

**Propuesta de caracterización y origen de instrumentos sonoros
excavados en las Estructuras II y III de Calakmul, Campeche**
**Proposal of Characterization and Origin of Sound Instruments
Excavated in Structures II and III of Calakmul, Campeche**

FRANCISCA ZALAQUETT

Centro de Estudios Mayas, Instituto de Investigaciones Filológicas,
Universidad Nacional Autónoma de México, México

MARÍA DEL ROSARIO DOMÍNGUEZ CARRASCO

Centro de Investigaciones Históricas y Sociales,
Universidad Autónoma de Campeche, México

DULCE SUGEY ESPINO ORTIZ

Programa de Maestría en Ciencias de la Complejidad,
Universidad Autónoma de la Ciudad de México, México

PILAR REGUEIRO SUÁREZ

Posgrado en Estudios Mesoamericanos,
Universidad Nacional Autónoma de México, México

YOLANDA ESPINOSA MORALES

Centro de Investigaciones en Corrosión,
Universidad Autónoma de Campeche, México

Resumen: Se presenta un estudio interdisciplinario de los instrumentos sonoros excavados en las Estructuras II y III de Calakmul, Campeche, los cuales están compuestos por aerófonos (instrumentos de viento) completos y fragmentados. A estos instrumentos se les efectuaron análisis acústicos y organológicos, así como físico-químicos a sus pastas, con la finalidad de poder plantear su posible procedencia y algunas inferencias sobre su contexto de uso. Es un trabajo con nuevas metodologías de análisis en instrumentos sonoros prehispánicos (acústicas, arqueológicas y de análisis físico-químicos).

Palabras clave: Mayas, instrumentos musicales, figurillas, arqueoacústica, Calakmul.

Abstract: In this paper we present an interdisciplinary study of the sound instruments excavated in Structures II and III in Calakmul, Campeche, which are composed of complete and fragmented aerophones (wind instruments). We applied to

these instruments acoustic, organologic and chemical analysis, in order to evaluate their possible provenience and postulate some interpretations about their context of use. It is a work with new methodologies of analysis in prehispanic sound instruments (acoustical, archaeological and physico-chemical analysis).

Keywords: Maya, musical instruments, figurines, archaeoacoustics, Calakmul.

RECEPCIÓN: 26 de noviembre de 2018.

ACEPTACIÓN: 10 de febrero de 2019.

DOI: 10.19130/iifl.ecm.2019.54.983

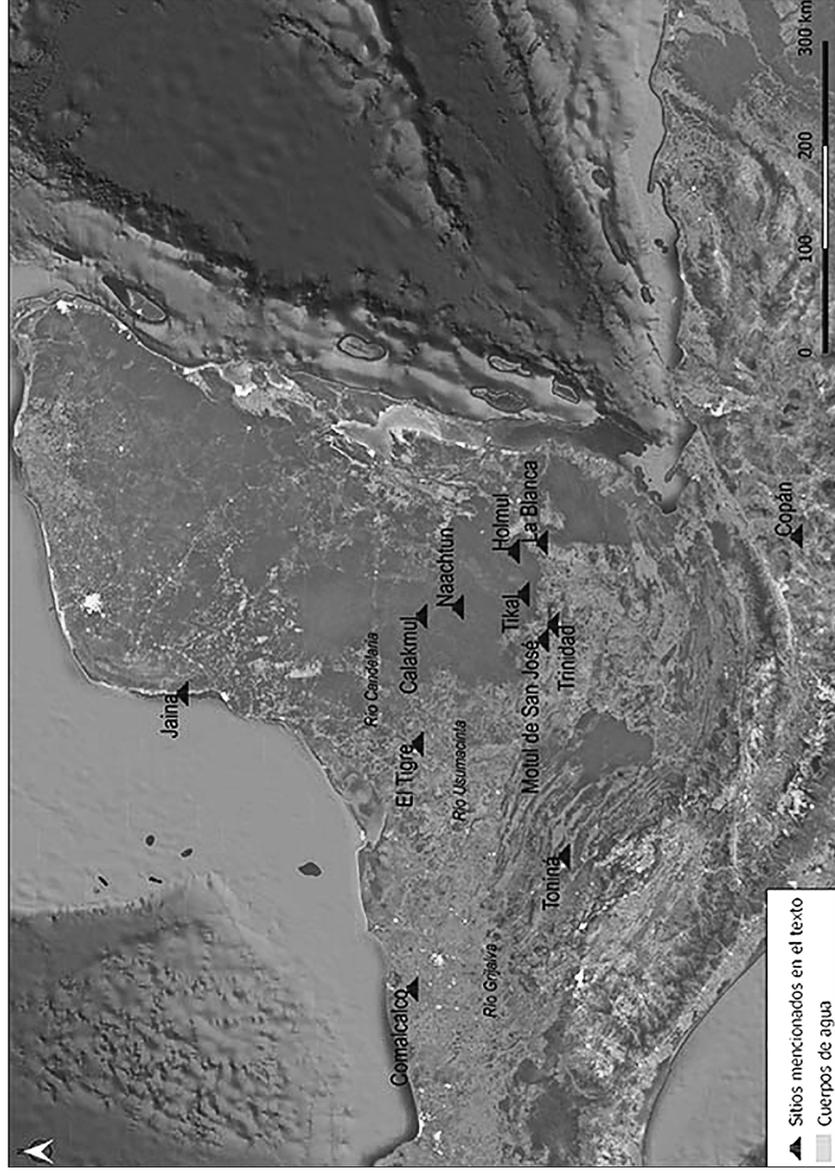
Introducción

El sitio de Calakmul constituyó uno de los asentamientos prehispánicos mayas más imponentes y complejos, tanto arquitectónica como social y políticamente. Fue sede de la dinastía Kaanu'ul, ubicada en la altiplanicie kárstica ondulada de Calakmul al sur de Campeche, México, y cubrió un área de más de 30 km² (Domínguez *et al.*, 2012: 867). Esta gran ciudad presenta una larga historia de ocupación que va desde el Preclásico Medio (551 a.C.) hasta el Clásico Tardío (909 d.C.) (Domínguez, 1994: 301; Martin y Grube, 2008: 101; Carrasco, 2014: 75); sin embargo, fue hacia los siglos VI y VII d.C. que alcanzó su máximo esplendor, pues desplegó una considerable red política mediante el establecimiento de alianzas con otros sitios, como Caracol, Uxul, La Corona, El Perú, Cancuén, Dos Pilas y Naranjo, con el fin de mantener la supremacía frente a su rival Tikal (Martin y Grube, 2008: 101) (Mapa 1).

Gracias a las investigaciones arqueológicas, se ha podido determinar que la actividad constructiva de Calakmul es bastante temprana (Preclásico Medio) y se apega al estilo arquitectónico conocido como Petén1 (Folan *et al.*, 1995: 310; Folan, Gunn y Domínguez, 1999: 241). La Estructura II, ubicada en la Plaza Central, es una de las construcciones más emblemáticas del sitio, por ser una de las más antiguas (405-390 a.C.) y de mayor tamaño (con 120 m por lado en su base y 48 m de altura) (Folan *et al.*, 2017: 125; Rodríguez, 2014: 118). Presenta siete fases arquitectónicas e innumerables cuartos, en los cuales han sido detectadas y analizadas varias áreas de actividad de la élite. Asimismo, en su interior, fue hallada la tumba del gobernante Yuknoom Yich'aak K'ak', y en su base la Estela 114 que data del 435 d.C. (Pincemin *et al.*, 1998: 312; Carrasco, 2003: 101; Martin y Grube, 2008: 103; Rodríguez, 2014: 118).

Al este de la Estructura II, se encuentra la Estructura III, que es una edificación de características palaciegas, con dos etapas constructivas que datan del Preclásico Tardío y del Clásico Temprano respectivamente. Ésta presenta 12 cuar-

¹ El estilo arquitectónico Petén se caracteriza principalmente por emplear una franja remetida en la parte inferior del talud, esquinas remetidas, invertidas o redondeadas en los edificios y cresterías macizas, que a su vez requirieron de muros más gruesos para soportar el peso.



Mapa 1. Ubicación de los sitios donde se han recuperado algunas figurillas sonoras mencionadas en el texto. Elaborado por Chrystian Reyes Castillo.

tos abovedados, los cuales tuvieron un uso principalmente habitacional, donde pudieron llevarse a cabo actividades de la élite que no detentaron un carácter público (Álvarez y Armijo, 1989-1990: 46; Zimmermann, 2014: 52-53).

En ambas estructuras, tanto en los cuartos como en las escalinatas centrales, se excavaron una gran cantidad de figurillas sonoras, las cuales en su mayoría se encontraron fragmentadas, aunque en algunos casos estaban completas, por lo que se pudieron interpretar y analizar en detalle sus características organológicas, acústicas y de manufactura. Estas figuras eran de pequeño formato, por lo cual eran fáciles de trasladar, y suponemos participaron en varias acciones rituales en el centro cívico-ceremonial de Calakmul.

Un aspecto a destacar es que en dichas estructuras se hayan obtenido solamente aerófonos durante las excavaciones mencionadas, muchos de ellos fracturados, en específico silbatos, silbatos dobles, ocarinas y flautas,² y no sonajas, cascabeles de concha, trompetas de concha o tambores, los cuales se han ubicado en otras estructuras del mismo sitio; lo anterior podría denotar una acción específica relacionada con ciertos sonidos enfocados en los instrumentos de viento. En este caso, planteamos que varios rituales contemplaban la conversión de objetos inanimados en seres vivientes, los cuales pudieron ser activados mediante el canto (Marcus, 2018: 12).

Consideramos que la deposición final de los instrumentos podría proporcionar una noción temporal de la animación de las figurillas intactas. Por el contrario, si estas figurillas se han encontrado rotas y en un basurero, su vida ritual pudo haber acabado y la esencia animada se pudo liberar durante el quiebre (Marcus, 2018: 14). Asimismo, creemos que algunos elementos, como los objetos que se utilizaban para el despliegue ceremonial, fueron escogidos a propósito para señalar relaciones sociales y de pertenencia a un grupo (Earle, 1990: 73). Aunque el significado de los símbolos puede ser culturalmente específico, pero desconocido arqueológicamente, el contexto de su utilización en formas materiales específicas y en algunas situaciones sociales y políticas puede dar indicios de patrones culturales que ayuden a plantear una interpretación sobre su utilización. Por esta razón, comenzaremos con una pequeña descripción del tipo de instrumentos recuperados y de sus contextos específicos.

Aerófonos en las Estructuras II y III

Los aerófonos son los instrumentos en los que el aire es la fuente generadora de sonidos (Von Hornbostel y Sachs, 1961: 24). Para el caso de las Estructuras II y III de Calakmul, contamos con silbatos, silbatos dobles, silbatos de muelle, ocarinas, ocarinas en forma de V y flautas de un tubo (en total fueron 142 instru-

² Los aerófonos (donde el generador del sonido es el aire oscilante) comprenden los silbatos, ocarinas (o flautas globulares simples y múltiples), trompetas o cornos de caracoles marinos con el vértice cortado a manera de boquilla, flautas de tubo recto singulares, dobles o triples, y trompetas.

mentos analizados, ya que la muestra total de figurillas era de 521, incluyendo los instrumentos). Solamente pudimos efectuar un estudio arqueoacústico, con grabaciones en algunos casos, ya que muchos se encontraban fragmentados; además se utilizaron las técnicas de Fluorescencia de Rayos X (FRX) y Espectroscopía de Transmisión de Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR) (Domínguez *et al.*, 2017) (Figura 1).

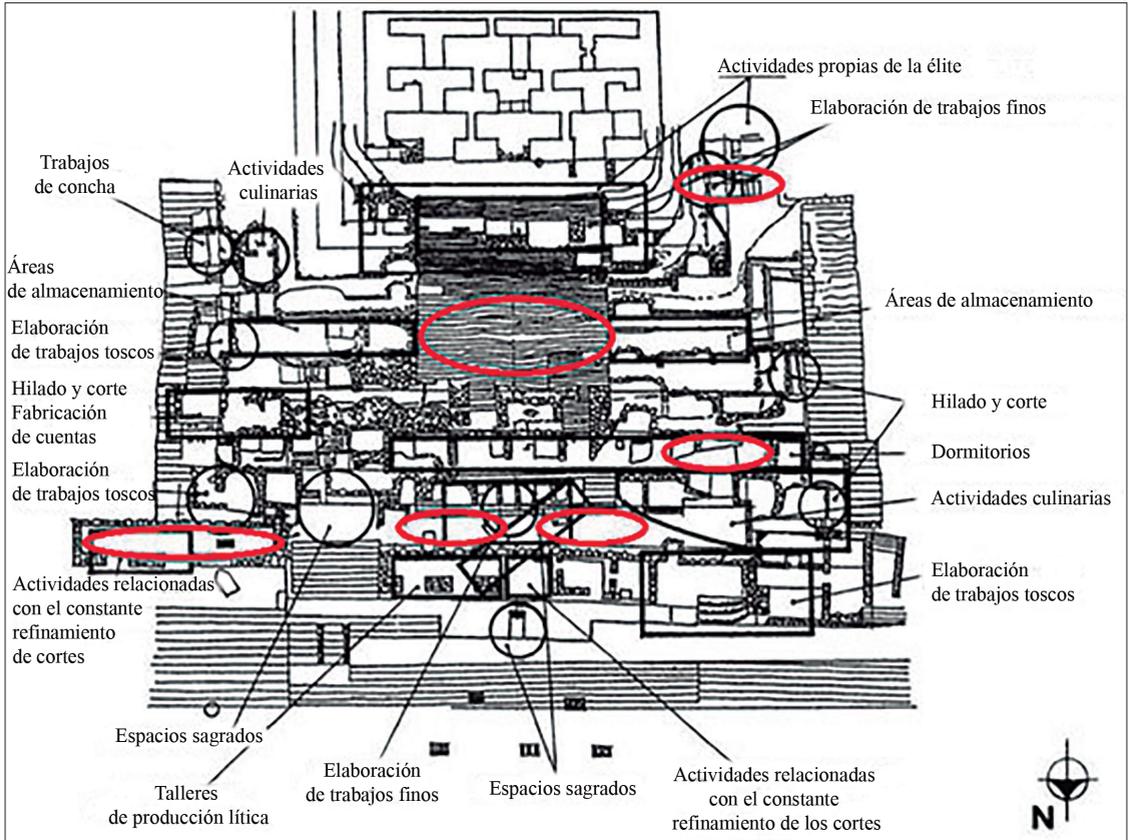


Figura 1. Cuartos y escalinatas de la Estructura II de Calmul donde se ubicaron la mayor cantidad de instrumentos sonoros, los cuales coinciden con las áreas dedicadas a la elaboración de trabajos finos y donde se efectuaban actividades propias de la élite (modificado de Domínguez, Gunn y Folan, 1998: 726).

Silbatos

Los silbatos son instrumentos que no tienen ningún orificio de digitación; su sonido se logra con el aire que se insufla en su interior y, dependiendo del

ejecutante, éste puede emitir algunos efectos y cambios en la altura del sonido (tonos). Estos silbatos pueden tener una embocadura directa (denominada también de sople directo), la cual se insufla sin la necesidad de pasar el aire por un aeroducto o canal, como cuando se interpreta una flauta transversa. Otros silbatos llevan una embocadura indirecta o de sople indirecto, lo que implica que el aire debe pasar por un aeroducto o canal, como es el caso de las flautas dulces (Figura 2).

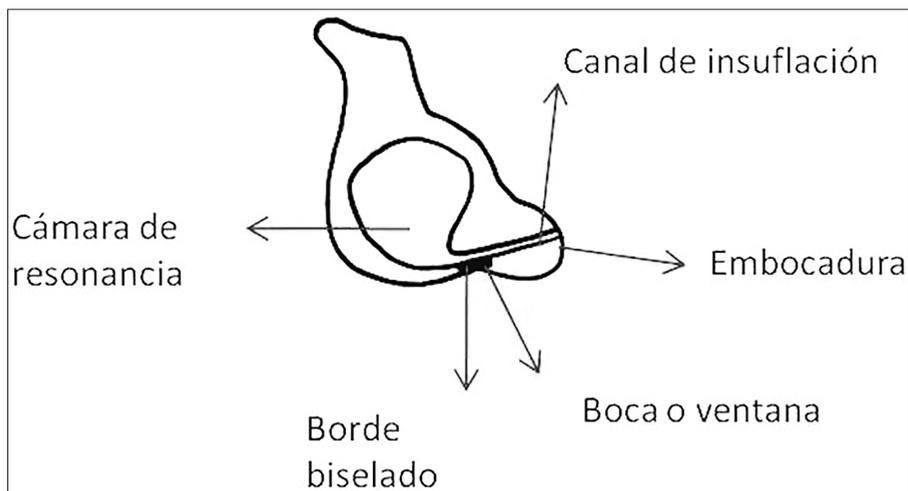


Figura 2. Se describen las secciones de los silbatos, las cuales serán citadas constantemente en el texto. Dibujo de Hugo Brizuela.

Para efectuar el estudio acústico de estos aerófonos, se requirió hacer mediciones y descripciones detalladas de su organología, para posteriormente analizar las grabaciones y obtener sus frecuencias fundamentales, armónicos e intensidad, así como la forma del espectro (intensidad y frecuencia) y la forma de la onda (distribución en el tiempo), con el fin de determinar el timbre del instrumento. Es importante detallar que estos silbatos fueron elaborados de cerámica, por lo que podremos plantear propuestas que indiquen patrones de manufactura y cualidades sonoras deseadas por quienes los elaboraron e interpretaron (Zalaquett, Espino y Vázquez, 2018: 184).

Todos los instrumentos completos se interpretaron en una cabina sonoamortiguada móvil,³ la cual asegura un medio controlado para efectuar grabaciones y compararlas (Zalaquett y Espino, 2018: 9; Zalaquett, Espino y Vázquez, 2018: 184) (Figura 3).

³ Es una cabina utilizada para grabaciones sonoras que disminuye ruidos exteriores y reflexiones dentro del mismo, logrando una grabación de mejor calidad. Está elaborada en secciones que facilitan su armado y traslado, tiene en su interior materiales con cierto coeficiente de absorción acústica.



Figura 3. Cámara sonoamortiguada móvil.
Fotografía de Francisca Zalaquett.

Se obtuvo una grabación para cada instrumento, con la siguiente nomenclatura de insuflaciones: soplido suave, medio y fuerte, trémolos (realizados por el intérprete con su boca) y una ejecución libre. Posteriormente, las grabaciones fueron editadas para su análisis acústico.

Como se sabe desde hace algunas décadas, el funcionamiento acústico de un silbato es similar al de un resonador de Helmholtz⁴ (Figura 4); sin embargo, estos silbatos tienen características acústicas mucho más complejas, porque sus cavidades de resonancia son irregulares (Zalaquett, Espino y Vázquez, 2018: 185).

⁴ Los resonadores de Helmholtz se basan en el artefacto acústico conocido como cavidad de Helmholtz; consisten en una cavidad con un orificio en el extremo de un cuello (como una botella) en cuyo interior el aire se comporta como una masa resonante que emite ciertas frecuencias de resonancia. En el caso de los silbatos se tiene el mismo principio, pero sus sonidos son más complejos, ya que algunos tienen forma irregular y cuentan con uno o más orificios de digitación que se pueden cerrar y abrir para controlar el sonido producido (tonos); dichos sonidos generan series armónicas que se determinan a partir de múltiplos enteros de la fundamental ($f_n \approx n f_n$; $n=1,2,3\dots$). Una serie armónica es una sucesión de sonidos cuyas frecuencias son múltiplos enteros positivos de la nota base, llamada fundamental; es pura cuando los múltiplos son exactos y se comportan como funciones $\text{sen}(2\pi n x)$ y $\text{cos}(2\pi n x)$ con $n \in \mathbb{Z}$ (Zalaquett, Espino y Vázquez, 2018: 184).

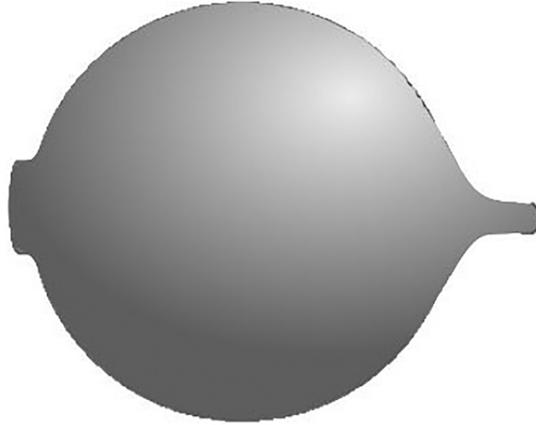


Figura 4. Resonador de Helmholtz.
Dibujo realizado por Dulce Espino.

Por esta razón, mediante un análisis de Fourier,⁵ utilizando el algoritmo de la FFT (Fourier Fast Transform)⁶ adaptada a una programación en Matlab,⁷ se implementó un análisis tiempo-frecuencia,⁸ que permite obtener y caracterizar el contenido armónico de las grabaciones sin utilizar una terminología occidental de tonos. Una vez analizadas las muestras de audio, se obtuvieron las frecuencias de resonancia, lo que permitió obtener el rango de tesitura, el espectro y la forma de la onda (Zalaquett y Espino, 2018: 9; Zalaquett, Espino y Vázquez, 2018: 185). Con todos estos datos, se efectuaron análisis relacionales entre frecuencias fundamentales y su ubicación e intensidad marcada en el espectro. En la siguiente sección se visualizan y explican los ejemplos para cada instrumento.

Comenzamos el análisis con los silbatos sencillos de la Estructura II de Calakmul, donde fueron encontrados 32 en distintos cuartos y niveles, en presencia de uno a cuatro silbatos como máximo, mismos que conforman casi un tercio de la muestra. Tanto en la Estructura II como en la III, los silbatos fueron elaborados con una técnica muy similar, ya que todos llevan una embocadura indirecta de

⁵ Es el estudio de la representación de funciones o señales como superposición de ondas “básicas” o armónicas (Zalaquett y Espino, 2018: 9; Zalaquett, Espino y Vázquez, 2018: 184).

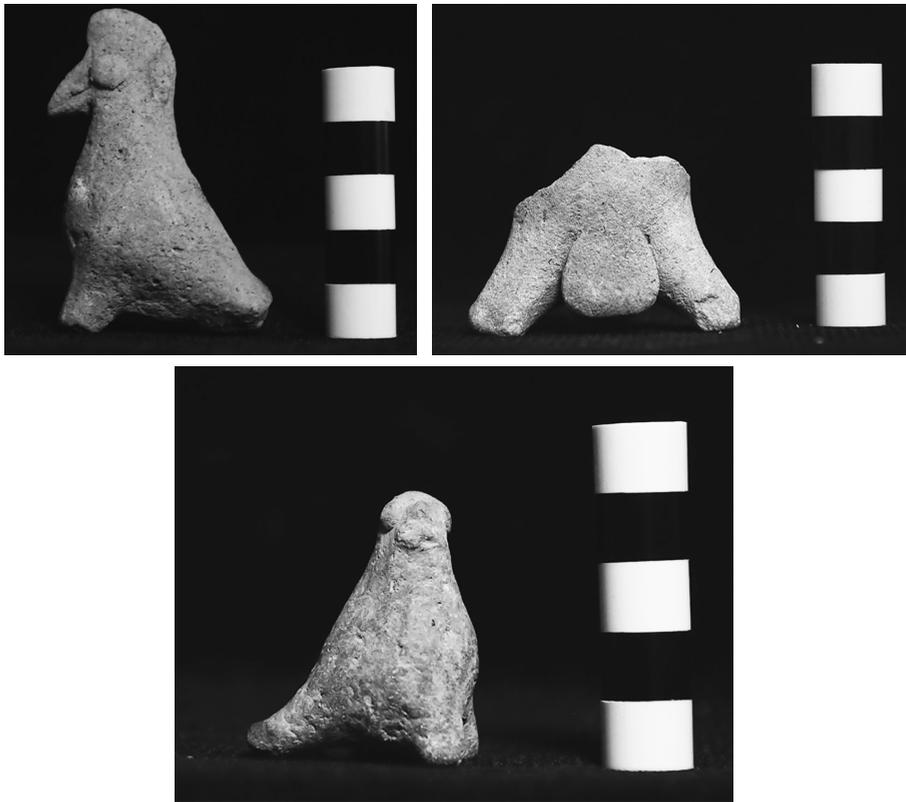
⁶ Es un algoritmo que permite calcular la transformada de Fourier discreta (DFT) y su inversa. Es de gran importancia debido a que tiene una amplia variedad de aplicaciones, como el procesamiento digital de señales (Zalaquett y Espino, 2018: 9; Zalaquett, Espino y Vázquez, 2018: 184).

⁷ Es un software desarrollado para programar vectorialmente, contiene algoritmos y paquetes para diferentes áreas tecnológico-científicas (Zalaquett y Espino, 2018: 9; Zalaquett, Espino y Vázquez, 2018: 184).

⁸ Es un conjunto de técnicas para la caracterización y manipulación de señales donde las frecuencias se pueden observar en el dominio del tiempo y a su vez en el dominio de la frecuencia, es decir, las frecuencias son constantes en el tiempo.

pico ubicada en la parte posterior o posterior inferior de la figura (que en este caso son representaciones antropomorfas y zoomorfas). Estos tipos de silbatos son los más extendidos y numerosos en el área maya, y comprenden un lapso de uso desde el Preclásico Tardío hasta el Posclásico Tardío. En específico, los de Calakmul están elaborados con pasta anaranjada y en pocos casos con pasta gris. Sus canales de insuflación guardan proporciones bastante similares (van de 17 a 21 mm de largo), y sus bocas de salida del aire son preferentemente de patrón circular, lo que demarca una estandarización en su manufactura (Figuras 5, 6 y 7).

Dentro de esta muestra de silbatos más comunes pudimos grabar el silbato Clk EII N6 1543, que representa un ave y proviene de la Estructura II, nivel 6, pero sin especificación de su ubicación en un cuarto (Figuras 8 y 9). Por sus características organológicas (tipo de canal y de embocadura) planteamos que se pudo elaborar localmente o en regiones cercanas que comparten esta tipología,



Figuras 5, 6 y 7. Silbatos con embocadura indirecta de pico o de sople indirecto:
 6) Silbato Clk 3D6, 7) Silbato Clk E.II Esc. Princ. N.8 C59 1454 y 8) Silbato Clk EII N6 1543.
 Fotografías de Andrés A. Medina.

pues los resultados de caracterización química destacaron la presencia de la dolomita, que pudiera asociarse con figurillas excavadas en el sitio de La Blanca, en Guatemala, lo que indicaría posiblemente su procedencia de la región noreste del Petén de Guatemala.



Figuras 8 y 9. Clk EII N6 1543. Silbato donde se puede apreciar el canal de insuflación y la boca de salida del aire. Fotografías de Andrés A. Medina.

Escogimos algunas gráficas donde se muestra el comportamiento acústico de dicho silbato. El tipo de descripción armónica detallada de cada muestra nos permite caracterizar cada instrumento para, posteriormente, con una muestra más numerosa de éstos, poder efectuar un análisis estadístico que se relacionará además con los contextos arqueológicos y organológicos a nivel regional. Con esta clasificación espectral, que incluye el número de armónicos, su intensidad y la posición de la frecuencia fundamental, se podrían establecer tipologías y preferencias sonoras según los contextos, así como diferencias diacrónicas y de grupos culturales. La Figura 10 muestra la forma de la onda (envolvente), espectrograma y espectro del sonido medio emitido por este silbato. Y la Tabla 1 presenta en forma resumida el comportamiento de la frecuencia fundamental y sus frecuencias armónicas, las cuales se discuten en los siguientes párrafos.

Como se observa en las gráficas y en la tabla, los armónicos se presentan bien definidos por su nivel de intensidad, podemos apreciar armónicos tonales y tonal-disonantes.⁹ Las intensidades de éstos decrecen y se vuelven más diso-

⁹ Hemos dado la siguiente nomenclatura de clasificación para los armónicos: “cuando establecemos que un armónico es tonal se debe a que el armónico se encuentra bien definido en el espectro, cuando es un armónico disonante se observa un *cluster* de líneas conformando al armónico, como una banda gruesa de pequeñas líneas. Por último, cuando el armónico es tonal-disonante se observa un conjunto de líneas más estilizadas que en el caso anterior. Generalmente los estudios sobre los

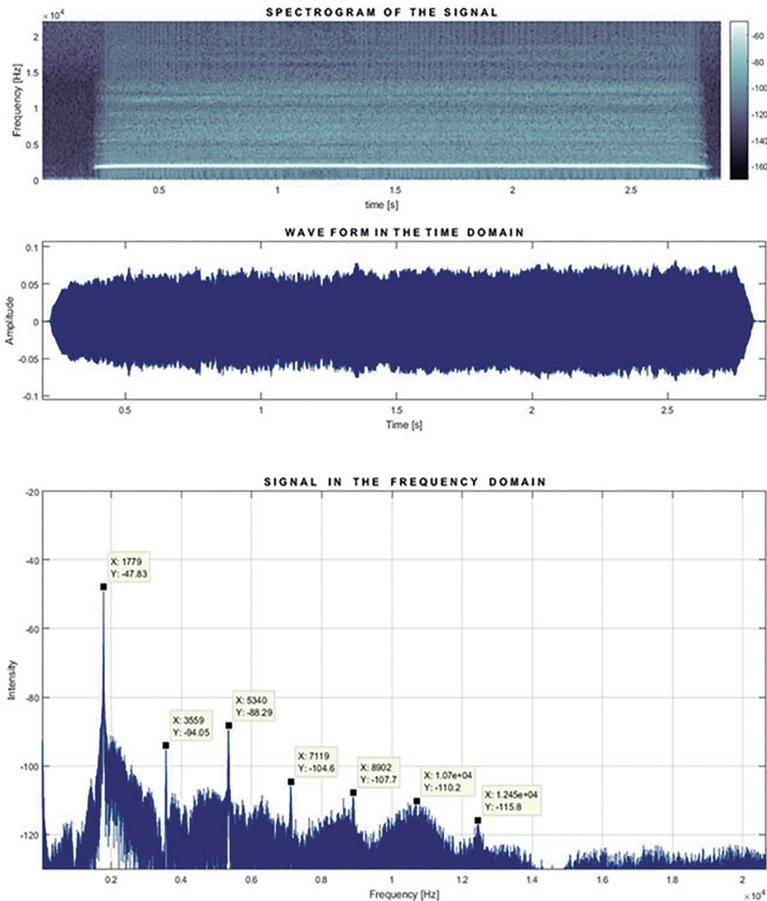


Figura 10. Se muestra el espectrograma, la envolvente en el tiempo y el espectro del silbato CLK EII N6 1543, soplido medio. Elaborado por Dulce Espino.

nantes conforme la frecuencia aumenta, aparentemente hay un predominio de armónicos impares, pues f_1 y f_3 son más intensos que f_2 y f_4 . Observamos la frecuencia fundamental ubicada en el primer armónico $f_1=1778.70$ [Hz], la cual genera una serie armónica de múltiplos enteros de ella misma, como se muestra en la Tabla 1, donde sólo hay un armónico disonante que no pertenece a dicha serie (f_7) y que es generado por las contribuciones de los primeros armónicos y por la

instrumentos musicales se refieren a armónicos tonales y disonantes, pero como en este caso los instrumentos marcaban un comportamiento medio preferimos incluir esta última categoría de clasificación” (Zalaquett y Espino, 2018: 10).

organología del instrumento. También podemos ver cómo se desarrolla el sonido a través del tiempo por medio de la envolvente y el espectrograma.

Armónicos	Frecuencia Hz	Intensidad dB	Observaciones
f_1	1778.70	-47.83	f_1
f_2	3559.34	-94.05	$2 * f_1$
f_3	5339.97	-88.29	$3 * f_1$
f_5	7118.68	-104.59	$4 * f_1$
f_6	8902.01	-107.74	$5 * f_1$
f_7	10701.55	-110.23	$6 * f_1$
f_8	12451.71	-115.84	$7 * f_1$

Tabla 1. Frecuencias obtenidas en el espectro y su ubicación.
Elaborada por Dulce Espino.

Analizadas varias muestras de este silbato, concluimos que acústicamente el instrumento se tiene que tocar con un soplido medio o suave, ya que los armónicos se presentan más nítidos, lo que significa que podemos encontrar más armónicos tonales y tonal-disonantes. En los soplos fuertes se genera solamente la fundamental tonal y los armónicos se pierden, es decir, el silbato rompe el sonido con este tipo de insuflaciones. Aunque tales silbatos se podrían tipificar como instrumentos más rústicos en cuanto a su manufactura, muchos tienen cualidades acústicas que les permiten emitir timbres de sonidos de aves específicas, y se ubican tanto en contextos domésticos y monumentales de la élite, como en grupos domésticos menores.

En cuanto a los contextos arqueológicos, los silbatos se ubicaron en mayor cantidad en la escalinata principal que conecta las plataformas superiores, la cual estaba relacionada con actividades públicas, así como en el Cuarto 60, ubicado en la plataforma inferior, que era utilizado como un espacio sagrado y como taller de producción lítica. Dichas áreas de actividad fueron definidas a partir de la gran cantidad de deshecho de talla que se registró en este cuarto, que incluyó desde núcleos desgastados hasta preformas, lascas secundarias y terciarias y objetos terminados (Domínguez, Gunn y Folan, 1997: 670). En la Tabla 2 se detalla la cantidad de silbatos ubicados en cada nivel y cuarto de la Estructura II.

Los silbatos y ocarinas con figuras de aves son de los más numerosos en el área maya; se han excavado, sólo por nombrar algunos sitios, en Altar de Sacrificios, Motul de San José, Chäkokot, Pook's Hill, Barton Ramie, El Tigre, Palenque, Jaina, Comalcalco, etc. Además, es clave considerar que en las distintas lenguas mayas existe una gran cantidad de términos relacionados con los sonidos y los

	Nivel 2	N. 3	N.5	N. 6	N. 7	N. 8	9
Cuarto 9 (Actividades culinarias)	2						
		1		2			
Cuarto 31 (Sin registro de actividad)			1				
Cuarto 44 (Elaboración de trabajos toscos)					1		
Cuarto 48 (Elaboración de trabajos finos)					2		
Cuarto 51 (Espacio sagrado)					2		
Escalinata principal (Actividades públicas)					1	1	3
Cuarto 59 (Actividades relacionadas con el refinamiento de cortes)						2	
Cuarto 60 (Espacio sagrado y taller de producción lítica)						3	
Estela 114							1

Tabla 2. Cantidad de silbatos ubicados en la Estructura II. Elaborada por Pilar Regueiro.

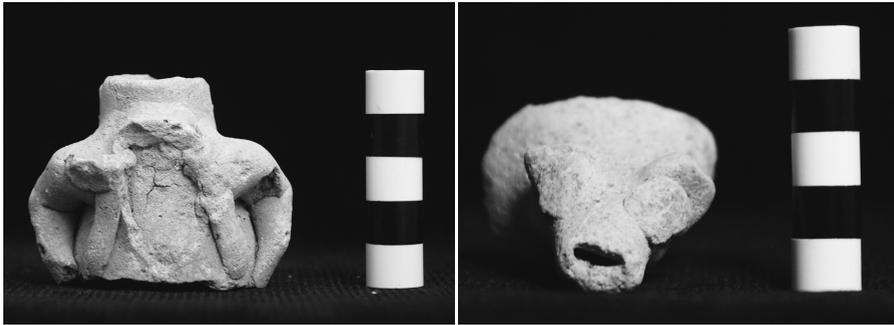
cantos de las aves.¹⁰ En muchas ocasiones, estos silbatos emiten sonidos muy similares a los biológicos de ciertas aves, y en otras ocasiones no. Tales sonidos son considerados en algunas comunidades mayas yucatecas actuales como comunicadores de mensajes de las entidades sobrenaturales y de eventos climatológicos, como por ejemplo las lluvias o vientos que se pueden aproximar, así como de eventos, tanto benéficos o no, que pueden afectar a las personas, y ser aplacados mediante rituales y ofrendas en ciertos momentos precisos. Lo interesante en específico en Calakmul es que muchas veces estos silbatos de aves se encuentran en las escalinatas de las estructuras principales, ya sea algunos completos y otros fracturados. Claramente guardaron relación con acciones rituales públicas en dichos espacios, ya que además son sumamente agudos y estridentes, lo que permitía transmitir sensaciones y mensajes a una gran parte de la población.

En cuanto a los silbatos con otro tipo de iconografía, pudimos detectar en específico el Clk E2A 1526 y el Clk EIII (Figuras 11 y 12), que tienen características

¹⁰ Este aspecto será profundizado en otra publicación en proceso.

que permiten suponer una manufactura externa, comenzando por su material de pasta, iconografía y tipo organológico, ya que llevan su canal de insuflación en la sección superior de la figura y, en el segundo caso, algunos agregados de pastillaje sobre el canal.

Los datos obtenidos a través del análisis químico de estos silbatos nos confirman, de igual manera, que no fueron manufacturados en la región de Calakmul, ya que su composición química es diferente a la del patrón establecido para los grupos manufacturados localmente. Debido a que se encuentran fragmentados, no pudimos analizarlos acústicamente.



Figuras 11 y 12. Silbato Clk E2A 1526 / Silbato Clk EIII.
Fotografías de Andrés A. Medina.

Silbatos dobles

Estos silbatos tienen dos cavidades de resonancia separadas, por lo que pueden producir bicordios y en algunos casos batimientos. En las Estructuras II y III se excavaron un total de nueve, en los que predominan las representaciones de aves bicéfalas y de posibles ranas. Este tipo de silbatos requiere de una mayor especialización en su manufactura, y se han excavado también en Yaxchilán, Naachtún y El Tigre (aunque en este último caso coinciden con la iconografía, pero no en la técnica de manufactura). Todos llevan una embocadura indirecta de pico posterior, pero con mayores rangos de longitud, y los tipos de boca de salida del aire son más circulares (Figuras 13, 14 y 15).

Debido a que se encuentran fragmentados, sólo pudimos caracterizar acústicamente el silbato-ocarina doble Clk 3A5 B277; un lado es silbato, ya que no tiene orificio de digitación, pero el otro es ocarina, pues lleva un orificio, lo que permite una mayor variedad tonal (Figuras 16, 17 y 18).

En la Tabla 3 se presenta en forma resumida el comportamiento de la frecuencia fundamental y sus frecuencias armónicas, las cuales se discuten en los siguientes párrafos.

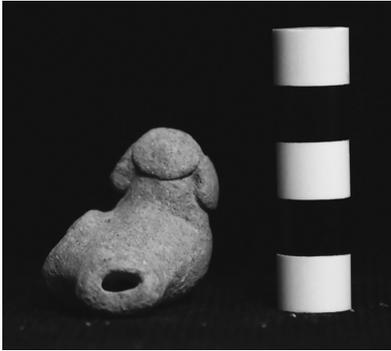


Figura 13, 14 y 15. Silbato doble de ave Clk 3D6 B707 / Silbato doble de ave Clk EII Esc. Princ. N.8 7 /
Silbato doble de rana Clk EII Esc. Princ. 1520.
Fotografías de Andrés A. Medina.



Figuras 16 y 17. Clk 3A5 B277.
Fotografías de Andrés A. Medina.

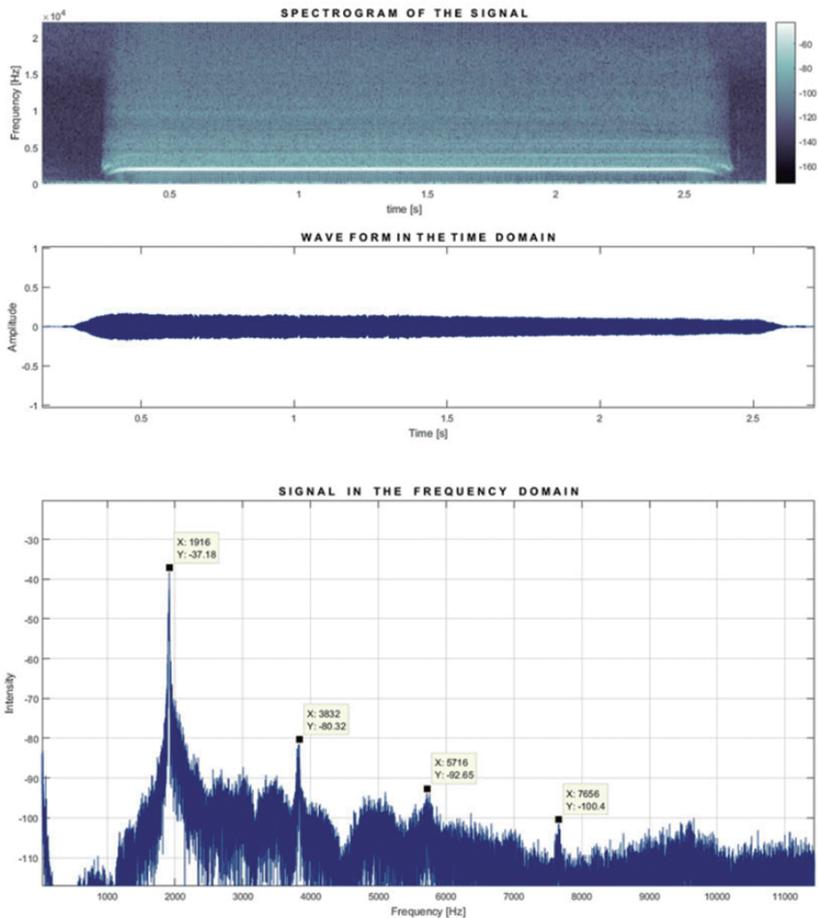


Figura 18. Espectrograma, envolvente en el tiempo y espectro del silbato Clk 3A5 B277, soplado medio tapando agujero. Elaborado por Dulce Espino.

Armónicos	Frecuencia Hz	Intensidad dB	Observaciones
f_1	1916.33	-37.18	f_1
f_2	3832.30	-80.32	$2 * f_1$
f_3	5716.35	-92.65	$3 * f_1$
f_4	7655.73	-100.35	$4 * f_1$

Tabla 3. Muestra las frecuencias obtenidas en el espectro y su ubicación. Elaborado por Dulce Espino.

Como se observa en la tabla, con un soplido medio los armónicos se presentan bien definidos en su nivel de intensidad. Podemos apreciar que esta muestra genera solo dos armónicos tonales (f_1 y f_2), pero bien definidos con tendencia a armónicos tonal-disonantes (f_3 y f_4). Las intensidades de éstos decrecen y se vuelven más tonal-disonantes conforme la frecuencia aumenta. La frecuencia fundamental se ubica en el primer armónico $f_1=1916.33$ [Hz], la cual genera una serie armónica de múltiplos enteros de ella misma, que coincide con lo esperado teóricamente (que la serie armónica se genere conforme con la fundamental). También podemos ver cómo se desarrolla el sonido a través del tiempo por medio de la envolvente y el espectrograma. A nivel auditivo, esta muestra tiene mayor calidad sonora respecto a otras del mismo instrumento, debido a que se logra una mayor nitidez sonora, observable en las gráficas y en la precisión matemática de la serie armónica. En los soplidos suaves los armónicos se pierden. Otro punto que se observó es que cuando se tapan los orificios se unifican los armónicos, por ejemplo, en las primeras muestras de soplidos fuertes sin tapar agujero, en las gráficas obtuvimos la presencia de tres y dos frecuencias fundamentales, y cuando se tapa el agujero estas tres frecuencias fundamentales se traslapan, incluso a nivel auditivo aumentó la calidad sonora, haciendo el sonido más claro y definido. Aunque en los soplidos fuertes notamos en las gráficas la presencia de dos o tres fundamentales, éstas no se perciben a nivel auditivo debido a que este fenómeno solamente se presenta en las fundamentales y no en sus armónicos. En conclusión, a este silbato-ocarina le favorece ser tocado con insuflaciones medias, las cuales tienen mayor calidad en armónicos tonales, si se quiere enriquecer de armónicos disonantes se puede tocar con insuflaciones fuertes, aunque tendrá series alternadas de armónicos tonales, tonal-disonantes y disonantes.

El silbato doble Clk 3A5 B269 sale del patrón organológico e iconográfico, ya que representa un rostro humano y sus medidas son mucho más grandes que los otros (Figura 19). El resultado del análisis químico de este silbato doble lo ubicó en un grupo determinado junto a otros instrumentos de la Estructura II y Estructura III conformados por 16 ocarinas, cinco silbatos y tres silbatos dobles, que se diferencia de otros grupos, lo que nos confirma que no fueron manufacturados en Calakmul. Este tipo de silbato poco común se excavó también en Holmul, aunque solamente queda un fragmento (Figura 20).

El silbato doble de Calakmul coincide en el Cuarto 51 de la Estructura II con dos silbatos sencillos en el nivel 7, así como con un silbato en la escalinata principal en el nivel 8, donde se encuentran contextos relacionados con las actividades públicas, los espacios sagrados y la elaboración de trabajos finos, asociados al trabajo de placas de concha y caracol para el uso de máscaras y mosaicos, manufactura de pequeños pendientes, obtención de delgadas laminillas de conchas marinas (Domínguez y Folan, 1999: 637) y elaboración de pequeñas navajas prismáticas de obsidiana (Domínguez, Gunn y Folan, 1997: 671).



Figura 19. Silbato doble Clk 3A5 B269 procedente de Calakmul.
Fotografía Andrés A. Medina.



Figura 20. Fragmento de silbato doble procedente de Holmul.
Fotografía Alberto Soto.

Silbatos y flautas de muelle de aire

Estos instrumentos están compuestos por dos cámaras, una alimentadora, por donde se insufla, y una receptora o de contraflujo. Cuando se insufla, la masa de aire pasa por el agujero de una cámara a la otra, logrando un choque de moléculas que pone el aire a vibrar, produciéndose un sonido que puede variar desde aterciopelado a tempestuoso (Méndez y Pimentel, 2010: 87). El generador de onda funciona como un muelle de aire, por esta razón se utiliza tal nombre para estos casos.

Los silbatos de muelle son bastante escasos en los sitios mayas. Solamente se registraron cinco en la Estructura II, en los Cuartos 31 y 59 y en la escalinata principal. Estos instrumentos se han ubicado en entierros de personajes de alto rango en Jaina, Motul de San José, Toniná y Comalcalco, entre otros. Los cinco silbatos de muelle llevan características muy similares con su embocadura directa superior, aunque la pasta en unos casos es gris o crema fina (Figuras 21, 22 y 23). Coinciden además con la ubicación de los silbatos sencillos en el Cuarto 31, nivel 5.

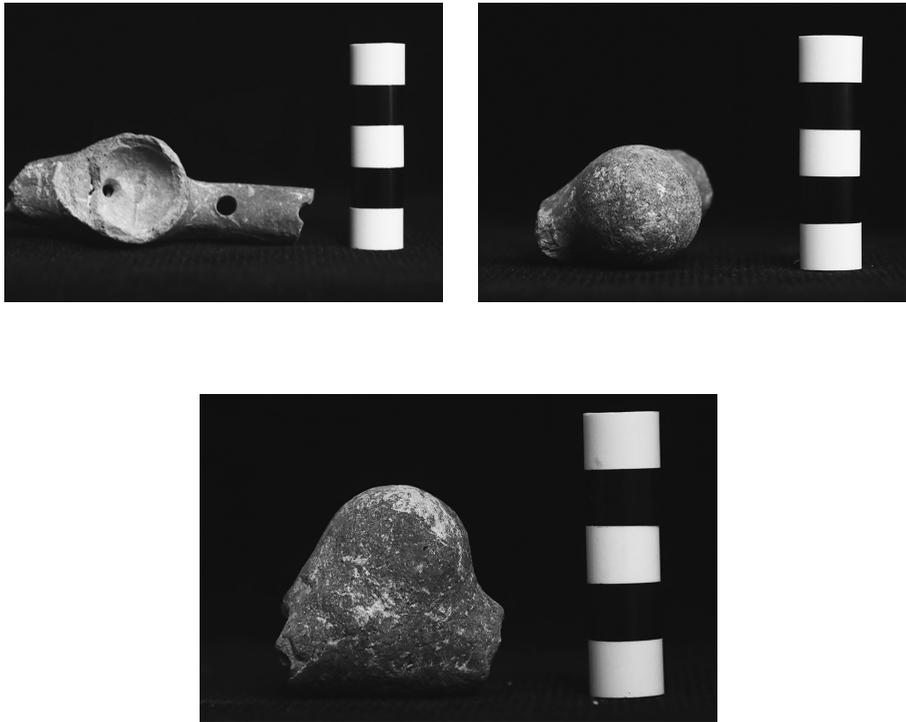


Figura 21, 22 y 23. Silbato de muelle Clk 30-17 B464 / Clk E. II. Esc. Princ.N7 1518 / Clk E.II N.7 C59 1563.
Fotografías de Andrés A. Medina.

Estos silbatos se han clasificado en un grupo específico (en los que se encuentran ocho ocarinas y seis silbatos), que contiene aragonita, calcita, cuarzo y dolomita, indicándonos que fueron manufacturados con materia prima de otros lugares del área maya, en correlación con los demás instrumentos. Para que quede más clara su forma, presentamos un ejemplo completo proveniente de Jaina, junto con su radiografía, donde se observa la cámara de resonancia (Figuras 24 y 25).



Figura 24. Silbato de Jaina, sala maya, Museo Nacional de Antropología.
Fotografía Proyecto de Digitalización de las Colecciones Arqueológicas y Etnográficas, Canon-INAH.

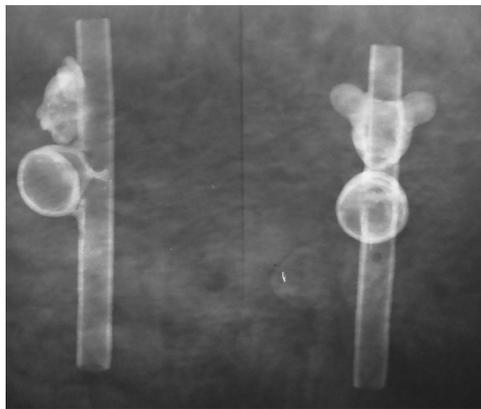


Figura 25. Radiografía tomada por Dra. Josefina Bautista,
Museo Nacional de Antropología.

Ocarinas

Utilizamos el término ocarina para diferenciar un aerófono con una o más perforaciones que permiten modificar la altura de un sonido. Su cavidad de resonancia puede ser globular o en este caso polimorfa. También pueden ser nombradas como flautas vasales. En la Estructura II de Calakmul se registró una gran cantidad de estos instrumentos, en total 61, con representaciones antropomorfas (mujeres y hombres jugadores de pelota) y zoomorfas (aves en su mayoría y un posible jaguar) (Tabla 4). Todos llevan una embocadura indirecta de pico posterior o posterior-inferior, con un agujero frontal o dos laterales. Además, muestran una mayor variedad en los largos del canal de insuflación, así como en la forma de la boca de salida del aire, que en su mayoría son circulares, pero en otros casos son cuadradas.

	Nivel 2	N.3	N.5	N. 6	N.7	N. 8	N. 9
Cuarto 9(Actividades culinarias)	1						
Cuarto 15(Actividades propias de la élite)	2						
Cuarto 28(Sin registro de actividad)			2				
Cuarto 31(Sin registro de actividad)			2				
Cuarto 32(Sin registro de actividad)				1			
Cuarto 33-35(Sin registro de actividad)				1			
Cuarto 40(Dormitorio)				3			
Escalinata princ(Actividades públicas)				1	3	2	3
Cuarto 48(Elaboración de trabajos finos)					3		
Cuarto 52(Espacio sagrado)					1		
Cuarto 64(Elaboración de trabajos toscos)						1	

Tabla 4. Tabla donde se especifica la ubicación y cantidad de ocarinas en la Estructura II. Elaborada por Pilar Regueiro.

En la Estructura III se ubicaron nueve ocarinas, con embocaduras indirectas de pico, y un agujero frontal o dos laterales. Sus canales guardan mucha similitud en cuanto a su extensión, de 11 a 14 mm de largo en promedio, y su boca de salida del aire es circular. La ocarina Clk E.II N.3 B1669 lleva una embocadura indirecta de pico posterior y un canal cónico truncado elipsoide, está manufacturada con técnica mixta, donde la cabeza es elaborada en molde y el cuerpo está modelado (Figuras 26 y 27). Una ocarina muy similar es citada por Halperin (2014: 159) en el sitio de Trinidad, Guatemala. Pudimos caracterizarla acústicamente, lo que se describirá a continuación (Figuras 28 y Tabla 5).



Figuras 26 y 27. Silbato Clk E. II N.3 B1669.
Fotografías de Andrés A. Medina.

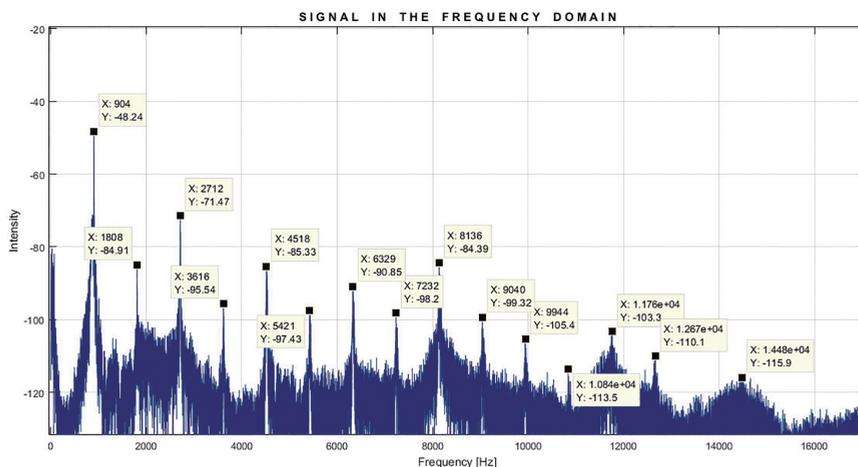


Figura 28. Espectrograma, envolvente en el tiempo y espectro del silbato Clk E.II N.3 B1669, sopli-do suave tapando ambos agujeros. Elaborada por Dulce Espino.

Como se observa en el espectrograma y en la tabla, los armónicos se presentan bien definidos por su nivel de intensidad, podemos apreciar armónicos tonales, tonal-disonantes⁷ y un último armónico disonante. Las intensidades de éstos decrecen y se vuelven más disonantes conforme la frecuencia aumenta, con predominio de armónicos impares, pues f_1, f_3, f_5, \dots son más intensos que f_2, f_4, f_6, \dots . Observamos la frecuencia fundamental ubicada en el primer armónico $f_1 = 904.00[\text{Hz}]$, la cual genera una serie de múltiplos enteros de ella misma, como se muestra en la tabla, donde solo hay un armónico disonante que pertenece a la serie.

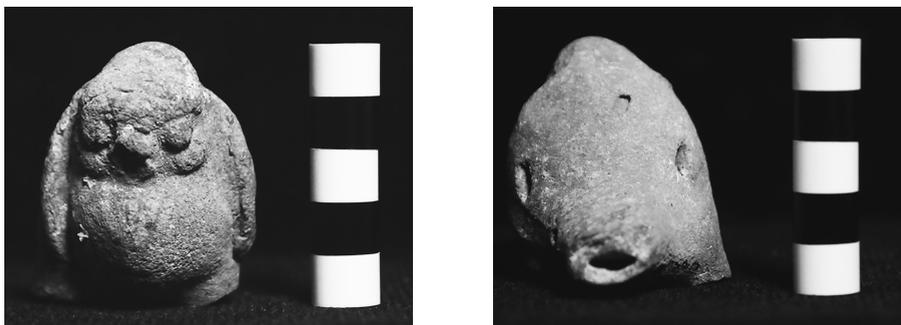
Este instrumento tiene mayor calidad sonora al ser tocado con insuflaciones suaves y medias, ya que los armónicos se presentan más nítidos y estilizados, lo que genera una mayor claridad y definición en el sonido. En los casos en que se emplean sopli-dos medios al tapar los agujeros, se intensifica el volumen y se ge-

Armónicos	Frecuencia Hz	Intensidad dB	Observaciones
f_1	904.00	-48.24	f_1
f_2	1807.99	-84.91	$2 * f_1$
f_3	2711.99	-71.47	$3 * f_1$
f_4	3615.54	-95.54	$4 * f_1$
f_5	4517.78	-85.33	$5 * f_1$
f_6	5421.33	-97.43	$6 * f_1$
f_7	6328.84	-90.85	$7 * f_1$
f_8	7231.96	-98.20	$8 * f_1$
f_9	8135.96	-84.39	$9 * f_1$
f_{10}	9039.95	-99.32	$10 * f_1$
f_{11}	9943.95	-105.36	$11 * f_1$
f_{12}	10838.26	-113.51	$12 * f_1$
f_{13}	11763.81	-103.31	$13 * f_1$
f_{14}	12667.81	-110.10	$14 * f_1$
f_{15}	14478.44	-115.86	$15 * f_1$

Tabla 5. Frecuencias obtenidas en el espectro y su ubicación. Elaborado por Dulce Espino.

neran una variedad de armónicos tonales y tonal-disonantes, es decir, una mayor gama sonora. Por otro lado, en los soplidos fuertes el único armónico tonal se encuentra en la fundamental, ya que los armónicos se pierden y son disonantes, es decir, el silbato rompe la barrera del sonido con este tipo de insuflaciones. Después de analizar todas las muestras, se puede decir que esta ocarina tiene mayor capacidad en armónicos tonales y más definición y calidad sonora cuando se ejecuta con insuflaciones suaves tapando ambos agujeros.

Otras ocarinas, bastante comunes, son las que tienen imágenes de búhos (Figuras 29 y 30, Tabla 6). Laporte (2009: 1026) menciona que en Tikal, durante el Clásico Tardío-Terminal, los silbatos de búhos son muy similares a los de Calakmul en su manufactura; éstos y algunas figurillas fueron encontrados dentro o alrededor de unidades habitacionales que se encuentran en Mundo Perdido, la Zona Norte y los conjuntos residenciales. Se asocian a basureros y a rellenos constructivos. Estas ocarinas tienden a ser un poco más grandes que las otras aves, siendo los ejemplares completos más numerosos durante el Clásico Terminal; no existe presencia de estos materiales en contextos funerarios.



Figuras 29 y 30. Ocarina Clk EII N7 C52 1575.
Fotografías de Andrés A. Medina.

Armónicos	Frecuencia Hz	Intensidad dB	Observaciones
f_1	1187.18	-34.43	f_1
f_2	2373.84	-62.63	$2 * f_1$
f_3	3561.02	-76.13	$3 * f_1$
f_4	4748.71	-83.13	$4 * f_1$
f_5	5935.89	-86.73	$5 * f_1$
f_6	7123.06	-96.28	$6 * f_1$
f_8	9496.90	-94.62	$8 * f_1$
f_9	10681.51	-103.90	$9 * f_1$
f_{10}	11731.80	-101.00	$10 * f_1$
f_{12}	15174.46	-107.44	$12 * f_1$
f_{13}	16954.97	-110.73	$13 * f_1$

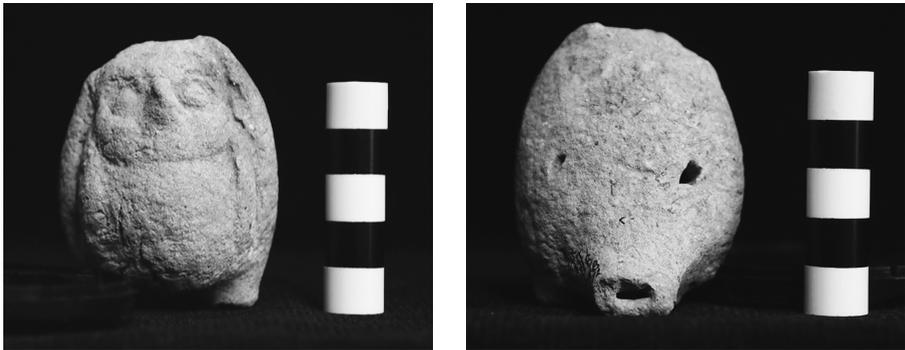
Tabla 6. Muestra las frecuencias obtenidas en el espectro y su ubicación de la ocarina Clk EII N7 C52 1575. Elaborado por Dulce Espino.

En este silbato encontramos los armónicos bien definidos por su nivel de intensidad, podemos apreciar armónicos tonales, tonal-disonantes y disonantes. Las intensidades de éstos decrecen y se vuelven más disonantes conforme la frecuencia aumenta, no hay predominio de armónicos pares e impares; sin embargo, observamos que f_8 es más intenso que f_6 . La frecuencia fundamental se ubica en el primer armónico $f_1 = 1187.18$ [Hz], la cual genera una serie armónica de múltiplos enteros de ella misma, como se muestra en la tabla 6, no están presentes los armónicos f_7 y f_{11} , los cuales posiblemente están traslapados con los otros armónicos.

Este instrumento tiene buena calidad sonora al ser tocado con insuflaciones fuertes y medias ya que los armónicos, como se expuso anteriormente, se pre-

sentan más nítidos y estilizados, lo que genera una mayor claridad y definición en el sonido. Cuando se tapa un agujero tiene mayor definición y capacidad sonora, generando mayor número de armónicos tonales y tonal disonantes que cuando se insufla destapando agujeros o tapando ambos.

Igual sucede con la siguiente ocarina de búho (Clk EII N8 C48 B1571) (Figuras 31 y 32), ya que este instrumento tiene mayor calidad sonora al ser tocado con insuflaciones medias, pues los armónicos se presentan más nítidos y estilizados, lo que genera una mayor claridad y definición en el sonido. En los casos en que se emplean soplidos medios, al tapar los agujeros se intensifica el volumen y se genera mayor número de armónicos, y se aumenta aún más el volumen cuando se tapan ambos agujeros.



Figuras 31 y 32. Ocarina Clk EII N8 C48 B1571.
Fotografías de Andrés A. Medina.

Las ocarinas Clk EII N7 C52 1575 y Clk EII N8 C48 B1571, aunque muestran una iconografía y manufactura muy similar, presentaron diferentes composiciones químicas, donde los elementos traza fueron dolomita (en la primera) y mica (en el caso de la segunda). La dolomita se ha asociado, por similitud química y de manufactura, con ocarinas procedentes del sitio La Blanca, mientras que la mica podría vincularse a sitios más cercanos a Tikal. Con estos resultados, surge la duda de cómo circularon los moldes que formaron las partes de estos instrumentos, ya que no se sabe si los moldes fueron utilizados y pudieron ser de la propiedad de una persona, o fueron usados por múltiples miembros de una unidad habitacional o por múltiples unidades habitacionales. No queda claro tampoco qué tan seguido los moldes eran intercambiados, por lo cual, cuando se cuenta con éstos, sería de gran utilidad efectuar un análisis de sus componentes químicos, ya que el determinar si la pasta de los moldes era local o foránea ayudaría a plantear modelos de circulación de figurillas y su manufactura. También habría que considerar la posibilidad de que un molde fuese utilizado para manufacturar figurillas con diferente pasta (Marcus, 2018: 9). En el caso de los contextos, estas ocarinas

se ubicaron en el Cuarto 48, asociado a la elaboración de trabajos finos, como lo evidencia la presencia de pequeñas navajas prismáticas de obsidiana y lascas terciarias que sugieren fueron producto de actividades relacionadas con el constante refinamiento de cortes (Domínguez, Gunn y Folan, 1997: 671), y en el Cuarto 52, definido como un espacio sagrado. Pudimos determinar que las ocarinas de Calakmul muchas veces son imitadores de los sonidos biológicos de estas aves, pero al poseer mayores rangos y variedades tonales son más complejas en cuanto a que se pudieron utilizar con fines más diversos, como lo apuntan también para el caso de Tikal, siendo ubicadas en contextos habitacionales y ceremoniales, no funerarios, y pudieron estar asociadas a acciones relacionadas en conjunto con otras figurillas, utilizándose en acciones donde se involucraba un grupo de personas, junto con cantos y danzas.

A modo de resumen y comparación entre los rangos de tesitura de los instrumentos que pudimos analizar acústicamente, en las siguientes tablas (Figuras 33 y 34) se sintetizan las características de cada silbato y ocarina analizados:

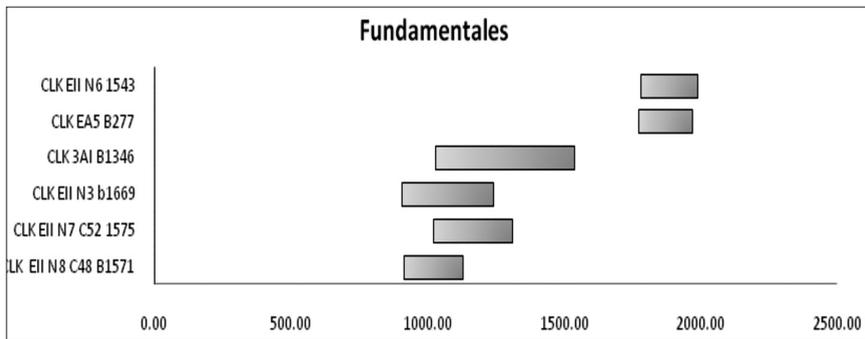


Figura 33. Rango de tesitura de cada instrumento analizado, tanto con o sin agujeros. (Debido al límite de extensión del artículo, no podemos poner cada caso en particular.)
Elaborado por Dulce Espino.

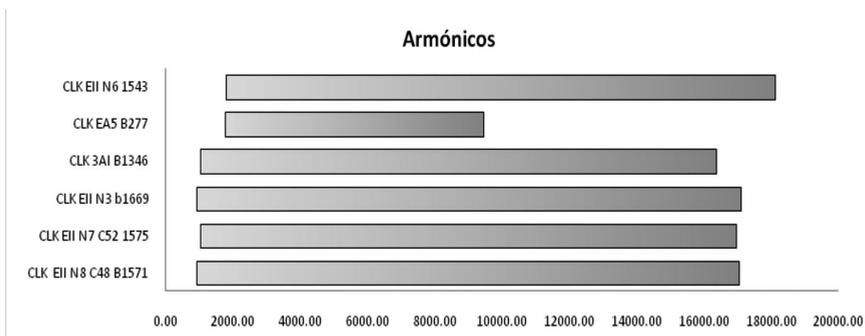


Figura 34. Rango de tesitura, incluyendo los armónicos de cada instrumento.
Elaborado por Dulce Espino.

En la Tabla 7 se resumen los rangos sonoros de cada silbato, así como su comparación con los tonos occidentales para mayor comprensión:

Silbato	Fundamentales					Armónicos			
	min [Hz]	tono	max [Hz]	tono	Oct aprox	min [Hz]	tono	max [Hz]	Oct aprox
CLK EII N6 1543	1778.70	La 6 ^{17.87}	1988.25	Si 6 ^{10.82}	0.16	1778.70	La 6 ^{17.87}	18107.01	3.35
CLK EA5 B277	1771.02	La 6 ^{10.53}	1967.20	La #6 ^{92.49}	0.15	1771.02	La 6 ^{10.53}	9442.34	2.41
CLK EII N3 b1669	904.00	La 5 ^{45.86}	1240.50	Re 6 ^{94.26}	0.45	904.00	La 5 ^{45.86}	17091.79	4.24
CLK 3AI B1346	1026.94	Si 5 ^{66.69}	1538.75	Fa #6 ^{66.78}	0.58	1026.94	Si 5 ^{66.69}	16355.20	3.99
CLK EII N7 C52 1575	1022.29	Si 5 ^{58.78}	1311.68	Re #6 ^{97.35}	0.36	1022.29	Si 5 ^{58.78}	16954.97	4.05
CLK EII N8 C48 B1571	914.60	La 5 ^{66.12}	1129.54	Do #6 ^{31.56}	0.31	914.60	La 5 ^{66.12}	17030.14	4.21

Tabla 7. Rango de tesitura en Hertz y octavas de cada instrumento.
Elaborado por Dulce Espino.

En la tabla 8 presentamos, a modo de resumen, las intensidades emitidas por cada instrumento, tanto para frecuencias fundamentales como para los armónicos.

Silbato	Fundamentales				Armónicos			
	min [dB _{SF}]	min[dB]	max [dB _{SF}]	max[dB]	min [dB _{SF}]	min[dB]	max [dB _{SF}]	max[dB]
CLK EII N8 C48 B1571	-50.11	141.89	-27.45	164.55	-139.42	52.58	-27.45	164.55
CLK EII N7 C52 1575	-57.62	134.38	-32.29	159.71	-118.95	73.05	-32.29	159.71
CLK EII N3 b1669	-61.95	130.05	-40.06	151.94	-121.69	70.31	-40.06	151.94
CLK EA5 B277	-73.52	118.48	-34.55	157.45	-100.51	91.49	-34.55	157.45
CLK EII N6 1543	-60.61	131.39	-47.83	144.17	-115.84	76.16	-47.83	144.17

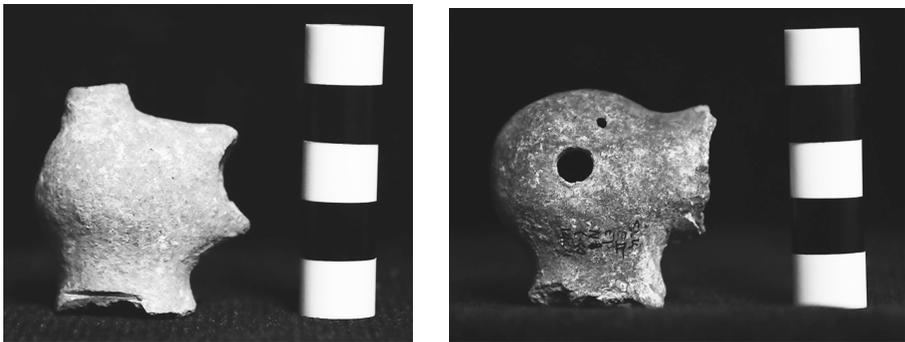
Tabla 8. Intensidad sonora de cada instrumento analizado. Los decibeles se encuentran en escala completa,* por lo que se realizó la conversión correspondiente. Por otro lado, la presión sonora que emite cada silbato es la del ejecutante según cada soplo.

* Los dBFS son el rango dinámico de un equipo según los bits, por lo que tenemos que realizar la conversión correspondiente a los 32 Bits. Los dBFS son usados para la escala digital. El máximo valor en dicha escala es 0, por lo que los demás valores serán negativos.

Ocarina en V o L invertida

Estos tipos de ocarinas presentan tres glóbulos que se encuentran conectados en forma de V o L invertida, tienen una embocadura directa con un soporte labial,

lo que permite al ejecutante apoyar y manejar de forma más variada los tipos de sonidos que se pueden emitir, así como algunos efectos moviendo este objeto. Claramente son de los instrumentos más escasos debido a que no los manufacturaban en esta área, sino que se han reportado muchos de estos tipos de instrumentos en el Petén, en Copán y en el Valle de Sula, Honduras (Campos, 2012; Rodens, Adje y Sánchez, 2013; Zalaquett, De María Campos y Nájera, 2017). En Calakmul se excavaron tres en la Estructura II, los cuales fueron ubicados en el Cuarto 59, asociado con actividades relacionadas con el constante refinamiento de cortes en artefactos de piedra, y en la Estructura IIA, la cual se ubica en la sección superior de la Estructura II, todas muestran un tamaño similar, aunque el tipo de pasta es diferente. Químicamente la presencia de mica confirma la desigualdad en las pastas, indicando una procedencia foránea con relación a las demás (Figuras 35 y 36).



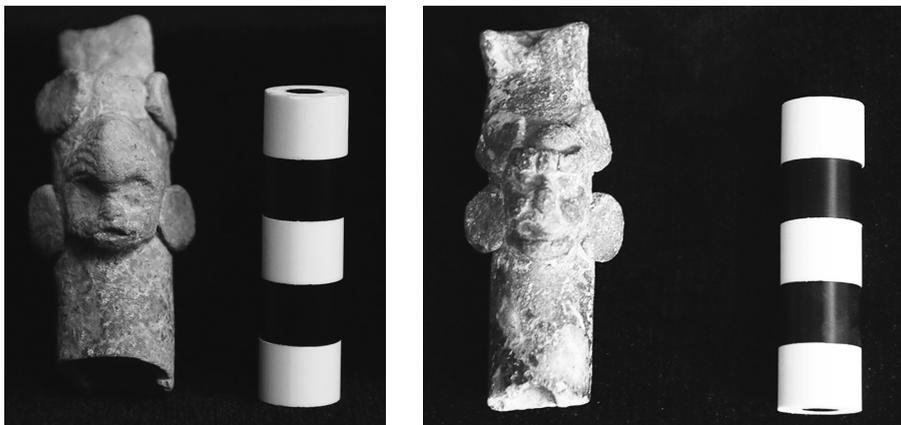
Figuras 35 y 36. Ocarina en V con embocadura directa Clk EIIA B274 / Clk EII Escalinata Principal, N8 C59 1454 (1). Fotografías de Andrés A. Medina.

Tanto estas ocarinas como las flautas que describiremos a continuación son instrumentos que requieren de una mayor capacidad de manufactura y detalle para lograr emitir amplios rangos de frecuencias. En estos casos, se encuentran fracturados, por lo que solamente los pudimos caracterizar con la química y la organología.

Flautas

Una flauta es un aerófono cuyo cuerpo es tubular y presenta una o más perforaciones para modificar la altura del sonido (Méndez y Pimentel, 2010: 52; Zalaquett y Espino, 2018: 3).

En la Estructura II se ubicaron seis flautas fragmentadas de un tubo. La registrada con el número Clk E.II N.7 C.48 1571 (17) (Figura 37) difiere claramente de las otras, se ubicó en el Cuarto 48, relacionado con la elaboración de trabajos finos y es muy similar a las encontradas en sitios de Yucatán, como Dzibilchátún. Igual sucede con la Clk EII Esc. Princ. N.7 1522 (Figura 38). En la Estructura III solamente se excavó una.



Figuras 37 y 38. Flauta Clk E.II N.7 C.48 1571(17) / Flauta Clk E.II Escalinata Principal N7 1522.
Fotografías de Andrés A. Medina.

En cambio, la flauta Clk E.II Esc. Princ. N6 1520 (Figura 39) lleva adosado al pastillaje una especie de círculo con un botón en su centro, elementos muy poco comunes en flautas observadas en otras regiones mayas. Desde el punto de vista químico, esta flauta de igual manera no comparte características con los grupos que están bien definidos para otros instrumentos musicales, por lo que podría tratarse de una manufactura local.



Figura 39. Flauta Clk E.II Escalinata Principal N6 1520. Fotografía de Andrés A. Medina.

Las flautas de un tubo se han excavado en cenotes, chultunes, entierros y grutas, y generalmente están asociadas con contextos de élite. En las vasijas polícromas aparecen relacionadas con traslados y procesiones, junto con otros

músicos tocando trompetas, tambores, conchas y algunas sonajas (Houston, Stuart y Taube, 2006: 260; Zalaquett y Espino, 2018: 3). También aparecen en escenas de sacrificio humano, en un caso junto con un tambor, sonajas y trompetas de concha, y en otro en un conjunto acompañado por sonaja y tambor. Ishihara (2009) propone que varias flautas que se excavaron en Cerro Frío (Operación 31 D) dentro de la Grieta Principal de Aguateca, durante el Clásico Tardío (600-900 d.C.), estaban relacionadas con los rituales de petición de lluvias, el viento y su relevancia con la agricultura (Zalaquett y Espino, 2018: 3).

Consideraciones finales

Los instrumentos sonoros de las Estructuras II y III de Calakmul mostraron una gran variedad en cuanto a su técnica y lugar de manufactura, así como a sus características organológicas y acústicas, lo que denota que en estos espacios monumentales se concentraron objetos tanto locales como provenientes de varias regiones del área maya. Por lo anterior, creemos que dichos instrumentos tenían un amplio rango de movilidad, como sucedió también en Motul de San José, donde las personas pudieron obtener sus figurillas vía regalos, intercambios u otros mecanismos, como podría ser la existencia de alfareros itinerantes (Marcus, 2018: 28). Halperin *et al.* (2009) nota que la distribución de las pastas de la región de Motul de San José puede sugerir que las figurillas circulaban regularmente más allá de las comunidades, y que un modelo tipo “festival” podría ir acorde con la distribución de las figurillas del Clásico Tardío. Asimismo, Sears describe un caso muy similar para las figurillas de Cancuén (Sears, 2006, 2016). En el caso de los instrumentos sonoros de las Estructuras II y III de Calakmul, muchos se encuentran fragmentados, lo cual puede ser indicador de que fueron utilizados en alguna acción ritual y luego rotos para liberar las cualidades anímicas que se pudieron concentrar cuando eran interpretados (práctica muy común registrada en algunos grupos mesoamericanos); éstos coinciden con ser los instrumentos foráneos y menos numerosos, aunque también pudieron ser descartados solamente. En el caso de los silbatos y las ocarinas completos, una posibilidad es que quedasen resguardados para una próxima ocasión en algunos cuartos o que se mantuviesen como “testigos” o “marcas” de actividades públicas sobre las escalinatas. La caracterización organológica y acústica fue clave para definir las relaciones entre dichos instrumentos, así como la variedad en su manufactura y cualidad sonora, que será comparada con instrumentos similares en otros sitios mayas. De esta forma, creemos que es importante considerar las variables materiales e inmateriales durante el análisis de los mencionados instrumentos en contextos arqueológicos.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con los fondos otorgados por el Proyecto PAPIIT IA400217, “Sonoridad maya. Análisis diacrónico de instrumentos musicales y elementos que conforman su paisaje”, Centro de Estudios Mayas, Instituto de Investigaciones Filológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Quisiéramos agradecer al doctor Folan y al personal de la Universidad Autónoma de Campeche por toda su disponibilidad y apoyo en el estudio de estos materiales. Además, al licenciado Andrés A. Medina y a la doctora Violeta Vázquez por su ayuda en el trabajo de registro y fotografía de los instrumentos.

Bibliografía

- Álvarez Aguilar, Luis Fernando y Ricardo Armijo Torres
1990 “Excavación y consolidación de la Estructura 3 de Calakmul, Campeche”, *Información*, 14: 41-55.
- Campos, Teresa de María
2012 “Aerófonos de barro del Valle de Sula, Honduras”, *Flower World. Music Archaeology of the Ancient Americas*, pp. 69-88, Matthias Stöckli y Arnd Adeje Both (eds.). Berlin, Alemania: Ekho Verlag.
- Carrasco, Ramón
2003 “Calakmul en el arte y la arquitectura del Formativo”, *Calakmul. Antología*, pp. 97-110, Rosario Domínguez y Carlos Vidal (comps.). Campeche, México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
2014 “Cronología e Historia”, *Calakmul. Patrimonio Mixto de la Humanidad*, pp. 75-85. México: Gobierno de Campeche, Secretaría de Cultura, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Domínguez Carrasco, María del Rosario
1994 *Calakmul, Campeche. Un análisis de la cerámica*. México: Universidad Autónoma de Campeche (Colección Arqueología, 4)
- Domínguez Carrasco, María del Rosario, Joel D. Gunn y William J. Folan
1997 “Interpretación de actividades líticas en la Estructura II de Calakmul y su relación con los Edificios III y VII de la Plaza Central”, *X Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1996*, pp. 668-688, Juan Pedro Laporte y Héctor Escobedo (eds.). Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.
- Domínguez Carrasco, María del Rosario, Joel D. Gunn y William J. Folan
1998 “La cerámica y lítica de Calakmul, Campeche, México: Un análisis contextual de las Estructuras I, II, III y VII”, *XI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1997*, pp.705-726, Juan Pedro Laporte y Héctor Escobedo (eds.). Guatemala, Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

- Domínguez Carrasco, María del Rosario y William J. Folan
1999 "Hilado, confección y lapidación: los quehaceres cotidianos de los artesanos de Calakmul, Campeche, México", *XII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1998*, pp. 628-646, Juan Pedro Laporte y Héctor Escobedo (eds.). Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología.
- Domínguez Carrasco, María del Rosario, William J. Folan, Gary Gates, Raymundo González Heredia, Joel D. Gunn, Abel Morales López, Hubert Robichaux y Beniamino Volta
2012 "Oxpemul, su altiplanicie kárstica ondulada, Calakmul, el Preclásico: 30 años en el corazón del Peten Campechano", *XXV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2011*, pp. 850-879. B. Arroyo, L. Paiz, y H. Mejía (eds.). Guatemala: Ministerio de Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia y Asociación Tikal (versión digital). <<http://www.asociacion-tikal.com/simposio-25-ano-2011/074-dominguez-et-al-doc/>> [consultado en 20 septiembre de 2018].
- Domínguez Carrasco, María del Rosario, Yolanda Espinosa Morales, Javier Reyes Trujeque y Francisca A. Zalaquett Rock
2017 "Los instrumentos musicales de las Estructuras II y III de Calakmul, Campeche: caracterización e interpretación cultural", ponencia presentada en el *82nd Annual Meeting of the Society for American Archaeology*, 2 abril 2017, Vancouver, Canada.
- Earle, Timothy
1990 "Style and Iconography in Complex Chiefdoms", *The Uses of Style in Archaeology*, pp. 73-81, Margaret Conkey y Christine Hastorf (eds.). Londres: Cambridge University Press.
- Folan, William, Joyce Marcus, Sophia Pincemin, Ma. del Rosario Domínguez Carrasco, Lorraine Fletcher y Abel Morales
1995 "Calakmul: New Data from an Ancient Maya Capital in Campeche, Mexico", *Latin American Antiquity*, 6 (4): 310-334. DOI: 10.2307/971834
- Folan, William J., Joel D. Gunn y María del Rosario Domínguez
1999 "Templos triádicos, plaza central y palacios dinásticos: un análisis dicarónico del complejo de corte real, Calakmul, Campeche, México", *Los Investigadores de la Cultura Maya*, pp. 234-268, María del Rosario Domínguez y William Folan (eds.). Campeche, México: Universidad Autónoma de Campeche.
- Folan, William J., Ma. del Rosario Domínguez, Joel D. Gunn, Abel Morales, Raymundo González y Lynda Florey
2017 "La Estructura II de Calakmul, Campeche y su relación con el mercado extramuros: una revisión de los artefactos, actividades y funciones culturales", *El comercio y otros temas*, pp. 125-150, M. del Rosario Domínguez, M. E. León, Miriam J. Gallegos, Ricardo Armijo (coords.). Campeche: Universidad Autónoma de Campeche.

- Halperin, Christina T.
2014 *Maya Figurines. Intersections between State and Household*. Austin: University of Texas Press.
- Halperin, Christina T., Ronald L. Bishop, Ellen Spensley y James Blackman
2009 "Late Classic (A.D. 600-900) Maya Market Exchange: Analysis of Figurines from the Motul de San José Region, Guatemala", *Journal of Field Archaeology*, 43 (4): 457-480. DOI: 10.1179/009346909791070745.
- Houston, Stephen, David Stuart y Karl Taube.
2006 *The Memory of Bones: Body, Being, and Experience among the Classic Maya*. Austin: University of Texas Press.
- Ishihara Reiko
2009 "Música para las divinidades de la lluvia: reconstrucción de los ritos mayas del periodo Clásico Tardío en la Grieta Principal de Aguateca, El Petén, Guatemala", *LiminaR*, 7: 22-42. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-80272009000100003&script=sci_arttext> [consultado 25 de agosto de 2018].
- Laporte, Juan Pedro
2009 "El embrujo del tecolote y otras historietas: algunas consideraciones sobre los silbatos del Clásico en Tikal", *XXII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*, pp. 1021-1050, Juan Pedro Laporte, Bárbara Arroyo y Héctor Mejía (eds.). Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología (versión digital), <http://www.asociaciontikal.com/wp-content/uploads/2017/01/075_-_Laporte.08.pdf> [consultado el 15 de agosto de 2018].
- Marcus, Joyce
2018 "Studying Figurines", *Journal of Archaeological Research*, 27 (1): 1-47. DOI: 10.1007/s10814-018-9117-7.
- Martin, Simon y Nikolai Grube
2008 *Chronicle of the Maya Kings and Queens. Deciphering the Dynasties of the Ancient Maya*. Londres: Thames & Hudson.
- Méndez, Alejandro y Agustín Pimentel
2010 "Tipología de los instrumentos musicales y artefactos sonoros arqueológicos de Mesoamérica y del norte de México, México", tesis de licenciatura en Arqueología. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- Pincemin, Sophia, Joyce Marcus, Lynda Florey, William J. Folan, María del Rosario Domínguez Carrasco y Abel Morales
1998 "Extending the Calakmul Dynasty Back in Time: A New Stela from a Maya Capital in Campeche, Mexico", *Latin American Antiquity*, 9 (4): 310-327. DOI: 10.2307/3537030

- Rodens, Vanessa, Arnd Adje Both y Gonzalo Sánchez Santiago
 2013 "Las flautas poliglobulares de Mesoamérica", *Flower World. Music Archaeology of the Ancient Americas*, pp. 121-158, Matthias Stöckli y Arnd Adje Both (eds.). Berlin: Ekho Verlag.
- Rodríguez, Omar
 2014 "Arquitectura", *Calakmul. Patrimonio Mixto de La Humanidad*, pp. 117-131. México: Gobierno de Campeche, Secretaría de Cultura, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Sears, Erin. L.
 2006 "Las figurillas mayas del Clásico Tardío del sistema de los ríos de Usumacinta/Pasion", *Los investigadores de la cultura maya*, 14 (2): 389-402.
 2016 *A Reflection of Maya Representation, Distribution, and Interaction: Ceramic Figurines from the Late Classic Site of Cancuén, Petén Department, Guatemala*. Kentucky: University of Kentucky.
- Von Hornbostel, Erich M. y Curt Sachs
 1961 "Classification of Musical Instruments: Translated from the Original German by Anthony Baines and Klaus P. Wachsmann", *The Galpin Society Journal*, 14: 3-29. DOI: 10.2307/842168
- Zalaquett, Francisca, Teresa de María Campos y Martha Iliá Nájera
 2017 *Instrumentos sonoros del Museo de San Pedro Sula*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Filológicas, Centro de Estudios Mayas.
- Zalaquett, Francisca y Dulce Suguey Espino Ortiz
 2018 "Flautas triples de Jaina y Copán. Un estudio arqueoacústico", *Ancient Meso-america*, 25: 1-20. DOI: 10.1017/S0956536118000020
- Zalaquett, Francisca, Dulce Suguey Espino y Violeta Vázquez
 2018 "Instrumentos sonoros procedentes de las excavaciones de Teopanaczo", *Teopanaczo como centro de barrio multiétnico de Teotihuacan. Los sectores funcionales y el intercambio a larga distancia*, pp. 181-212, Linda Manzanilla (ed). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas.
- Zimmermann, Mario
 2014 "Los nuevos hallazgos en la Estructura III", *Arqueología Mexicana*, 128: 52-57.

Francisca Zalaquett. Chilena. Licenciada en Teoría e Historia del Arte por la Universidad de Chile, maestra y doctora en Antropología por la Universidad Nacional Autónoma de México. Se desempeña como investigadora del Centro de Estudios Mayas del Instituto de Investigaciones Filológicas de esta misma universidad. Sus especialidades son la arqueoacústica y la organología maya; su proyecto actual

es “Universos sonoros mayas”. Entre sus últimas publicaciones se encuentran “Flautas triples de Jaina y Copán. Un estudio arqueocústico” y “La importancia del *tunk’ul* en el ritual y canto ceremonial del carnaval de Pomuch, Campeche. Un estudio interdisciplinario”, ambas en coautoría.

panchaahau@hotmail.com

María del Rosario Domínguez. Mexicana. Licenciada en Arqueología por la Escuela Nacional de Antropología e Historia, maestra y doctora en Estudios Mesoamericanos por la Universidad Nacional Autónoma de México. Es investigadora del Centro de Investigaciones Históricas y Sociales de la Universidad Autónoma de Campeche. Sus especialidades son la arqueometría y el análisis de materiales culturales; actualmente desarrolla el proyecto “Caracterización y análisis estilístico de las figurillas de Calakmul, Campeche”. Entre sus últimas publicaciones se encuentran “La cerámica”, “La ciencia de materiales: una alternativa para el estudio y preservación de los bienes arqueológicos” y “Los moluscos de Calakmul: procedencia, rutas de obtención y manufactura”, las dos últimas en coautoría.

mrdoming@uacam.mx

Dulce Sugey Espino Ortiz. Mexicana. Licenciada en Física por la Universidad Nacional Autónoma de México, actualmente realiza estudios de maestría en el Posgrado en Ciencias de la Complejidad de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Es colaboradora en el proyecto “Universos sonoros mayas”. Entre sus publicaciones se encuentra “Flautas triples de Jaina y Copán. Un estudio arqueocústico”, en coautoría.

espino@ciencias.unam.mx

Pilar Regueiro Suárez. Mexicana. Licenciada en Historia y maestra en Estudios Mesoamericanos por la Universidad Nacional Autónoma de México; actualmente realiza estudios de doctorado en este mismo programa de posgrado. Su especialidad es la organización sociopolítica maya prehispánica y su proyecto de investigación en curso se titula “Estrategias y discursos de poder: la competencia política entre la élite en el occidente de las Tierras Bajas mayas durante el Clásico Tardío (600-900 d.C.)”. Entre sus últimas publicaciones pueden mencionarse *Manual práctico de la lengua mexicana. Siglo XVIII*, “Pedro de Alvarado en Centroamérica” y “Los hombres y los dioses. La práctica ritual entre los antiguos mayas”, ésta última como autora única.

pilar_2790@hotmail.com

Yolanda Espinosa Morales. Mexicana. Ingeniera bioquímica en alimentos por la Facultad de Ciencias Químico-Biológicas y maestra en Ciencias de la Preservación de Materiales por la Universidad Autónoma de Campeche. Está adscrita al Centro de Investigación en Corrosión de esta misma universidad. Se especializa en el es-

tudio de materiales y su proyecto actual de investigación se titula “Diagnostico de Factores Ambientales que inciden en el deterioro de estelas prehispánicas del sitio arqueológico de Oxpeul, Campeche, Reserva de la Biosfera de Calakmul”. Entre sus últimas publicaciones se encuentran “Estudio microscópico de estucos prehispánicos de la ciudad maya de Edzná, Campeche, México”, “The Archaeological Context of a Constructive Offering from Jaina Island (Campeche, México) as Revealed by Microanalysis” y “El deterioro de mascarones prehispánicos de estuco policromado de la zona arqueológica de Edzná: la importancia de su conservación”.

yespinos@uacam.mx