; y por supuesto de los más diversos materiales: barro, piedra, metales, carrizos, huesos, bules, etc.

Su disciplina inquisitiva todo lo documenta, en texto y con dibujos; y la parte correspondiente de su cerebro no pierde tiempo y en paralelo lo mide, palpa, registra, procesa, examina y explora. Su formación ingenieril (que adicional a todo lo anterior lo mantiene atareado resolviendo los problemas en distintas áreas que tienen la virtud de reconocer su capacidad analítica y facilidad para encarar y resolver los más diversos problemas), lo empuja a construir y trabajar con modelos experimentales para analizar sus sistemas y propiedades sonoras, así como hipótesis constructivas y de funcionamiento.

Inicia una etapa de publicación de sus hallazgos en su sitio <http://www.tlapitzalli.com/>, y sin buscarlo, empieza a recibir invitaciones a publicar y hacer presentaciones de sus investigaciones en foros afines, algunos fuera de México. Hoy por hoy es ampliamente reconocido como uno de los expertos en arqueociencia sonora, primero en foros internacionales y fuera de México, finalmente en su propio país.

Y así llegamos a un hito más que lo detiene un poco en su andar para optar al título de “Doctor en Arqueociencia Sonora” con su tesis “Ilmenita Sonora Olmeca”. Salvado el trámite quién sabe con qué vereda se tope en su permanente andar y lo desvíe de sus queridos pitos y flautas autóctonas para explorar otras maravillas de nuestro querido México. De lo que podemos estar seguros es que siga en los resonadores o tome otro rumbo, será con la pasión de siempre y el infinito *affaire* amoroso que siempre ha tenido con su país, México.

Dr. Edmundo Berumen

PRESENTACIÓN 2

Este trabajo ha sido realizado fundamentalmente por el interés del autor en las: a) tradiciones mexicanas; b) la acústica; c) los instrumentos sonoros precolombinos; d) un profundo deseo de realizar estudios a consciencia sobre los temas mencionados. Roberto Velázquez Cabrera ha dedicado buena parte de su vida y de su economía familiar en localizar, replicar y estudiar con todo detalle, infinidad de aerófonos como flautas, ocarinas, generadores de ruido antiguos, etc., encontrados en el valle de México, y en otros lugares del mundo. Entre ellos, la Ilmenita, materia de esta tesis, la ha analizado desde múltiples puntos de vista, como físico, químico, sonoro, etc. Fruto de sus investigaciones en el mundo de la Acústica Arqueológica le han llevado a presentar múltiples conferencias y cursos relacionados con la fabricación, el estudio y el empleo de los instrumentos sonoros, en instalaciones del Instituto Politécnico Nacional, el Instituto Nacional de Antropología e Historia, otras instituciones educativas, además de presentaciones por invitación en Congresos Nacionales e Internacionales, tanto en México como en el extranjero, y su trabajo es ampliamente reconocido por especialistas en acústica e instrumentos sonoros antiguos y modernos de diferentes puntos del orbe. Por ello es para mí un placer presentar este trabajo a la comunidad académica, intelectual y a toda la gente que tiene el sincero deseo de aprender sin limitaciones.

Dr. Sergio Beristain

Presidente del Instituto Mexicano de Acústica

PRESENTACIÓN 3

Tengo el agrado de escribir una nota para esta tesis virtual elaborada como parte de la infatigable, constante y tenaz búsqueda del conocimiento del mundo antiguo y su aplicación en la vida moderna.

La búsqueda, investigación, desarrollo, experimentación y difusión del objeto de estudio de Roberto, lo ha llevado a involucrarse en diversas disciplinas, con investigadores de diversas instituciones, entre ellas, Reino Unido, Alemania, Francia, Estados Unidos de América, Canadá, del Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, del INAH, del Museo de Antropología, de algunas facultades de la UNAM, entre otras.

Roberto ha compartido sus hallazgos y conocimientos tanto presencialmente en varios países como virtualmente desde su sitio web <http://www.tlapitzalli.com/> donde ha colocado más de cien estudios que ha escrito. Personalmente le agradezco el tiempo, conocimiento y los recursos que ha compartido con mis alumnos del programa de investigación Delfín quienes han llegado a la Ciudad de México de diferentes estados de la República mexicana y han disfrutado en varias ocasiones elaborando aerófonos con barro guiados por Roberto que además coció en su horno rústico en su casa.

Es de notar la impresionante colección de Roberto de modelos experimentales y réplicas de diferentes artefactos acústicos construidos con base en sus observaciones como consecuencia de la prohibición en nuestro país del acceso a los objetos originales para su estudio o análisis funcional.

Los trabajos que ha desarrollado Roberto son con sus recursos propios, por falta de financiamiento y respaldo institucional o de programas que apoyen estos temas de investigación y desarrollo.

Mi reconocimiento y agradecimiento al amigo investigador Roberto Velázquez Cabrera.

[Dr. Jesús Manuel Olivares Ceja](#)

Profesor-investigador del Centro de Investigación en Computación del IPN

AGRADECIMIENTOS

El estudio y su difusión se hicieron, en parte, gracias al apoyo brindado por varias personas:

- Los desconocidos y desaparecidos maestros olmecas antiguos que consiguieron el mineral de ilmenita, y construyeron, usaron y dejaron la pieza de roca negra perforada y muchas otras similares;
- Finado antropólogo Francisco Beverido Pereau, por haber recuperado y guardado la roca negra perforada, y su familia por permitir estudiarla directamente;
- Finado ingeniero José Luis Franco, por haber sido el pionero en el estudio y difusión de los aerófonos de fuelle de aire y a los investigadores que publicaron resonadores similares.
- Dra. Yoloxochil Bustamante Diez, Directora General del [Instituto Politécnico Nacional](#) (IPN) por autorizar la difusión de los estudios de resonadores mexicanos en las instalaciones de la Unidad Politécnica para la Educación Virtual;
- Dra. Mayahuel Ortega por realizar los estudios de microscopía electrónica de barrido (MEB) realizados en el [Centro de Nanociencia, Micro y Nanotecnologías](#)¹ del IPN;
- Dr. Luis Alfonso Villa Vargas, Director del [Centro de Investigación en Computación](#) de IPN, por haber permitido el acceso a sus áreas controladas, aunque ya no podrán ser usadas;
- Dr. Gilberto Lorenzo Martínez Luna, por haber permitido utilizar el Laboratorio de Base de Datos;
- Dr. Jesús Manuel Olivares Ceja, por haber permitido usar una computadora para escribir la tesis electrónica y que el [Instituto de Investigación Virtual Tlapitzcalzin](#) (IVIT) sea parte de [La RED](#);
- Dr. Edmundo Berumen Torres, autorizó a [Berumen y Asociados](#)² cubrir el costo de la publicación de la tesis en papel y por ayudar a distribuirla;
- Dr. Sergio Beristain, Presidente del Instituto Mexicano de Acústica³, por apoyar la investigación de la ilmenita sonora y su publicación en los foros acústicos nacionales e internacionales;
- M. en C. Fausto Pavel Priego Pérez, por ayudar con el formato y la tabla de contenido con vínculos del escrito en *Word*, y;
- Profesora María de la Luz Hinojosa Franco y Ángel Mendoza González, por ayudar a corregir errores de escritura del texto.

¹ Es el único centro en que se han analizado resonadores mexicanos con microscopía electrónica.

² Su encuesta es de las que menos fallaron en la elección presidencial de 2012.

³ Es el único instituto nacional sobre acústica. Ha funcionado sin apoyo de instituciones oficiales.

RESUMEN

El objetivo de este documento es mostrar, en el formato de una tesis, los principales resultados de los estudios de una roca negra sonora, que tiene tres perforaciones y se designó como “ilmenita sonora olmeca” (Fig. 1). Se probó que pertenece a una familia extraordinaria y exclusiva de generadores de ruido que se usaban en el México Antiguo o Anáhuac, pero que ahora ya no son bien conocidos. Fue encontrada casualmente en la oficina del finado antropólogo Francisco Beverido Pereau, sin información. Es importante por su singular material metálico, tipología y morfología, y porque pudo construirse y usarse hace tres milenios. Se proporciona la información obtenida desde 1999, utilizando un esquema multidisciplinario de “arqueociencia sonora”, que ya ha aprovechado el uso de laboratorios y equipos técnicos y científicos disponibles y algo del conocimiento académico especializado de más de 50 campos. Se muestra que es posible obtener algo de una pieza sonora arqueológica, aun sin contexto arqueológico y sin información de ella, si se analiza con profundidad y amplitud. El trabajo realizado pretende ser ejemplo de una manera de apreciar, honrar y conocer los singulares objetos culturales y tecnológicos que nos dejaron los maestros antiguos, como los sonoros recuperados que se estiman en cientos de miles, pero fueron olvidados, prohibidos, ignorados y menospreciados. No han sido analizados a fondo ni por aquellos que tienen la obligación legal y los recursos para ello. Se incluyeron las limitantes encontradas, y los estudios consultados de otros autores y de los generadores de ruido bucales líticos adicionales, así como los de otras tipologías relacionadas analizadas. Se comentan los resultados principales de análisis a los materiales, organológicos, lapidarios, acústicos, de señales y se proponen los usos antiguos posibles, de acuerdo a sus propiedades sonoras. Estos resonadores 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. También se probó que pueden tener aplicaciones y usos importantes, algunos de ellos hasta patentables. Finalmente, se propondrán varios trabajos para el futuro.

1. INTRODUCCIÓN

La materia principal de este informe es una roca negra con tres perforaciones ([Fig.1](#)), que en 1999 se encontró casualmente en el despacho del finado antropólogo Francisco Beverido Pereau, de Xalapa, Veracruz. Estaba en una vasija con unas cuentas de cerámica, y pudo comprobarse que generaba ruido, pero no tenían información. La familia Beverido proporcionó la pieza, para estudiarla, con objeto de complementar los trabajos de una [tesis de maestría en computación](#), ya que profesores revisores querían que se incluyera el análisis de un resonador antiguo, lo que se hizo, y después se continuó estudiándose, hasta la fecha.

La principal hipótesis a probar que se planteó, fue que era posible saber algo de esa roca negra perforada, si se estudiaba con profundidad, amplitud y utilizando todas las técnicas posibles, a pesar de que todo su conocimiento antiguo se perdió, de que es descontextualizada y sin ningún tipo de información.

Con este trabajo también se muestra y ejemplifica que la mejor manera de apreciar, honrar y empezar a conocer bien los trabajos culturales y tecnológicos que nos dejaron los maestros antiguos, es estudiando y difundiendo cada una de las tipologías de las numerosas y variadas obras de su arte que han podido recuperarse. En este caso, el estudio ha incluido el análisis de la función sonora y otros elementos y aspectos básicos que pudieron examinarse de la roca negra perforada, misma que ya ha sido designada como “ilmenita sonora olmeca”, por su material mineral, sus propiedades sonoras y su probable origen.

1.1 Objetivos

El objetivo principal del documento es mostrar un resumen de los resultados de los estudios efectuados y dados a conocer abiertamente hasta la fecha, sobre la ilmenita sonora olmeca y algo de varios generadores de ruido bucales, que han sido examinados en detalle, así como algunos más complejos en su sistema

sonoro, unos directamente y otros indirectamente, usando modelos experimentales. Otros objetivos relevantes son:

- Para hacer menos frío o árido el informe y, con objeto de darle un poco de mayor valor agregado y alcance, se comenta algo de las principales dificultades encontradas en los estudios realizados, ya que pueden ser de utilidad, para los que quieran hacer trabajos similares siguiendo el camino de la investigación y experimentación sonora que se ha empezado a andar. También pueden servir, para los que quieran ayudar a superar las dificultades o para mejorar los trabajos.
- Describir brevemente el esquema propuesto de la metodología multidisciplinaria⁴ que se ha aplicado y llamado “arqueociencia sonora”, misma que va a utilizarse para describir el resumen de los resultados. También se comentan brevemente esquemas y enfoques usados por otros autores.
- Comentar el estado del arte, con base a los principales documentos de otros autores, que pudieron consultarse y la justificación de los estudios.
- Presentar recomendaciones para acciones futuras de mejora y difusión del estudio.

El estudio de la ilmenita sonora olmeca, como otros del autor sobre resonadores, se hizo sólo por amor⁵ a la rica, pero desconocida tecnología y arte sonoro mexicanos, sin buscar ni recibir algo a cambio. Se ha trabajado en forma independiente, para tener la mayor libertad posible, y porque no ha habido otra opción, pues desde hace cinco siglos, el tema sonoro mexicano no se ha incluido formalmente en ningún programa institucional. En la práctica, lo sonoro del México Antiguo ha sido prohibido o ignorado, hasta en las instituciones educativas y de investigación avanzada existentes.

El documento no pretende ser una obra literaria normal, como las escritas sólo para disfrutar de su lectura. Tampoco busca finalidades económicas o financieras ni alcanzar una gran cantidad de lectores, en parte, porque la situación económica

⁴ No se han encontrado descripciones precisas de los estudios multidisciplinarios. En este caso se refieren al uso del conocimiento disponible —información, técnicas y herramientas— de todas las disciplinas, que es necesario para el estudio de la pieza analizada y sus aplicaciones.

⁵ Amor en el sentido de antimuerte.

y cultural no las permite ni favorece. Por la naturaleza del tema y de los trabajos realizados, el contenido central es un poco técnico.

Sin embargo, para facilitar la lectura, se decidió no hacerlo muy largo, con un lenguaje lo más sencillo posible y evitando lo más complejo o muy especializado, aunque no pueden eliminarse los elementos y temas técnicos básicos utilizados en el trabajo.

Con este trabajo se pretende mostrar y ejemplificar que la mejor manera de apreciar, honrar y empezar a conocer bien lo que dejaron los maestros de las culturas antiguas, es estudiando, difundiendo y publicando cada una de las tipologías de sus numerosas y variadas obras de arte que han podido recuperarse. A pesar de que los usos, costumbres y gustos sonoros antiguos se perdieron, y de que ya no es posible reconocerlos con precisión y revivir con realismo su utilización original, podemos encontrar algo de ellos, y hasta aplicaciones actuales de utilidad, si cada uno de los numerosos restos antiguos recuperados se estudia con la mayor profundidad y amplitud posible.

El problema de México, como de gran parte del resto de América, no es que falten obras de arte propias, ya que se han recuperado millones de monumentos muebles e inmuebles de una gran diversidad y variedad, y muchos otros aún no se descubren o rescatan, pero existen limitantes para analizar todos con profundidad y difundirlos con amplitud⁶. Generalmente, se prefieren los que son monumentales, vistosos, hermosos o ricos en su iconografía significativa. Los artefactos pequeños y los fragmentos, en muchas ocasiones no se analizan a fondo ni los registran⁷, y se arrumban, se tiran o vuelven a enterrarse. Otras obras, como muchas ilmenitas perforadas de una colección privada ([Fig. 10](#)) ni siquiera se han reconocido como objetos arqueológicos, siendo muy similares a la pieza analizada ([Fig. 1](#)).

⁶ Principalmente, por limitaciones de la capacidad existente en personal profesional especializado y laboratorios que es insuficiente, para atender la demanda potencial de estudios de millones de piezas de varias decenas de miles de sitios arqueológicos registrados, según han comentado varios de sus investigadores.

⁷ Como los llamados “tepalcates” y los que tienen menos de 50% del objeto original.

2 JUSTIFICACIÓN

Se consideró justificado e interesante integrar y publicar un resumen de los estudios realizados sobre la ilmenita sonora olmeca, principalmente por lo siguiente:

- Es el objeto lapidario antiguo conocido que se ha encontrado en mayor cantidad en un sitio arqueológico;
- Es el resonador conocido de roca más antiguo, el más pequeño y el único construido en ese material natural metálico.
- Su sistema sonoro es único en el mundo y los sonidos y ruidos que genera son especiales y complejos, a pesar de la sencillez de su morfología estructural y constructiva.
- Aun ahora, su sistema sonoro tiene varias aplicaciones potenciales patentables. Algunos diseños de los generadores de ruido antiguos, ya han sido patentados y comercializados en el extranjero y, su mecanismo sonoro lo ha aprovechado el autor en recreaciones de un nuevo arte mexicano en varios materiales.
- El estudio a fondo de la ilmenita sonora puede ayudar a rescatar la milenaria, única, extraordinaria y rica rama productiva sonora mexicana que ya no existe.
- Es el único resonador antiguo que ha podido examinarse en un laboratorio científico y con algunos equipos y sistemas de alta tecnología, así como con técnicas lapidarias manuales similares a las antiguas.
- Es el primer estudio de un artefacto sonoro antiguo que se analiza en forma multidisciplinaria, pero personal. No se conoce otro similar que se haya hecho con el mismo número y variedad de técnicas de análisis y trabajos experimentales.
- No se conoce otro objeto sonoro arqueológico o antropológico o de otro tipo, que se haya analizado, desde tantos puntos de vista y durante tanto tiempo.

Es el primer informe de un trabajo de investigación, en formato de tesis, que se somete a una consulta pública abierta en la red mundial de Internet y que podrá ser enriquecida, después de su publicación inicial.

La idea de la consulta pública de los informes de los estudios se tomó de las similares que practican algunos países desarrollados en sus procesos democráticos consultivos, como los llamados “*consultation documents*”⁸, para enriquecer nuevas políticas, programa y proyectos, que puedan afectar a la población, el territorio o el medio ambiente, pero no se han utilizado para mejorar los informes de los trabajos científicos, ya que prefieren evaluarlas antes de su publicación, en reuniones cerradas o con muy poca audiencia y sin permitir consultas públicas abiertas.

El documento se hace, en parte, porque se han recibido sugerencias para escribir un libro de los resultados de los estudios publicados en formato electrónico en Internet, ya que dicen no poder consultarlos en el sitio [web Tlapitzalli](#), porque son muchos. No se ha hecho, porque la lista de ellos ya es muy larga (más de 100), y no se ha querido repetir lo que han publicado otros autores, al tratar de mostrar un conjunto grande de ellos, pero sin mucha profundidad. Se ha recomendado que ya es tiempo de empezar a estudiarlos y darlos a conocer con toda la profundidad y amplitud posibles. Como el autor no es especialista en redacción literaria de historias, cuentos o relatos, inicialmente, se decidió escribir el informe en un formato un poco técnico, pero centrado en un sólo resonador mexicano importante. El escrito se presenta en formato electrónico ante el IVIT, porque el tema del estudio y sus resultados presentados como una tesis, no ha sido aceptado en ningún instituto o centro de estudio del mundo real. El IVIT⁹ también es el único que ha aceptado publicar la versión electrónica de la tesis en Internet. El proyecto de tesis, es el primero que se publica como documento consultivo

⁸ Es interesante aprovechar ese procedimiento consultivo democrático y abierto, cuya práctica pudo conocerse en Inglaterra, a mediados de la década de 1970.

⁹ El IVIT se creó en Internet, para dar a conocer con la mayor amplitud posible los estudios del autor sobre resonadores mexicanos, porque no se encontraron instituciones educativas, de investigación o editores interesados en publicarlos ni han incluido el tema estudiado con profundidad.

abierto, en la red mundial de Internet. Eso tampoco se practica en las instituciones de educación e investigación. Unas locales ni siquiera ponen las tesis aprobadas abiertas al público en Internet, y otras importantes que si las ponen en sus servidores de Internet, requieren de claves para su acceso, como las de la UNAM. Los estudios publicados en libros se venden.

Como tampoco se encontraron especialistas técnicos capacitados e interesados en el tema del estudio, su dirección, asesoramiento, revisión y corrección ha quedado a cargo del mismo autor, aunque el escrito electrónico ya se puso disponible como un documento consultivo abierto al público interesado, de la misma manera que se ha hecho con todos los estudios previos. Hasta la fecha, no se han recibido objeciones o aportaciones técnicas de fondo, para mejorar los trabajos realizados.

Se usa el formato de una tesis académica, porque hay menos diversidad que en los libros y deben cumplir con varios requisitos técnicos mínimos, aunque inicialmente se escribe para ser publicada a través de un medio electrónico¹⁰. Eso tiene la gran ventaja de que estando ya escrita y sabiendo cómo hacerlo, pudo publicarse mundialmente en pocos segundos, sin ningún trámite administrativo, en mucho menos tiempo del que han tardado las publicaciones anteriores en papel de la ilmenita sonora olmeca, ya que han tenido un retraso, desde dos años hasta cerca de 10 años. El trabajo realizado cumple con los requerimientos básicos de una tesis doctoral, en cuanto a la originalidad y no trivialidad. Además, tiene aplicaciones y beneficios económicos, sociales y culturales reales y potenciales, lo que normalmente no se requiere ni logra en numerosos trabajos académicos considerados de alto nivel. Ese tipo de beneficios debería ser de los primeros a buscar y alcanzar en toda tesis tecnológica, si se quiere superar el subdesarrollo,

¹⁰ Las referencias se presentan como notas con las ligas (URL) a otros documentos electrónicos, para facilitar su consulta y, porque algunos de ellos también son virtuales y no han sido publicados en papel. Para escribir lo menos posible, no se incluyen los datos de las referencias bibliográficas. Las figuras también se ponen en ligas, para que el documento no sea muy grande y pueda ser bajado y consultado en menos tiempo, por los interesados que no tienen conexiones a Internet de banda ancha.

pero las reglas, normas y sistemas existentes para asignar los recursos disponibles no lo aseguran¹¹.

Se cuestiona el grado virtual de doctor, si no es avalado por un colegio de expertos de una escuela existente. Lo mismo sucede con la propia tesis y aun con el IVIT, pero eso los hace únicos y diferentes en la historia, en el mundo real y en los servidores de la red de Internet, ya que no se conocen otros similares. Tampoco se conoce otro centro o instituto que tenga disponibles tantos informes abiertos con resultados de estudios sobre resonadores antiguos. Lo relevante es que el trabajo realizado es real. Usualmente, los trabajos de tesis duran menos tiempo y utilizan menos campos de estudio. En realidad, no tiene importancia el reconocimiento del grado virtual de doctor, ya que podría ser de nivel de maestría, profesional o hasta de un diplomado, sin que por ello deje de ser inédito. Sería más deseable poder lograr y mostrar una capacidad similar a la de un experto o de un maestro del arte sonoro antiguo. Lo más parecido en náhuatl, es el experto *Temastian* o el señor de las flautas *Tlapitzcaltzin*¹². Se ignora cómo se llamaban en el lenguaje de los olmecas, porque se perdió con ellos. También podría ser *Ah Pax Chul*, en maya, y *Curinguri*, en purépecha. Si no es posible revivir lo que fue matado y olvidado, podría recrearse uno nuevo de ingeniería o de arte sonoro mexicano. Este trabajo muestra que es posible hacerlo.

Por desgracia ni siquiera los pocos amantes de lo mexicano, se han interesado en rescatar a fondo algo de los resonadores antiguos y sus sonidos, en parte, porque se conocen muy pocos¹³. El público en general, tampoco los conoce, porque no se difunden con amplitud ni siquiera las pocas reproducciones disponibles en el mercado. En los medios masivos de comunicación no se han interesado en ellos, más allá de incluir algunos sonidos de caracoles, flautas y silbatos, en el fondo de algún documental con tema antiguo mexicano. No los han grabado o difundido con amplitud, ni siquiera los medios oficiales llamados “educativos”, “culturales”,

¹¹ Algunos profesores creen que la técnica debe servir para encontrar innovaciones en la misma técnica, pero eso se justifica económicamente sólo cuando existe una industria nacional de ella.

¹² Según el profesor del CIC que sabe Náhuatl, Dr. Ricardo Barrón, debe ser *Tlapitzcaltzin*, pero el del IVIT es *Tlapitzcalzin*, ya que no es el maestro antiguo.

¹³ Como los modelos usados en algunas danzas de origen antiguo que aún se practican.

“populares” o “indigenistas”, ni en los festivales nacionales y regionales de música¹⁴. Por todo lo anterior, cualquier trabajo que estudie a fondo y difunda con amplitud lo sonoro mexicano está justificado, es importante e inédito, aunque la materia de investigación sea una pieza descontextualizada, desconocida y despreciada y, aún más, si con ello pueden crearse o recuperarse extraordinarias y únicas ramas productivas y de las artes perdidas.

3 LIMITANTES

Las limitantes que se comentan son para mostrar algo de las dificultades encontradas en el estudio realizado, que han impedido lograr trabajos de mayor profundidad y alcance. El estudio no ha sido fácil ni sencillo, y se ha hecho sólo con los recursos del autor, sin apoyos financieros o presupuestales de ninguna dependencia o entidad pública¹⁵ ni de una empresa, institución o sociedad privada. No se ha estimado el costo del estudio, pero es de varios millones de pesos¹⁶. Como sucede en todo tema o campo nuevo de investigación, al inicio es difícil encontrar información, referencias y asesorías de utilidad, cuando no existen manuales o protocolos técnicos idóneos o adecuados para este tipo de estudios. Aunque el tema del estudio es inédito, es difícil incluirlo en tesis o investigaciones académicas avanzadas y especializadas, como las doctorales o de otro nivel, porque en ningún centro educativo, instituto de investigación o de estudio

¹⁴ Los neocolonizados culturalmente prefieren difundir los instrumentos, la música y los músicos del extranjero, pero ignoran y evaden todo lo sonoro del México Antiguo.

¹⁵ En México, no existen formas legales para investigaciones independientes altruistas (no lucrativas) de personas físicas y para solicitar apoyos económicos públicos o revalidación de estudios, se requiere el aval de una institución reconocida, lo que no fue posible obtener, porque ninguna existente incluye el tema sonoro del estudio en sus programas. No se aceptan las investigaciones independientes, si no tienen un aval institucional u otros requisitos administrativos como el de tener actividades empresariales. Los grandes creadores de la historia, como Leonardo da Vinci, no podrían ni presentar una solicitud, ya que no cumplirían los requerimientos administrativos, por ejemplo, los del Sistema Nacional de Investigadores. Es oportuno informar que [una extraordinaria flauta con ranura imaginada y dibujada por da Vinci](#), siglos antes, ya había sido hecha por un antiguo y desconocido maestro mexicano.

¹⁶ El costo de la [tesis de maestría sobre aerofonos mexicanos](#) se estimó en ~\$1,500,000 pesos de 1999, y su estudio duró tres años y medio. Este trabajo se ha venido realizado desde 1999.

existente lo han aceptado y en todos han dicho que es materia de otro lugar¹⁷. Por causas similares, hasta el aprendizaje de las técnicas utilizadas ha tenido que lograrse en forma autodidacta, porque no se encontraron académicos que pudieran ayudar. Aun el trabajo de los materiales, necesario para hacer modelos experimentales y saber algo de las técnicas antiguas, se perdió y ya no se imparte en las escuelas o talleres existentes.

Se platicó con autores de escritos introductorios publicados sobre “instrumentos musicales prehispánicos” pero no se interesaron en participar en los estudios del autor ni hicieron aportaciones para mejorarlos. Entre ellos se incluyeron a profesores de las escuelas oficiales y privadas de música. Un compositor que hizo un estudio sobre artefactos sonoros precolombinos (Dájer, 1995) advirtió al autor que en nuestro país era imposible o muy difícil realizar estudios independientes en el tema. Se buscaron centros o laboratorios con instalaciones y equipos para hacer análisis científicos de instrumentos musicales y sus sonidos, pero tampoco se interesaron en participar en los estudios o apoyar su desarrollo. Lo mismo sucedió con los centros mejor equipados, para hacer mediciones, que tienen laboratorios científicos de metrología, pero prefieren dar apoyos a las grandes empresas que pueden pagarles los servicios¹⁸.

Hace tiempo se buscaron posibilidades para desarrollar un trabajo doctoral en el extranjero, pero no se encontraron instituciones especializadas y profesores interesados en el estudio de los resonadores mexicanos antiguos. Por desgracia, lo mismo ha sucedido localmente.

Jóvenes que quieren hacer estudios de posgrado en algunas de las pocas escuelas nacionales relacionadas existentes se enfrentan a dificultades tontas, como las actitudes y practicas discrecionales de profesores que controlan el ingreso y el egreso. Por ejemplo, a Gonzalo Alejandro Sánchez Santiago no lo admitieron en un curso de doctorado de la Escuela Nacional de Música ([ENM](#)) de

¹⁷ El aceptar sólo proyectos institucionales, impide apoyar estudios inéditos independientes. Muchos proyectos de programas institucionales no son realmente inéditos, como los “refritos” o los que solo incluyen mejoras o aportaciones marginales de otro anterior.

¹⁸ Usualmente, las empresas ni siquiera publican los resultados de los análisis.

la UNAM, y no le informaron de las causas de su rechazo, a pesar de haber cumplido con los requisitos y de que su trabajo es el único conocido que tiene antecedentes de una tesis profesional y otra de maestría, con menciones honoríficas en esa misma Escuela (Sánchez. 2006) y en el [CIESAS](#) de Oaxaca (Sánchez 2010). [Se envió una queja de esa irregularidad](#) y de un [plagio sobre un estudio del autor](#), al Director de la ENM, y al Rector y a la Coordinadora de Estudios de Posgrado, de la UNAM, pero no surtieron efectos¹⁹. Sánchez tuvo que tomar el doctorado en otra especialidad académica, en un curso del Instituto de Investigaciones Estéticas (IIE). [Sánchez, también es miembro distinguido del IVIT](#), y ha utilizado en sus estudios el conocimiento de su especialidad y los métodos básicos y técnicas propuestas por el autor, mismos que sus profesores no han dado muestras de que los conozcan y dominen bien.

En la academia relacionada ni siquiera han podido discutirse a fondo los resultados de los estudios, ya que no acostumbran hacerlo públicamente y sin recibir “puntos” (\$). Tampoco se encontraron profesores o investigadores que sepan lo suficiente del tema y de todos los campos utilizados en este estudio como para poder dirigir y supervisar los trabajos o brindar asesorías técnicas en la materia o que se hayan interesado en apoyar o mejorar los estudios realizados.

Por causas similares, el profesor de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y Presidente del Instituto Mexicano de Acústica, Sergio Beristain, tuvo que tomar un curso de posgrado a distancia en una institución del extranjero, [“Atlantic International University”](#), pero comentó que no aceptaron el diploma con el título del grado de *“Doctor of Science, with a major of Architectural Acoustics”*, porque le dijeron que es fraudulenta e ilegal, a pesar de haber proporcionado el [diploma](#) y un comprobante de que ha sido apostillada [“apostille”](#). Eso muestra que estudios sobre temas de utilidad probada también pueden estar prohibidos o limitados, porque sus escuelas no han sido reconocidas oficialmente en su país de

¹⁹ Parece que nadie vigila a los colegios de profesores y comisiones de expertos que dictaminan “a puerta cerrada” todo tipo de solicitudes, proyectos y trabajos académicos. Ni siquiera algunas quejas sobre irregularidades se atienden, cuando se presentan a sus superiores, como en este caso, aunque con ello no cumplan lo estipulado en leyes importantes, como el Derecho de Petición Ciudadana del Art. 8 de la Constitución.

origen, aunque las dejen operar al atender demanda no atendida por las autorizadas. La autorización oficial de una escuela no significa que sus egresados sean necesarios o efectivos. Beristain es el primer investigador local que empezó a estudiar espacios ceremoniales arqueológicos con técnicas acústicas y también ha impulsado los temas sonoros mexicanos y de la acústica arquitectónica y arqueológica en libros²⁰ y en los principales foros nacionales e internacionales de acústica que ha organizado, como el reciente [19º Congreso Internacional Mexicano de Acústica](#). En el [programa](#) del evento se incluyeron dos conferencias del autor, una de ellas con el profesor Beristain, sobre un tema nuevo de estudio: [“Análisis de señales terapéuticas infrasónicas”](#). En 2006, Beristain [fue elegido](#) como [“Fellow”](#) de [ASA](#) (*Acoustical Society of America*)²¹. Ese reconocimiento no se ha otorgado a otro profesor nacional o latinoamericano conocido viviente en su país.

Los países con mayor desarrollo económico e industrial, son precisamente los que más han impulsado su tecnología, pero en el tema sustantivo cultural del estudio no se han encontrado interesados en apoyar los trabajos. Lo mejor que ha sucedido es que en algunos de los principales foros internacionales relacionados, han invitado al autor a dar conferencias con viáticos, o parte de ellos, pagados.

Por desgracia, a nivel internacional tampoco se han encontrado instituciones interesadas en apoyar los trabajos de investigación y hasta para publicar los resultados en revistas con registro en el *ISI Data Base*, que se requieren para admitir temas de tesis doctorales en las instituciones educativas y de investigación nacionales, relacionadas con la ciencia o la tecnología. Por ejemplo, en la lista del [Thomson Reuters](#) no aparecen los temas de los estudios del autor, como *aerophones*, *resonators* ni siquiera *musical instruments*. Los artículos de conferencias que han podido publicarse en las memorias de los mejores foros internacionales, no se incluyen en esos índices, como el de música arqueología

²⁰ Beristain 2012

²¹ Es un “*Member or Associate who has rendered conspicuous service or made notable contributions to the advancement or diffusion of the knowledge of acoustics or the fostering of its practical applications shall be eligible for election to Fellowship in the Society.*”

del [ISGMA](#) (*International Study Group on Music Archaeology*), que hacen reuniones cada dos años y han sido apoyadas por el [DAI](#) (*Deutsches Archäologisches Institut*). Cuando se les preguntó la razón de no estar inscrito en esas bases de datos, dijeron que además de que cobran por ello, no le veían la utilidad práctica de hacerlo, ya que no existen instituciones académicas que cubran el tema de la música arqueología. La sociedad más importante en el mundo de profesionales del sonido [ASA](#) ha invitado al autor a dar conferencias en sus congresos internacionales, pero para publicar artículos en su revista [JASA](#) (que se lista en *Thomson Reuters*)²² hay que pagar bastante por ello.

Se han encontrado dificultades importantes, y hasta oposición de parte de algunos administradores²³, para poder avanzar en los estudios requeridos y hasta para obtener información necesaria, pero la mayor limitante encontrada es que, desde hace cinco siglos, la tecnología verdaderamente mexicana no ha sido materia de interés central o tema prioritario en ninguna entidad o dependencia pública nacional, estatal o municipal ni de instituciones, fundaciones, sociedades o empresas privadas²⁴. En la práctica, ha sido un tema no impulsado como debería hacerse.

Desde la invasión de hace cinco siglos y las consecuentes masacres de los pueblos y las ricas culturas antiguas de nuestro continente, como la ocurrida en forma sanguinaria en el Templo Mayor de Tenochtitlán, durante el último canto mexicano, cuando sólo tenían en sus manos flores, plumas y artefactos sonoros, se empezaron a imponer las políticas y acciones de la mundialización o globalización y la dependencia. Desde entonces hasta ahora, se importan los mejores instrumentos musicales profesionales y su música, así como la mayoría de los dispositivos y equipos sonoros y acústicos. Hasta el Himno Nacional se toca

²² *Monthly ISSN: 0001-4966*

²³ Una objeción es que el autor no es arqueólogo, pero los profesionales de esa especialidad no se han ocupado del rico espacio sonoro del México Antiguo. En sus escuelas no les han enseñado las técnicas necesarias para ello, porque los profesores tampoco las conocen y usan.

²⁴ Los países subdesarrollados se distinguen por importar la tecnología de mayor valor agregado, incluyendo los equipos y sistemas productivos industriales y de investigación. En esos casos, la industria exportadora de la tecnología es la más beneficiada.

con instrumentos importados y sus derechos de autor pertenecen a una compañía de los Estados Unidos (*Wagner y Lieven*). El último *Tlatoani* y los maestros que fomentaban y practicaban las mejores artes antiguas fueron masacrados y ya no han surgido otros similares.

En el pasado los sonadores y sus sonidos eran utilizados en forma intensiva en todo tipo de eventos, ceremonias y rituales, por los poderes religiosos, civiles y militares. Ahora, se prohíben hasta para su investigación y difusión. Ejemplos concretos: al autor no le permitieron introducir un modelo experimental de una trompeta maya en el sitio de Teotihuacán, para probarla acústicamente; lo corrieron del sitio de Xochicalco, al intentar probarla en el “Observatorio”; no le permitieron tocarla en un auditorio de la Cámara de Diputados, para mostrar en vivo sus sonidos en una charla sobre artefactos sonoros mexicanos, y; no se permite transportarlos, exhibirlos, reproducirlos o estudiarlos²⁵ —sin permiso oficial— ni siquiera los que están concesionados y bajo su resguardo, mucho menos, los de museos y ceramotecas.

Hace tiempo, se le preguntó al Lic. Enrique Díaz Ballesteros —experimentado y conocedor de nuestras leyes, incluyendo las constitucionales²⁶—, sobre la causa de que el rescate y aprovechamiento del conocimiento milenario de nuestros pueblos antiguos no se hayan incluido en un ordenamiento de la Constitución. Dijo que eso se debió a que desde cuando se formuló el primer Decreto, para la libertad de la América Mexicana, —como se llamó a la Constitución de Apatzingán de 1814—, se nutrió con los ideales que estaban en boga en Europa, más los intereses de los criollos y los poderes dominantes locales. Ahora, lo que ha cambiado, es que también copian lo que aprendieron y proviene de la llamada América del Norte.

²⁵ En la práctica, sólo han requerido permiso para su traslado a laboratorios. Los que tienen el monopolio y los recursos para estudiar los artefactos sonoros arqueológicos de acuerdo a las [normas para la investigación arqueológica](#) no lo han hecho, y nadie se queja de ello o exige que se haga.

²⁶ Ballesteros 2001. Escribió un hermoso libro sobre “La Visión y Herencia de Una Constitución, Decreto Constitucional para la Libertad de la América Mexicana”, que se pudo leer, porque regaló un ejemplar al autor.

En los últimos decenios la tecnología nacional ha sido relegada o disminuida a su mínima expresión, atención y fomento, dando mucha mayor preferencia al consumo de todo lo que proviene del extranjero, incluyendo la gran cantidad de chatarra comercial permitida, inducida y hasta fomentada. Pregonan que México es uno de los países más abiertos del mundo, pero por desgracia, en la práctica, se encuentra cerrado al conocimiento tecnológico del pasado milenario y a su posible reaprovechamiento y fomento. Eso ocurre, a pesar de que se sabe bien que el pueblo de una nación sin cultura y tecnologías creativas propias, está condenado al subdesarrollo y la pobreza, ya que en esa condición sólo puede aspirar a continuar siendo un consumidor de importaciones, dependiente de los productos y servicios del extranjero de mayor valor agregado y hasta de muchos básicos.

Ya se importan hasta productos alimentarios básicos, como el maíz, que es originario de México y que era y sigue siendo fundamental en la dieta de una mayoría de mexicanos. En la antigüedad era muy apreciado y venerado. Desde hace décadas, es uno de los productos agrícolas que se manejan principalmente con los criterios e intereses de los exportadores del extranjero y los importadores locales, a pesar de sus efectos nocivos en el agro que lo producía y en el incremento del desempleo y la pobreza rurales²⁷. Estos comentarios pueden parecer muy ajenos al tema sonoro, pero desde hace cinco siglos, lo mismo ha sucedido con todas las ramas del arte y las productivas perdidas como lo sonoro antiguo. Hasta la morfología del cuerpo de las mazorcas del maíz, ya se ha aprovechado en modelos de resonadores globulares, que generan sonidos con timbres hermosos.

Si se siguen fomentando las políticas y los proyectos entreguistas y de fomento a las importaciones, que han conducido a una mayor dependencia del extranjero, hasta las actuales instituciones educativas y de investigación, podrían

²⁷ Sus semillas ya han sido hasta alteradas genéticamente y patentadas por empresas del extranjero. Ahora se prefiere fomentar la chatarra de comida y bebidas que son hasta dañinas, como la que engorda y no nutre y hace que la rica alimentación mexicana, de origen milenario, se vaya perdiendo aún más.

desaparecer, si no se requiere, busca y fomenta la creatividad y la producción nacional de mayor valor agregado²⁸. Parece que los que formulan las políticas y programas nacionales y sectoriales no se dan cuenta que es imposible poder competir en los mercados internacionales en las ramas productivas que ni siquiera existen en el país, como todo lo relacionado con la tecnología e industria de lo sonoro.

Desde hace tiempo, se han hecho peticiones y propuestas para mejorar la situación, al menos, en materia de tecnología y cultura mexicanas, ya que las políticas, programas, proyectos, normas y sistemas existentes no lo han logrado. A continuación, se comentan las principales propuestas planteadas por escrito, desde hace más de una década, porque aún son de actualidad; reflejan algunas dificultades existentes y refuerzan la justificación de los trabajos necesarios de investigación del IVIT y de la tesis virtual.

La [primera propuesta](#), formulada al más alto nivel del Poder Ejecutivo, fue enviada al Presidente Vicente Fox, atendiendo la Consulta Ciudadana del Plan Nacional de Desarrollo (PND), de 2001. Se propuso:

“Incluir programas efectivos para investigar, rescatar y promover la rica cultura y tecnología mexicanas (que se han destruido, prohibido, perdido, sustituido y olvidado en los últimos cinco siglos), para atender los ordenamientos legales en la materia y posibilitar así el desarrollo de los pueblos indígenas y el nuestro propio.”

Dicha propuesta no fue incluida explícitamente en el PND publicado y existían dificultades para conocer la reglamentación vigente para poder obtener información descriptiva de aerófonos antiguos bajo resguardo de museos y

²⁸ La tecnología nacional no es necesaria para la industria subsidiaria o filial del extranjero, maquiladora, armadora, “aprieta tuercas” o que importa su maquinaria e insumos, y cuando los grandes proyectos de ingeniería se encargan a empresas del extranjero. Algunos ilusos dicen que las empresas del extranjero van a desarrollar el país, pero sin tecnología propia no es posible superar el subdesarrollo.

ceramotecas²⁹, con objeto de complementar una [tesis de maestría en computación](#) sobre ese tema y para que fuera autorizada por la Coordinación de Postgrados del IPN —a pesar de que ya había sido aprobada formalmente y reglamentariamente por la [Comisión de profesores](#)—. Se envió una [nueva petición](#) con la [justificación técnica y legal](#), atendiendo una invitación Presidencial recibida para ello.

A mediados de los años 30 del siglo pasado, cuando gobernó el general Lázaro Cárdenas del Río, se crearon algunos organismos con finalidades nacionalistas y con espíritu patriótico, como el IPN en 1936. En relación con el tema de este estudio, existía la carrera de “Antropólogo Físico y Social”, misma que en 1938 fue asimilada en la “Escuela Nacional de Ciencias Biológicas”. En sus pocos años de operación se publicaron investigaciones pioneras, como los primeros estudios de los calendarios mexicanos. También, ha desarrollado algunas aportaciones importantes para la cultura, hasta en el ámbito internacional. Unas de ellas son las pinturas acrílicas, que desde hace más de medio siglo, son las mejores y más versátiles que utilizan creadores de la pintura en todo el mundo. Pocos saben del primer pintor que las investigó, promovió, fabricó y usó en México, José L. Gutiérrez (1900-1968), que fue fundador del taller de experimentación de pintura mural y materiales del IPN. Su tratado de pintura mural fue el primero y único conocido, e incluye los descubrimientos de los materiales plásticos, que utilizaron grandes artistas como Alfaro Siqueiros, José Clemente Orozco, Rufino Tamayo y Arnold Belkin, entre otros, para sus pinturas de caballete y murales, pero no fue publicado inicialmente en México, ya que se dio a conocer en Canadá (Gutiérrez, 1956)³⁰ y luego en EUA (Gutiérrez 1960)³¹. Tres décadas después fue impreso por el IPN y distribuido por la Editorial Domés (Gutiérrez 1989)³², pero ya no se vende. Aun ahora se fabrica y vende su pintura acrílica POLITEC. Según Belkin (finado),

²⁹ Su información descriptiva no está disponible para el público interesado. Ni siquiera la información básica de las cédulas de registro de las piezas arqueológicas se conoce, lo que ha impedido liberar las bases de datos oficiales existentes.

³⁰ Gutiérrez, José. 1956. *From Fresco to Plastics: New Materials for Mural and Easel Paintings*, Ottawa.

³¹ Gutiérrez, José y Roukes, Nicolas. 1960. *Painting with acrylic*. Nueva York.

³² Gutiérrez, José. 1986. *Del fresco a los materiales plásticos*. México. D.F. IPN-Domés. La editorial Domés era del Ing. Eugenio Méndez, para publicar escritos inéditos.

es la mejor pintura para los murales y en la investigación y experimentación de nuevos medios plásticos “propugnaban una técnica revolucionaria para un arte revolucionario”. Las técnicas de la pintura no se habían modificado en los cuatro siglos anteriores y no han surgido otras nuevas de la misma importancia y versatilidad. La pintura acrílica es inigualable por sus características, como su durabilidad y resistencia a los fenómenos naturales de la intemperie —que no resisten igual otras técnicas como el fresco y el óleo—, así como su capacidad de lograr efectos finos extraordinarios, como las veladuras luminosas, pero ahora ya muy pocos pintores las practican³³.

El estatuto legal de creación del IPN sigue teniendo las mismas finalidades, porque no se ha modificado, pero ahora los programas se enfocan a los temas técnicos, casi sin aplicarlos a la cultura nacional. Algunos administradores y profesores actuales dicen que la **cultura** no es tema del Organismo, pero eso indica que no conocen —ni atienden— bien los ordenamientos (en **negritas**) de su [Ley Orgánica](#):

“**ARTÍCULO 1.-** El Instituto Politécnico Nacional es la institución educativa del Estado creada para consolidar, a través de la educación, la Independencia Económica, Científica, Tecnológica, **Cultural** y Política para alcanzar el progreso social de la Nación, de acuerdo con los objetivos Históricos de la Revolución Mexicana, contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.”

ARTÍCULO 3.- Son finalidades del Instituto Politécnico Nacional:

“**V.-** Investigar, crear, conservar y difundir la **cultura** para fortalecer la conciencia de la nacionalidad, procurar el desarrollo de un elevado sentido de convivencia humana y fomentar en los educandos el amor a la paz y los sentimientos de solidaridad hacia los pueblos que luchan por su Independencia;”

³³ Pueden aplicarse varias veladuras semitransparentes superpuestas en algunas horas, hasta con colores opuestos, secando cada capa con un chorro de aire, resultando coloridos extraordinariamente hermosos, que no pueden lograrse de otra manera. Con la técnica del óleo, tenían que aplicarse en varios meses, por el tiempo de secado del barniz de cada capa. Además, el barniz se amarillenta con el paso del tiempo. En la pintura actual, ya casi no se usan, porque prefieren las técnicas más rápidas.

Aunque la cultura no se incluyera entre las atribuciones legales de un organismo tecnológico, sus insumos materiales y procesos para obtenerlos, pertenecen a una rama productiva industrial.

Lo mismo sucede con los **temas interdisciplinarios** en ordenamientos normativos, como el [Reglamento Interior del Organismo](#), pero las unidades existentes no incluyen la tecnología sonora mexicana entre sus finalidades y, menos, sus áreas culturales relacionadas:

“**Artículo 5.** El Instituto realiza su función educativa a través de escuelas, centros y unidades de enseñanza y de investigación, que para los efectos de este Reglamento y otras disposiciones jurídicas internas aplicables se entenderán como:

II. Unidad Interdisciplinaria: escuela en la que se desarrollan actividades académicas en una o varias áreas del conocimiento, con carácter multidisciplinario o interdisciplinario;”

Algunos tecnólogos dicen que esos temas corresponden a las escuelas de la cultura, las artes y las humanidades, pero salvo muy pocas excepciones, en ellas no se han interesado en incorporar las herramientas de la tecnología y de las ciencias exactas más avanzadas en sus estudios. Desde hace cinco siglos, el resultado es un hueco de intersección con grandes vacíos del conocimiento no atendidos, como el del rico espacio sonoro mexicano.

Previamente, se habían enviado escritos a varios funcionarios del INAH solicitando las reglas para obtener información de resonadores antiguos: [Director General](#); [Coordinador Nacional de Arqueología](#), y; [Coordinadora de Asuntos Jurídicos](#), así también de los museos: [Directora del Museo Nacional de Antropología](#) y [Dirección del Museo del Templo Mayor](#), pero ni siquiera las contestaron, contraviniendo lo estipulado legalmente sobre los derechos ciudadanos de petición, del Artículo. 8 de la Constitución, que a la letra dice:

“**Artículo 8°.-** Los funcionarios y empleados públicos respetarán el ejercicio del derecho de petición, siempre que ésta se formule por escrito, de manera pacífica y respetuosa; pero en materia política sólo podrán hacer uso de ese derecho los ciudadanos de la República. A toda petición deberá recaer un acuerdo escrito de la autoridad a quien se haya dirigido, la cual tiene obligación de hacerlo conocer en breve término al peticionario.”

El único que contestó fue el finado Alejandro Martínez Muriel [Coordinador Nacional de arqueología y agradeció el interés en el tema](#), pero [no pudo proporcionar información](#), aunque oficialmente confirmó que:

“No existe un trabajo que haya abordado de manera sistemática el estudio de este tipo de objetos del México Antiguo.”³⁴

En las entrevistas con funcionarios, tampoco fue posible obtener esa información reglamentaria³⁵. El autor ha informado a las autoridades del INAH, sobre las charlas y estudios publicados, pero eso tampoco ha cambiado la situación. Se ha empleado o apoyado presupuestalmente, y permitido acceso directo a artefactos sonoros resguardados en bodegas de museos, hasta a investigadores venidos del extranjero, sin que hayan mostrado evidencia de conocimiento y experiencia anterior en el estudio a fondo de lo sonoro mexicano, y al autor ni siquiera se ha permitido analizar piezas del patrimonio sonoro nacional, resguardadas en museos y ceramotecas, ni aun con el permiso reglamentario del Consejo de Arqueología. Desde que se registró la pieza analizada, que está bajo custodia del autor, hay que pedir permiso para transportarla, exhibirla y hasta para reproducirla³⁶ y estudiarla, pero no se han encontrado las normas reglamentarias detalladas para ello ni con las consultas oficiales solicitadas. En 2009 se hizo una [consulta oficial sobre la Flauta Preciosa al Consejo de Arqueología](#), pero no se ha recibido su respuesta.

La propuesta enviada al Presidente Vicente Fox, fue hecha del conocimiento del Secretario de SEP y a los Titulares del [CONACULTA y CONACYT](#). [La misma petición fue enviada al Senado de la República](#), pero sólo contestaron con un mensaje de acuse de recibido por correo electrónico y se hizo otra [nueva](#)

³⁴ El estudio de los objetos antiguos se asigna a los arqueólogos, pero los miles (o ¿cientos de miles?) sonoros rescatados no los han analizado con profundidad ni difundidos con amplitud.

³⁵ Felipe Solís (finado), que en ese tiempo era Subdirector del MNA y encargado de la bodega de la Sala Mexica, dijo que no estaban interesados en el estudio de los bienes sonoros arqueológicos y no pudo/quiso proporcionar información de ellos ni de la [Flauta mexicana 130](#).

³⁶ Según el oficio de “Concesión de uso de bienes muebles para personas físicas” 2040 P.F, del 2 de diciembre de 2009, se ha requerido un permiso para el traslado a laboratorios. Se requiere permiso para la reproducción —no artesanal con fines comerciales—, según el Art. 17 de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas.

[propuesta](#). Se hicieron varias consultas y peticiones como al [CONACYT](#)³⁷ y [Culturas Populares del CONACULTA](#), pero no se recibieron apoyos. Posteriormente, tampoco ha podido obtenerse información detallada de resonadores de museos³⁸.

Con base en el mismo Derecho de Petición de la Constitución, se presentaron otras propuestas similares al más alto nivel de nuestros Poderes, como la planteada al [Presidente Felipe Calderón](#), a la Cámara de Diputados y a los candidatos a la Presidencia de los partidos políticos PRI, PRD y PAN, para:

“incluir políticas y programas efectivos con objeto de investigar y fomenta la tecnología y la cultura nacionales, como la sonora”.

Por desgracia, de la Presidencia de la República, el asunto fue turnado sólo a la Presidenta del CONACULTA, porque lo consideraron de su competencia, pero se turnó a otro nivel administrativo inferior. La Directora de Culturas Populares contestó con [un oficio](#) que la petición rebasa sus atribuciones y que es la comunidad del INAH quien lleva a cabo las investigaciones del tema. Eso se contrapone al criterio legal utilizado por la Presidencia para turnarles la petición, aunque es claro que investigar y fomentar la tecnología nacional rebasa sus atribuciones y capacidades, y aún más a ese nivel, pero la cultura es parte básica de sus atribuciones y hasta de su designación.

El no investigar, rescatar y promover la cultura y tecnologías propias es hasta una traición a la patria o a su verdadero desarrollo, ya que sin ellas no es posible tener mejores recursos humanos, económicos, sistemas equipos e infraestructura propios. Sin tecnologías, productos y servicios propios, no es posible ni competir internacionalmente. La falta de ellos y el olvido de principios patrióticos y

³⁷ Se comentó: “...no encontramos ninguna institución que se encargue de realizar este tipo de proyectospor reglas del Conacyt se necesita que sea avalado por una institución...”

³⁸ La única información obtenida ha tenido que ser solicitarse al IFAI, porque los administradores de museos no atendieron las solicitudes. La última se proporcionó el 5 de marzo de 2012, sobre una [Cuna con silbato](#) de la Sala del Golfo del MNA, pero sólo dieron datos de la cédula de registro.

nacionalistas establecidos a principios del siglo pasado³⁹ han originado y justificado la entrega a privados (incluyendo extranjeros), con fines exclusivos de lucro de gran parte de los recursos nacionales o de su renta como los de petróleo, minería, electricidad, gas, ferrocarriles, carreteras, telecomunicaciones, bancos, industria y alimentos, entre otros. Se dijo que eso era para desarrollar al país, disminuir los precios⁴⁰ y mejorar la calidad de los productos y servicios, lo que no ha sucedido y es probable que no ocurra. Empezaron con proyectos de ingeniería del extranjero, luego otorgando su construcción y finalmente la operación con todo lo de mayor valor agregado importado. En ese contexto desnacionalizado, el sistema tecnológico mexicano ya no es necesario.

Cualquiera de esos sectores muestra la falta de tecnología nacional. Por ejemplo, desde que se crearon los institutos de transportes y comunicaciones en base a un estudio especial⁴¹, se hicieron para promover la investigación y el desarrollo del recurso humano necesario, pero el subsector oficial de comunicaciones ha reducido al mínimo sus funciones de gobierno⁴², al dedicarse principalmente a otorgar concesiones para beneficio de los grandes operadores y con criterios hacendarios. La tecnología de mayor valor que utilizan las empresas de telecomunicaciones y radiodifusión se importa y no han existido programas para su desarrollo industrial nacional. La mayor dependencia y subdesarrollo ya se permite y fomenta en servicios de telecomunicaciones y satelitales con 100% de inversión extranjera y 0% de partes nacionales de alto valor tecnológico y con un instituto sin funciones de investigación nacional ni preparación de personal. Se pretenden objetivos imposibles o muy difíciles de lograr en el contexto existente, como establecer servicios universales de banda ancha, cuando ni siquiera algunos centros educativos y de investigación más avanzados los tienen, ni quieren

³⁹ Como algunas políticas incluidas en el primer Plan de Acción del Partido Nacional Revolucionario, del 29 de enero de 1929 (PRI, 1989, 61), que no han sido atendidas y ahora se llaman "ataduras o candados del pasado".

⁴⁰ Para 70 millones de pobres mexicanos, es un asesinato o un genocidio el incremento de los precios de productos, servicios e impuestos básicos.

⁴¹ Velázquez-Cabrera 1982. Presentado por el Lic. Enrique Díaz Ballesteros, al Lic. Miguel de la Madrid Hurtado, cuando era candidato del PRI a la Presidencia de la República.

⁴² Como resultado de la imposición en los últimos sexenios de las políticas "Itamianas", como las llama Alfredo Halife Rahme.

aprovecharlos bien⁴³. Ni siquiera la demanda de telefonía básica se ha atendido universalmente. El incrementar marginalmente la competencia en la radiodifusión no asegura su democratización, si los grandes operadores imponen su programación e ideología⁴⁴, sin ninguna participación de la población⁴⁵ ni beneficios conocidos. La propuesta ciudadana fue planteada de nuevo a los Titulares:

- [Lic. Enrique Peña Nieto](#). Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. 5 de enero de 2013. Fue turnado al Titular de CONACULTA, con oficio del 3 de junio de 2013, para dar respuesta en un plazo no mayor a 25 días naturales. Comentaron que el escrito fue atendido con [oficio](#) del Subdirector de la Fonoteca del INAH. 21 de agosto de 2013. La petición sigue vigente.
- [Emilio Chuayffet Chemor](#). Secretario de Educación Pública. 13 de enero de 2013. Fue turnada a la Unidad de Planeación y Evaluación de Políticas Educativas. 16 de enero de 2013. También fue turnada al Titular de CONACULTA. 16 de abril de 2013.
- [Dr. Enrique Cabrero Mendoza](#). Director del CONACYT. 17 de enero de 2013. EL Director de Investigación Científica Básica informó que “generalmente no se establecen políticas y programas para estudiar temas muy puntuales, como es el caso de su propuesta, sino que se tienen programas más amplios en los que caben los temas más específicos, como es su caso.” Están financiando un proyecto de un investigador del CIESAS de Oaxaca sobre *El ritual sonoro catedralicio. Una aproximación a la música de las catedrales novohispanas*⁴⁶ y otro del Instituto de Investigaciones Filológicas de la UNAM, denominado: *Universos*

⁴³ Como el Centro de Investigación en Computación del IPN. Los pobres ni siquiera pueden tener computadoras ni disponer de los servicios de Internet.

⁴⁴ En base a la “libertad de expresión” exclusiva de los grandes concesionarios, ya que nadie más la puede ejercer a nivel nacional.

⁴⁵ La única posibilidad es la radiodifusión pública, pero si funciona igual que la existente, la situación no va a cambiar mucho.

⁴⁶ En 2008, el proyecto ([103377](#)) fue apoyado con \$3,123,133.00. No es tecnología mexicana. [Tienen un sitio web](#), pero no se conocen los resultados publicados detallados.

*sonoros mayas. Un estudio diacrónico de la acústica, el uso, función y significado de sus instrumentos musicales*⁴⁷. 6 de junio de 2013.

- [Rafael Tovar y de Teresa](#). Presidente del CONACULTA. 22 enero de 2013. No ha contestado directamente.
- [Etnlgo. Sergio Raúl Arroyo García](#). Director General del INAH. 7 de febrero de 2013. La tesis virtual fue difundida ya entre Delegados y Encargados de los 31 Centros INAH, para solicitar si pueden enriquecer y apoyar el estudio. 15 de febrero de 2013. El Etnlgo. Benjamín Muratalla, Subdirector de la Fonoteca respondió con [un oficio](#), ofreciendo sus recursos y servicios disponibles y un seminario, para apoyar el desarrollo del proyecto y contribuir a la construcción de la petición ciudadana planteada. 17 de junio de 2013. El Coordinador de Centros INAH informo en [otro oficio](#) que la petición compete a la Fonoteca Nacional de CONACULTA. 11 de septiembre de 2013

También se enviaron informes escritos sobre la tesis a otros Titulares:

- [Dr. Pedro Francisco Sánchez Nava](#). Presidente del Consejo de Arqueología del INAH. 7 de enero de 2013. No han enviado comentarios.
- [Dr. Luis Alfonso Villa Vargas](#). Director del Centro de Investigación en Computación. Instituto Politécnico Nacional. 7 de enero de 2013. Informaron que el autor ya no puede utilizar sus mesas de trabajo ni tener acceso a sus laboratorios.
- [Dra. Yoloxochitl Bustamante Diez](#). Directora del Instituto Politécnico Nacional. 5 de febrero de 2013. No ha enviado comentarios, aunque apoyaron con estudios de microscopia electrónica de la ilmenita sonora olmeca y ayudaron a su difusión.
- [Consulta Ciudadana del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018](#). 28 de febrero de 2013. El documento publicado no incluye objetivos o estrategias para investigar, rescatar y promover la rica cultura y tecnologías mexicanas⁴⁸.

⁴⁷ En 2010, el proyecto ([157146](#)) fue apoyado con \$2,572,788.00. No se conocen publicaciones de los resultados detallados del proyecto ni de otros estudios previos sobre el tema sonoro.

⁴⁸ [Omite nuevo PND el rescate y promoción de la tecnología sonora prehispánica](#). 21 de mayo de 2013 y [¿Cómo preparar a los maestros que enseñen a los maestros?](#) 7 de junio de 2013. Información Estratégica del periodista nacionalista Jorge Santa Cruz. La "tecnología mexicana" o "nacional" no se incluye en el PND, ni en el [Pacto Por México](#). Tampoco se encontró en los títulos de los índices de las publicaciones de las bibliotecas nacionales.

Como las peticiones ciudadanas planteadas no han sido atendidas y siguen vigentes, se enviaron nuevas peticiones ciudadanas al Presidente Enrique Peña Nieto, [una sobre la misma anterior](#) y [otra sobre tecnologías mexicanas](#).

Detalles de los trámites y los comentarios recibidos se incluyen en el [ANEXO A](#).

4 METODOLOGIA

Desde 1998, un enfoque técnico inicial fue aplicado a estudios del autor, incluyendo la primera [tesis de maestría de computación sobre aerófonos mexicanos](#), mismo que ha venido complementándose, afinándose y ampliándose. Para definir el objetivo del estudio de la maestría fue necesario hacer una evaluación de los artefactos sonoros, considerados como sistema productivo. En el proceso de planeación, que se usa en algunos países desarrollados, se incluyen al menos las siguientes etapas: evaluación, definición de políticas y objetivos, planeación e instrumentación. Como el estudio realizado no era de planeación, se incluyeron principalmente las dos primeras. Para la evaluación se utilizó un esquema intersectorial e interdisciplinario diseñado por el autor, que ya ha sido aprovechado, para guiar la elaboración de estudios sobre el sector comunicaciones y transportes en materia de políticas, legislación, planeación, evaluación y control. Los primeros estudios que usaron dicha metodología fueron realizados para apoyar tareas de la Asesoría de la Presidencia de la República, y las anteriores: Secretaría de la Contraloría General de la Federación, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y del Instituto Mexicano de Comunicaciones. Entre esas aplicaciones destacan: a) Los estudios y evaluaciones de la gestión pública del sector comunicaciones y transportes y del sistema ferroviario nacional; b) Los relacionados con abasto y productos básicos y agrícolas y; c) Otros estudios y propuestas sobre las comunicaciones. El mismo esquema se ha utilizado para: a) formular una propuesta sobre un Esquema para Guiar la Evaluación y Diseño de Políticas y Regulaciones en Comunicaciones, para apoyar tareas de análisis y diseño de reglas de las telecomunicaciones⁴⁹ y; b) realizar un

⁴⁹ (Velázquez-Cabrera 1995). Las propuestas para superar las deficiencias tampoco se han atendido y tampoco se tratan en la iniciativa actual de Reforma en Telecomunicaciones.

estudio sobre la Regulación de las Redes de Datos en México: Analizada como un Sistema de Producción Sectorial (Velázquez-Cabrera, 1996 1 y 2, 1997 1 – 3).

Los principales elementos intersectoriales de la rama productiva sonora de muestran en la [Fig. 52](#). La limitante encontrada para aplicar todo el esquema es que la rama productiva sonora ya no existe y casi todo lo que existía se perdió, con la excepción de los artefactos antiguos recuperados. En 2006, se comentó un método nuevo de “arqueoinformática sonora”⁵⁰ pero no se han interesado en ese campo de estudio. El esquema ampliado de la metodología que se ha aplicado recientemente, se ha denominado “arqueociencia sonora”, y se basa en los resultados de las revisiones y actualizaciones que han hecho en varios países a los métodos utilizados para los estudios e investigaciones de la arqueología. Principalmente, han incorporado técnicas científicas de laboratorio para examinar los restos arqueológicos y le denominaron “arqueociencia”. Algunos especialistas ya han utilizado algo del conocimiento y algunas herramientas disponibles de las ciencias exactas y la tecnología para estudiar restos y temas antiguos, como los de: arqueometría, bio-arqueología, arqueozoología, arqueobotánica, arqueoastronomía, geoarqueología, palebiología humana, paleotecnología y arqueoinformática, pero no se han aplicado al estudio a fondo de los artefactos sonoros mexicanos. Lo que el autor propone básicamente, es que la arqueociencia se adopte y adapte, para ser aplicada a los artefactos sonoros, incorporando todas las técnicas científicas disponibles. En otras palabras, la arqueociencia es la unión de la arqueología, la ciencia y tecnología con los artefactos sonoros, como se muestra en el diagrama de Venn de la [Fig. 2](#).

En general, se ha tratado de aprovechar el conocimiento, las herramientas y las técnicas disponibles para analizar la ilmenita sonora olmeca con la mayor profundidad y amplitud posibles. Para determinar los elementos incluidos en el estudio y en este documento, se consideró la temática fundamental de los machotes de los informes de investigaciones científicas y técnicas, aunque sus contenidos no son iguales por la diversidad de los campos y especialidades

⁵⁰ “Beneficios de la Arqueoinformática sonora”. Conferencia para el Ciclo de Arqueoinformática del Seminario Internacional de Investigación en Computación. CIC-CFIE. IPN. 2006.

existentes. Los principales campos del conocimiento académico usados se muestran en la [Fig. 51](#). También, se incluyen algunas técnicas consideradas empíricas, como el trabajo lapidario, pero eso es porque no existen muchos especialistas que las estudien formalmente⁵¹, aunque pueden ser materia de investigación con las técnicas y equipos científicos más avanzados, como la microscopia electrónica de barrido y otras.

La “arqueociencia sonora”, ya fue expuesta con detalle en dos conferencias recientes, una ante la [Comisión de Asuntos Indígenas de la Cámara de Diputados](#) con la [propuesta a la Presidencia incluida en un escrito](#), y en foros técnicos especializados, como en el “II Coloquio de Arqueología Abandono y destrucción. El final de las ciudades mesoamericanas”. La Coordinación Nacional de Arqueología, Dirección de Estudios Arqueológicos y Museo del Templo Mayor del INAH y en un [Seminario de investigación de posgrado en computación](#). Ese enfoque ya ha empezado a utilizarse en algunos estudios del autor realizados y en desarrollo, sobre resonadores individuales relevantes⁵². El primero, es el de la ilmenita sonora olmeca que es la materia de este escrito y se ha venido estudiando desde 1999. Lo que se encontró, se muestra en los RESULTADOS. Sus apartados comentados se hicieron con los principales campos y temas que pudieron ser de utilidad. El segundo, es el de la [Flauta preciosa 5 Sol-Vida](#) que se ha estudiado y difundido desde 2009.

Para estudiar la ilmenita sonora, se ha aprovechado algo del conocimiento de más de 50 campos académicos especializados actuales, pero en ninguno de ellos se ha incluido el análisis formal con profundidad de los resonadores antiguos. Los estudios multidisciplinarios casi no se practican, ya que ahora se prefieren los trabajos con técnicas muy especializadas. En el pasado, los mejores maestros conocían y dominaban todo lo necesario para lograr bien lo que hacían y usaban

⁵¹ El Museo del Templo Mayor tiene un taller lapidario experimental enfocado principalmente a la lítica tallada con obsidiana y al trabajo de concha, aunque desarrollan estudios de lítica pulida, principalmente por Emiliano Melgar.

⁵² Una distinción fundamental del enfoque utilizado es que se aplica a un solo resonador. Otros investigadores no han hecho estudios con profundidad y amplitud similar; algunos hasta han comentado que lo realizado en este estudio requiere de demasiado trabajo y tiempo para estudiar una tipología de resonador antiguo, pero eso indica que no les dan el mismo valor ni los aprecian igual que el autor.

En la materia del escrito, los olmecas tenían un conocimiento más avanzado y amplio que el que ahora se tiene sobre ello en las especialidades académicas formales actuales. Por ejemplo, sobre el conjunto cercano a 150,000 piezas similares antiguas de roca multiperforadas de ilmenita rescatadas supieron bien: el origen exacto del mineral; lo transportaron; lo construyeron; lo operaron, lo usaron con alguna finalidad y lo enterraron hace 3 milenios. Ahora, ninguna institución tiene conocimiento detallado y preciso de lo mismo.

El esquema utilizado de la “arqueociencia sonora” es de mayor amplitud, que lo que han mostrado otros autores en libros y tesis, para analizar instrumentos musicales y artefactos sonoros antiguos, ya que principalmente han pretendido incluir la historiografía, la analogía etnográfica o la iconografía, la etnohistoria, la etnolingüística y la música antigua o la etnomusicología, y en algunos trabajos recientes han incluido la música-arqueología o arqueomusicología y la arqueoacústica, pero en la práctica han centrado los trabajos en los campos individuales de la especialidad profesional de los investigadores, ya que no acostumbran trabajar realmente en forma multidisciplinaria amplia.

Los primeros autores que publicaron libros introductorios cubrieron muchos “instrumentos musicales prehispánicos” y casi todos los estudiosos actuales siguen haciendo lo mismo. Hasta en los pocos proyectos de museos y de trabajos doctorales, han preferido cubrir muchos instrumentos musicales de un sitio arqueológico, un museo, una colección, una zona geográfica, una cultura o todo un país, pero algunos ni siquiera han podido incluir todas las fotos de los artefactos en sus charlas, publicaciones y exposiciones, mucho menos, los resultados de los análisis con profundidad. En algunos foros y publicaciones del extranjero pretenden cubrir los instrumentos y su música de todo nuestro continente o de todo el mundo, pero sin poder darlos a conocer con gran profundidad. Los estudios conocidos son de personas físicas.

En la década de los 80 del siglo pasado, surgió la posibilidad de desarrollar un estudio de instrumentos musicales antiguos de México aprovechando técnicas científicas de la física. Se estableció un convenio entre el MNA y el Instituto de Física de la UNAM, pero no se cumplió, porque no pudieron acordar el lugar de los

trabajos de análisis, pues ambos querían que se hicieran en sus instalaciones⁵³. Por lo mismo, ningún artefacto sonoro de museos se ha analizado en laboratorios. El primer estudio de muchos instrumentos musicales antiguos fue realizado por el profesor Felipe Flores sobre más de 350 silbatos mayas, pero en la publicación oficial del INAH sobre sus resultados sólo presentaron información de cierto detalle de un silbato y en el análisis incluyeron errores metodológicos que son [comentados en detalle en un estudio sobre Análisis virtual de silbatos mayas](#).

El primer estudio doctoral de aerófonos mexicanos prehispánicos fue el del arqueólogo alemán Adje Both, sobre los [Aerófonos Mexicas de las Ofrendas del Recinto Sagrado de Tenochtitlan](#). Aunque el documento incluye un esquema de estudio amplio, se hizo con mucho énfasis en lo arqueológico y lo iconográfico. Incluye fotos y dibujos de los aerófonos y una importante tomografía computarizada del silbato de la muerte antiguo del Museo Etnológico de Berlín. Muestra muchos espectrogramas de los sonidos graficados con un programa que le proporcionó el autor, pero no se analizaron bien ni en conjunto y no se muestran datos de metrología básica, como el de la presión sonora de los sonidos o estimaciones de la potencia acústica radiada de los aerófonos analizados, aunque al tesista se le prestó un sonómetro. Tampoco se incluyen experimentos con modelos para analizar hipótesis constructivas, funcionales o de ejecución y para no poner en riesgo los originales. Incluye interpretaciones musicales del Grupo Tribu. En la metodología del autor, cada uno de los instrumentos incluidos ameritaría estudios de mayor profundidad y, aún más, los que son muy importantes y singulares, como los de roca y el extraordinario sahumador o *tlemaitl* que tienen en el extremo un generador de ruido con aeroducto tubular.

Se sabe que existe un proyecto coordinado por la chilena Francisca Zalaquette, con participación de unos matemáticos de la UNAM y otros investigadores, incluyendo músicos. Dicen que ya analizaron y registraron los sonidos de los instrumentos mayas de la Sala Maya del Museo Nacional de Antropología (MNA) y de otros museos, pero se ignoran los resultados detallados obtenidos. En 2010, en

⁵³ Comunicación personal del profesor de la ENM Felipe Martínez Gil, 2000.

una conferencia de acústicos en Cancún, presentó la cédula de lo que han registrado y en otra conferencia, en 2011 del MNA, presentaron principalmente fotos y sonidos de algunos instrumentos y de estudios en proceso. [Las opiniones proporcionadas por el autor pueden verse en un escrito electrónico.](#)

Se localizó un [video](#) y algunas fotos de un proyecto doctoral en la ENAH de [Iván José Pelayo Sánchez](#), pero parece que también cubre muchos instrumentos del Museo Regional de Guadalajara.

Los instrumentos mayas de la actual América Central, principalmente de Guatemala, se han analizado por varios investigadores. La joven arqueóloga alemana Vanessa Rodens ha trabajado en una tesis doctoral. En los comentarios de un video de una charla sobre [“Sonidos del pasado. Investigaciones sobre la música maya”](#) se dice que “enfoca sus investigaciones en la evolución de la música de civilizaciones prehispánicas. Los estudios que ha realizado se basan en el modelo de arqueomusicología, desarrollado por Dale A. Olsen de la *Florida State University*; clasificación de instrumentos de Hornbostel-Sachs y en aportes de otros profesionales, entre los que se encuentra el antropólogo y etnomusicólogo guatemalteco Alfonso Arrivillaga Cortés.” Cubre muchos instrumentos, pero se desconoce la tesis con los resultados. Gonzalo Sánchez Santiago comentó de un escrito hecho para una conferencia con Vanessa Rodens sobre “Las flautas poli-globulares en Mesoamérica. Un estudio comparativo entre México y Guatemala”⁵⁴, que también incluye varios resonadores tubulares.

Uno de los proyectos más importantes de museos de América es el llamado [Waylla Kepa](#) que venía desarrollándose desde 2004. Originalmente incluía el análisis, catalogación y registro de cerca de 2000 instrumentos antiguos del Perú. Recientemente, el musicólogo peruano Carlos Mansilla, comenta en la presentación de una conferencia que han dado un cambio para centrar el estudio en una tipología particular de ellos, como las 135 extraordinarias antaras de cerámica que mostró en fotos. Se le dijo que eso es congruente con lo que ha recomendado el autor y se le sugirió que inicialmente debería analizarse una sola de ellas, desde todos los puntos de vista. Como ejemplo, se le hizo un análisis

⁵⁴ Presentada en un “Primer Encuentro de Arqueología musicológica de las Américas en Guatemala”. 2011.

espectral sobre la [“Forma de tocar las flautas múltiples antiguas”](#), basado en el audio de un video etnológico abierto en que se ejecutan antaras grandes.

Algunos miembros de la Comunidad Latinoamericana [Achalai](#)⁵⁵ han hecho trabajos con técnicas de la física, acústicas y espectrales como Arnaud Gerard, incluyendo trabajos sobre modelado y simulación de los sistemas de flautas antiguas, como [Patricio de la Cuadra](#), que hizo una tesis doctoral de la Universidad de Stanford sobre [“The sound of oscillating air jets: Physics, modeling and simulation in flute-like instruments](#), de 2005. Uno de sus grupos, de modelamiento, al que invitaron al autor a participar, quiere aprovechar un programa de computadora del proyecto [ASTRA](#), para sintetizar sonidos de instrumentos antiguos que ya no pueden tocarse o están incompletos. Es el único grupo de trabajo que ha manifestado estar interesado en hacer un ejercicio de modelado con un artefacto sonoro mexicano. Para ello, seleccionaron a la ilmenita sonora olmeca, pero parece que primero quieren modelar los sonidos de la Antara Parakas de Perú⁵⁶ y no han enviado comentarios sobre esta tesis virtual ni sobre los estudios realizados por el autor, como ejemplos. En México, se encontró una tesis de la UNAM sobre la [simulación en computadora de una flauta de pico](#), con un ejemplo de una barroca de plástico.

En otros continentes tampoco se conocen estudios doctorales que cubran a fondo y con amplitud un sólo resonador antiguo, aunque han publicado dos sobre flautas con mirlitón (membrana): una sobre la flauta *dizi* de China, y; otra de la flauta [taegun](#) de Corea, pero se hicieron principalmente desde el punto de vista musical, aunque se han publicado análisis interesantes sobre la membrana de la flauta [dizi](#). En México aún sobrevive una extraordinaria flauta con membrana de tela de araña, [pame](#) y [tenek](#), pero por desgracia no es muy conocida ni se ha estudiado con profundidad ni difundido con amplitud

⁵⁵ El Proyecto Achalai es financiado por [CYTED](#) y con apoyo de [RedCLARA](#), para lo cual se ha conformado una Comunidad integrada por investigadores de Bolivia, Colombia, México, Ecuador, Perú, España, Francia y Chile, la que comenzó a operar en enero 2011, y están definiendo actividades para 2013.

⁵⁶ Como la ilmenita sonora está en condiciones operables y se dispone de modelos físicos de ella no es necesario sintetizar sus sonidos. Parece que están más interesados en realizar un cyberconcierto en Internet con sonidos sintetizados de instrumentos del sur de nuestro continente.

Otro ejemplo de muchos instrumentos analizados directamente, son los libros de música publicados por el mencionado etnomusicólogo Dale Olsen que incluye uno sobre música de [El Dorado](#) cubriendo instrumentos de Colombia y propone un esquema que contempla el análisis de los sonidos, pero como no lo incluye, se le preguntó la razón de no haberlo realizado, por ejemplo, utilizando espectrogramas. Dijo que lo había hecho, pero que los editores no le habían permitido incluirlo.

Se han propuesto sistemas para clasificar con claves numéricas los instrumentos musicales de todo el mundo, como el Hornbostel-Sachs, pero fueron publicados antes de conocerlos a todos o a una muestra representativa de ellos, por lo cual ningún sistema conocido incluye familias importantes de artefactos sonoros antiguos, como los singulares generadores de ruidos mexicanos relacionados con este escrito, ya que ni siquiera son musicales convencionales⁵⁷ y no eran conocidos y, aun ahora, pocos los conocen. Algunos investigadores dicen que todos los artefactos sonoros antiguos que no se han incluido pueden incorporarse a esas clasificaciones, pero no lo han hecho y nadie sabe siquiera cuantos se han rescatado y existen en museos, ceramotecas, colecciones y exploraciones, aunque se estima que son cientos de miles. Varios investigadores han preguntado sobre el sistema de clasificación que es recomendable usar y se les ha dicho que primero hay que estudiar y caracterizar cada artefacto sonoro con profundidad. Si no se estudian a fondo, lo que resulta en general es incompleto o superficial.

En el esquema de la arqueociencia sonora, los primeros estudios deben centrarse en un sólo artefacto sonoro relevante a la vez en forma multidisciplinaria, ya que solamente si se tiene la información necesaria a fondo y sistematizada de cada uno que pueda caracterizarlo bien, será posible integrarla en un *corpus* ordenado y completo que haga posible su utilización para hacer un análisis formal de su conjunto, con diversas técnicas de análisis y procesamiento de información⁵⁸.

Para empezar a estudiar los resonadores para cada tipología importante, se requiere superar la estructura administrativa de la arqueología nacional que se

⁵⁷ El error más grave y frecuente es creer que todos los artefactos sonoros antiguos son musicales.

⁵⁸ El análisis de un *corpus* no puede ser profundo, aunque se obtenga con las técnicas más avanzadas, si los datos descriptivos que caracterizan a sus elementos son superficiales.

agrupa por culturas o zonas y sitios, ya que es necesario analizarlos horizontalmente en todo el país para conocer su distribución. Eso no es sencillo ni aun para los arqueólogos, debido a que cada responsable de un sitio quiere tener “su” Templo Mayor exclusivo. Para mostrar que es posible utilizar ese enfoque, en los dos siguientes apartados se muestran los principales resonadores bucales encontrados y analizados.

El resumen de la tesis tuvo que hacerse utilizando un poco la inteligencia natural y la escritura manual en el teclado, porque no se encontraron programas de computadora en estado funcional, para resumir un conjunto de textos anteriores⁵⁹.

5 ANTECEDENTES DE OTROS AUTORES

Este capítulo se integra con la información más relevante incluida en los documentos publicados por otros autores que pudieron localizarse y consultarse⁶⁰, después de haber encontrado y analizado la ilmenita sonora. Sirve para conocer las investigaciones realizadas sobre artefactos sonoros similares y otros bucales. Se muestra el tipo de análisis realizado y de la información obtenida en esos escritos, que es una manera de conocer el estado del arte en el tema específico del estudio. También se comentan algunos silbatos bucales que fueron localizados en museos y registros. Otros resonadores bucales.

Existe 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) se 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. 3 y 5^a). Varios investigadores dieron a conocer dispositivos antiguos similares, y aun cuando fueron identificados con diversos nombres, prueban su existencia y uso en varias zonas del México 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. 4) encontrado en Cutá, Guerrero (Del Río, 1962: A). Franco también publicó

⁵⁹ Con técnicas de “inteligencia artificial” o de “lenguaje natural”.

⁶⁰ Aquí las citas a las referencias en relación a la Bibliografía se hacen convencionalmente, cuando la fuente es de una publicación en papel.

otro dibujo de un “silbato azteca” ([Fig. 5d](#)) de la zona del Golfo (Franco, 1971: 20). El profesor Otto Schöndube dio a conocer unos instrumentos de hueso de la zona del Occidente ([Fig. 5b](#)) (Schöndube, 1968: 91-92) y de morfología similar, hoy bajo resguardo 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. 6](#)), 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. 5c](#)) muy similar, proveniente de Araró, Michoacán (Dájer, 1995: 56) y que estaba clasificada como lanzadera de telar. Guillermo Contreras publicó un dibujo del corte longitudinal de un “silbato sin cámara propia” ([Fig. 5d](#)) del Occidente y Oaxaca (Contreras, 1988: 61). Consultando la Base de Datos del Inventario de Bienes Culturales del INAH se encontraron nueve fichas electrónicas con 30 silbatos bucales similares⁶¹ (de hueso y barro) del Occidente, bajo resguardo en el Museo Regional de Guadalajara, lo cual indica que eran muy usados en esa zona. Tampoco se conocen sus datos dimensionales exactos, como para hacer modelos experimentales aproximados de ellos.

Es posible que estos resonadores bucales se hayan usado en zonas de otros continentes, ya que en Francia se encontró un “*sifflet en pierre*” (Armengaud, 1984: 81)⁶² hecho de piedra blanda ([Fig. 5f](#)), y en Bélgica se usaban dispositivos similares ([Fig. 7](#)) (Doize, 1938:177-178)⁶³. Se cree que esos silbatos se utilizaban

⁶¹ 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. Algunos se muestran en una [foto](#) de Iván José Pelayo Sánchez.

⁶² 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.

⁶³ Doize informa de silbatos similares hechos con una piedra blanca “*dol blanche agauche*”. 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. Esa referencia también fue proporcionada por Uli Wall.

para comunicaciones en el campo, pero se desconocen los datos organológicos precisos para poder analizar los dispositivos con modelos aproximados; tampoco se conocen los sonidos de los generadores de ruido bucales antiguos publicados por otros autores. Ni siquiera se sabe su localización actual, ni fue posible obtener información de ellos en los museos.

Hallazgo en San Lorenzo.

En 2000, cuando el autor se entrevistó con funcionarios e investigadores del INAH⁶⁴, para informar de los resultados iniciales sobre el estudio del [Aerófono de piedra negra](#), se obtuvo 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 metálicos similares al resonador analizado, llamados “artefactos multiperforados de Ilmenita”. El contenido del documento es congruente con 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 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 artículo del descubrimiento proporcionan información⁶⁵ y algunos datos: 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

⁶⁴ Entre ellos el Director de la Investigación y Conservación del Patrimonio Arqueológico (DICPA), Norberto González Crespo y el Subdirector Jesús Mora Echeverría.

⁶⁵ El texto incluye información sobre el contexto arqueológico general de los descubrimientos de San Lorenzo, pero no se comenta bien la forma de construcción, ni se fundamenta el uso propuesto del artefacto de ilmenita. En el informe se muestra 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 los informes técnicos del INAH indicó que se requiere permiso superior para usar esa información, aunque se desconoce la base legal para ese impedimento. Esas fotos 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.

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 140,500 o 4.5 toneladas de objetos multiperforados fueron encontrados en el sitio “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)⁶⁶ informa que los “artefactos multiperforados de Ilmenita” encontrados en San Lorenzo, que son similares al resonador aquí analizado; es decir, tienen cuatro caras burdamente regulares y dos caras cuadradas irregulares en sus extremos. Las piezas metálicas varían en su tamaño y peso, desde 1.5 x 1.8 cm hasta 5.4 x 2.5 cm y de 9 g hasta 110 g. El tamaño promedio es de 2-3 x 1.5 cm (No se proporciona la tercera dimensión). 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, mencionan que los artefactos multiperforados de ilmenita habían sido comentados por otros autores, pero que no los analizaron. 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 *átlatl*, e incluso como martillo. Sin embargo, las autoras citadas proponen que se usaban como soportes manuales para eje de taladros de arco⁶⁷ 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,

⁶⁶ “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).

⁶⁷ Ilustrado en un dibujo de Fernando Botas de 1991 (Cyphers 1996, Fig. 8, 9).

y que las piedras completas encontradas pueden ser artefactos de desecho. Sin embargo en sus informes no hay datos que permitan confirmas sus hipótesis.

El autor informó a dichas investigadoras acerca de los resultados preliminares del estudio realizado sobre el [Aerófono de piedra negra](#), pero no fue posible platicar directamente con Cyphers ni tener acceso a los “artefactos multiperforados de ilmenita” rescatados en San Lorenzo, ya que sería importante examinar una muestra representativa de ellos para ver si tienen propiedades sonoras similares a la roca negra examinada, pero parece que las arqueólogas no creen que exista esa posibilidad, a pesar de las evidencias encontradas y mostradas por el autor. Sólo pudo platicarse con Di Castro en el Instituto de Investigaciones Antropológicas (IIA) de la UNAM, pero eso no fue bien aceptado por su jefe Jaime Litbak (finado), porque no conocía al autor; cuestionó la autenticidad de la roca de ilmenita diciendo que Beverido podía haber engañado al autor dándole una copia apócrifa⁶⁸ y criticó a Franco, diciendo que tenía piezas antiguas y que hasta lo habían perseguido penalmente. Ya no se tuvieron incentivos para regresar a esa oficina del IIA. Se vio que otros arqueólogos de edad similar tampoco apreciaban mucho al ingeniero Franco ni su investigación pionera. Ni siquiera le publicaron los resultados de sus estudios inéditos, que realizó por cerca de 10 años, sobre los singulares “aerófonos de muelle de aire”, por lo que no han podido conocerse. Como un homenaje modesto, el autor ha mencionado ese trabajo de Franco, en las presentaciones y escritos dados a conocer sobre, los generadores de ruido mexicanos, esperando que sea reconocido con mayor amplitud.

En algunas publicaciones recientes consultadas se incluye la misma propuesta de que los bloques multiperforados hechos de ilmenita de San Lorenzo fueron soportes de taladros de arco⁶⁹, sin que se mencionen estudios o proporcionen evidencias que lo prueben en forma incuestionable. Tal es el caso de la última publicación encontrada de Cyphers (2012, 97-103). Informa que la mayoría de esos bloques, estimados en 99.99 %, fueron encontrados en tres fosas

⁶⁸ Beverido falleció dos años antes de que se encontrara casualmente la pieza en su despacho.

⁶⁹ No se consideran las pruebas publicadas por el autor que indican ese uso como improbable y se ignoran los estudios con sus propiedades sonoras que han sido avalados con pruebas.

subterráneas del sector A4 de la meseta de San Lorenzo, estimadas en 144,000 piezas (esa cifra no coincide con la de informes previos). Considera que lo que se excavó eran almacenes de un taller de servicios y artesanías múltiples, principalmente de herramientas gastadas que estaban mezcladas con otros desechos del proceso productivo, algunos objetos inconclusos o defectuosos y polvos de ilmenita de una de las fosas, que fueron recuperadas con imán de la muestra cernida con malla de 0.25 mm. Propone que los polvos fueron creados por la rotación del eje dentro del soporte hecho de ilmenita (opinión que no se demuestra, ya que esos polvos pueden ser parte de los restos de procesos lapidarios de los bloques)⁷⁰. Las partículas mostradas no son en gran cantidad y no se menciona su volumen o peso recuperado⁷¹. Comenta que en el lugar se realizaban trabajos con rocas, incluyendo el de perforado, porque además de los restos mencionados encontraron otras herramientas y materiales. Muestra una punta rota de basalto en proceso de perforación y dice que se rescataron piezas de ilmenita sin perforar, lo que indica que pudieron perforarse en San Lorenzo. Menciona que el posible origen de la materia prima importada es la provincia arqueológica llamada Oaxaquia⁷². Comenta que la ilmenita del sector A4 es de poca calidad para producir superficies lisas y brillantes, debido a las vetas cristalinas que tiene (tampoco muestra pruebas experimentales de ello)⁷³. En una tesis (Del Alba 2010, 39) se menciona el mismo uso de los bloques de ilmenita como soporte de taladro de arco, pero sin proporcionar pruebas de ello, ya que solo menciona que fue comunicado por Cyphers (su directora). Por desgracia, a más de 20 años de que se rescataron bloques multiperforados de ilmenita de San

⁷⁰ Experimentalmente, se ha visto que la fricción de un eje rotatorio de madera o hueso no produce partículas visibles.

⁷¹ Si no es de una gran cantidad, es probable que no se haya encontrado el taller lapidario principal, porque los desechos de la perforación de las piezas rescatadas deben ser de varios cientos de kilogramos o el equivalente a varias decenas de miles de bloques de ilmenita.

⁷² Es una zona muy amplia, ya que es de más de 600 km de longitud, desde el Pacífico del estado de Oaxaca hasta Veracruz, según un dibujo considerado (Keppie y Ortega 2010, 22). Grandes extensiones de esa zona no han sido exploradas, como en la que no hay ni brechas.

⁷³ Cualquier material cristalino puede ser alisado y pulido lapidariamente igual o mejor que la ilmenita. Puede probarse eso con mineral de las ilmenitas de San Lorenzo, si se consigue.

Lorenzo, aun no se publica siquiera la caracterización de su material, ni su estudio a fondo como obras lapidarias. Lo mismo sucede con las esculturas olmecas⁷⁴.

Parece que los museógrafos y curadores de la cultura olmeca tampoco han reconocido la importancia y uso original del resonador de ilmenita, ya que en una vitrina de la Sala del Golfo del Museo Nacional de Antropología se ha mostrado un grupo de rocas perforadas similares que fueron designadas en la cédula como “pequeños bloques” de uso desconocido⁷⁵; sin embargo al colocarse en forma de óvalo parece que las consideran cuentas de adorno ([Fig. 8](#)). En el museo de sitio de San Lorenzo⁷⁶ se muestra una gran cantidad de ellos ([Fig. 9](#)), 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 oficiales⁷⁷. Son bienes extraordinarios del patrimonio nacional, pero su información no está disponible para el público ni los investigadores interesados.

Existen artefactos metálicos similares en una colección privada de Coatzacoalcos, Veracruz ([Fig. 10](#)), pero a pesar de su importancia y material especial ni siquiera fueron registrados de manera oficial, como parte del patrimonio nacional⁷⁸. Esa es otra prueba de que dichos objetos no son muy reconocidos ni siquiera como bienes arqueológicos, por los especialistas en su registro oficial.

⁷⁴ Tampoco pueden publicarse con gran detalle las esculturas olmecas, en parte, por su gran cantidad. 159 monumentos de basalto de San Lorenzo se publicaron como catálogo con datos en cédulas (Cyphers 2004), pero no se describe bien la tecnología constructiva de las obras que más distinguen a la cultura olmeca, ni siquiera en una tesis doctoral abierta (Casellas-Cañellas 2004).

⁷⁵ Esa cédula ya fue retirada de la vitrina de la Sala del Golfo del MNA.

⁷⁶ Pueden verse las [fotos y comentarios de las “herramientas de piedra negra”](#).

⁷⁷ 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 y se comentan en las publicaciones consultadas.

⁷⁸ Revisando los archivos del Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas del INAH se encontraron dos cédulas de piezas metálicas similares ([Fig. 10](#)) de una colección privada de Coatzacoalcos, Veracruz (P. F. 115 - 905 y 906) pero, por desgracia, no se incluyeron sus datos descriptivos básicos, porque fueron considerados “No registrables” (NR). En las fotos incluidas se muestran cerca de 300 piezas similares, que son más importantes y singulares que otras registradas en esa colección, como cientos de fragmentos de objetos de arcilla. No ha podido localizarse al coleccionista (Luis González Calderón) ni en su dirección registrada, para ver si pueden examinarse sus piezas metálicas NR. Usualmente, las piezas de colecciones privadas tampoco se estudian con profundidad y no se difunden con amplitud.

El control y seguimiento de las colecciones privadas y públicas, y de los proyectos arqueológicos, pueden mejorarse ya que no pudo encontrarse al coleccionista en su dirección registrada. De las cerca de 150,000 piezas similares de ilmenita recuperadas, desde hace más de 40 años, ni siquiera ha podido saberse con exactitud cuántas son, su localización actual ni su estudio y análisis ordenados en el Art. 35 de las [Disposiciones reglamentarias para la investigación arqueológica en México](#).

5.1 Estudio de arqueometría.

Jones y colaboradores (1998: 128-142) realizaron estudios de fotomicroscopía, espectroscopia de fluorescencia de rayos x, de microprueba de electrón y de magnetometría, para examinar varias “cuentas” olmecas provenientes de superficie de San Lorenzo y algunas muestras de mineral de Plumajillo⁷⁹. 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 hayan sido usadas como soporte manual de un eje perforador de arco⁸⁰, lo que coincide con los resultados obtenidos por el autor.

⁷⁹ Fueron proporcionadas para su estudio, por John Clark.

⁸⁰ “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

Resonador del Cerro de las Minas.

Gonzalo Sánchez informó (en comunicación personal) que en varias zonas de Oaxaca se han rescatado generadores de ruido similares a otros encontrados en San Juan Raya que se comentan en ANTECEDENTES DE LOS ESTUDIOS DEL AUTOR. Uno de ellos corresponde a dibujos de un informe y notas de archivo de un proyecto de Gregory Pereyra. Se trata de un 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, se calcula que sus dimensiones aproximadas son 4 x 2.5 x 1 cm, y se estima que corresponde a la fase *Ñudee* (300 a.C.- 200 d.C.). En relación al artefacto, Pereira señala:

“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 directamente⁸¹. 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.

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).

⁸¹ Sánchez no ha podido localizar el objeto 2, entre los objetos rescatados de la Sepultura 3, para ser analizado.

El funcionamiento de los modelos experimentales contruidos en base al dibujo de Pereyra realizados en mármol ([Fig. 11](#))⁸², —con diámetro del canal bicónico de 1 mm— es muy parecido a los resonadores de mármol y de serpentina de San Juan Raya que se comentan en ANTECEDENTES DE LOS ESTUDIOS DEL AUTOR. Para operar estos generadores de ruido bucales, la lengua puede colocarse en la parte de abajo de ellos, 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 con la lengua el canal inferior, 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 generados 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 modificar notablemente los sonidos producidos; en 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 popoloca (porque fueron encontrados en la superficie), podrían pertenecer a una fase anterior. Se ha visto

⁸² Con ese ejercicio se demuestra, que hasta los dibujos de los resonadores antiguos pueden utilizarse para analizar su construcción, sonidos y formas de funcionamiento.

que los materiales líticos para construir esos generadores de ruido abundan en toda la zona del sur de Puebla. El diseño especial muy similar indica que existió una relación de conocimiento o comercio y uso de esa tecnología sonora singular 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. Resonadores de la Mixteca.

En 2010, Gonzalo Sánchez presentó una conferencia sobre resonadores bucales de la Región Mixteca “Buccal stone whistles of the Mixtec Region, Oaxaca, México” en la Sesión Especial [“Architectural Acoustics, Musical Acoustics and Noise: Acoustics of Ancient Sound Instruments II](#) de la 2nd Pan-American and Iberian Meeting on Acoustics” en Cancún, México. Tres silbatos bucales se encontraron en la zona hacia el oeste en la Mixteca Alta, uno en cerámica (procedente del sitio Huamelulpan), otro en serpentina (también de Huamelulpan) y un tercero de lutita (procedente de Coixtlahuaca); En la Mixteca Baja, principalmente en Cerro de las Minas, Huajuapán de León, se tienen reportados 5 silbatitos. Cuatro en piedra y uno en cerámica (reutilizada al igual que los de Teteles del Sur de Puebla, que se comenta en los ANTECEDENTES DE ESTUDIOS DEL AUTOR); y recientemente, encontró otro procedente de superficie del sitio La Coyotera, en Dominguito, Cuicatlán, Oaxaca, correspondiente a la región de La Cañada. Es de cerámica gris reutilizada. Este hallazgo es interesante, porque de esa región no se tenían documentados silbatos bucales. Además, la Cañada de Cuicatlán se encuentra al este de la Mixteca y al sur del Valle de Tehuacán. En la [Fig. 12](#) se muestran cuatro de los silbatos encontrados por Sánchez. Los generadores de ruido bucales que se han venido encontrando recientemente indican que el área o corredor de su uso en la antigüedad se hace cada vez más amplio, y son testigos de esa tecnología sonora singular. Es posible que el corredor de su uso se amplié, en la medida de que los arqueólogos que recuperan objetos arqueológicos conozcan y puedan identificar los generadores de ruido bucales. Por ello, se recomendó dar a conocerlos en foros y publicaciones de la arqueología, de Puebla y Oaxaca.

Los estudios comentados muestran el estado del arte sobre los artefactos antiguos similares que han publicado otros autores y prueban que existen en gran cantidad, aunque no se conocen las características detalladas de todos ellos. Otros artefactos conocidos, se incluyen en el siguiente apartado. Todos ellos prueban la existencia de esa tipología de resonadores bucales antiguos, lo que se considera importante, ya que cuando se dieron a conocer las propiedades de la ilmenita sonora, algunos investigadores dijeron que su función sonora no era intencional, porque no los conocían.

En la misma Sesión Especial de Cancún, Sánchez presentó una conferencia de un estudio realizado con Vanessa Rodens “*An organological approximation of Mayan noise generators*”. Aunque no son bucales, muestra que los generadores de ruido se usaban mucho en la zona de Guatemala.

6 ANTECEDENTES DE LOS ESTUDIOS DEL AUTOR

En México, hasta hace medio siglo se usaban resonadores bucales etnológicos, pero desde la invasión, los antiguos se perdieron. Aquí se comentan los principales estudios realizados desde finales del siglo pasado, sobre la roca negra de ilmenita y de otros resonadores bucales y generadores de ruido más complejos, y son los que constituyen el *corpus* de información fundamental para hacer el resumen del informe. Los estudios se comentan brevemente en el orden cronológico que publicaron sus resultados. También se hizo el resumen para que los lectores que no tengan tiempo o no quieran consultar los documentos abiertos de todos los estudios realizados, puedan tener una idea general de ellos, si lo desean. De esa manera, la tesis es mucho más corta, y fácil de consultar y leer, que si se adjuntan todos los documentos electrónicos. También se comentan brevemente algunos estudios de otro tipo de resonadores, que tuvieron relación con los trabajos de investigación de los generadores de ruido mexicanos.

6.1 Zumbador y silbato de corcholata.

Inicialmente, se comenta el primer resonador que se conoció a mediados del siglo pasado, mucho antes de descubrir la roca negra perforada, debido a que sirvió

para identificarla como un artefacto sonoro. Se hacía con base en un juguete de metal, que usaban niños y jóvenes en algunas poblaciones rurales. A una corcholata o tapa metálica de botellas de refrescos o cervezas, se le eliminaba el corcho, se aplanaba un poco con un martillo y, en ocasiones, se pegaba con chicle o cera sobre un riel del ferrocarril, para que sus ruedas de fierro la aplanaran perfectamente y lo adelgazaran. Luego, con un clavo y un martillo o una piedra, se le hacían dos perforaciones cerca del centro sobre una línea que lo cruzaba. Con la ayuda de un hilo, cuerda o cincha de algodón se introducía por los dos hoyos y se amarraba formando un círculo o lazo. La cuerda se sostenía un poco estirada por los dedos anulares de las dos manos y con un movimiento circulatorio del “gallito” se torcía la cuerda y, cuando se estiraba y aflojaba, la corcholata circulaba a gran velocidad en un sentido y en el contrario. El juguete se llamaba “gallito”, porque servía para jugar peleando o compitiendo como los gallos reales. El juego era entre dos niños colocados frente a frente, para tratar de cortar la cuerda del adversario. El juguete también se llamaba “zumbador”, porque al rotar a gran velocidad podían generar un sonido especial como el de un zumbido, sobre todo, si sus superficies no estaban bien aplanadas y tenían irregularidades. En otros pueblos se usaba uno similar hecho de madera.

El “zumbador” de metal, ya sin la cuerda y doblado por la mitad en forma de “V”, formando un ángulo entre sus dos paredes cercano a 30 grados, para colocar los dos hoyos perforados muy cerca y quedando cara a cara, se convertía en un [silbato de corcholata](#), un nuevo juguete muy ruidoso un ([Fig. 13](#)). Otra forma de hacerlo, era a partir de la corcholata ya aplanada, que se doblaba y luego se perforaba con el clavo para asegurar que los dos orificios quedaran frente a frente. El nuevo juego era para ver quién podía producir con el silbato los sonidos y ruidos más variados y fuertes. Si se disminuía el ángulo del doblado, quedando las paredes casi paralelas, sus sonidos eran como los silbidos bucales, pero más intensos. Al autor le intrigaba cómo un juguete tan sencillo, podía producir diversos sonidos y ruidos muy fuertes y especiales; con una estructura tan sencilla, pero el mecanismo sonoro se hacía complejo, cuando el silbato se introducía en la boca, para tocarlo.

Los adultos, que trabajaban en los cerros o les gustaba ir de cacería, usaban el silbato de corcholata para comunicarse entre las lomas y las cañadas, debido a que sus ondas sonoras se transmitían y escuchaban en una línea de vista, a más de un kilómetro, que es mucha mayor distancia que si se usaban los gritos o silbidos bucales. Sus señales tenían varios significados, en claves prestablecidas, como ahora se hace para controlar a los perros a distancia, usando silbatos comerciales. Muchos adultos consultados, incluyendo algunos del sur de nuestro continente, conocieron ese silbato de corcholata.

Descubrimiento de la roca negra perforada

En 1999, la roca negra se encontró, cuando el autor realizaba una búsqueda de información, solicitada para formular el proyecto de la tesis de maestría, en el Centro de Investigación en Computación del IPN, debido a que los profesores solicitaron que se incluyera un artefacto sonoro antiguo, para probar una metodología que ya se había aplicado a modelos de la [Flauta mexicana 130](#)⁸³. El estudio de una flauta, utilizando modelos físicos y matemáticos, y otras técnicas para el análisis de señales complejas como las espectrales, no lo consideraron suficiente para una tesis de maestría, aunque es inédito y podía complementarse con estudios y trabajos más complejos, como se han hecho con otras flautas antiguas del extranjero, hasta en tesis doctorales.

Se buscó algo con amigos e investigadores conocidos. Se visitó la oficina del finado antropólogo Francisco Beverido Pereau (1917-1997), quien realizó importantes descubrimientos arqueológicos y fue fotógrafo del Museo de Antropología de Xalapa Veracruz. Hizo una maestría en la Universidad de Veracruz (Beverido 1970) y tomó las fotografías del artículo de Charles Boiles sobre la "[Flauta Triple de Tenenexpan](#)", analizada virtualmente por el autor. Como conocía a su hija Laura, la familia Beverido permitió buscar en su oficina fotografías o estudios sobre aerófonos de la Zona del Golfo. En esas tareas de búsqueda, se encontró casualmente una piedrita negra pesada con apariencia de una roca de mineral metálico con tres perforaciones ([Fig. 1](#)), en un recipiente y

⁸³ Fue el primer resonador analizado con un dibujo, de 1930, del ingeniero Daniel Castañeda.

junto a unas cuentitas de cerámica. No tenía ninguna información arqueológica, como su origen o descripción, pero seguramente llamó la atención del antropólogo, por su construcción y material especiales. Parece que no lo consideró muy relevante, porque no lo fotografió ni analizó o catalogó, como los bienes arqueológicos que rescató y que fueron entregados al museo, según comentaron sus familiares.

Al ver el artefacto de roca negra, se identificó inmediatamente como un posible resonador bucal. Al tocarlo como tal, se comprobó que podía generar sonidos parecidos al ruido del viento, aunque son diferentes a los sonidos aeolianos. El simple análisis visual indicaba que podía ser antiguo, por varias razones. Una de ellas, es la forma de sus perforaciones como la envolvente de una bala, que son típicas de las hechas con técnicas lapidarias antiguas y que no pueden hacerse con una broca normal actual. Pero la razón más determinante, es que su estructura exacta particular era desconocida cuando se encontró. En otras palabras ni siquiera se conocía un artefacto antiguo similar, para poder hacer una copia apócrifa.

También fue posible visitar el hermoso Museo de Xalapa y en una vitrina pudo observarse la singular gamitadera de la zona olmeca, que pertenece a la familia de los generadores de ruido mexicanos antiguos. Se preguntó al director lo que se necesitaba para analizarla con profundidad, ya que se quería examinar su singular mecanismo sonoro interno con radiografías. Dijo que para eso se requería solicitar y obtener el permiso oficial del Consejo de Arqueología.

La familia Beverido proporcionó la roca negra perforada para su análisis detallado. Con esa roca negra sonora, considerada antigua, ya podía satisfacerse el requerimiento de incluir un artefacto sonoro real, en proyecto de tesis de maestría, que fue autorizado como [“Estudio de Aerófonos Mexicanos Usando Técnicas Artesanales y Computacionales. Polifonía Mexicana Virtual”](#).

Estudios de la ilmenita sonora y otros similares antiguos

En noviembre de 2000, los resultados del primer estudio del [Aerófono de piedra negra](#), se dieron a conocer en un Congreso Internacional de Computación, como

un ejemplo de aplicación de la metodología propuesta en la tesis de maestría, antes de su revisión final. Se envió al INAH la invitación a la conferencia. Asistió el profesor Felipe Flores Dorantes, que no conocía la roca sonora, pero hizo críticas sin sustento, tratando de menospreciar el trabajo presentado. Como no había tiempo para contestarle en el Congreso, se les envió [un oficio](#) y [un Anexo](#) con los comentarios a sus críticas. Jesús Mora, quien era Subdirector de la DICPA-INAH solicitó copia de la charla, porque le habían pedido que analizara el caso. Después de consultar el artículo, dijo que ese profesor “no tenía capacidad para entender bien el contenido de la conferencia” y ofreció ayudar a publicar el artículo de la charla en la revista de “*Arqueología*” del INAH, lo que se logró hasta 2009, porque se les perdió y había oposición de algún(a) revisor(a) del artículo⁸⁴; Esto indica que las publicaciones en papel pueden tardar mucho tiempo, aunque el retraso permitió actualizar el informe final. Para responder técnicamente al profesor Flores, se hizo un estudio virtual (con modelos experimentales y matemáticos), de los errores y deficiencias técnicas incluidas en un documento sobre silbatos mayas que le había publicado el INAH en su Serie Científica. El resultado fue el [Análisis Virtual de Silbatos Mayas](#), que fue presentado en el 7º. Congreso Mexicano de Acústica, Oaxtepec, Morelos, 2000.

En octubre de 2000, los resultados del estudio del [Análisis virtual de la gamitadera](#), también se presentaron en el 7º Congreso Mexicano de Acústica. Su [PDF](#) fue publicado en la revista Ingeniería de la Universidad de Nuevo León, en 2001. Dicho estudio tuvo que ser virtual, utilizando modelos físicos experimentales de la gamitadera de la zona olmeca, porque no pudo conocerse ni examinarse su singular mecanismo sonoro interno ni con el permiso requerido, solicitado y

⁸⁴ Se dijo que el autor era un “aficionado obsesionado” (por estudiar con entusiasmo y perseverancia la ilmenita sonora). Esa supuesta crítica o descalificación, es un halago por el trabajo realizado, porque el resto de los numerosos y extraordinarios “artefactos multiperforados de Ilmenita en San Lorenzo” rescatados en un contexto arqueológico bien determinado, no han sido analizados con profundidad y entusiasmo por profesionales de la arqueología y no se han proporcionado objeciones técnicas de fondo al estudio realizado.

obtenido del Consejo Nacional de Arqueología⁸⁵, ya que en el museo no tenían equipo para tomar radiografías y no permitieron obtenerlas afuera de su edificio. Los trabajadores del museo que habían escuchado los sonidos de la llamada gamitadera antigua dijeron que se parecían a los rugidos del jaguar y a las voces de otros animales. Los modelos se hicieron considerando un dibujo de la gamitadera original, que fue publicado por [Susan Rawcliffe](#)⁸⁶, quien pudo analizarla directamente en el Museo de Xalapa. En la [Fig. 14](#) se muestra el dibujo de un corte longitudinal de la gamitadera, que se ha usado en modelos experimentales efectivos.

En marzo de 2001, se dieron a conocer otros resultados del estudio de la piedra negra [Un aerófono mágico del inframundo olmeca? Una versión corta](#) fue presentada con Sergio Beristain, en la *143 ASA Meeting. Pittsburg. Pensilvania*. Fue la primera charla presentada ante los especialistas internacionales de la acústica. Ese foro es muy importante, porque participan expertos de cerca de 50 especialidades formales de la acústica y es el mejor conocido a nivel internacional. Para los artefactos sonoros de América, fue relevante que incluyeran un artefacto antiguo mexicano, pues desde que empezaron a reunirse y publicar su revista, dos veces por año, en 1929, sólo se localizó previamente un artículo anterior de silbatos antiguos de nuestro continente: [Peruvian Whistling Vottles](#).

En junio de 2002, la [tesis de maestría](#), que ya incluía un breve análisis de la ilmenita sonora, fue aprobada, habiendo sido revisada en dos ocasiones. Como se presentaron dificultades para obtener el diploma correspondiente, fue necesario hacer [una petición al Presidente Vicente Fox](#), con la debida fundamentación legal y técnica, para superar las objeciones, ya que dijeron que el trabajo aprobado no era del campo del IPN ni de la computación. La petición siguió vigente, porque no fue atendida, aunque sirvió para que proporcionaran el diploma de la maestría.

⁸⁵ A otros investigadores, incluyendo algunos del extranjero, les han dado permiso de analizar artefactos sonoros antiguos de los museos y ceramotecas de sitios arqueológicos, hasta sin permiso del Consejo de Arqueología.

⁸⁶ Rawcliff 1986

En diciembre de 2002, se presentó, con el Dr. Rolando Menchaca, profesor del CIC del IPN, otra conferencia sobre [Mexican Ancient Noise Generators](#), en la [Primera Sesión sobre Acústica de Instrumentos Sonoros Antiguos](#), que pidieron al autor ayudar a promoverla y coordinarla para la 1ra Reunión Pan-Americana/Ibérica de Acústica. También se presentaron otras dos conferencias sobre las [Ranas de Barro de Yaxchilan](#), que también se habían incluido entre los artefactos analizados en la tesis, y el [Análisis Virtual de Trompetas Mayas](#), que no estaba programada, aunque eso no es usual. Ambas charlas fueron bien recibidas. Desde entonces, una [versión corta de las Ranas de Barro de Yaxchilan](#) se ha mantenido como *Lay Language Paper* en *ASA World Wide Press Room*, del Instituto Americano de Física. Eso es relevante, porque el autor no es profesional de la física ni de la acústica.

En marzo de 2003, se impartió una charla sobre [Ondas sonoras prehispánicas](#) (generadas con chorros de aire), para estudiantes de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Se incluyeron los generadores de ruido antiguos. Los estudiantes recibieron con agrado y mucho entusiasmo la charla, pero no se interesaron en participar en los trabajos. En noviembre se solicitó otra igual para estudiantes de la Maestría en Ciencias de Musicología y Etnomusicología, Escuela de Música (Claustro de San Agustín) de la Universidad de Guadalajara.

En el mismo 2003, se dieron a conocer varios artículos sobre modelos físicos experimentales de los generadores de ruido, para mostrar algunas posibilidades, para crear nuevos resonadores, que generan ruidos muy especiales, con base al mecanismo bucal antiguo:

[Aerófonos o silbatos de la muerte](#). Modelos con resonadores en forma de [calavera](#) y [Aerophone of the death](#). Producen ruidos fuertes e impresionantes;

[Aerófono Maya de la Muerte](#). Modelo de un cráneo deformado con un generador de ruido bucal y [Maya aerophone of the death](#). También generan ruidos que parecen rugidos de seres de otro mundo;

[Tlemaitl rugidor](#). Sahumador generador de aullidos espeluznantes. Se hizo con base a los que aparecen en la iconografía de Ehecatl, adaptándoles un generador

de ruido bucal. Pueden operar con carbón encendido y copal, para producir verdaderos multimedios que no pueden repetirse fácilmente con las computadoras ni con otros equipos electrónicos;

[¿Aerófono del Dios L de Palenque?](#) y [Aerophone of the God L of Palenque?](#) Se le llama el dios fumador, pero se muestra que el “cigarro” de su iconografía puede ser un generador de ruido bucal tubular. Incluye experimentos de la dinámica del humo.

[Pico rojo sonoro de Ehécatl.](#) Se hizo para mostrar que la representación escultórica del rostro de Ehecatl, funciona muy bien para generar el ruido del viento con su pico sonoro.

[Ehecachichli con aeroducto tubular](#) o silbato de la muerte o de aire. Es el primer artículo sobre modelos de ese generador de ruido de ese tipo.

En 2004, se dieron a conocer otros estudios como [Ehecachichtli con aeroducto tubular y tubo resonador abierto](#), y;

[Ehcachichtli.](#) Primer informe detallado del antiguo generador de caos y ruido bucal de dos hoyos. Incluye modelos experimentales importantes, como uno hecho de una roca preciosa de ópalo rosa Jalisco, que no es muy conocida. Su designación es porque puede asociarse a *Ehécatl* (viento) y es para honrarlo.

Se han identificado/analizado varios resonadores bucales antiguos 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. Los primeros encontrados fueron en la zona popoloca del Sur de Puebla.

[Totó de mármol: Generador bucal de ruido de la zona olmeca/popoloca.](#) Se analizaron dos artefactos de roca encontrados en San Juan Raya, municipio de Zapotitlán Salinas, Puebla. Antonio Porcallo Michelini, investigador del INAH, informó del hallazgo e invitó a examinarlos, para determinar si se trataba de generadores de ruido bucales, lo que se hizo. El primero de ellos fue hecho de

mármol ([Fig. 15](#)). Al frente muestra un mecanismo sonoro roto y tiene otro completo en el lado posterior; fue encontrado por el guía local de arqueólogos y biólogos Pedro Guadalupe Miranda Pacheco, en el sitio Z56 Terrazas Paso del Coyote, entre los cerros Campanario Ometepepec y de la Hierba; fue posible grabar sus sonidos. El segundo es de una piedra verde oscura jaspeada, parecida a la serpentina ([Fig. 16](#)), localizada por Silvano Reyes Hernández en el Llano de Tierra Colorada. Produce sonidos, pero no pudieron grabarse, por no llevar una grabadora cuando se examinó. 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. 17](#)), y sus características ya fueron dadas a conocer, y se registró ante el INAH. Los actuales popolocas ya no usan ni reconocieron dichos resonadores, y como se encontraron en superficie, y 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 de 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 cómo se llamaban; aunque Miranda informó que un silbato en Popoloca se llama *Totó*. 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 las del instrumento de ilmenita aunque más pequeñas, colocadas 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 a los producidos por la llamada lechuza de campanario o *Tyto alba*⁸⁷, en tanto otros dijeron que parecían los de una víbora chifladora. 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.

Se presentó una conferencia [Ancient Noise Generators](#). En el 4th *Symposium of the International Study Group on Music Archaeology at Monastery Michaelstein, 19-26 September 2004*. Su artículo se publicó en la memoria del evento en *Studien zur Musikarchäologie V, Orient-Archäologie 20*. Rahden/Westf. Fue la primera conferencia presentada ante especialistas internacionales, en “Música Arqueología” del grupo ISGMA; la mayoría son europeos, aunque hay de otros continentes. Se reúnen cada dos años. Es uno de los foros más importantes conocidos en esa especialidad, y se interesaron en los artefactos ruidosos mexicanos, pero no en apoyar trabajos adicionales.

Los sistemas complejos de los generadores de ruido, se comentaron en la conferencia sobre [Modelos de Aerófonos Mexicanos](#). El caso de los silbatos, en el Seminario de Estudiantes de maestría y doctorado en matemáticas del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV), impartida en el Auditorio José Adem, en agosto de 2004. Fue bien recibida, pero los matemáticos no se interesaron en trabajar en el tema.

En 2006, un artículo sobre los [Generadores de Ruido Antiguos](#). Se publicó en la revista electrónica e-Gnosis (no abierta) de la Universidad de Guadalajara y una

⁸⁷ 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.

copia abierta puede consultarse en un servidor de la Universidad Autónoma del Estado de México.

En 2007 y 2008, se dieron varias conferencias sobre el [Silbato de la muerte](#) (Fig. 18), que es un generador de ruido con aeroducto tubular; se presentó en: el Seminario de Investigación del Centro de Investigación de Computación, IPN. Septiembre de 2007; alumnos de la ENAH del Dr. Francisco Rivas Castro. Octubre de 2007; el Simposio Vida y Muerte. Del mito a la Realidad. Auditorio del Museo Regional de Querétaro. Octubre de 2007, el Colegio de San Ignacio de Loyola Vizcaínas. Octubre de 2007; las Jornadas permanentes de Arqueología 2008. Coordinación Nacional de Arqueología. Dirección de Estudios Arqueológicos y Museo del Templo Mayor del INAH. Auditorio del MTM. Marzo de 2008 y; el 15º. Congreso Internacional Mexicano de Acústica. Taxco, Guerrero, octubre 2008. El estudio se hizo sobre un fragmento del llamado silbato de la muerte, para demostrar que hasta los despreciados tepalcates, pueden ser importantes, cuando muestran su sistema sonoro interno, sin necesidad de tomar radiografías o tomografías computarizadas. El silbato de la muerte es uno de los generadores de ruido importantes, que aun se usaban a la llegada de los invasores.

En 2007, se dieron a conocer los resultados de otros estudios como:

[Construcción de un silbato de la muerte](#) o generador de ruido con aeroducto tubular. Se hizo, porque algunos interesados querían conocer el procedimiento constructivo, aunque existen varias formas de hacerlo;

[Visualización de la dinámica del aire en el mecanismo sonoro de los generadores de ruido mexicanos](#). Primer experimento de este tipo de un resonador antiguo; Aunque es un experimento casero, realizado sin equipo científico, es el primero que muestra el funcionamiento complejo y turbulento de ese mecanismo sonoro. Ni en el Laboratorio de Aerodinámica de la Escuela de Aeronáutica del IPN ni en otro laboratorio, fue posible analizar modelos similares a escala real;

[Visualización de la dinámica del aire en el sistema sonoro de los generadores de ruido mexicanos](#). Video en Flash (flv) en cámara lenta, tomado en el Salón Azul de la [Unidad Politécnica para la Educación Virtual](#) del IPN, y;

[Generador de ruido bucal de roca de La Cruz de San Juan del Río, Querétaro](#). Fue rescatado por Fernando González Zozaya. Gregory Pereyra informó del objeto lítico, encontrado en Barrio de la Cruz, San Juan del Río, Querétaro, relacionado con ritos funerarios (González, 2003). Zozaya comentó: **“Se trata de una representación zoomorfa, tallada en un fragmento de piedra volcánica”**. 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 las 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 a 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 producen sonidos semejantes a los de varios animales, y se cree que pudieron usarse como llamadores (gamitaderas) o para hacer reclamos a fin de atraer la posible presa. De manera experimental, se ha comprobado que el diseño sonoro de los resonadores bucales se construye muy bien dentro de las cabezas y cuerpos de objetos zoomorfos y antropomorfos. El resonador bucal ([Fig. 19](#)) fue analizado en la oficina de Juan Carlos Saint-Charles, del Centro INAH de Querétaro, y se comprobó que produce sonidos fuertes, dado que es el de mayor potencia de los que se habían examinado.

[“Mechanical Engineer Recreates Sounds of his Pre-Columbian Ancestors”](#). Video corto con algunos sonidos, incluyendo modelos de resonadores antiguos mexicanos, derivado de la entrevista “Pre-columbian sounds” de Julie Watson para

la agencia *Associated Press*. Jueves 17 de abril de 2008. La nota fue publicada en una gran cantidad de sitios con noticias temporales y originó muchos mensajes electrónicos solicitando información, y sonido o artefactos similares.

Otro video corto sobre "[Pre-columbian sounds](#)" se muestra en Youtube. En Flash. 2008.

"[Arqueología sonora: Sonidos prehispánicos. Resucitan acústica milenaria](#)". Entrevista de Yanireth Israde para Cultura de la sección Internacional del periódico Reforma. 5 de julio de 2008. Le llamó mucho la atención que los estudios se hicieran sin apoyos institucionales. Es la primera periodista nacional que escribe una nota sobre los estudios y trabajos del autor.

Las conferencias del autor dieron origen a otras noticias de prensa, como una breve del INAH sobre "[ILMENITA SONORA, ACÚSTICA MILENARIA](#)", del 23 de abril de 2008, pero tiene errores y ya no aparece ni la foto de la pieza.

[Ilmenita sonora](#). Conferencia para el IV Foro Internacional de Música Tradicional. Raíces, trayectorias y encuentros históricos. 25-27 de Septiembre de 2008. Un documento similar se publicó en la revista Antropología No. 85. INAH, enero – abril. 2009. Ese artículo es el primero sobre un resonador mexicano relevante que se publica en una revista de antropología.

[Resonadores Mexicanos con Mirliton, Flauta Preciosa Mexicana, y Silbato de la Muerte](#), así como la [Piedra Campana del Cerro Xolotl](#). Fueron incluidos entre las 40 charlas en formato corto y lenguaje cotidiano, que se seleccionaron entre las cerca de 1000 conferencias impartidas en el evento internacional de Cancún, 15-17 de noviembre de 2010: *Lay language Papers of the 2nd Pan-American/Iberian Meeting on Acoustics in the ASA World Wide Press Room of the American Institute of Physics*. Me invitaron a ayudar a promover y coordinar las segundas [Sesiones Especiales sobre Acústica de Instrumentos Sonoros Antiguos](#), que incluyó las conferencias anteriores mencionadas.

[Silbato de la muerte](#). Conferencia para las Jornadas permanentes de Arqueología 2008. Coordinación Nacional de Arqueología. Dirección de Estudios Arqueológicos

y Museo del Templo Mayor del INAH. Auditorio del MTM. 28 de marzo de 2008. Un documento similar se solicitó para publicarse en dos revistas nacionales: Arqueología No. 42 del INAH, septiembre - diciembre 2009, y; Acústica del Instituto Mexicano de Acústica, A. C. No 28, noviembre 2010.

[Death whistle](#). El artículo fue presentado en Special Sessions on Acoustics of Ancient Sound Instruments del 2nd Pan-American and Iberian Meeting on Acoustics. Cancún, México, 15-19 November 2010. 160th ASA meeting - 7o Congress FIA - 17o Congress IMA.

[Death Whistle](#). Fue puesto en Mexicolore, del Reino Unido, por Ian Mursell. 2011. Es importante que Mursell y su esposa Graciela Sánchez, hayan incluido en su sitio web ese material, porque son los únicos de Internet que desde 1980, han venido difundiendo lo azteca (mexicano) de valor, en Inglaterra. Eso es importante, porque en México ni en otro país, existe un sitio similar en Internet que difunda y promueva lo mexicano como lo hacen ellos.

[Arqueociencia sonora](#). Conferencia para la 23^a. Ofrenda del Día Mundial de Nuestra Madre Tierra. Cámara de Diputados. Comisión de Asuntos Indígenas. Auditorio "A". 23 de abril de 2012. También se presentó un escrito para promover una legislación que fomente la cultura y tecnología mexicanas, como la sonora.

[Modelado de Artefactos Sonoros Mayas y Sonoterapias](#). Conferencia para el Seminario de posgrado del CIC del IPN. Abril de 2012.

[Ilmenita sonora olmeca](#). 2011. Documento complementado, actualizado y corregido de uno similar que fue publicado en la revista *Arqueología* No. 40. INAH, enero – abril. 2009. Ese artículo es el primero sobre un resonador lítico que se publica en una revista de arqueología. Es la base principal para formular el resumen de RESULTADOS.

[Análisis microscópico de la ilmenita sonora](#). Caracterización con espectros MEB y Raman. Morfología y química básica EDS. 2011. Es importante por ser el primer estudio conocido de microscopía electrónica de un resonador antiguo.

[Ilmenita Sonora Olmeca](#). Videoconferencia para la Comunidad Latinoamericana Achalai. 24 de mayo de 2012. Disponible en el sitio web de REUNA (42 minutos). Fue solicitada, porque la seleccionaron para un proyecto de modelación en computadora.

[Ilmenita Sonora Olmeca](#). Presentación .ppt para la Comunidad Latinoamericana Achalai. Disponible en el sitio web de RedCLARA (9.4 MB). 24 de mayo de 2012.

[Ignoran silbato olmeca](#). Nota de Yanireth Israde. Cultura de Reforma. 14 de agosto de 2012. Le llamó la atención que hayan patentado algunos diseños sonoros antiguos.

[Sonidos Mexicanos Prohibidos y Abandonados](#). Conferencia para: el VII Coloquio de Arqueología Abandono y destrucción. El final de las ciudades mesoamericanas. La Coordinación Nacional de Arqueología, Dirección de Estudios Arqueológicos y Museo del Templo Mayor del INAH. Auditorio “Eduardo Matos Moctezuma” Museo de Templo Mayor. 27 de agosto de 2012; para el Programa cultural de la mexicanidad en homenaje a *Tlakatzin*. 11 de septiembre de 2012; para la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 8 Oriente 409, Col. Centro. 24 de septiembre de 2012; en la Subdirección de la Fonoteca del INAH. 25 de septiembre de 2012, y para el [programa](#) del [19º Congreso Internacional Mexicano de Acústica](#). Centro de Convenciones del hotel Casa Inn (Rio Lerma 237), Ciudad de México, México. 5 - 7 Diciembre 2012.

[Generador de Ruido Bucal de Cerámica del Sur de Puebla \(Fig. 20\)](#). Fue encontrado por Hilda P. Salgado S. 1 de Octubre de 2012'. Para los periodos de ocupación de los Teteles, se observan los fragmentos de instrumentos de viento y artefactos sonoros; que utilizaban posiblemente para sus rituales cívico – religiosos o para su vida cotidiana. Aunque no se han encontrado todavía generadores de ruido en este periodo, es decir, antes del cierre o clausura de los edificios. Los fragmentos rescatados pueden corresponder a la época del Posclásico por el trabajo de reutilización de los tepalcates, para crear un nuevo artefacto sonoro, indicando que existieron durante un periodo muy amplio, pero no sabemos si fueron hechos en el sitio o traídos de otra región. La importancia de

estos rescates en Teteles es que amplía un poco hacia el norte del Valle de Tehuacán la región del uso de la tecnología muy especializada de los generadores de ruido bucales, por haberse encontrado antes otros diseños sonoros similares (de rocas) en San Juan Raya.

Generador de ruido bucal del Cerro Moctezuma ([Fig 20b](#)). Es el último conocido de su tipo. En 2010, fue encontrado por Margarita Velazco Mireles (comunicación personal 2011), investigadora de la DEA del INAH, en su proyecto arqueológico actual. Es de cerámica de reuso. Su origen exacto se determina por su clave: CM= Cerro Moctezuma, T1=Terraza 1, localizada en la falda sureste del cerro, C1= Cuadro1 de la retícula exploratoria y Capa 1= La más profunda explorada, antes del sustrato rocoso, que puede ser del Epiclásico (650-900), posiblemente del periodo más antiguo Coyotlatelco local. La pieza es importante, porque es el primer resonador bucal arqueológico conocido que proviene de la zona de la Cuenca de México. El caso también es interesante, porque el resonador bucal fue identificado por Velazco, lo que prueba que en la medida que los arqueólogos que encuentran esos objetos sonoros y los puedan identificar, será posible ir conociendo y extendiendo la distribución geográfica y temporal de su utilización antigua. No fue fácil generar los sonidos, pero aun puede funcionar acústicamente. Su estudio detallado puede darse a conocer con posterioridad, si se autoriza y considera interesante hacerlo.

Los estudios anteriores comentados muestran el tipo de trabajos realizados y que ya han sido difundidos. Lo más relevante que puede comentarse es que sirvieron para confirmar el uso antiguo de los resonadores bucales, que no eran conocidos. Los estudios también sirvieron para darlos a conocer con amplitud en diversos foros, revista y en Internet, aunque hasta la fecha, no se han recibido objeciones ni aportaciones técnicas de fondo, para mejorarlos. Los revisores de las publicaciones en papel solo hicieron modificaciones del texto y su estilo. Eso puede confirmar que es un tema nuevo de estudio y/o indicar que no hay interesados en trabajar a fondo en ese campo.

Después de 1999, las consecuencias positivas más importantes del estudio de la ilmenita sonora son: la identificación de los resonadores bucales encontrados, físicamente y en publicaciones; los descubrimientos de los estudios de otros generadores de ruido antiguos, y; sirvieron para sustentar y poder hacer el resumen de los RESULTADOS del siguiente apartado.

7 RESULTADOS

Aquí se presentan los principales datos y la información relevante resultantes de los estudios realizados desde 1999 y las propuestas para trabajos futuros.

7.1 Información del generador de ruido bucal de roca negra

Ya se comentó que cuando se encontró la roca negra perforada, se carecía de información arqueológica o datos descriptivos asociados. Es una pieza sin contexto arqueológico conocido. Usualmente, las piezas arqueológicas descontextualizadas no se estudian a fondo y, menos, si no tienen iconografía significativa. Los estudios de objetos sin contexto, tampoco se aceptan para publicarse en las revistas internacionales de arqueología⁸⁸. La principal hipótesis a demostrar es que se cree que aun en esas condiciones extremas de falta de información de un objeto considerado arqueológico, es posible saber algo de él, si se estudia con profundidad. Aquí se incluye la información que pudo obtenerse inicialmente, así como la resultante de los principales análisis adicionales realizados, siguiendo un formato sencillo como el de una ficha o cédula, pero ampliada y adaptada al caso y a lo que ha podido encontrarse.

Registro arqueológico: P.F. 2040-2. La pieza ya fue registrada oficialmente como un bien mueble arqueológico de la nación, aunque eso no es un certificado de su autenticidad, pero se cree que es antigua.

Tipología: Generador de ruido bucal. No es un instrumento musical convencional ([Fig. 1](#)).

⁸⁸ Argumentan que es para disminuir los saqueos y venta ilícita de piezas antiguas, pero no lo han logrado y no han publicado estudios de los sonoros que tienen contexto arqueológico.

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

Procedencia: Desconocida, aun cuando podría tener su origen en la zona de influencia olmeca de San Lorenzo, Veracruz. Beverido hizo su tesis de maestría en ese sitio (Beverido, 1970) y Michael Coe comentó al autor que trabajó con el antropólogo en ese lugar y que la pieza lítica perforada pudo provenir de ese sitio arqueológico. Coe 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). Es similar a las publicadas por Ann Cyphers y Anna Di Castro (1996, 97-103).

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: Es similar al mineral metálico⁸⁹ de [ilmenita](#), compuesta de óxido de hierro y titanio, según ha mostrado el análisis realizado con microscopía electrónica de barrido, el porcentaje de peso (Wt %) de dichos elementos es de 37.69 y 31.55 %, respectivamente, y el del oxígeno es de 16,39 %, aunque tiene inclusiones de otros cristales y trazas de otros elementos. En los apartados de Microscopía, [se proporcionan más detalles de los análisis realizados MEB y Raman](#). Se cree que puede ser nelsonita. La pieza es ligeramente magnética y no es atraída por un imán.

Volumen: Aproximadamente 5 cm³. **Volumen de las perforaciones:** 1 cm³. Estimados con la cantidad de arena fina equivalente a esos volúmenes⁹⁰.

Peso: 23.5 g. Es alto.

Peso específico o densidad: 6.7 g/cm³. Es alto e igual al promedio publicado internacionalmente para la ilmenita. Es una medición adecuada (no destructiva) para la identificación sencilla de su mineral.

⁸⁹ Se incluye en la clase de los minerales óxidos e hidróxidos.

⁹⁰ Estos datos pueden servir para tener una idea de la cantidad de los polvos resultantes de la perforación.

Estructura mineral: Granular, a simple vista.

Color: Gris muy oscuro, casi negro mate.

Decoración: No muestra decoración ni rastros visibles de pintura.

Iconografía: No tiene, aunque muestra huellas de perforación y uso.

Superficies exteriores: Parece que fueron alisadas con arenas abrasivas, como las de las rocas rodadas en ríos y, algunas áreas son un poco cóncavas, lo que indica que no fue alisada con una herramienta plana. El lustre es metálico. A nivel microscópico, la morfología superficial es esponjosa.

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. 21](#). La cámara principal de caos fue hecha con una perforación cónica con diámetro anterior de 12 mm y posterior de 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, porque tiene un mecanismo sonoro muy peculiar, y está constituido de un material singular, por su trabajo lapidario especial de perforado, y porque es el primero que fue elaborado en roca mineral de dureza media y es el más pequeño conocido. No ha sido estudiado a fondo por los arqueólogos, en parte, porque no tiene iconografía ni decoración significativa, aunque muestra huellas constructivas y de uso.

7.2 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, registro morfológico y su reproducción experimental. 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 puede hacerse 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—. Ya se comentó que 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 electrónicos⁹¹. En la [Fig. 21](#) 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. 21](#)) con los tres canales o perforaciones centrados horizontalmente —que es la principal característica morfológica de todos los resonadores bucales—. 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 singular y relevante, ya que no se conocen muchos instrumentos sonoros antiguos con los datos necesarios para elaborar sus réplicas muy aproximadas.

7.3 Funcionamiento sonoro

En la [Fig. 22](#) 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. 21](#), 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-

⁹¹ Desde mediados del siglo pasado existen generadores de ruido electrónicos, que se usan para estudiar la acústica de salas y recintos. También existen generadores de ruido para la música electrónica; existen ruidos de diversos tipos: como los llamados blanco, rosa, café y negro.

instrumento de ilmenita son: a) El canal de la cavidad bucal, formado entre el paladar y lengua, para generar la corriente del 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 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 Helmholtz⁹². 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 vírgulas, símbolo gráfico Mexicano para toda clase de seres y fenómenos ondulares, como el sonido; 7) Los sonidos

⁹² Nombre que hace honor al médico y físico alemán Hermann von Helmholtz (1821-1894), quien estudió los resonadores globulares que funcionan como un resorte en serie con una masa.

generados incluyen componentes de frecuencia muy complejos ([Fig. 23](#)), 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 neumática del aire de excitación es de 0 a 60 cm de H₂O o de 0 – 6 kPa que puede medirse 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.

7.4 Dinámica de las ondas generadas

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 bucales, lo que se considera importante. Su sistema es muy turbulento y no ha podido simularse matemáticamente 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. Por ello, no fue posible analizar la dinámica de las ondas en modelos contruidos a una escala real.

Simulación con un modelo físico experimental. Para poder visualizar la dinámica de la ondas sonoras se usó un modelo físico 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— ([Fig. 24](#)), para inyectar aire con talco en el interior del modelo a fin de filmar la dinámica del aire resultante. El modelo experimental fue ampliado en su dimensión real para facilitar la toma del video con una cámara digital sencilla de 30 tomas por segundo⁹³. 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

⁹³ La visualización de la turbulencia resultante puede mejorarse si se utiliza una cámara más rápida. En el experimento realizado, la turbulencia se inicia desde 2/30 segundos.

del ruido característico ([Fig. 25](#)). Se estima que en un generador de ruido bucal real 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 de otro experimento](#) pueden verse en Internet.

Consultas con expertos. Se hicieron varias consultas con expertos en análisis y simulación de instrumentos musicales, pero por la complejidad del sistema sonoro de los generadores de ruido, no ha sido posible hacer su modelación matemática. El primero consultado fue [Panayotis Skordos](#), quien en 1994, hizo un estudio doctoral en el MIT para simular en una red de 20 computadoras en paralelo y un sistema de CFD⁹⁴, 25 milisegundos del funcionamiento sólo en dos dimensiones (X y Y) del modelo de una flauta barroca de plástico, pero sin los obturadores tonales. Dijo que era necesario esperar más de 20 años, para que hubiera computadoras más rápidas, porque el sistema de la ilmenita sonora requiere de mucho cálculo numérico, ya que es muy complejo y turbulento, las frecuencias que genera y el rango de ellas es muy amplio, en un espacio muy pequeño, con un número de Reynolds muy alto⁹⁵. [John W. Coltman](#), experto en análisis de flautas y tubos resonadores musicales como los de órganos, y un físico experimentado y creador de una gran cantidad de patentes, se interesó en analizar algo de la ilmenita sonora y solicitó modelos físicos de ella, pero no se ha sabido si pudo obtener algún resultado. Los últimos son un grupo de especialistas de la Comunidad Latinoamericana Achalai, que seleccionaron a la ilmenita sonora olmeca, para incluirla en un proyecto de modelación en computadora, pero no han iniciado esos trabajos.

7.5 Análisis sonoro

Las características audibles de las señales de los generadores de ruido bucales analizados, indican que no son sonidos musicales, considerando el concepto

⁹⁴ "Computation Fluid Dynamics" con el método de "Lattice Boltzmann" y rutinas de UNIX y TCP/IP en 20 estaciones de cómputo terminales de HP Apollo.

⁹⁵ En dinámica de fluidos, el régimen de un flujo es considerado y llamado turbulento, cuando su número de Reynolds Re es mayor o igual a 3100, y es caracterizado por un movimiento tridimensional desordenado, no estacionario. Debajo de 2000, el flujo es laminar.

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 XX⁹⁶. Las técnicas convencionales de análisis musical no son de utilidad en estos casos, ya que ni siquiera pueden representar bien estas señales complejas en su notación musical más usada⁹⁷. En general, el ruido de origen mecánico tiene picos estacionarios que son molestos y dañinos, por lo que es considerado indeseable, pero es necesario conocerlo y caracterizarlo bien hasta para poder eliminarlo⁹⁸. Los sonidos que producen los generadores de ruido antiguos son diferentes, muy complejos y varían en el tiempo. Pueden ser analizados individualmente 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 espectrogramas se han usado en los estudios del autor de muchos resonadores mexicanos, porque son adecuados para analizar las componentes de frecuencia de los sonidos complejos, como los que se asemejan a voces de animales o de fenómenos naturales, y ese es el caso de los ruidos producidos por la roca de ilmenita. [Los sonidos cortos de la roca de ilmenita perforada](#), excitados en forma muy sencilla, se registraron con una grabadora, mismos que están disponibles abiertamente en Internet. La gráfica del espectrograma se muestra en la [Fig. 23](#), donde puede apreciarse que se generan componentes de frecuencia muy complejos, aun cuando se trata de un ruido generado con una excitación de aire casi plana. Los niveles de intensidad

⁹⁶ En [L'Arte dei rumori](#), incluido en del Manifiesto Futurista de 1913, empezaron a incorporar ruidos a la música con aparatos mecánicos, pero creían que en el pasado no se usaban.

⁹⁷ [Hay formas graficas para tratar de escribir los ruidos de maquinas](#), pero su representación es muy simple.

⁹⁸ 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.

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 0.1 Hz 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. Para apoyar una [conferencia en la reunión de la Sociedad Americana de Acústica de Pittsburg](#), en 2002, Sergio Beristain ayudó a grabar y analizar los sonidos de la ilmenita con un sistema profesional⁹⁹, aunque los resultados espectrales fueron muy similares a los obtenidos anteriormente.

Percepción auditiva. Fue posible analizar el ruido generado en función a la capacidad de percepción auditiva. La [Fig. 23](#) muestra los componentes de frecuencia más fuertes del ruido que 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 por los humanos, aunque a cortas distancias, si se toca individualmente. Debido a que algunos animales tienen alta sensibilidad auditiva en una banda más amplia, pueden escuchar los sonidos de los generadores de ruido bucales a distancias mayores, de ahí que pueden ser útiles para enviarles señales y llamarlos, para cazarlos o controlarlos. No hay certeza de eso pero, al menos, podría analizarse su factibilidad en la realidad haciendo pruebas con modelos experimentales y animales.

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 y poder conocer su contexto espacial de uso sonoro. Uno de los factores esenciales de cualquier generador de sonidos es su potencia acústica radiada máxima, cuya estimación¹⁰⁰ para el resonador de ilmenita no es alta, ya

⁹⁹ Soundbook de Sinus Messtechnik.

¹⁰⁰ Las ecuaciones usadas están expresadas a la derecha del signo igual en formato de MS Excel: $I = + (10 \wedge 12) * 10 \wedge (dB/10)$ 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 Phonic PAA2 V colocado a 1 m y 0 grados, PI() = 3.1415... y W es la potencia acústica radiada máxima en Watts.

que es igual a 0.1 Watts (99 dB a un metro y cero grados¹⁰¹), 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 pueden producir batimientos sónicos e infrasónicos con efectos audibles especiales. Estos resonadores bucales son para tocarse individualmente por un ejecutor, porque sólo uno de ellos puede operarse dentro de la boca. Eso significa que para operar varios resonadores bucales al mismo tiempo, tienen que tocarlos varios ejecutores. Ya se hicieron experimentos con modelos dobles de otros generadores de ruido antiguos, como el llamado silbato de la muerte, que tocados individualmente generan ruidos como los del viento, cuando se tocan dos, los ruidos producidos duplican su potencia individual y se asemejan a los sonidos de tormentas.

Análisis sonoro comparativo. A la derecha de la gráfica comparativa ([Fig. 26](#)) 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 volcánica. 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 sistemas sonoros. La presión sonora, medida con un sonómetro a un metro y cero grados, es de 99, 97, 93 y 110¹⁰² 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

¹⁰¹ 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 se hicieron en la sala de grabación de la ESIME Zacatenco del IPN.

¹⁰² Hay duda en esta medición, porque es muy alta. Se requiere repetirla, pero no se sabe si eso es posible.

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 escuchar a una gran distancia de su punto de emisión.

Sonidos complejos. Experimentalmente se ha visto que los generadores de ruido bucales, pueden ejecutarse de diversas maneras, variando su posición dentro de la boca y su ángulo de inclinación. También, puede variarse la colocación de la lengua, para generar ruidos que pueden ser muy diferentes, y a la salida del aire puede formarse otro resonador con las manos. Eso dificulta y complica el análisis matemático del comportamiento de su sistema sonoro, porque en el mejor de los casos, sólo podría aspirarse a lograr modelarlo en un modo de su operación, pero ya se ha comentado que ni siquiera eso ha sido posible lograr, aun con las redes de computadoras más rápidas.

7.6 Experimentos lapidarios con modelos físicos

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 incuestionables de sus usos originales propuestos por otros autores, los únicos análisis que pueden realizarse para explorar hipótesis son de tipo experimental¹⁰³. No es suficiente con hacer propuestas hipotéticas de su posible uso, es necesario probar experimentalmente, al menos, su factibilidad en la realidad, aunque con esos métodos pudieron obtenerse otros indicios importantes, que van a comentarse. En los primeros ejercicios realizados se construyeron modelos experimentales en varios materiales como madera y barro (los dos primeros desde la izquierda, [Fig. 27](#)). Todos los

¹⁰³ 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 se han encontrado publicaciones con resultados de esos trabajos.

modelos pueden producir sonidos similares a los del generador de ruido bucal analizado. Por lo 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 se han podido encontrar descripciones precisas sobre las técnicas lapidarias para cortar y perforar rocas de dureza media y, menos aún, las confirmaciones experimentales¹⁰⁴, aunque el autor ya dio a conocer artículos sobre [tecnología lapidaria antigua para hacer cortes finos de rocas preciosas](#) y [Teselas de turquesa de mosaicos mexicanos](#). Entre los procedimientos utilizados podría estar el uso de 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 basalto, pedernal o cuarzo ([Fig. 28](#)). Se han probado tres métodos de micro abrasión con arenas ([Fig. 29](#)): Arrastrado con otro material; Aglutinado en otro material y frotado, y Sólido arrastrado. 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 (150,000 x 3) 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

¹⁰⁴ También son necesarias para poder comprender mejor las tecnologías lapidarias antiguas.

de dureza similar (5 - 5.5 en la escala de Mohs), aun cuando no es de estructura granular ([Fig. 27](#), 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 silicio¹⁰⁵ 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 llevó 20 horas de trabajo continuo, 8 para la cámara principal y otras seis horas para cada perforación lateral¹⁰⁶. Lo anterior muestra la dificultad de hacer tres perforaciones en una roca de dureza similar a la ilmenita mediante un taladro manual¹⁰⁷. 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 innecesarias.

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 y que pudieron hacerse con un material aún más duro—, como los que se observan en la [Fig. 31](#), de la roca de ilmenita, lo que indica que el perforado no se hizo con un cortador de superficie redondeada y abrasivo de grano fino. En la misma [Fig. 31](#), 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. Como las perforaciones laterales no tienen canales circulares superficiales, pudieron hacerse con materiales diferentes.

Se usaron piezas de obsidiana y de varias rocas ([Fig. 30](#)), para verificar la hipótesis de que el artefacto pudo usarse para sostener manualmente el eje

¹⁰⁵ 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.

¹⁰⁶ Para perforar 150,000 piezas, se requerían más de 1,000 años de trabajo de 8 horas/día.

¹⁰⁷ Experimentos recientes de perforación con arcos manuales han mostrado que pudieron ser efectivos, ya que generan velocidades de rotación similares que los taladros eléctricos.

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 y cansado realizar ese proceso manual de perforación, usando modelos de soporte de tamaño menor, como el resonador bucal analizado y, menos, como los más pequeños rescatados (de 1.5 x 1.8 cm), ya que deben sostenerse sólo con dos o tres dedos, cuyos músculos son más reducidos y menos fuertes que los de la mano¹⁰⁸. Cualquier tipo de roca ([Fig. 30](#)) 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, sin producir polvos visibles. Como la superficie interna de las cavidades del instrumento de ilmenita es lisa, pero no está muy pulida, ello indica que no fue usado para sostener un eje rotatorio de madera.

En otros experimentos, se perforaron rocas blandas de mármol (dos de la derecha [Fig. 27](#)), y pudo verse que todos los modelos podían generar sonidos similares. En estos casos, 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 duraran mucho tiempo, como ha sucedido con las rocas de San Lorenzo. Además, las rocas duras eran consideradas de gran valor y por ello se utilizaban para elaborar objetos utilitarios imprescindibles para uso ceremonial, ritual y sagrado, 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, lo cual sucede cuando se aplica accidentalmente mayor presión con el cortador. El diseño de la estructura del mecanismo sonoro hace que

¹⁰⁸ Estos sencillos experimentos muestran que el uso de los bloques como soporte no es probable.

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 rotas¹⁰⁹ 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 de 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 Coatzacoalcos¹¹⁰.

Posibles usos antiguos

En opinión del autor, las funciones utilitarias no sonoras de los “artefactos multiperforados de ilmenita”, que han sido propuestas por otros autores son posibles, pero muy improbables. Esa 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 innecesaria tanto la estructura especial de las tres perforaciones cónicas, como el alineamiento de sus ejes centrales en un plano, que caracterizan la morfología del corazón sonoro de los generadores de ruido bucales, como el mostrado en el corte

¹⁰⁹ No se ha encontrado la localización actual de su resguardo. Normalmente, las piezas rotas se desprecian, pero son excelentes, para encontrar indicios constructivos o de uso.

¹¹⁰ 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. Este 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).

B-B de la [Fig. 10](#). Esa estructura de tres perforaciones resulta indispensable para formar el sistema sonoro funcional y eficaz 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 innecesarias, en la gran cantidad de artefactos multiperforados del hallazgo en San Lorenzo Tenochtitlan. La duda más importante es sobre la causa de haber construido tantos artefactos.

Sonidos onomatopéyicos. 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 y comparaciones posteriores¹¹¹. 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 cazarlos o representarlos en ceremonias o ritos. En este sentido, el indicio más importante y preciso corresponde al proporcionado por los popolocas, quienes asociaron el sonido del resonador bucal con ranura con la llamada lechuza de campanario que aún 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 gráfica comparativa de la [Fig. 26](#)— 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 pequeña. 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

¹¹¹ No se han encontrado grabaciones de los sonidos o voces de la variada fauna mexicana que aun subsiste ni de los fenómenos naturales, y que existían en la antigüedad.

antiguos de uso como la cacería¹¹². En ese sentido pueden 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 aún existen gamitaderas o llamadores de animales¹¹³ como los utilizados para cazar venados *Mazama gouazoubira* en la zona maya (Boddington, 1999: 78).

Uso funerario. Los generadores de ruido bucales encontrados en entierros sugieren un uso funerario o mortuario: En una fuente documental se menciona un instrumento utilizado al momento de sacrificar a los esclavos en un banquete:

“...tocaban un instrumento que se llamaba *chichtli*, 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 espectrograma comparativo ([Fig. 32](#)), 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*. 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 ha 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

¹¹² 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.

¹¹³ En el mercado, existen muchos tipos de llamadores para atraer distintos 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.

Mictlantecuhtli (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).

Fiesta de *Tóxcatl*. El resonador bucal también aparece asociado al enigmático y poderoso concepto de la noche, y al espejo humeante *Tezcatlipoca*. En varias páginas de internet se menciona 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”¹¹⁴.

Sonidos del viento. Los sonidos de varios 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 *Mictlantecuhtli*. 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.

Ruidos variables. Aunque no tienen perforaciones tonales, es posible cambiar la altura de los ruidos, 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 ruidos, si se cambia el ángulo del generador de ruido al ser tocado. Se ha visto que los ruidos y efectos más complejos de los aerófonos y los sonadores de viento se generan cuando se aprovechan todas las posibilidades acústicas del sistema

¹¹⁴ No se ha encontrado 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, 1913:70).

fonador humano acoplado, como sucede, por ejemplo, cuando a las insuflaciones se agregan vocalizaciones, vibraciones de la lengua o fonemas especiales como los plosivos.

Batimentos infrasónicos y efectos complejos. Se ha constatado que los sonidos y ruidos de dichos artefactos 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 al mismo tiempo. Se estima que si se opera un grupo 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 el oído humano, sí generan sus efectos especiales en el cerebro. Es por ello que existen técnicas de audio que utilizan dos señales estereofónicas, ruido blanco o algún otro ruido natural como fondo, para generar batimentos infrasónicos 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 el autor ya impartió una [conferencia sobre los infrasonidos a investigadores de psiquiatría](#). Y otra sobre [sonoterapias para el Seminario de posgrado del CIC del IP](#). Se han encontrado evidencias de que los sonidos antiguos pudieron usarse con los bebés y hasta con los fetos, en la etapa prenatal, para estimular la conectividad neuronal, como se ha comentado en el informe del estudio de la [Cuna con silbato](#), pero

tampoco se han encontrado interesados en investigar técnicas sonoras, para mejorar el funcionamiento y capacidad del cerebro.

7.7 Microscopia

Microscopia óptica. Con un microscopio binocular a 450 X, se observó 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 ([Fig. 33](#))

7.8 Microscopia electrónica

Primer análisis. Para hacer los análisis iniciales de la morfología microscópica, se solicitó apoyo de Emiliano R. Melgar Tisoc, investigador del Museo del Templo Mayor, quien analizó con microscopio electrónico tomando una muestra superficial en acetato del resonador principal del generador de ruido de ilmenita. En su informe de resultados, señaló no haber encontrado rasgos microscópicos de corte similares¹¹⁵ y proporcionó dos micrografías, una a 100 X ([Fig. 34](#)) y otra a 1000 X ([Fig. 35](#)), que muestran superficies de la cámara de caos.

Segundo análisis. Fue posible hacer un análisis más a fondo de la roca negra, en el [Centro de Nanociencia Micro y Nanotecnología](#) (CNMN) del IPN, sobre la química básica y la morfología microscópica superficial, cuyos resultados principales se dieron a conocer en un escrito incluido en los ANTECEDENTES DE LOS ESTUDIOS DEL AUTOR. Los resultados se detallan en el "[Análisis microscópico de la ilmenita sonora olmeca](#)". El análisis es importante, porque es

¹¹⁵ 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."

uno de los dos únicos que se han hecho a resonadores antiguos. El otro es de la [Flauta preciosa 5 Sol-Vida](#).

El análisis se hizo con un microscopio electrónico de barrido (MEB)¹¹⁶ y Raman¹¹⁷ de la morfología y la química básica o semicuantitativa, en 2010¹¹⁸. No fue posible hacer estudios en un equipo de difracción de rayos X del CNMN para determinar los compuestos de los elementos químicos, porque la pieza no cabía en el espacio disponible para su análisis, ya que se usa principalmente para examinar capas delgadas de materiales. Tampoco fue posible hacer análisis adicionales, porque ahora ya sirven a muchos usuarios y por las limitantes presupuestales, tienen que obtener ingresos por los servicios, para cubrir sus costos administrativos y operativos. Los resultados fueron entregados al autor, sin análisis de la información y no se encontraron especialistas que pudieran ayudar a ello. Como la pieza es arqueológica y está completa, para su estudio no deben utilizarse métodos destructivos, como los que requieren de muestras delgadas cortadas o en polvo. Lo básico encontrado con la técnica de Microanálisis de Energía Dispersiva (EDS) se muestra en figuras de los espectros de los elementos químicos básicos, las micrografías y tablas con comentarios breves:

Se analizó una zona lisa de la roca de ilmenita sin inclusiones o cristales visibles, por ser representativa de la mayor parte de su superficie exterior. Se encontró que sus principales elementos químicos son, el hierro (Fe) y el titanio (Ti), lo que se indica por los dos picos mayores del espectro de la [Fig. 41](#), aunque se incluyen picos menores derivados de trazas de otros elementos. El porcentaje de peso (Wt %) de dichos elementos es de 37.69 % y 31.55 %, respectivamente, y el del oxígeno es 16,39 %, datos que se muestran y comparan en la gráfica de barras de la [Fig. 42](#). Esos resultados ya prueban que la roca es de ilmenita o de una familia mineral de ella. En la micrografía de la roca amplificada (100 X) se muestra que la morfología superficial de la misma zona alisada es un poco homogénea y

¹¹⁶ Microscopio Quanta 3D FEG.

¹¹⁷ Olympus BX41-Modelo HR800.

¹¹⁸ El estudio de microscopia fue posible, gracias al apoyo del profesor del CIC Dr. Marco Antonio Ramírez Salinas de la Red de Nanociencias y Micro-Nanotecnología del IPN.

esponjosa ([Fig. 36](#)), y no tiene inclusiones de otros materiales. Dicha superficie exterior fue desbastada y alisada por abrasión y se cree que pudo ser en forma natural, ya que a simple vista es similar a la de piedras redondeadas en ríos, pero no se han encontrado micrografías con MEB de rocas similares rodadas. No se notan microhuellas del proceso abrasivo del alisado, aunque tiene algunos canales microscópicos, como uno del centro que fue amplificado a 1000 X ([Fig. 37](#)). Como tampoco se ha encontrado información similar de las rocas multiperforadas de ilmenita de San Lorenzo ni de resultados experimentales de abrasión con ese mineral, ahora, no es posible hacer comparaciones. Las dos micrografías MEB anteriores de la ilmenita sonora con las mismas ampliaciones ([Figs. 34 y 35](#)), tienen morfología superficial diferente, debido a que son de la superficie alisada interna de la cámara resonadora principal, resultante de la abrasión final de su perforación, y se obtuvieron con otro tipo de equipo y usando impresiones de la superficie en acetato. Por desgracia, no se ha identificado el tipo de abrasivo que pudo haberse utilizado para hacer las perforaciones.

La ilmenita es un óxido mineral de hierro y titanio (FeTiO_3). El rutilo es un mineral de óxido de titanio (TiO_2), el apatito o apatita es un mineral fosfatado ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$) y el zircón es un mineral nelsosilicato (ZrSiO_4). Con la finalidad de conocer el tipo de incrustaciones de la pieza se examinó su superficie con un microscopio óptico y se localizaron varias microzonas con minerales cristalizados claros y coloreados, principalmente en verde y algo de guinda, como la de la [Fig. 33](#). La morfología superficial de una microzona similar con cristales se muestra en la [Fig. 38](#); y en ella puede verse que la estructura de los componentes minerales no es homogénea y sus partículas tienen dimensiones y formas diversas. Con un mapeo de esa zona se encontró que principalmente incluye los siguientes elementos, en orden alfabético: Al, Ca, C, Fe, K, Mg, Na, O, Si y Ti. En esa misma microzona se generó el espectro de la [Fig. 43](#), con picos de los elementos en el siguiente orden decreciente: Si, Ti, Al, Mg, Fe, O, C, K, Ca y Na. Sin embargo, ordenando los elementos por el porcentaje de peso son C, O, Ti, Si, Mg, Fe, Al, Ca y K; cuyos valores de Wt% son 32.8, 22.36, 10.68, 9.7, 7.7, 7.1, 1.5 y 0.6, respectivamente. Se generan picos de los elementos de la ilmenita y el rutilo pero

no se ve el del fósforo (P) de la apatita ni el del zirconio (Zr). Para determinar el tipo de partículas con mayor componente de titanio se obtuvo un espectrograma ([Fig. 44](#)), correspondiente a minerales cristalizados en formas irregulares como la oblea de la [Fig. 39](#), amplificada a 2000x. El Ti con Fe se localiza en micropartículas cristalizadas en formas más regulares como tabletas que pudieron crecer en microcapas, aunque se observa diversidad en la morfología de los materiales cristalizados.

Adicionalmente, se incluye una micrografía de una orilla de la perforación de la cámara resonadora principal de la ilmenita sonora ([Fig. 40](#)), que muestra que la superficie de la orilla es de apariencia esponjosa similar a la alisada de la [Fig. 36](#), aunque no es plana y se nota un poco redondeada, sin muchos cristales o esquinas afiladas. En el interior de la cámara principal del resonador se encontraron otras partículas incrustadas, lo que indica que puede tener otros elementos, pero no pudieron analizarse con el MEB. Finalmente, en la [Fig. 40](#) se muestra el espectro Raman de una superficie alisada de la pieza examinada; algunos picos se asemejan a algunas de ilmenita publicadas, pero no son iguales por tener otros componentes. En el extranjero, existen algunas bases de datos de espectros Raman de minerales, pero no se han encontrado de nelsonita y, menos, de México, para poder hacer comparaciones¹¹⁹.

Otros análisis de laboratorio. Ya no fue posible hacer análisis adicionales a la pieza mineral con técnicas científicas de microscopía electrónica o de otro tipo, porque: no se han encontrado administradores o investigadores que quieran o se interesen en ayudar a estudiarla, a pesar de ser un bien arqueológico de la nación¹²⁰; los laboratorios especializados cobran por sus servicios o están muy ocupados en atender trabajos internos o de grandes empresas y; se requiere de un permiso oficial para cada uno de los traslados, por haber sido registrada como pieza arqueológica. Como no se encontraron especialistas interesados en ayudar

¹¹⁹ Tampoco se han encontrado análisis similares Raman o MEB de ilmenitas arqueológicas o de minas, para fines comparativos.

¹²⁰ No fue posible utilizar los laboratorios de otras instituciones, para hacer estudios adicionales.

a interpretar los resultados obtenidos de los estudios de microscopia realizados, los comentarios anteriores son de lo más relevante que pudo observar en autor.

7.9 Origen mineral de la roca negra

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, Fernando Ortega informó que el material de la roca que analizó es nelsonita (ilmenita±apatita±rutilo±zircon)¹²¹, 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 recolección original¹²²Usos del material mineral

Es importante localizar los orígenes del mineral de ilmenita, no sólo para saber la fuente que encontraron los olmecas, sino para aprovecharla, ya que tiene diversas aplicaciones. Es una fuente importante del fierro, que se utiliza en cualquier industria, para hacer máquinas y muchos artefactos metálicos que requieren de estructuras resistentes que ofrece ese metal. El titanio también es necesario en una gama muy amplia de productos, desde la pintura blanca de titanio, hasta en la industria espacial, de cohetería o lanzadores y en los propios satélites, ya que es

¹²¹ 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.

¹²² “Aunque Ann Cyphers mencionó un sitio adicional de explotación de esa roca cerca de Cintalapa, Estado de Chiapas, hemos buscado el sitio sin encontrarlo y no creo que realmente exista, porque ahí solamente se ven granitos del Triasico-Permico. 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 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 Tomellin 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).

muy usado en tuberías, bombas y válvulas, porque resiste a la corrosión de los combustibles y a las fuertes vibraciones mecánicas¹²³.

Tecnología avanzada, su recreación y aprovechamiento. Los maestros que desde hace tres milenios recolectaron, diseñaron, trabajaron y usaron esos instrumentos metálicos, dominaban una tecnología, que ahora no es sencilla de analizar y reproducir. Ya se ha comentado que el conocimiento de los olmecas era tan avanzado, que lo que sabían de esas rocas sonoras de ilmenita, ahora se desconoce en los centros de investigación más avanzados y especializados. El sistema de los generadores de ruido mexicanos no ha podido analizarse con técnicas avanzadas, como las de “mecánica de fluidos computacional”, aunque los antiguos maestros pudieron diseñarlo, construirlo y usarlo. El análisis y modelamiento de esos generadores de ruido son un gran reto para los matemáticos, físicos y acústicos y especialistas en análisis de señales, por su complejidad, variabilidad, diversidad y cantidad de ellos que pueden producirse, pero no pueden hacerlo, porque no los conocen ni tienen. El autor ya ha podido utilizar modelos físicos experimentales similares, para analizar hipótesis constructivas, funcionales y operacionales, que no han podido simularse con modelos matemáticos.

Recreaciones sonoras. Los extraordinarios diseños sonoros antiguos, pueden aprovecharse, hasta para recrear ramas productivas de arte y aun económicas, que eran y pueden ser únicas en el mundo. El diseño del generador de ruido bucal ha servido para construir y probar una gran diversidad de cientos de modelos de arcilla y otros materiales en varios diseños nuevos. Se ha podido ver que el mecanismo sonoro puede ser incluido en modelos inspirados en las representaciones iconográficas y escultóricas de tipo zoomorfo y de otros seres reales e imaginarios que eran muy venerados en el pasado. También pueden acoplarse con resonadores globulares y tubulares de variadas formas y muchas dimensiones. Con eso se recrea un nuevo y singular arte sonoro mexicano. Los

¹²³ El autor se dio cuenta de eso, cuando le tocó participar en la supervisión del proyecto de construcción y lanzamiento de los satélites Solidaridad I y II. Revisaron las válvulas de combustible del II, para analizar posibles deficiencias en las soldaduras, ya que otro satélite anterior similar había fallado.

sonidos producidos pueden ser muy impresionantes, como rugidos, graznidos, gruñidos y muchos otros similares a los de diversos animales y otros seres desconocidos de otro mundo, así como de fenómenos de la naturaleza no identificables. Sus ruidos podrían servir para ser utilizados en nuevas creaciones musicales modernas y en otras obras sonoras, como las de audio, que se requieren en videos, documentales y películas, pero tampoco las pueden utilizar, porque no los conocen ni existen en los bancos de sonidos del mercado, como los que compran con los sonidos de orquestas de programas de computadora, y usan los compositores para escribir y escuchar sus creaciones musicales. Las mismas facilidades quisieran usar los ingenieros de audio, para no tener que buscar los sonidos de fondo y de las ambientaciones que les piden y requieren, cuando el tema se refiere a contextos naturales o de culturas antiguas. Tampoco pueden hacerlo, porque no disponen de los modelos físicos, que permitan generarlos, grabarlos o sintetizarlos. Es conveniente mencionar que la industria de multimedios es una de las de mayor desarrollo y uso actual y futuro; es la de mayor influencia cultural mundial.

Hipótesis estructurales y morfológicas. El haber construido cientos de modelos físicos utilizando el sistema ruidoso de los resonadores bucales, también ha permitido conocer los efectos sonoros, cuando se varía un poco la estructura y dimensiones de su corazón sonoro. Por ejemplo, ya se vio que si se abre el ángulo entre las paredes de las dos perforaciones laterales, el ruido se incrementa y, si se cierra, puede generarse un grupo de frecuencias fuertes que se parecen a un tono o nota musical, pero siempre con ruido. Si se aumenta un poco el diámetro de la perforación de la salida de la cámara de caos, en relación al de la entrada, se incrementa la cantidad de aire que entra al resonador de Helmholtz, lo que genera mayor presión de regreso, la turbulencia y ruido resultantes. Ese tipo de efectos sonoros no han podido conocerse utilizando modelos matemáticos, porque aún no se dispone de ellos, aunque se han utilizado modelos experimentales físicos.

Productos de mayor valor agregado. En cada material utilizado, es posible crear o mejorar productos de valor agregado, hasta en los artesanales. Por ejemplo, en cerámica existen más de 200 centros alfareros, muchos de ellos localizados en

zonas de pobreza, que podrían construir obras de mayor valor artístico y económico, si recuperaran el conocimiento antiguo para hacer esculturas sonoras que puedan cantar. También existen algunos centros lapidarios y muchos talleres de orfebres que tampoco conocen los resonadores antiguos.

Fundición antigua. La técnica metalúrgica usada en el México Antiguo sólo se conoce iconográficamente y en relatos generales, pero algunos de sus procedimientos detallados son un misterio por analizar y explorar experimentalmente. El diseño de la ilmenita sonora ya fue utilizado para probar hipótesis antiguas sobre la fundición de objetos en metal, con la técnica de la cera perdida. También se probó que utilizando la fundición por gravedad¹²⁴ es posible vaciar modelos sencillos como el de la ilmenita ([Fig. 46](#)), utilizando las técnicas usadas para vaciar piezas escultóricas en metales.

Joyas sonoras. Como resultado de un estudio y trabajo experimental de varios años, también ya se probó que algunos diseños sonoros antiguos y otros nuevos pueden servir para recrear [un nuevo arte extraordinario, único y hermoso, de joyas sonoras mexicanas](#) que pueden ser modeladas, fundidas y vaciadas en metales preciosos como el oro y la plata, con la misma técnica originada en la antigüedad, de la cera perdida, pero utilizando materiales y equipos actuales ([Figs. 47](#) y [48](#)). Varios diseños probados se basaron en modelos de los generadores de ruido mexicanos, que son excelentes para reaprovechar ese fino arte antiguo. En muchos diseños, el procedimiento metalúrgico no es sencillo, y es desconocido el que fue utilizado en el pasado, como en el caso de los modelos de numerosos resonadores antiguos con cavidades huecas. El caso más común de ellos es el de los silbatos globulares, aunque existen muchos otros con cavidades internas, como el resonador globular del silbato de la muerte. Lo más difícil de conocer es la técnica y los materiales que fueron utilizados para formar durante el vaciado del metal fundido, la cavidad interna del resonador, para que pueda eliminarse al final. Se cree que el material usado para formar la cavidad pudo ser de arcilla mezclada

¹²⁴ Es difícil que en la antigüedad hayan tenido bombas de vacío, como las requeridas para la fundición actual de metales preciosos, aunque la técnica de fuerza centrífuga, puede aplicarse manualmente, sin motores de rotación rápidos.

con carbón en grano, ya que al quemarse deja el cuerpo de la mezcla poroso, para poder eliminarse fácilmente después de enfriarse el metal, pero no se ha probado experimentalmente.

Representaciones. Es imposible repetir o recrear con realismo algunas ceremonias o rituales antiguos mexicanos conocidos, en los que pudieron utilizarse generadores de ruido, como los silbatos de la muerte¹²⁵, pero pueden aprovecharse en nuevas representaciones mexicanas. Bertha Sandoval Romero, “[La Catrina](#)” viviente ([Fig. 49](#)), ha utilizado y tocado los sonadores de la muerte del autor en su representación que fue inspirada en un grabado de José Guadalupe Posada y en un famoso mural llamado “Sueño de una Tarde Dominical en la Alameda Central” que actualmente se exhibe en el Museo Mural Diego Rivera. “La Catrina” se ha presentado en muchos y diversos eventos del Día de Muertos.

7.10 Ejemplos de composiciones electro acústicas y musicales

También es imposible saber el uso exacto antiguo de los generadores de ruido mexicanos, pero sus modelos pueden aprovecharse para hacer nuevas creaciones sonoras y hasta musicales. Los pocos que han utilizado modelos de los singulares artefactos ruidosos mexicanos o sus sonidos, son jóvenes compositores que se han interesado en incorporarlos en sus creaciones y algunos intérpretes que las han ejecutado¹²⁶:

Nora Elsa Ascencio Valdez en el proyecto final “*4 Elements, a natural pre-Columbian experience*”, en Tecnología Musical de su MA de la Universidad de York, Inglaterra, 2006, usó procesamiento digital para crear una composición electroacústica con color y ambiente de sonidos pre-Colombinos. Aprovechó algunas grabaciones del autor, incluyendo sonidos de modelos del silbato de la muerte, trompetas mayas y unas ranitas de barro de Yaxchilan, pero su pieza no

¹²⁵ Dos silbatos de la muerte se encontraron en las manos del esqueleto de un sacrificado, enfrente del Templo de Ehecatl, del sitio de Tlateloco.

¹²⁶ Algunos músicos urbanos también han utilizado modelos del silbato de la muerte y otros similares, en varios estilos musicales, de acuerdo a su formación, experiencia y gustos. Su uso no se ha extendido, en parte, porque los compositores no los conocen ni pueden tenerlos.

se ha encontrado abierta en Internet, aunque me la envió con su documento de graduación MA.

[Enrico Chapela](#) compuso un Trío de Percusiones y Orquesta Sinfónica, llamado “*Encrypted Poetry*” basado en una transcripción fonética del poema “*The Raven*” (El Cuervo) de Edgar Allan Poe. Fue tocado por la Orquesta de la Universidad de Cincinnati y el “*Cincinnati Percussion Group*”. 2007. Utilizaron tres modelos de silbato de la muerte del autor. Para que los percusionistas pudieran ejecutar la composición, tuvo que crear una nomenclatura especial, porque los ruidos producidos son mucho más complejos que las notas de los sonidos musicales y no pueden escribirse en las partituras convencionales.

[Abraham Elías López](#), flautista profesional de Colima, ejecutó la pieza de Chapela, en un evento del ISGMA en China, 2010.

[Cristina García Islas](#) estudia un doctorado en Composición en la Universidad de Montreal, Canadá. Unas de sus obras son “*A’nayahuari, pour 8 percussionnistes avec instruments préhispaniques*” y “*Yaxkin, pour perc. solo avec instruments préhispaniques.*” 2011. En sus composiciones ha incluido modelos de resonadores globulares y tubulares, incluyendo el silbato de la muerte. También utiliza una nomenclatura especial para escribir los sonidos de sus composiciones. Mandó un documento interesante para un curso de “*Psychoacoustique musicale*”: “*Étude acoustique et perceptive d’instruments préhispaniques*”. Se le sugirió que lo ponga en internet sus obras, para que se vayan conociendo sus trabajos creativos.

7.11 Rescate de una rama productiva y patentes potenciales

Algunos desnacionalizados, malinchistas, o neocolonizados culturalmente, cuestionan el estudio de los artefactos sonoros antiguos, en parte, porque no los conocen y hasta los desprecian diciendo que “son cosas de indios, sin utilidad”. Muchos otros con educación musical, que tienen que importar los instrumentos profesionales que usan, dicen que son “primitivos o elementales” pero no saben ni se dan cuenta, que no son sencillos y su conocimiento profundo puede servir hasta para recrear una rama productiva mexicana y generar patentes. La industria

y los investigadores locales generan muy pocas de ellas¹²⁷. Los países más desarrollados industrialmente y tecnológicamente se distinguen precisamente por ser los que fomentan y crean más patentes. No puede existir una industria realmente nacional y competitiva sin ramas productivas con patentes propias.

Patentes actuales. Ya se han copiado/utilizado/aprovechado los diseños de varios generadores de ruido y de otros artefactos sonoros antiguos, para registrar patentes, industrializarlas y comercializarlas, por varias empresas especializadas del extranjero en silbatos. Por ejemplo, un caso conocido es el silbato ovejero “*Sheep whistle*” de metal y plástico ([Fig. 50](#))¹²⁸ que es muy similar al silbato bucal de corcholata. El silbato ovejero se usa para controlar perros pastores a distancia, en varios países que tienen borregos; otro es el “*wind whistle*”¹²⁹, que produce sonidos como los del viento, muy similares a los del silbato de la muerte mexicano, pero de menor potencia; uno de otro tipo, es el “*kazoo*”, que se usa en varios géneros de música actual, como el “*jazz*” y “*pop music*”, y en EUA lo patentaron y se dice que es “*The only all American instrument*”, pero su diseño y uso se originó en África y también existía en el México Antiguo, como una “*gamitadera*” con membrana de ala de murciélago, aunque se usaba de otra manera y para un propósito muy diferente, para llamar venados y cazarlos. Existen muchos otros silbatos patentados para diversos usos particulares que consideraron diseños antiguos, aunque alguno de ellos no han sido superados, en su efectividad sonora. Por ejemplo, ya se mostro que unas [silbatos antiguos recuperados de El Pecho de La Iztaccihuatl](#), son de mayor potencia y alcance acústico, que uno industrial de salvamento actual usado por alpinistas profesionales y [otro usado para perros](#).

Patentes potenciales. Existen varias aplicaciones de los generadores de ruido y de otros artefactos sonoros antiguos, que podrían patentarse, pero no se describen aquí en detalle, para no dar facilidades a los plagarios. No se ha tramitado ninguno, por la falta de recursos financieros requeridos y los trámites

¹²⁷ Dice [La Jornada](#) que el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) reporta: “De las 9 mil 399 patentes otorgadas en México en 2010, sólo 229, esto es 2.4 por ciento, se concedieron a mexicanos. En contraste, 9 mil 170, 97.6 por ciento, se entregaron a extranjeros”.

¹²⁸ Ese silbato ovejero de plástico lo mandaron de Nueva Zelanda y otro igual de los EUA.

¹²⁹ Como el LP / Acme A263 Windmaster Jay.

especializados, complejos y tardados, que son muy difíciles para una persona física independiente. En la práctica, los requerimientos y trámites para los registros pueden ser superados con facilidad por las grandes empresas y consorcios internacionales que disponen de los recursos y los especialistas necesarios.

Aplicaciones patentables: emuladores de ruido, para simular el ruido del viento, tormentas y otros; emuladores de voces de animales, para aplicaciones de ingeniería de audio de películas, documentales, etc.; reclamos, para llamar y controlar diversos animales a distancia con objeto de cazarlos o dirigirlos; instrumentos musicales, para producir ritmos en bailes, danzas y en géneros contemporáneos; militares, para comunicaciones y señales a distancia; comunicaciones y señales, para propósitos marinos, de cazadores, etc.; policiacos, para vigilancia y señales a distancia; agentes de tránsito, para control de vehículos; rescate, para alpinistas, exploradores, cazadores y turistas en montañas, bosques, mar, lagos, etc.; deportes, para los árbitros, carteros para anunciar entregas de correo, vendedores, para anunciar productos y servicios a domicilio; batimentos biaurales, para estímulos neuronales; estímulo sonoro, para fetos e infantes en edad temprana, acústicos y generadores de ruido, para probar salas, auditorios, etc. y; mezcladores, para líquidos y gases. Algunos estudios futuros

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 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, y trabajar con los ellos y sus efectos en los seres humanos es una actividad muy restringida, pues con base en esa tecnología investigan armas letales o que dañan al ser humano¹³⁰, aunque empiezan a publicar artículos del tema (Fernández, 2007).

¹³⁰ 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”](#)

Experimentalmente, también podrían explorarse otros usos. Uno de ellos es probar si el mineral de ilmenita perforado y frotado con puntas de otros tipos de rocas, pueden generar chispas para hacer fuego.

Ventajas de las técnicas usadas. Los resultados obtenidos dan validez a la hipótesis principal del trabajo. Muestra que las herramientas y técnicas utilizadas pueden ayudar a analizar resonadores antiguos y su función sustantiva, así como los posibles procesos de construcción y a plantear propuestas de sus posibles usos pretéritos, así como de aplicaciones actuales. Lo importante, ya demostrado, es que si se estudian con profundidad es posible encontrar mucho más que lo que se ha escrito de ellos. Hasta una pieza sonora descontextualizada, desconocida y despreciada, puede ser materia de un informe del mayor nivel académico actual, aun sin disponer de apoyos financieros. El análisis material, lapidario, organológico, funcional y acústico también puede ayudar a establecer la autenticidad de tales objetos arqueológicos sonoros, y caracterizarlos, para explorar correlaciones culturales y temporales. Así mismo, podrían 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 y la etnomusicología, se recomienda su utilización 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 y poder experimentar con ellos. Los modelos experimentales y matemáticos, también sirven para analizar hipótesis funcionales y operacionales, que no pueden hacerse con los originales, cuando se requiere modificar su estructura o dimensiones y cuando no pueden ejecutarse acústicamente. Si en los sectores de la cultura, las artes y las humanidades, no les interesa la cultura sonora mexicana, puede servir para recrear la tecnología sonora industrial.

Espacio sonoro mexicano por estudiar. Algunas de dichas herramientas técnicas también pueden servir para empezar a analizar el rico espacio sonoro mexicano que comprende: los fonemas de la gran cantidad de las 364 variantes lingüísticas indígenas que aún se hablan; los cientos de instrumentos

etnomusicológicos que aún se tocan, y de sus cientos de miles de documentos sonoros o grabaciones musicales resguardadas en las fonotecas; los sonidos de los miles de animales de nuestra fauna y; de los fenómenos naturales, que eran muy importantes en las culturas del pasado y pueden servir para compararlos con los de artefactos sonoros antiguos. Se ha visto que también es posible analizar con técnicas acústicas los diversos espacios, plazas y demás recintos arqueológicos, así como cuevas, grutas y cavernas, que pudieron usarse con sonidos. Se ha recomendado que en espacios ceremoniales se analicen los efectos de tocar modelos de los instrumentos y artefactos sonoros que eran usados en ellos.

Otros generadores de ruido. 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 monografías y hacer comparaciones y correlaciones entre ellos y sus sonidos. Ya hay técnicas para eso, pero se ha comentado que no es sencillo hacerlo con señales complejas, como los diversos ruidos que generan. Se recomienda estudiar a fondo los generadores de ruido tardíos, que tienen su morfología sonora interna compleja como el [silbato de la muerte](#). Se han analizado experimentalmente algunos de sus elementos: se probó que el aeroducto tubular no tiene una función sonora, ya que si se elimina, los sonidos no se alteran mucho, lo cual indica que pudo servir para que el resonador pudiera ser sostenido entre los labios, dejando las manos libres para otros usos, y; en [ejercicios de visualización](#) se observó que si la salida del aeroducto tiene una tapa con una perforación de menor diámetro y menor longitud o grueso de la pared, el chorro de aire generado se abre un poco más, generando mayores difracciones y reflexiones en las esquinas de la perforación del frente de la cámara de caos, que cuando el tubo no tiene tapa en su salida y la corriente de aire es más laminar.

Otros estudios profundos. Cada artefacto arqueológico y documento sonoro relevante recuperado, debería ser materia de estudios profundos en el nuevo campo de investigación de la arqueociencia sonora, como sucede con algunos objetos monumentales no sonoros, pero con mayor amplitud; sin embargo, resulta

indispensable que las instituciones educativas y de investigación incluyan lo sonoro en sus programas de trabajo y proyectos de investigación para superar los enfoques visuales¹³¹. Los centros de ciencia y tecnología deben aplicarlos también a la cultura y tecnologías mexicanas, para lograr mejor lemas institucionales como “La técnica al servicio de la patria” y “Por mi raza hablara el espíritu”. Cada artefacto sonoro relevante podría y debería ser materia de una tesis similar, de una posdoctoral o de cualquier otro nivel o, al menos, de una monografía. Hay suficiente material hasta para una unidad real de investigación especializada.

Nueva generación de investigadores y administradores. El investigar a fondo 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 sonoro milenarios, pero para que eso pueda suceder en el futuro, habrá que esperar una nueva generación de investigadores y administradores interesados en ellos, aunque para revivirlo en la realidad, primero sería necesario emular a un *tlatoani* y a *tlapitzcaltzin*.

7.12 Otras recomendaciones

- Presentar los resultados del estudio en foros especializados relacionados, para darlos a conocer en vivo.
- Promover el esquema propuesto y probado, entre los investigadores jóvenes que quieran hacer y dar a conocer estudios por los mismos caminos sonoros que ya se han empezado a andar.
- Ver si es posible registrar patentes del sistema de la ilmenita o de otros generadores de ruido, para desarrollar las aplicaciones que se han probado y otras potenciales que ya se han imaginado.

¹³¹ Hasta en los documentales de TV, como el de “[Piedras que hablan](#)”, se dedican a recorrer visualmente 23 sitios arqueológicos, pero las piedras antiguas recuperadas que realmente pueden “hablar” o producir voces antiguas también pueden ser escuchadas, analizadas y comentadas a fondo.

- Ver si profesores de alguna institución se interesa en revisar y evaluar el estudio, para obtener su posible aval en el mundo real.
- Buscar interesados en apoyar el desarrollo de los trabajos específicos recomendados en el capítulo de los RESULTADOS.
- Varios trabajos pendientes son importantes, como analizar si los artefactos multiperforados de Ilmenita en San Lorenzo, tienen propiedades sonoras. Inicialmente, se necesita saber cuántos se han recuperado y dónde están resguardados los que se han publicado y registrado.
- Explorar posibilidades, para publicar el escrito en formato de un libro mejorado con los comentarios que se reciban.
- Escribir y publicar un informe similar sobre otro resonador mexicano relevante, que ya ha podido analizarse con algunas técnicas científicas, como la a [Flauta preciosa 5 Sol-Vida](#)¹³², aunque tampoco ha sido de interés para los administradores e investigadores del patrimonio nacional, a pesar de que es hermosa y extraordinaria y ya se encontraron evidencias en laboratorio de su posible antigüedad. Va a seguirse estudiando, igual que la ilmenita sonora olmeca, mientras sea posible.
- Hay miles de artefactos sonoros antiguos esperando ser analizados con profundidad y dados a conocer con amplitud, pero lograr eso en la realidad no es posible hacerlo en forma personal. Es hasta una falta de respeto y aprecio el no estudiar a fondo las obras rescatadas de los maestros antiguos, que fueron construidas, usadas y desarrolladas por milenios.
- La ilmenita sonora está disponible para otros investigadores que quieran estudiarla¹³³
- El investigar el rico espacio sonoro antiguo ayuda a superar los enfoques visuales de la *cosmovisión*, para acercarnos a la *cosmopercepción*. Si no se considera lo sonoro, es como si los pueblos antiguos y nosotros mismos

¹³² Ya se ha estudiado como ninguna otra flauta conocida y también va a seguir estudiándose, mientras sea posible.

¹³³ Usualmente, no permiten que los objetos arqueológicos sean analizados por otros investigadores, porque los que los rescataron o reguardan los consideran como “suyos”, aunque sean de la nación y no los estudien con profundidad.

fuéramos sordos y mudos. Es claro que en ese espacio silencioso, hasta el lenguaje tendría que ser sólo de señas o signos. La ilmenita analizada muestra que los sonidos pudieron usarse culturalmente, mucho antes de inventarse los lenguajes mexicanos conocidos.

- Si no interesa conocer la extraordinaria tecnología del México Antiguo y recrear obras culturales con ella, al menos, debería interesar su estudio a fondo, para crear patentes y poder ayudar a desarrollar en realidad al país. En otras palabras, si no ha interesado utilizar la tecnología actual para estudiar la tecnología del pasado, podría investigarse para enriquecer nuestras aplicaciones tecnológicas, y; si no ha interesado conocer la cultura sonora antigua, podría estudiarse para recrear un arte sonoro singular. El estudio de los objetos y materiales arqueológicos sirve para conocer algo de las culturas antiguas, pero su investigación aún puede ser de gran utilidad. Por ejemplo¹³⁴, sobre los materiales y elementos básicos de la ilmenita sonora que fue encontrada y usada por los olmecas hace 3 milenios: sin los abrasivos y el fierro no existiría ni funcionaría ningún tipo de maquinaria ni las industrias que las utilizan y; sin el titanio no se hubiera desarrollado ni operaría la industria aeroespacial y la de comunicaciones satelitales, entre muchas otras.
- Aun ahora, el ruido y su estudio pueden tener aplicaciones importantes. Las comunicaciones y las aplicaciones de señales eléctricas y electrónicas no funcionarían sin los filtros para eliminar o atenuar el ruido. En sentido opuesto, un sencillo generador de ruido bucal puede utilizarse para enmascarar, ocultar o encriptar conversaciones telefónicas ante posibles grabaciones indeseables. También puede utilizarse, para enmascarar otros ruidos o sonidos no deseados del ambiente. Hasta para evaluar acústicamente espacios arquitectónicos públicos con fallas de diseño y construcción como algunos teatros, cines, auditorios, iglesias, salones de clases, salas de grabación, anecóicas y de espera de terminales de

¹³⁴ Ejemplos para los que aprecian lo material, industrial o económico y desprecian la cultura antigua y sus bienes usados, y para los que estudian los restos antiguos como muertos o matados.

autotransporte y aeropuertos, de hospitales, bancos y muchas otras, se requieren equipos y sistemas para generar ruido, pero como son caros e importados, muy pocos los tienen y utilizan. Con lo mostrado en el documento, los diseños de los generadores de ruido mexicanos pueden hacerse y aprovecharse hasta casi sin costo, reusando pequeñas piezas de materiales sólidos de desecho locales de madera, hueso, cerámica y metal —como son los millones de corcholatas de cerveza o refresco que se tiran a los suelos y a la basura—.

8 CONSULTA PÚBLICA Y COMENTARIOS RECIBIDOS

El 9 de noviembre de 2012, la tesis virtual fue dada a conocer abiertamente en Internet y en los principales foros del tema conocidos —nacionales e internacionales—, como documento consultivo. Se ha invitado administradores, investigadores y profesores interesados en los campos académicos relacionados —incluyendo a algunos del INAH, de la ENAH y del IIA y IIFIL de la UNAM y del IPN—: revisar la tesis, para emitir comentarios con objeto de obtener su posible aval o para mejorar los trabajos realizados. Se pidió enviar los comentarios al autor¹³⁵.

Ningún colegio de profesores, comité, comisión, grupo o foro de profesores ha proporcionado opiniones sobre la tesis virtual, por lo que sigue ignorada en las instituciones educativas existentes. Después de la primera impresión de la tesis, se recibieron otros escritos con comentarios de personas físicas, que también se agradecen y se transcriben cronológicamente a continuación:

El 28 de diciembre de 2012, se recibió un correo electrónico de Ian Mursell, de [Mexicolore](#) de Inglaterra:

I've had a chance to 'skim through' your virtual thesis, and I must say I'm highly impressed. It's a tribute to your life-long dedication and wisdom. My memories of my visits to you in 2010 came flooding back – you document in fine detail many of the stories, facts and insights that you shared with me so generously at the time. Thank you for the kind words/references you dedicate to Mexicolore in the thesis! And I noticed you refer to the article for Mexicolore by Cristina that I must start to prepare...

¹³⁵ rvelaz.geo@yahoo.com

Incidentally, I double checked the reference to the (death?) whistle, carried by the Tezcatlipoca impersonator in the Toxcatl festival. Just for accuracy, I found it on page 70 of the 1913 edition of The Myths of Mexico & Peru by Lewis Spence, published in London by George G. Harrap & Co. (not p 1, as you state in your thesis, p. 71). If you want more of the context of the quote, just let me know (we have a copy of the book here).

I had to share your irritation with comments from 'experts' on your work, such as the work of an 'obsessed amateur'! I would re-phrase that to say 'impassioned and inspired researcher'...

EL 3 de enero de 2013, se recibieron los comentarios atinados del [Dr. Alejandro Pastrana](#), profesor investigador de la Dirección de Estudios Arqueológicos del INAH, experto en materiales líticos y en obsidiana del Cerro de las Navajas:

Comentarios al estudio de la Ilmenita sonora

El mundo prehispánico de los sonidos, como cualquier conocimiento, es digno de registrar, mi experiencia como arqueólogo se centra principalmente en el estudio de los procesos de trabajo, de extracción, talla, transporte y distribución de los materiales líticos, así como su reproducción experimental; por lo que el campo de la presente tesis, es desconocido para mí, pero reconozco su importancia como un estudio funcional, morfológico y tipológico, aunque en diferente medida. Sin embargo me permito proporcionar comentarios y precisiones que en mi opinión pueden ayudar a la comprensión de los objetivos del autor. El artefacto de ilmenita, es un mineral metálico, más que un artefacto lítico, obedeciendo a la división genérica de los minerales en metálicos y no metálicos.

Los trabajos pioneros sobre los artefactos sonoros son interesantes y dan un panorama de la secuencia cronológica y temática de las investigaciones aisladas antecedentes, como una útil introducción al tema. La trayectoria temática, legal e institucional, como un factible campo del conocimiento arqueológico es importante y novedosa. De alguna manera me recuerda la supervivencia y reconocimiento de los principios de cognitivos de la historia de la alquimia; sin embargo, en ocasiones se mezcla con la información de la investigación, dificultando en la lectura seguir la secuencia de ideas.

En una investigación es recomendable separar claramente la información dura de las inferencias, pues a partir de la misma información se pueden realizar diferentes interpretaciones.

Los materiales arqueológicos pueden ser analizados a través diferentes técnicas y con diferentes objetivos, a pesar de que en muchos casos desconocemos su contexto; un mismo objeto, instrumento o artefacto, puede ser sujeto de análisis morfológico, tecnológico y funcional con diferentes enfoques y técnicas; el enfoque de análisis sonoro, efectivamente, como se manifiesta en este trabajo, en la mayoría de los casos no es considerado y pudiera ser la clave de la comprensión de muchos artefactos o conjuntos de estos.

Además de la función sonora, algunos ejemplos etnológicos o etnoarqueológicos, proporcionados en el texto, permiten aproximarnos a su función y ámbito cultural, como se menciona, música ritual funeraria o bien como un artefacto utilizado en la caza. Al respecto se agradece la aclaración de que, no hay que olvidar la posible multifuncionalidad de los artefactos. Por ejemplo, una botella de vidrio actual, además de recipiente, también puede ser reutilizado por otras culturas, como un instrumento para producir sonidos relativamente controlados, soplando en cierto ángulo, utilizado para la caza, por poblaciones actuales en el estado de Veracruz.

En el caso del artefacto de ilmenita, es importante determinar si su relativamente alto peso y el de otros ejemplares es similar, para saber si existe cierta uniformidad en el peso, atributo importante, ya que se trata de un mineral metálico, que no fue utilizado comúnmente hasta donde sabemos.

También surge la pregunta, de porqué se eligió este material especial y ¿si se obtendría el mismo sonido con otros materiales, empleados en otros artefactos sonoros?, es así como se menciona en los experimentos realizados, entonces ¿por qué se utilizó en mineral de ilmenita especialmente? En el trabajo experimental se reporta que no se consiguió el mineral de ilmenita y se utilizó obsidiana, madera y barro posiblemente la utilización de algún mineral de plomo sería más fidedigna. Aunque la obsidiana tiene una dureza similar, es un vidrio y su tenacidad, densidad y estructura difieren considerablemente.

La presente investigación aporta la interesante información de que artefactos con la misma morfología, utilizados de manera similar, producen el mismo sonido, sin embargo, quedan interrogantes a resolver, sobre la elección de particular de este mineral metálico, al respecto se argumenta su utilización por ser un material duradero, esta afirmación, nos hace preguntarnos, entonces ¿cómo interpretar? otros artefactos similares elaborados a lo largo del tiempo por varias culturas, en materiales relativamente menos duraderos y aquellos que ya no han perdurado.

Idealmente una investigación objetiva, se sustenta por el concreto del conocimiento aportado, independientemente del reconocimiento de las instituciones académicas y de los títulos de los autores. Creo que en el presente trabajo hay información sólida e hipótesis interesantes, que abren un camino en la investigación arqueológica, pero es importante deslindar las condiciones sociopolíticas actuales en la que se desarrolla y lucha por abrirse paso de la investigación de los sonidos de la historia.

Agradezco la invitación a comentar el presente trabajo y manifiesto que he aprendido sobre un novedoso campo de investigación.

El 5 de febrero de 2013, el [Dr. Ricardo Barrón Fernández](#), profesor investigador del CIC del IPN, envió sus comentarios breves, aunque profundos:

El Tolteca, el que dialoga con su corazón cuando trabaja y crea, el constructor de sí mismo, el escultor de rostros y corazones. El México antiguo está lleno de enigmas y sorpresas y muchos de sus aspectos científicos y tecnológicos, con ayuda de la ciencia moderna, apenas los estamos entendiendo. Es el caso de la Arqueoastronomía que estudia las construcciones antiguas a partir del conocimiento de la astronomía actual. A lo largo de su trayectoria como investigador del México antiguo Roberto Velázquez ha aplicado técnicas de análisis modernas (análisis de señales, química e instrumentación) a la caracterización de instrumentos sonoros Prehispánicos. Su investigación también contempla las técnicas de construcción de los instrumentos sonoros y la forma de tocarlos, lo que lo convierte —aparte de científico y tecnólogo— en artesano y artista del universo sonoro de los abuelos. En este enfoque de investigación, prácticamente, Roberto está solo y sin apoyo. Muchos investigadores del pasado están todavía obsesionados en justificar la hipótesis de los sacrificios humanos y para ellos la cultura de los antiguos mexicanos estaba basada más en supersticiones que en hechos objetivos de la naturaleza, negando con esto el alto desarrollo en todos los ámbitos que existía a la llegada de los Españoles.

El 15 de febrero de 2013, se preguntó al Dr. Jean-Luop Ringot si es posible hacer fuego con la ilmenita. Es experto en tecnología de la prehistoria, incluyendo las antiguas para hacer fuego que se muestran en [videos abiertos de Youtube](#). Dijo que no cree que eso sea posible —mientras no se demuestre lo contrario—, ya que hay dos maneras antiguas y probadas de hacer fuego con materiales naturales. Una es con chispas y otra por calor o por fricción. Es difícil generar chispas con la ilmenita, porque no es muy dura. Los procedimientos antiguos

conocidos y probados son por raspado o golpe de una roca y acero duro. No se conocen evidencias de que en el México muy antiguo hayan existido aceros duros, como los templados de hierro que tienen carbono. Para hacer fuego por fricción se requiere subir la temperatura a más de 300 grados centígrados de un material flamable (como maderas frotadas a alta velocidad y yesca seca) y no conductor del calor. La ilmenita es conductora del calor, por ser metálica.

El 16 de abril de 2013, el Dr. [Dr. Gerardo Abel Laguna Sánchez](#), envió sus comentarios a manera de proemio:

Y sin embargo se mueve... Algunas meditaciones sobre los hombres que son más que meros ingenieros o humanistas

“La fortaleza de la fe es invulnerable a los asaltos de la razón”
Edmundo O’gorman (Destierro de sombras)

Este trabajo versa sobre los resultados de investigación de un hombre que, pese a todo, ha aplicado exitosamente las herramientas de la ciencia y la tecnología para la caracterización de ciertos objetos provenientes del México antiguo, demostrando que estos son instrumentos sonoros (aerófonos) y no simples cuentas de piedra o barro. Se trata de los resultados de investigación del maestro en ciencias Roberto Velázquez Cabrera sobre uno de los objetos arqueológicos más misteriosos encontrados en el recién terminado siglo XX, tanto por su origen, como por su material de construcción y propósito. En esta empresa, el maestro Velázquez ha sabido aplicar todas sus habilidades, que son muchas y diversas, para acercarnos, aunque sea un poco, a la verdadera naturaleza de estos objetos, por mucho tiempo menospreciados y olvidados.

El lector comprobará cómo el maestro Velázquez, con un espíritu indomable y perseverante, presenta aquí, después de innumerables reveces, los argumentos que sostiene para defender su tesis, a fin de obtener la aprobación, mediante innovadores mecanismos virtuales, de un amplio jurado compuesto tanto de lectores especialistas como de simples *cibernautas* ávidos de conocimiento. Este jurado incluye necesariamente a los inamovibles escépticos, con lo que el maestro Velázquez encarna, involuntariamente, aquella memorable postura de Galileo expresada en su sintético epílogo “Y sin embargo, se mueve...”, con el que dramáticamente culmina el capítulo de las penurias de un hombre que, no obstante ser sujeto de las más injustificadas descalificaciones y prejuicios, se mantuvo en pie con sus convicciones, seguro de poseer un conocimiento más fiel a la realidad, con base en las firmes evidencias científicas, objetivas y verificables, que había encontrado.

Y es que el maestro Velázquez, en su investigación científica, no sólo ha enfrentado y resuelto exitosamente los problemas técnicos naturalmente derivados de sus pesquisas sino, además, también aquellos derivados de impedimentos burocráticos agravados por el prejuicio y la cerrazón. Por ello, este trabajo también evidencia el lamentable estado de algunas instituciones que estudian y resguardan los vestigios arqueológicos de los pueblos ancestrales de nuestra patria. Queda demostrado que, más allá del discurso oficial, en algunos ámbitos y foros antropológicos aún existen estudiosos que no son permeables, por convicción o por limitación, a cualquier intento de fortalecer y respaldar sus conclusiones mediante el empleo, no digamos de tecnología y de la ciencia más reciente, sino del más simple sentido común.

Muy brevemente, la situación es que, en lo relativo a los vestigios arqueológicos, las conclusiones obtenidas sobre estos por los estudiosos de ciertas disciplinas y círculos profesionales son

consideradas como “hechos dados” e “inobjetables” entre la mayoría de sus miembros, pero estas mismas conclusiones no necesariamente son verosímiles para los estudiosos de otras disciplinas y círculos profesionales que estudian los mismos objetos. Así, lo que es una “verdad” para aquellos, puede ser simplemente “un acto de fe” para estos otros. Estos conflictos de interpretación de los hechos suelen presentarse en las mentes de algunos tecnólogos, profesionalmente independientes de las comunidades de investigación antropológica, que disfrutan, por simple divertimento intelectual, de la lectura sobre temas antropológicos y arqueológicos. El conflicto puede llegar a convertirse un problema de valores en virtud de que para cualquier tecnólogo, en principio, no es profesionalmente ético afirmar la veracidad o falsedad de una proposición o supuesto si no se cuenta con evidencia objetivamente verificable.

Muy a pesar de las apariencias, el análisis crítico de las proposiciones y supuestos no es siempre realizado cabalmente en todas las disciplinas del conocimiento, especialmente en aquellas donde puede esgrimirse el argumento de la imposibilidad física de una verificación objetiva debida a una infranqueable distancia temporal. Así, en algunas disciplinas, es perfectamente aceptable que alguien repita cualquier disparate, sólo porque alguien más lo dijo antes o porque cuenta con una fuente historiográfica que lo menciona. Por añadidura, en estos ámbitos puede llegar a ser muy mal visto cuestionar las afirmaciones que se consideran, por la mayoría, como hechos “probados”, no obstante lo fantasiosos, aberrantes o absurdos que parezcan a los estudiosos independientes a dichas comunidades y que, desapasionados y objetivos, se interesan por los mismos temas. En resumen, en algunas disciplinas del conocimiento, ciertos estudiosos se contentan con repetir lo que sus maestros dijeron, sin someterlo a un análisis crítico, incurriendo en francos “actos de fe”, sobre lo que luego ellos agregan sus propias interpretaciones, creencias y convicciones para, finalmente, fortalecer corrientes ideológicas, más que intentar acercarse a la realidad de los hechos y objetos estudiados.

Así, en el mejor de los casos, un misterioso objeto lapidario con orificios, fabricado por una cultura ya desaparecida, al que no se le reconoce claro propósito desde la perspectiva moderna y superficial de algunos estudiosos, no puede ser otra cosa sino la cuenta de un collar. Así también, según el mismo rasero, la Piedra del Sol, conocida vulgarmente como el “Calendario Azteca”, no pudo haber sido sino un objeto que “los mexicas utilizaron como piedra sagrada de sacrificio” [sic!]. Adicional, a los ya referidos salomónicos veredictos, inapelables e incuestionables, tenemos el agravante del prejuicio y el celo profesional de algunos estudiosos, actitudes que son exacerbadas por las limitaciones de nuestro sistema educativo y la competencia laboral: un ingeniero sólo debe resolver problemas técnicos; un científico sólo debe intentar explicar los hechos; un tecnólogo sólo debe aplicar los hechos; un filósofo sólo debe explicar conceptos; un humanista sólo debe estudiar al Hombre; un artista sólo debe hacer arte; un deportista sólo debe hacer deporte, etc.

Afortunadamente para la humanidad, como lo denunció proféticamente el gran humanista Erich Fromm, en su ensayo “La revolución de la esperanza”, esta obsesión clasificadora y excluyente de todo el quehacer humano es promovida por meros factores económicos y es, en última instancia, completamente incompatible con nuestra naturaleza humana. Efectivamente, el ingeniero, como cualquier otro profesional, antes que nada es un ser humano. Esta estricta y excluyente especialización profesional es muy reciente y es el resultado de un proceso histórico y económico propio de la sociedad occidental. En una sociedad “moderna”, en teoría, una persona sólo puede practicar “eficientemente” una disciplina profesional. Sin embargo, esto no ha sido así siempre en occidente. El ejemplo, obligado para estos casos, es el de Johann Wolfgang von Goethe, artista, humanista y científico alemán que, por sus propios méritos, destacó en muy diversas disciplinas, lo que le mereció el difícil elogio de Napoleón Bonaparte, un indiscutible conocedor del talento humano, con su espontáneo y elocuente saludo “Vous êtes un *Homme!*”.

En nuestro continente, antes del contacto con occidente, el afán de clasificación y especialización a ultranza nunca fue natural ni compatible con la forma de vida e idiosincrasia autóctona. Nada menos, en las ancestrales culturas del México antiguo, las categorías excluyentes estaban ausentes, al menos como nosotros las conocemos ahora. En estas culturas, todo integrante de la sociedad participaba en las muy diversas esferas del quehacer productivo, social, intelectual y

religioso; promoviendo el bien común en armonía y respeto con su medio ambiente. Las personas cultivaban la tierra, producían la mayoría de sus alimentos, enceres y herramientas, conocían el movimiento de los astros y la esencia, beneficios y perjuicios de cada uno de los entes, animados e inanimados (plantas, animales y minerales) que los rodeaban. Además, se procuraban tiempo de ocio para cultivar desde la meditación filosófica hasta algún arte dentro de, por ejemplo, la danza, la música y la poesía. Todos realizaban actividades físicas e intelectuales, además del oficio que los caracterizaba como individuos o gremios. Si este principio integrador y de equilibrio era lo usual para los hombres comunes, con mayor razón lo era para los hombres de conocimiento de estas culturas. Por supuesto, dominaban conocimientos especializados pero participaban en muy diversos ámbitos: el estudio y desarrollo de lo que nosotros clasificamos como técnica, medicina, astronomía, filosofía y religión, para ellos eran diferentes aspectos de un todo único e indisoluble.

Por el contrario, ante nuestra limitada concepción de lo que debe ser la ciencia, no es usual que un ingeniero o un tecnólogo intenten explicar, con ayuda de sus herramientas, los asuntos que reclaman como propios los estudiosos de las humanidades. Este fenómeno se acentúa más en las naciones mestizas, fundamentalmente debido a los procesos de dominación que reprimen la originalidad y la creatividad autóctonas. Así, el efecto más evidente de este proceso de dominación, de la cultura colonizadora sobre la cultura colonizada, es la imposición de modelos de desarrollo ajenos a las naciones colonizadas. De lo que se trata es de importar las soluciones más que de desarrollar las propias. En nuestro país, este fenómeno es analizado magistralmente por el historiador Guillermo Bonfil Batalla, en su emotivo ensayo "México profundo". El mismo proceso de dominación, también explica el fenómeno de imposición de modelos de ciencia, investigación y desarrollo tecnológico, que más responden a necesidades y motivaciones ajenas que a las propias. He traído a colación todas estas meditaciones porque sólo así, considerando lo antes expuesto, es que se puede valorar en su justa dimensión el trabajo del maestro Velázquez, quien por pura vocación, perseverancia y desinteresado amor a la verdad, ha financiado con recursos propios toda su investigación. Esto incluye tanto los elementos económicos, como los metodológicos y los técnicos, es decir, el equipamiento, la instrumentación y los mismísimos objetos de investigación. Con su trabajo, nos demuestra que, para algunos hombres de talento y espíritu innovador, las condiciones adversas de desinterés institucional o gremial, así como la carencia de apoyo financiero y de los elementos de trabajo, son más factores de motivación que de inhibición.

Aquí, sólo una muestra de estas circunstancias adversas, por demás imprevisibles para un investigador ingenuo que actúa de buena fe. Tenemos el cuestionable celo en el resguardo del patrimonio arqueológico, evidentemente discrecional, que posibilita el préstamo laxo y expedito de las piezas originales a los estudiosos extranjeros, pero que se torna riguroso y dilatorio para los solicitantes nacionales. Así, ante la imposibilidad de contar para su estudio con algún aerófono original, proveniente del México antiguo, el maestro Velázquez se dispuso a fabricar sus propias réplicas partiendo únicamente de fotografías, algunos fragmentos dispersos y eventuales diagramas estructurales. Como es su costumbre, se involucró personalmente al máximo en el estudio, práctica y desarrollo de las técnicas de construcción de tales aerófonos, empezando con materiales como el barro y culminando con la construcción de artefactos sonoros de metales preciosos (oro y plata), mediante el desarrollo de finas y elaboradas técnicas propias, similares a las de la "cera perdida" de la joyería. Y todos estos portentos, que maravillan, sólo porque algunos burócratas le dieron ocasión al no facilitarle los objetos que diligentemente solicitó para su estudio. Algunas de estas réplicas son tan fieles a los modelos originales que ya le han sido encargadas copias al maestro Velázquez, más en su calidad de artesano ceramista y orfebre que como estudioso científico de los susodichos aerófonos. Estas bellas piezas ahora forman parte de las colecciones particulares de algunos amantes del legado cultural del México antiguo y son muy codiciadas, tanto por su belleza como por su fidelidad y sonoridad.

Fue gracias a una de estas réplicas que yo conocí al maestro Velázquez. En el año 2007, estando yo realizando mi doctorado en el Centro de Investigación en Computación (CIC), del IPN, me llamó la atención la belleza y sonoridad de un silbato de barro, con forma de águila, que portaba mi asesor. Pregunté sobre su origen y mi mentor, como si cualquier cosa, me respondió que los fabricaba un "artesano" al que podía encontrar allí mismo, en el Laboratorio de Inteligencia Artificial

del CIC. La respuesta me maravilló, tanto por su naturalidad como por el misterio que encerraba el hecho aparente de que todo ello estaba “fuera de lugar”. Así son los entrecruzamientos de la vida, “donde menos se espera... salta la liebre”.

Pronto, conocí al referido “artesano” y descubrí que se trataba del maestro Roberto Velásquez Cabrera, ingeniero de profesión e inventor por vocación pero, sobre todo, un incansable y obsesivo estudioso, siempre ávido del conocimiento y amante de la verdad. Y si esto fuera poco, por añadidura, un formidable artífice innato. En pocas palabras, un hombre de conocimiento fuera de serie, al que los mexicanos del México antiguo no hubieran dudado en conferirle la dignidad de *Tolteca*. Así las cosas, siendo innegable tal dignidad, adquirida de facto y naturalmente por sus propios méritos y logros, cualquier grado de doctor que nosotros le podamos otorgar, sea por la vía oficial o por la vía *virtual*, es por completo accesorio y cosmético.

Pero, regresando a la presentación de este trabajo, ¿qué hacía este hombre misterioso en un centro de investigación, templo del saber abocado al estudio de las ciencias de la computación, construyendo réplicas de aerófonos con barro, partiendo de fotografías de artefactos originales del México antiguo? Espero que el lector encuentre la respuesta, a esta y otras preguntas, en el transcurso de la lectura de este original trabajo de investigación y ciencias aplicadas.

Dr. Gerardo Abel Laguna Sánchez
Departamento de Ingeniería Eléctrica UAM- Iztapalapa
Abril de 2013

El 29 de abril de 2013, Simone Barcelli, investigador italiano que estudia las relaciones entre los Olmecas y Hohokam, comentó que escuchó la grabación de la ilmenita sonora y encontró similitudes con el sonido del ganso que pudo haberse creado junto con el sapo en San Lorenzo. Proporciono la liga a un artículo sobre los efectos psicoactivos (alucinógenos y narcóticos) de los sapos y su posible uso antiguo. [Bufo marinus: new perspectives on an old enigma](#). Existe una similitud del [sonido del ganso](#) con el de la ilmenita olmeca, pero el [espectrograma del graznido del ganso](#) muestra algunas diferencias, porque tiene una F0 y una armónica bien definidas con menos ruido hasta un poco menos de 10kHz. El graznido del ganso parece ser más fuerte. Se asemeja más a los sonidos de otros modelos de generadores de ruido bucales mexicanos. Se le comentó que si un grupo de las ilmenitas de San Lorenzo se tocara al mismo tiempo podrían generar efectos audibles y neuronales especiales como los de batimentos, pero eso solo podría probarse con modelos experimentales. También los silbatos dobles mayas antiguos analizados pueden generar batimentos.

El 2 de mayo de 2013, Simone Barcelli informó de otro artículo sobre los patos y los sapos olmecas [Anatre e rospi fra gli Olmechi, Messico](#) y comentó que además existen otras conexiones entre las dos civilizaciones, como la red de canales de

riego, la presencia de una planta que produce el caucho, la cremación de los muertos y la coincidencia entre el final de los olmecas y el comienzo de los Hohokam (300 aC). Seguramente hubo relaciones entre las dos civilizaciones, ya que en Arizona se han encontrado huesos de loro y otros artefactos de Mesoamérica. Sería interesante saber si en Arizona y California se han encontrado aerófonos. Los sonidos de los patos son muy diferentes a los de los gansos.

El [Dr. Isaías Badillo Piña](#), profesor investigador de la SEPI-ESIME, Zacatenco, experto en metodologías no tenía tiempo para revisar en detalle la tesis virtual, aunque sugirió postular una teoría e incluir un *abstract* en inglés con el índice de una revista de *Cybernetics: Purpose; Methodology approach; Findings; Originality value, and; Keywords*. El tema del estudio no pertenece a la cibernética, porque no tiene retroalimentación o *feedback*. Tampoco se ha estudiado en teoría de control y es difícil que pueda ayudar a estudiarla, ya que especialistas solicitaron una grabación del sonido de la ilmenita, pero no han podido emularla en un circuito electrónico. También recomendó adaptar el formato al de una tesis de su escuela. No se ve la utilidad de incluir un *abstract* en inglés. Estudios sobre la ilmenita sonora olmeca se han presentado y publicado en inglés en los principales foros internacionales relacionados, pero sus investigadores no se han interesado en ayudar a estudiarla mejor.

El 3 de mayo de 2013, el [Dr. Miguel Patiño Ortiz](#), profesor investigador de la ESIME, Zacatenco, experto en ingeniería de sistemas y fractales, pudo hojear la tesis virtual electrónica. Comentó que el tema no es de su especialidad. Dijo que informaría de ella a algunos de sus colegas, como dos especialistas en análisis de señales, para si se interesan en el tema y pueden conceder una entrevista con objeto de explorar algún protocolo de estudio de mejora. Sería interesante revisar el estudio desde el punto de vista del enfoque de ingeniería de sistemas, como se ha sugerido con anterioridad en el [ANEXO A](#).

El 6 de mayo de 2013, el [Dr. José de Jesús Medel Juárez](#), investigador del CIC del IPN, experto en teoría de control, comentó porque no fue posible analizar una grabación del sonido de la ilmenita sonora para caracterizarla o emularla en un

circuito electrónico: La dificultad se originó en que el sonido ruidoso grabado tienen frecuencias en todo el rango audible, su intensidad no es igual en ese rango y es variable en el tiempo. Los modelos de control que utiliza, como los de primer orden, son para funciones variantes suaves en el tiempo.

El [Dr. Sergio Suarez Guerra](#), investigador del CIC del IPN, experto en reconocimiento de voz, comentó que lo que puede usarse para analizar del sonido de la ilmenita sonora, ya fue incluido en la tesis de maestría del autor, como el uso de los espectrogramas. Podría clasificarse la señal de la ilmenita sonora con técnicas más elaboradas, aunque no se conoce su utilidad, ya que no se dispone de otros resonadores antiguos o de sus señales grabadas para su posible clasificación. Se han clasificado otros sonidos como los de instrumentos musicales de las orquestas, pero se hicieron a partir de un disco las grabaciones de todas sus notas. Eso no existe, para el caso de los resonadores antiguos.

Otros investigadores del CIC del IPN, como el [Dr. Gilberto Lorenzo Martínez Luna](#) y el [Dr. Juan Carlos Chimal Eguía](#) han sugerido crear una base de datos, pero eso tampoco es de utilidad, mientras no se conozcan los datos de otros resonadores antiguos. Podría diseñarse un *corpus* con información de mis modelos experimentales, pero ni eso es sencillo, ya que se requieren de técnicas de inteligencia artificial para recuperar sistemas de archivos de multimedios, porque la mayoría de las existentes son sobre texto. También se requiere una clasificación, pero las existentes no son adecuadas, ya que ni siquiera incluyen a los generadores de ruido mexicanos.

El 8 de mayo de 2013 el [Dr. Ignacio Enrique Peon Escalante](#), especialista en ingeniería de sistemas de la Sección de Posgrado de la ESIME, comentó que la única manera de que podrían revisar el informe de la investigación es formulando un protocolo de estudio, de una o dos hojas, con objetivo o título, justificación y respondiendo las preguntas ¿para qué?, ¿para quién?, ¿por qué? y ¿qué aportes?, requeridos para solicitar entrar a los cursos de posgrado. Adicionalmente, se requiere cubrir otros requisitos como algunos costos y varios exámenes de admisión, incluyendo los de inglés del Senlex del IPN. Si se acepta el protocolo se logra la admisión a los cursos habría que tomarlos (tres años para

un doctorado) y finalmente reescribir el trabajo realizado en una tesis de acuerdo a un formato de “calidad sistémica”. Se proporcionó un documento con el contenido requerido de las tesis. Es el único lugar donde ha surgido la posibilidad de escribir un trabajo académico complementado sobre el tema, pero hay duda de que puedan lograrse mejoras sustanciales al trabajo realizado, porque en ingeniería de sistemas no se han encontrado estudios anteriores de sistemas similares al caso analizado y es mucho el tiempo requerido para poder ver si se encuentra algo para mejorar las investigaciones de la tesis virtual.

El [M. en C. Rene Torres Bejarano](#), especialista en invención de la Sección de Posgrado de la ESIME, comentó que si se necesita algo de su especialidad podría ver si puede apoyar, pero requiere conocer la tesis virtual, cuyo URL ya se le envió. Sugirió ver algo de la matriz de la invención de Alt Shuller y de la metodología TRIZ.

El 28 de mayo de 2013, el [Dr. rancisco Rivas Castro](#), investigador de la DEA del INH y profesor de la ENAH comentó:

Tengo el gusto de hacer unos comentarios respecto al trabajo de la tesis doctoral que presenta el maestro Roberto Velázquez, experto en el estudio de los aerófonos mexicanos. Una de las cosas que hay que admirar de la tesis doctoral del maestro, es precisamente el planteamiento y la aplicación de un modelo de análisis, diría yo, de matemáticas aplicadas, que él denomina “arqueociencia sonora”, para desentrañar los sistemas fónicos contemporáneos, los sistemas fónicos prehispánicos e incluso los de la prehistoria, como decimos los arqueólogos. Es precisamente la aplicación de este modelo de análisis lo que le ha permitido al autor desentrañar los sistemas fónicos, sobre todo los aspectos técnicos, tecnológicos, de los conocimientos ancestrales, para desentrañar los misterios, hasta ahora muy poco conocidos, de los diversos aerófonos mexicanos. En este trabajo despliega toda la metodología científica que se requiere, adecuada y acorde a estudios de los sistemas fónicos. Es un planteamiento verdaderamente novedoso, porque independientemente de que otros investigadores, incluyendo algunos alemanes y algunos europeos o norteamericanos, ha logrado aproximarse bastante a lo que son las estructuras fónicas de los instrumentos musicales, sobre todo de los productores de sonidos, pero a diferencia de esos trabajos, los de Roberto Velázquez se caracterizan por ser concretos para analizar con profundidad artefactos particulares, para dar una nomenclatura estrictamente matemática, que puede extenderse hacia los de otros elemento de iconografía. ¿Por qué uso el concepto de iconografía? Porque iconografía refiere al ícono, a la forma, a la figura, pero él también ha denominado en cierto momento de su investigación una iconografía sonora, o sea, amplía este concepto de iconografía. Es una cosa muy novedosa porque nadie se había atrevido a desentrañar o llevar más allá la iconografía de la imagen, más allá de los elementos arqueológicos tácticos y lo lleva más allá al penetrar en todas estas estructuras de sonido.

Ha realizado bastantes trabajos, sobre todo de aerófonos mexicanos, algunos con la autorización previa de los investigadores responsables de estos elementos arqueológicos. En particular, conmigo ha trabajado dos tipos de silbatos, el silbatos de la muerte y otros silbato que produce sonidos que más bien tienen que ver con el canto de los pájaros o el canto del tecolote o el canto del águila, pero en esta ocasión, en el trabajo de tesis que el presenta, tomó como ejemplo un

elemento que es muy importante y muy poco conocido. Este elemento es un instrumento que podría utilizarse el concepto de ilmenita por su materia mineral. Estos objetos han sido encontrados de manera bastante abundante, sobre todo, en las exploraciones de San Lorenzo Tenochtitlan en la zona olmeca. Se ha dicho que son cerca de 150,000 piezas multiperforadas de ilmenita. Se han encontrado algunos otros de morfología y materiales diferentes, no en forma tan abundante, en algunos sitios arqueológicos de Oaxaca, Puebla, Jalisco, Querétaro, Michoacán y Guerrero. El objeto que Roberto analiza en su tesis proviene de un préstamo que le hizo la familia Beverido de Xalapa Veracruz, dado que él tiene cierta amistad con ellos. Lo tenían guardado como un objeto especial o raro, de uso desconocido. A ciencia cierta, estos objetos se han estudiado arqueológicamente dándoles un significado y una cierta función que a veces raya en la fantasía. Raya en la fantasía, porque muchas de las veces se dice que se utilizaron como soportes del eje rotatorio de arco para hacer taladros o generar fuego, ya que tienen tres perforaciones. Son pequeños cubitos, como de dos por dos centímetros que fueron perforados. Debemos aclarar que la ilmenita es un mineral de cierta dureza y para poder hacer esas perforaciones debieron de tener técnicas lapidarias muy depuradas y avanzadas en la época del Preclásico olmeca. Roberto Velázquez investiga las posibles funciones de una ilmenita, pero las rescatadas son miles y se tienen depositadas en costales, así materialmente, en alguno lugar del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM. Voy obviar, por razones que no vienen al caso, qué investigadora es la que los tiene, pero valdría la pena mencionar que es una experta en cuestiones olmecas y que tiene estos objetos y ha hecho propuestas que desde mi punto de vista están fuera de la realidad, porque no son comprobables. Maneja varias hipótesis, pero no ha llegado a conclusiones verificables.

Roberto, con un solo objeto de esa naturaleza, aplica en este trabajo su método utilizando conceptos de la física, las matemáticas, la acústica, entre otras, y logra inferir que es un resonador que produce sonidos ruidosos. Aunque no son sonidos musicales, también remiten a un significado especial, como el silbato de la muerte que produce el ruido del aire, pero un aire frío, un aire de muerte, un aire que remite precisamente a la idea de la muerte.

Él ha comparado varios instrumentos con la realidad concreta. Ha llegado a conclusiones muy interesantes, que no todos los arqueólogos con los que ha trabajado logran convencerse de los planteamientos y las conclusiones a los que él ha llegado, pero eso no obsta para se sigan investigándose estos elementos. Son un misterio en manos de los arqueólogos o los geólogos, incluso. Son producto de la mano del hombre, son objetos culturales y como producto de la cultura deben tener una significación y un uso concreto.

Por otro lado, yo siempre le he dicho a Roberto que su planteamiento y su modelo desde la ciencia es muy novedoso. A veces se lo digo en broma, que es un genio que se adelantó a su época. Me atrevo a decir eso, porque hasta donde mi conocimiento me da, me he metido a muchos temas y he sido investigador en la antropología desde hace 35 años, no me había encontrado con trabajos tan precisos, tan reveladores, con trabajos tan profundos, porque profundidad y conocimiento no tiene que ver a veces con el volumen de lo que uno escribe o con el volumen de las palabras que uno escribe para describir las cosas.

Creo que esta tesis es un ejemplo de cómo se pueden presentar trabajos, que se alejan de los cánones de la presentación de tesis doctorales de instituciones científicas, que por no ser una tesis que se apegue a los temas y formatos tradicionales que están establecidos para la titulación de las personas que investigan y utilizan métodos científicos, a veces son descartados, no se toman en consideración o se ven como cosas raras que se escapan a las reglas y costumbres que tenemos establecidas para las tesis de grado. Independientemente de que sea una tesis de grado de doctorado o que no se reconozca como una tesis de grado de doctorado, es un trabajo que deja una profunda huella, sobre todo, para los investigadores de rocas y de la geología. Es un trabajo que ya está dejando una profunda huella en el análisis más formal para futuras investigaciones. El trabajo de él refleja, además del conocimiento práctico que ha venido desarrollando desde hace muchos años, ha venido perfeccionando su método, ha llegado a resultados que yo diría son verdaderamente impresionantes. Ha encontrado que ciertos resonadores arqueológicos de zonas

concretas, sirven precisamente para que el cerebro de los humanos se active, para que el cerebro de los humanos se calme, para que el cerebro de los humanos pueda percibir otras dimensiones acústicas y cerebrales, otras dimensiones de percepción, diría yo, que pueden conducir a estados especiales de percepción incluso alterados que pueden beneficiar la salud, que pueden beneficiar al cerebro, que pueden beneficiar la activación de las neuronas. Él está todavía en proceso de investigación de todos estos sonidos especiales, ya que ha logrado encontrar que pueden ayudar a la sanación incluso física.

Con todo esto, quiero dar mi punto de vista. Desde mi perspectiva, considero que son estudios que deberían fomentarse, no solamente a nivel nacional, sino a nivel internacional, dado que también él tiene bastante prestigio a nivel mundial, porque publica en forma electrónica, ya que es una persona comprometida con la conservación del medio ambiente y tiene una preparación de una maestría en computación. El me lo dice siempre, hay que publicar electrónicamente, porque es una forma de conservar los árboles, de no gastar papel y tinta y es una forma de difundir de manera gratuita y abierta los resultados de los estudios, para que se conozcan y se critique su trabajo.

Por desgracia, muchos investigadores no van a poder opinar de sus temas de investigación, porque son muy nuevos, porque como yo se lo digo, se adelantó bastante a su época, pero vale mucho la pena que se siga haciendo este tipo de trabajos para seguir conociendo y desentrañando lo que muchos llaman los misterios de los sonidos y sus efectos en la mente y en el cuerpo de los seres humanos.

- El 1 de junio de 2013, se recibió un mensaje de Lina Rosa Barrientos Pacheco de Chile, de la Comunidad Latinoamericana Achalai:

Estimado Roberto, mil gracias por la tesis enviada, tu trabajo es un ejemplo de lo que deberíamos hacer.

Mis saludos cordiales,

Lina B.

- El 18 de junio de 2013, se recibió la única respuesta institucional del Etnlgo. Benjamín Muratalla, Subdirector de la [Fonoteca del INAH](#). Ofrece sus recursos y servicios disponibles y un seminario, para apoyar el desarrollo del proyecto y contribuir a la construcción de la petición ciudadana planteada.

Estimado Mtro. Roberto,

Recibimos indicaciones de las autoridades del INAH para revisar su tesis y responder a las peticiones que usted a enviado a distintas autoridades del Gobierno de México; por tal motivo, adjunto una carta en la que se responde a su solicitud, además de una propuesta de apoyo a su proyecto. En espera de sus comentarios.

Reciba cordiales saludos y estamos a sus órdenes.

Etnlgo. Benjamín Muratalla
Subdirector de la Fonoteca del INAH

Por la importancia de la [carta](#), su texto se transcribe a continuación:

CONACULTA INAH
Coordinación Nacional de Difusión
Dirección de Divulgación
Subdirección de Fonoteca

OFICIO NÚM. 401. D (1) 122.2013/SFN-825
México, D.F., junio 17 de 2013

Asunto: Comentarios a tesis e invitación.

MTRO. ROBERTO VELÁZQUEZ CABRERA
PRESENTE:

Tengo el agrado de conocer su trabajo desde hace más de quince años, cuando usted iniciaba la búsqueda de artefactos sonoros en la bodega de arqueología, en el Museo Nacional de Antropología y se acercó a la Fonoteca del INAH para compartir sus primeros hallazgos e hipótesis.

Desde aquel entonces sus planteamientos me han parecido, además de sumamente interesantes, un enorme desafío para la construcción de un sistema de estudios, que nos permita acercarnos más al conocimiento de los pueblos ancestrales que habitaron este territorio que hoy ocupa nuestro país, específicamente en cuanto a su manejo del sonido y su legado musical.

Su recorrido por este campo de estudio, como usted lo dice, ha sido escabroso pero a la vez fructífero y gratificante; primero, porque se ha enfrentado a un terreno, prácticamente, carente de una metodología sólida al respecto, y escasos interesados en estos estudios; segundo, porque además de sus notables hallazgos, este terreno virgen le ha permitido la integración de un importante compendio de técnicas que ofrece mucha luz sobre el tema.

Me parece que es bastante loable su punto de partida para la construcción del conocimiento de las culturas sonoras de la antigüedad prehispánica. Considero que ahora le toca seguir cultivando alianzas con la academia y fortalecer la humildad y tenacidad que lo han caracterizado, con la finalidad de lograr un avance sustantivo en sus investigaciones. Al respecto, la Fonoteca del INAH le ofrece los recursos y servicios disponibles para tal cometido; en principio, podemos ser el medio para vincularlo con investigadores que puedan apoyar el desarrollo de su proyecto, así como brindarle posibilidades de mayor alcance y difusión. También ponemos a su disposición el seminario Antropología, Historia, Conservación y Documentación de la Música en México, en el que participan alrededor de cuarenta personas entre investigadores y estudiantes de diversas disciplinas afines a nuestra materia de estudio. Juntos podremos contribuir a la construcción de lo que usted denomina *Políticas y programas efectivos para investigar, rescatar y promover la rica cultura y tecnologías mexicanas, como la sonora*.

En espera de aceptar nuestra invitación, quedo de usted como su amigo y seguro servidor.

A t e n t a m e n t e:
Etnlgo. Benjamín Muratalla
Subdirector

C.c.p.
Eduardo Vázquez Martín, Coordinador Nacional de Difusión del INAH.
María del Carmen Tostado Gutiérrez, Directora de Divulgación del INAH.
Archivo.

- A Alejandro Barragán le interesó el tema sonoro de la tesis y algunas de sus recomendaciones relevantes. Solicitó una entrevista telefónica desde Nueva York, misma que denominó “[Tlapitzalli. El Señor de las flautas. Arqueociencia Sonora](#)” se incluyó su sitio web sobre Danzas Mexicanas (en mp3, 58:42), desde el 4 de agosto de 2013. También incluye las ligas al sitio de [Tlapitzalli](#) y a la [nueva petición ciudadana presentada al Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos](#). En la entrevista se recomendó que también era posible estudiar con técnicas de análisis de señales grabaciones etnológicas disponibles en las fonotecas de zonas como la del Noroeste. Para ejemplificar esos estudios se realizaron los siguientes trabajos: [Ritmos monofónicos mexicanos](#), [Ritmo rarámuri](#), [Ritmo kiliwa](#) y [Ritmos yumanos](#). Se hicieron del conocimiento de las fonotecas nacionales, para ver si se interesan en mejorarlos.

FIGURAS

1. [Generador de ruido bucal analizado](#)
2. [Diagrama Venn de la arqueociencia sonora](#)
3. [Instrumentos del Mizcoacalli](#)
4. [Dibujo de José Luis Franco de silbatos y flautas de “muelle de aire”](#)
5. [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.
6. [Silbato de boca de barro](#) del Museo Regional de Guadalajara.
7. [Silbato Bucal de Bélgica](#). Dibujo de Doize.
8. “[Pequeños bloques](#)” de la Sala del Golfo del Museo Nacional de Antropología.
9. “[Herramientas de piedra negra](#)” de Vitrina del Museo de San Lorenzo.
10. [Piezas “NR” de una colección privada](#).
11. [Modelo de generador de ruido bucal de piedra beige](#), de dibujo de Gregory Pereyra.
12. [Silbatos de Oaxaca y Puebla](#). Fotos de Gonzalo Sánchez
13. [Silbato de metal](#) (corcholata).
14. [Dibujo de un corte longitudinal de la “gamitadera”](#) del Museo de Xalapa
15. [Generados de ruido bucal de mármol](#), de San Juan Raya, Puebla.
16. [Generador de ruido bucal de serpentina](#), de San Juan Raya, Puebla.
17. [Generador de ruido bucal de roca gris](#), de San Juan Raya, Puebla.
18. [Fragmento de silbato de la muerte](#).

19. [Generador de ruido bucal de roca volcánica](#), del Barrio de la Cruz, San Juan del Río, Querétaro.
20. [Generador de ruido bucal de cerámica de reuso](#), de Teteles, Puebla
21. [Principales cortes y vistas del generador de ruido bucal analizado](#).
22. [Forma de tocar el generador de ruido bucal](#).
23. [Espectrograma de un sonido corto del generador de ruido bucal](#).
24. [Bomba de fuelle de pie y modelo para la visualización del aire turbulento](#).
25. [Dinámica turbulenta del aire](#).
26. [Espectrogramas de sonidos de una lechuga pequeña y de los generadores de ruido bucales de ilmenita, mármol, roca gris y roca volcánica](#).
27. [Modelos experimentales de madera, barro, obsidiana y mármol](#).
28. [Herramientas de perforado manual](#).
29. [Microabrasión lapidaria](#).
30. [Soportes de eje de taladro de arco](#), contruidos en obsidiana y de otras rocas.
31. [Foto del interior de la cámara principal del generador de ruido analizado](#).
32. [Espectrograma de sonidos de un modelo de generador de ruido bucal y de las voces chich](#).
33. [Micrografía óptica con incrustaciones de cristales en la roca de ilmenita](#).
34. [Micrografía de la superficie de la perforación principal de la ilmenita a 100 X](#), por Emiliano R. Melgar Tisoc.
35. [Micrografía de la superficie de la perforación principal de la ilmenita a 1000 X](#), por Emiliano R. Melgar Tisoc.
36. [Morfología de superficie lisa a 100x](#).
37. [Morfología de superficie lisa a 1000x](#).
38. [Morfología de microzona](#).
39. [Morfología de partícula en forma de oblea con canales a 2000x](#).
40. [Micrografía de una esquina a 300x](#).
41. [Espectro de los elementos químicos de superficie lisa](#).
42. [% WT \(Peso\) de los elementos químicos de superficie lisa](#).
43. [Espectro de elementos químicos de microzona](#).
44. [Espectro de los elementos de partícula en forma de oblea](#).
45. [Espectro Raman de elementos superficiales](#).
46. [Modelo de la ilmenita fundido en metal por gravedad](#).
47. [Generador de ruido bucal de plata](#)
48. [Modelo del silbato de la muerte en plata](#).
49. ["La Catrina"](#) de Bertha Sandoval, tocando un silbato de la muerte en un día de muertos.
50. [Silbato ovejero](#).

51. [Principales campos utilizados para analizar la ilmenita sonora olmeca.](#)
52. [Diagrama del sistema de producción de los resonadores mexicanos.](#)

REFERENCIAS ELECTRONICAS

Ligas (URL) a los documentos del autor sobre la ilmenita sonora olmeca y otros generadores de ruido mexicanos, ordenados cronológicamente. Se incluyen los que se hicieron con otros autores y unos videos y entrevistas.

1. [Análisis de Aerófonos Mexicanos.](#) Conferencia presentada en el Congreso Internacional de Computación CIC, IPN, 1999. Síntesis de la primera versión de una tesis de maestría.
2. [Ehecachichtli de metal.](#) 2000. Copia de mi primer silbato hecho con una corcholata y usado hace más de medio siglo. [My First Whistle.](#) *A noise generator of metal.* 2000.
3. [Análisis Virtual de la Gamitadera.](#) Conferencias para el 6º. Congreso Mexicano de Acústica, Veracruz, 2000
4. [Virtual Analysis of Gamitadera.](#) Presented in the 6 Mexican Acoustic Congress, Veracruz, 2000.
5. [Análisis Acústicos de Artefactos Sonoros de Viento del México Antiguo.](#) Conferencia para el 6º. Congreso Mexicano de Acústica, Veracruz, 2000.
6. [Aerófono de Piedra Negra.](#) Conferencia para el Congreso Internacional de Computación CIC, IPN, México, D.F., 2000.
7. [Black Stone Aerophone.](#) Olmec whistle. It was presented in the International Computing Congress CIC-2000, 2000, México.
8. [Análisis Virtual de la Gamitadera.](#) PDF publicado en la revista Ingeniería de la Universidad de Nuevo León. 2001
9. [¿Un Aerófono Mágico del Inframundo Olmeca?.](#) Se presentó en la reunión 143 de ASA, Pittsburgh, Pensilvania, junio, 2002.
10. [A Magical Aerophone from the Olmec Infraworld?](#) A short version was presented in the 143 ASA Meeting. Pittsburgh, Pensilvania, 2002.
11. [3,000 Years Old Olmec Aerophone.](#)
12. [Mexican Noise Generators.](#) Conferencia para la Primera Sesión Sobre Acústica de Instrumentos Sonoros Antiguos. Cancún, México. Diciembre 2002 de la 1ra Reunión Pan-Americana/Ibérica de Acústica, Cancún, 2-6 diciembre 2002.
13. [Análisis de Aerófonos Mexicanos Usando Técnicas Artesanales y Computacionales](#) (MS Word 7, 1.2 MB). Tesis de maestría. Fue aprobada el 7 de junio de 2002 en el Centro de

Investigación en Computación (CIC) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Primera tesis sobre el tema.

14. [Ondas sonoras prehispánicas \(generadas con chorros de aire\)](#). Conferencia para estudiantes de Física, Facultad de Ciencias, UNAM, 4 de marzo, 2003. Plática para estudiantes de la Maestría en Ciencias Musicales. Etnomusicología, Escuela de Música (Claustro de San Agustín) de la Universidad de Guadalajara, noviembre de 2003.
15. [Tachi rugidor](#). Máscara del Diablo Mixteco con generador de ruido bucal. 2003.
16. Tachi o Mictlantecuitli. [Aerophone of the devil](#) (diablo).
17. [Aerófonos o silbatos de la muerte](#). Modelos con resonadores en forma de calavera. 2003
18. [Aerophone of the death](#).
19. [Aerófono Maya de la Muerte](#). Modelo de un cráneo deformado con un generador de ruido bucal. 2003.
20. [Maya aerophone of the death](#).
21. [Tlemaitl rugidor](#). Sahumador generador de aullidos espeluznantes. 2003.
22. [¿Aerófono del Dios L de Palenque?](#). 2003
23. [Aerophone of the God L of Palenque?](#).
24. [Pico rojo sonoro de Ehécatl](#). 2003.
25. [Ehecachichli con aeroducto tubular o silbato de la muerte o de aire](#). 2003
26. [Ehekachiktli with air duct or air whistle](#).
27. [Ehecachichtli con aeroducto tubular y tubo resonador abierto](#). 2003.
28. [Ehecachichtli](#). Antiguo generador de caos y ruido bucal de dos hoyos. Se puede asociar a Ehécatl (viento). 2004.
29. [Totó de mármol](#): Generador bucal de ruido de la zona olmeca/popoloca. 2004.
30. [Ancient Noise Generators](#). 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.
31. [Generadores de Ruido Antiguos](#). Una versión reciente se publicó en la revista electrónica e-Gnosis de la Universidad de Guadalajara y una copia abierta se puede consultar en un servidor de la Universidad Autónoma del Estado de México. 2006.
32. [Silbato de la muerte](#). Generador de ruido con aeroducto tubular o ehecachichtli. Se presentó en conferencias para: el Seminario de Investigación del Centro de Investigación de Computación, IPN. 28 de Septiembre de 2007; alumnos de la ENAH del Dr. Francisco Rivas Castro. octubre 5; el Simposio Vida y Muerte. Del mito a la Realidad. Auditorio del Museo Regional de Querétaro. 24 octubre 2007, el Colegio de San Ignacio de Loyola Vizcainas. 30 de octubre de 2007; las Jornadas permanentes de Arqueología 2008. Coordinación Nacional de Arqueología. Dirección de Estudios Arqueológicos y Museo del Templo Mayor del INAH. Auditorio del MTM. 28

de marzo de 2008 y; el 15º. Congreso Internacional Mexicano de Acústica. Taxco, Guerrero, 28 de octubre 2008.

33. [Construcción de un silbato de la muerte o generador de ruido con aeroducto tubular](#). 2007.
34. [Visualización de la dinámica del aire en el mecanismo sonoro de los generadores de ruido mexicanos](#). 2007. Primer experimento de este tipo de un resonador antiguo.
35. [Visualización de la dinámica del aire en el sistema sonoro de los generadores de ruido mexicanos](#). Video en Flash (flv) en cámara lenta. 2007.
36. [Generador de ruido bucal de roca de La Cruz de San Juan del Río, Querétaro](#). Rescatado por Fernando González Zozaya 2007.
37. [“Mechanical Engineer Recreates Sounds of his Pre-Columbian Ancestors”](#). Video corto con algunos sonidos, derivado de la entrevista “Pre-columbian sounds” de Julie Watson para la agencia Associated Press. Jueves 17 de abril de 2008. La nota fue publicada en una gran cantidad de sitios con noticias temporales.
38. [“Pre-columbian sounds”](#) Otro video corto sobre en Youtube. En Flash. 2008.
39. [Arqueología sonora: Sonidos prehispánicos. Resucitan acústica milenaria](#). Entrevista de Yanireth Israde para Cultura de la sección Internacional del periódico Reforma. Julio de 2008.
40. [Ilmenita sonora](#). Conferencia para el IV Foro Internacional de Música Tradicional. Raíces, trayectorias y encuentros históricos. 25-27 de Septiembre de 2008. Un documento similar se publicó en la revista Antropología No. 85. INAH, enero – abril. 2009. Ese artículo es el primero sobre un resonador mexicano relevante que me publican en una revista de antropología.
41. [Visualización de la dinámica del aire en la salida de aeroductos tubulares cortos y largos](#). 2009.
42. [Resonadores Mexicanos con Mirliton, Flauta Preciosa Mexicana, y Silbato de la Muerte, así como la Piedra Campana del Cerro Xolotl](#) fueron incluidas entre las 40 charlas en formato corto y lenguaje cotidiano, que fueron seleccionadas de las cerca de 1000 conferencias impartidas en el evento internacional de Cancún, 15-17 de noviembre de 2010: *Lay language Papers of the 2nd Pan-American/Iberian Meeting on Acoustics in the ASA World Wide Press Room of the American Institute of Physics. El Silbato de la Muerte (Death whistle)*
43. [Silbato de la muerte](#). Conferencia para las Jornadas permanentes de Arqueología 2008. Coordinación Nacional de Arqueología. Dirección de Estudios Arqueológicos y Museo del Templo Mayor del INAH. Auditorio del MTM. 28 de marzo de 2008. Un documento similar se solicitó para publicarse en dos revistas nacionales: Arqueología No. 42 del INAH, septiembre - diciembre 2009, y; Acústica del Instituto Mexicano de Acústica, A. C. No 28, noviembre 2010.
44. [Death whistle](#). The paper was presented in the Special Sessions on Acoustics of Ancient Sound Instruments of the 2nd Pan-American and Iberian Meeting on Acoustics. Cancún, México, 15-19 November 2010. 160th ASA meeting - 7º Congress FIA - 17º Congress IMA
45. [Death Whistle](#). It is posted in Mexicolore, of UK, by Ian Mursell. 2011

46. [Arqueociencia sonora](#). Conferencia para la 23ª. Ofrenda del Día Mundial de Nuestra Madre Tierra. Cámara de Diputados. Comisión de Asuntos Indígenas. Auditorio "A". 23 de abril de 2012. 12:00 hs.
47. [Modelado de Artefactos Sonoros Mayas y Sonoterapias](#). Conferencia para el Seminario de posgrado del CIC del IPN. 13 de abril de 2012, 12:00 hs.
48. [Ilmenita sonora olmeca](#). 2011. Documento complementado, actualizado y corregido de uno similar que fue publicado en la revista Arqueología No. 40. INAH, enero – abril. 2009. Ese artículo es el primero sobre un resonador lítico que se publica en una revista de arqueología
49. [Análisis microscópico de la ilmenita sonora](#). Caracterización con espectros MEB y Raman. Morfología y química básica EDS. 2011. Primer estudio de microscopía electrónica de un resonador lítico.
50. [Ilmenita Sonora Olmeca](#). Videoconferencia para la Comunidad Latinoamericana Achalai. 24 de mayo de 2012. Disponible en el sitio web de REUNA (42 minutos).
51. [Ilmenita Sonora Olmeca](#). Presentación .ppt para la Comunidad Latinoamericana Achalai. Disponible en el sitio web de RedCLARA (9.4 MB). 24 de mayo de 2012.
52. [Ignoran silbato olmeca](#). Nota de Yanireth Israde. Cultura del Periódico Reforma. 14 de agosto de 2012
53. [Sonidos Mexicanos Prohibidos y Abandonados](#). Conferencia para: el VII Coloquio de Arqueología Abandono y destrucción. El final de las ciudades mesoamericanas. La Coordinación Nacional de Arqueología, Dirección de Estudios Arqueológicos y Museo del Templo Mayor del INAH. Auditorio "Eduardo Matos Moctezuma" Museo de Templo Mayor. 27 de agosto de 2012; para el Programa cultural de la mexicanidad en homenaje a Tlakatzin. 11 de septiembre de 2012; para la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 8 Oriente 409, Col. Centro. 24 de septiembre de 2012; en la Subdirección de la Fonoteca del INAH. 25 de septiembre de 2012, y para el 19º CONGRESO INTERNACIONAL MEXICANO DE ACÚSTICA. Centro de Convenciones del hotel Casa Inn (Rio Lerma 237), Ciudad de México, México. 5 - 7 DICIEMBRE, 2012.
54. [Generador de Ruido Bucal de Cerámica del Sur de Puebla](#). Encontrado por Hilda P. Salgado S. 1 de Octubre de 2012.

BIBLIOGRAFIA (en papel)

- 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

2012. Acústica Arquitectónica. México.
- 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.*
- Brinzal
2008. [Centro de Recuperación de Rapaces Nocturnos](#). Documento electrónico eliminado.
- Casellas-Canellas, Elizabeth
- [El contexto arqueológico de la Cabeza colocol olmeca numero 7 de San Lorenzo, Veracruz, Mexico](#). Tesis doctoral. Facultad de Lletres. Universidad Autonoma de Barcelona.
- Coe, Michael D.
1967. [San Lorenzo and the olmec Civilization](#). Dumbarton Conference on the Olmecs. Trustees for Harvard University. Documento electrónico eliminado:
- 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.
2004. [Escultura olmeca de San Lorenzo Tenochtitlan](#). IIA. UNAM.
2012. Las bellas teorías y los terribles hechos. Controversias sobre los olmecas del Preclásico inferior. IIA. UNAM.
- 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.
- Del Alba-León-Estrada, Xochitl. 2010.
- [Enterramientos prehispánicos en el sur de Veracruz](#). Tesis de Maestría en Estudios Mesoamericanos. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM.
- 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. Documento electrónico eliminado.
 - Garret, Steven y Statnekov, Daniel. Documento electrónico.
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.*
 - Gutiérrez, José
1956. *From Fresco to Plastics: New Materials for Mural and Easel Paintings*, Ottawa.
 - Gutiérrez, José y Roukes, Nicolas
1960. *Painting with acrílica*. Nueva York.
 - Gutiérrez, José
1986. *Del fresco a los materiales plásticos*. México. D.F.
 - Horne, Richard
2008. [Audio Spectrum Analysis. Spectrogram](#). Visualization Software. EUA.
 - 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).
 - Keppie. J. Dunkan y Fernando-Ortega Gutiérrez
2010. *1.3-0.9 Ga Oaxaquia (Mexico): Remnant of Fan arc/backarc on the Northern Margin of Amazonia*, Journal of American Earth Sciences 29: 21-27.
 - Monroe Institute
2008. [What is Hemi-Sink?](#) Documento electrónico.
 - Mountjoy, Joseph B.
2001. *Ritos de Renovación en los Petroglifos de Jalisco*. Arqueología Mexicana. Enero. Vol. III. Num. 47. México, pp. 56-63.
 - 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.*

- PRI Partido Revolucionario Institucional
1986. *Historia Documental del Partido de la Revolución*. Tomo 1. PNR. 1929-1932.
- Rawcliff, Susan.
1986. *Complex Acoustics in Pre-Columbian Flute Systems*, Experimental Musical Instruments, Organology, Vol. III, #2.
- Río, Marcela del
1962. *Instrumentos musicales prehispánicos*. Diorama de la Cultura. Excélsior. México. A.
- Ruiz de Alarcón, Hernando
1892. [Supersticiones y costumbres gentílicas](#). Editado en 1953 por Francisco del Paso y Troncoso en Tratado de idolatrías, supersticiones, dioses, ritos, hechiceros y otras costumbres gentílicas de las razas aborígenes de México. Se encontró una versión electrónica del texto.
- 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.
- Sánchez Santiago, Gonzalo Alejandro
2006. *Los Artefactos sonoros del Oaxaca Prehispánico*. Tesis de Etnomusicología. Escuela Nacional de Música. UNAM. 2006.
- Sánchez Santiago, Gonzalo Alejandro
2010 *Las Culturas musicales en el Istmo de Tehuantepec*. Tesis de Maestría en Antropología Social. CIESAS de Oaxaca.
- 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.
- Spencer, Lewis
1913. *The Myths of Mexico and Peru*. London by George G. Harrap & Co. Documento electrónico eliminado.
- Sweet, Palmer
1982. *Industrial Rock and Mineral Resources in Virginia*. En *Virginia Minerals*, Vol. 28. No. 1.
- University of Washington
2005 (January 7). *Shepherds Whistle While They Work and Brains Process Sounds as Language*. ScienceDaily.
- Velázquez-Cabrera, Roberto.

1982. *Instituto Mexicano de Comunicaciones. Propuesta para su creación y funcionamiento.*
- Velázquez-Cabrera, Roberto.
1986. *La regulación de las comunicaciones en México y en los EUA. IMC.*
- Velázquez-Cabrera, Roberto.
- 1996, 1. *Esquema para Guiar la Evaluación y Diseño de Políticas y Regulaciones en Comunicaciones.* México Agosto. Propuesta para la SCT.
- Velázquez-Cabrera-Roberto.
- 1996, 2. *Regulación de las Redes de Datos en México: Analizada como un Sistema de Producción Sectorial.* IMC. Ponencia para el Simposio Internacional de Computación, realizado el 21, 22 y 23 de octubre de 1996 en la Ciudad de México.
- Velázquez-Cabrera, Roberto.
- 1997, 1. *La Regulación de las Comunicaciones en México. Analizada como un Sistema de Producción Sectorial.* IMC.
- Velázquez-Cabrera, Roberto.
- 1997, 2. *Propuesta para la Integración de un Programa de Desarrollo del IMC o de Un Plan de Investigación en Comunicaciones.* IMC. México.
- Velázquez-Cabrera, Roberto.
- 1997, 3. *Las Aplicaciones Intersectoriales de la Telemática: El Caso del Comercio de Mercaderías,* IMC.