

*Estudio iconográfico, organológico
y arqueoacústico de aerófonos*



Santiago Alberto Sobrino Fernández



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN
FACULTAD DE CIENCIAS ANTROPOLÓGICAS

**Estudio iconográfico, organológico y arqueoacústico de la
colección privada de aerófonos San Jorge.**

TESIS

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE
Arqueólogo**

**PRESENTA:
BR. Santiago Alberto Sobrino Fernández**

**ASESOR:
Dra. Socorro del Pilar Jiménez Álvarez**

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO
2020**

ISBN 978-9929-790-42-1

*“En verdad, si no fuera por la
música, habría más razones para
volverse loco”*

- Piotr Ilich Tchaikovski

Agradecimientos

Primero que nada quisiera agradecer a la Doctora Galina Ershova por ofrecerme la oportunidad de trabajar en este proyecto. Gracias por todo su apoyo, por su paciencia y dedicación desde las etapas más tempranas de mi formación como investigador. De igual forma quiero agradecerle por presentarme la temática de arqueoacústica y encaminarme al estudio de los artefactos sonoros mesoamericanos. De no ser por usted, este proyecto jamás se habría realizado.

A la Doctora Socorro del Pilar Jiménez Álvarez, mi directora de tesis. Quiero agradecerle por recibirme en el laboratorio de cerámica desde el primer año, por enseñarme gran parte de lo que sé hoy en día en materiales arqueológicos, por permitirme ser su tesista y continuar con el desarrollo de esta temática. Gracias por su guía, por sus consejos y enseñanzas, que han sido un pilar para mi formación como arqueólogo y como persona.

Gracias abuelos por siempre compartir conmigo la sabiduría que solo el tiempo otorga. Gracias a mis tíos, a mis primos, que siempre estuvieron al pendiente, siempre con palabras de ánimo. Mi amada familia, gracias por enseñarme en todos estos años que con ustedes jamás estaré solo.

A mis amigos, profesores y colegas con quienes compartí tantas experiencias durante estos años de estudios. Gracias por enseñarme a ver las cosas con una nueva perspectiva, ampliando los horizontes de la investigación arqueológica desde los varios campos en los cuales nos enfocamos. Verdaderamente espero con ansias volver a colaborar con ustedes en esta nueva etapa.

A mi novia, mi querida e inseparable compañera durante este maravilloso viaje. Gracias por estar ahí en los buenos y malos momentos, por tus consejos, tu cariño y tu simpatía. Incluso cuando el trabajo prolongaba los horarios en el laboratorio, sabía que podía contar contigo por lo cual te estoy eternamente agradecido.

A mis padres, Luis Alberto Sobrino Navarrete y Mirna Guadalupe Fernández Santos. Gracias por su apoyo incondicional que, a lo largo de los años, me ha dado la fuerza para seguir en este largo camino. Gracias por su crianza, valores, amor y conocimientos que han impulsado en mí el espíritu de la investigación y la ciencia. Todas las palabras de cualquier idioma en el mundo se quedarán siempre cortas para describir lo muy feliz que me hace poder llamarme su hijo.

Índice

Introducción	1
Objetivos	3
Justificación	4
Capítulo I Marco teórico	6
1.1 El concepto de música desde la perspectiva antropológica.	6
1.2 El sonido y la física acústica.	9
1.3 La organología como herramienta de estudio acústico.	12
Capítulo II Marco histórico	16
2.1 Antecedentes de los estudios organológicos y arqueoacústicos en Mesoamérica	16
Capítulo III Metodología de los análisis organológicos y arqueoacústicos de los aerófonos de San Jorge	29
3.1 Parámetros de clasificación de flautas complejas	30
3.1.1 Bisel y embocadura	32
3.1.2 Cámaras acústicas y túneles de viento	33
3.1.3 Orificios de digitación	34
3.2 Tipología organológica	35
3.3 Sistema de claves de identificación	45
3.4 Principios fundamentales del análisis arqueoacústico	49
3.5 Proceso de análisis acústico comparativo	53
3.6 Resumen	56

Capítulo IV Análisis organológico de los aerófonos de San Jorge -----58

4.1 Análisis organológico -----58

4.1.1 Flauta globular simple -----59

4.1.2 Flauta triglobular vertical -----59

4.1.3 Flauta triglobular perpendicular -----62

4.1.4 Flauta triglobular horizontal -----63

4.1.5 Flauta triglobular interconectada -----64

4.1.6 Flauta tubular-ovoide -----66

4.1.7 Flauta de tubo contorneado-----67

4.1.8 Flautas modificadas -----68

4.2 Análisis comparativo regional de los aerófonos poliglobulares y ocarinas en Centroamérica y Mesoamérica.-----70

4.2.1 Análisis comparativo de la colección San Pedro Sula -----70

4.2.2 Influencia en la región Intermedia de Centroamérica -----74

4.2.3 Presencia de aerófonos poliglobulares en Mesoamérica -----75

4.3 Resumen -----78

Capítulo V Resultados del análisis arqueoacústico en los aerófonos del resguardo San Jorge-----80

5.1 Flautas globulares ocarinas -----80

5.2 Flautas triglobulares verticales -----89

5.3 Flautas triglobulares perpendiculares y verticales de tres orificios -----93

5.4 Flautas triglobulares de cámara horizontal -----95

5.5 Flautas triglobulares de cámara interconectada -----96

5.6 Flautas de cámara tubular-ovoide-----	101
5.7 Caso de la flauta de tubo contorneado-----	105
Capítulo VI Discusión de los resultados obtenidos -----	107
6.1 Identificación individual de intervalos de frecuencia-----	107
6.2 Patrones acústicos en secuencias de intervalo-----	109
6.3 Relaciones entre secuencias interválicas-----	112
6.4 Comentarios finales -----	118
Bibliografía -----	122

Índice de figuras y gráficas

Figura 1. Representación de una onda longitudinal de sonido. -----	10
Figura 2. Diagrama de variación de frecuencia de onda en ondas longitudinales. -----	11
Figura 3. Tomografía computarizada de un aerófono de ruido- -----	19
Figura 4. Dibujo técnico de un silbato de muelle de aire. -----	20
Figura 5. Maraca antropomorfa, categoría Señora de Comalcalco. -----	21
Figura 6. Flauta vasiforme. Proyecto Arqueológico Cuenca Mirador. -----	22
Figura 7. Espectrograma de la figura 12 representando a un posible jugador de pelota. ----	25
Figura 8. Espectrograma de la ocarina 10-361345. -----	26
Figura 9. Espectrograma y fotografía del silbato del entierro 8 Jaina, Campeche. -----	27
Figura 10. Diagrama de flauta longitudinal con sistemas generadores y moduladores de sonido. -----	32
Figura 11. Diagrama de flauta múltiple de Jaina en el acervo del Museo Nacional de Antropología México. -----	36
Figura 12. Diagrama de flauta globular.-----	37
Figura 13. Diagrama flauta tubular-ovoide “MC 158BC 15” Museo Nacional de San Pedro Sula, Honduras.-----	37
Figura 14. Diagrama de flauta longitudinal del sitio de Jaina en el acervo del Museo Nacional de Antropología México-----	38

Figura 15. Diagrama de flauta transversa moderna.-----	38
Figura 16. Diagrama de flauta triglobular vertical CP1.-----	39
Figura 17. Diagrama de flauta triglobular perpendicular PPA-51-1 Museo de San Pedro Sula, Honduras.-----	39
Figura 18. Diagrama de flauta triglobular horizontal. -----	40
Figura 19. Diagrama de flauta triglobular interconectada MC-120-2 Museo de San Pedro Sula Honduras.-----	40
Figura 20. Diagrama de flauta de tubo contorneado de la colección San Jorge, Guatemala.--- -----	41
Figura 21. Flauta globular simple GS(2)-----	51
Figura 22. Fórmulas de variación de frecuencia de onda y razón de frecuencia de onda. ---	52
Figura 23. Comparativa entre valores de razón y variación de frecuencia de onda.-----	53
Figura 24. Flauta Globular Simple GS(2)-----	59
Figura 25. Flauta triglobular vertical GV(4)-----	60
Figura 26. Flauta Triglobular Vertical GV(3)--- -----	61
Figura 27. Flauta Triglobular Perpendicular GP(3)-----	62
Figura 28. Flauta Triglobular de Cámara Interconectada GI(4)-----	65
Figura 29. Flauta Tubular-ovoide TM(5)-----	67

Figura 30. Imagen comparativa de flautas triglobulares perpendiculares de San Pedro Sula, Honduras y Colección San Jorge, Guatemala.-----	72
Figura 31. Imagen comparativa de flautas triglobulares interconectadas de San Pedro Sula, Honduras y Colección San Jorge, Guatemala.-----	72
Figura 32. Imagen comparativa de flautas tubular-ovoides de San Pedro Sula, Honduras y Colección San Jorge, Guatemala.-----	73
Figura 33. Imagen comparativa de flautas triglobulares verticales de Chalchuapa, El Salvador y Colección San Jorge, Guatemala.-----	75
Figura 34. Distribución espacial de los tipos organológicos en la colección San Jorge, Guatemala. -----	77

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación organológica de aerófonos del área Maya -----	42
Tabla 2. Tabla comparativa de sistemas de clasificación organológica en instrumentos mesoamericanos. -----	43
Tabla 3. Sistema de claves de identificación organológica.-----	48
Tabla 4. Tabla condensada de clasificación organológica.-----	48
Tabla 5 Definición de los intervalos de octava con respecto a la razón de frecuencia.-----	50
Tabla 6. Secuencias acústicas en flautas globulares de dos orificios con valores estandarizados.-----	82
Tabla 7. Secuencias acústicas en flautas globulares de cuatro orificios con valores estandarizados.-----	83
Tabla 8. Frecuencias de onda en flautas globulares de dos orificios con tres sonidos base.---- -----	84
Tabla 9. Frecuencias de onda en flautas globulares de dos orificios con cuatro sonidos base.- -----	85
Tabla 10 Frecuencias de onda en flautas globulares de cuatro orificios con cinco sonidos base.-----	85
Tabla 11. Razones de frecuencia de onda en flautas globulares de dos orificios con tres sonidos base.-----	86

Tabla 12. Razones de frecuencia de onda en flautas globulares de dos orificios con cuatro sonidos base. -----	87
Tabla 13. Razones de frecuencia de onda en flautas globulares de cuatro orificios con cinco sonidos base. -----	87
Tabla 14. Porcentajes de secuencias interválicas en flautas globulares de dos orificios.----	88
Tabla 15. Desviación media de los intervalos registrados en flautas globulares de dos orificios.-----	88
Tabla 16. Secuencias acústicas en flautas triglobulares verticales de cuatro orificios con valores estandarizados. -----	90
Tabla 17. Frecuencias de onda en flautas triglobulares verticales de cuatro orificios. -----	91
Tabla 18. Razones de frecuencia de onda en flautas triglobulares verticales de cuatro orificios. -----	91
Tabla 19. Porcentajes de secuencias interválicas en flautas triglobulares verticales de cuatro orificios. -----	92
Tabla 20. Desviación media de los intervalos registrados en flautas triglobulares verticales de cuatro orificios.-----	92
Tabla 21. Frecuencias de onda en flautas triglobulares perpendiculares y verticales de tres orificios. -----	94
Tabla 22. Razones de frecuencia de onda en flautas triglobulares perpendiculares y verticales de tres orificios.-----	94

Tabla 23. Secuencias acústicas en flautas triglobulares perpendiculares y verticales de tres orificios con valores estandarizados.-----	94
Tabla 24. Desviación media de los intervalos registrados en flautas triglobulares perpendiculares y verticales de tres orificios.-----	95
Tabla 25. Frecuencias de onda en flautas triglobulares horizontales.-----	95
Tabla 26. Razones de frecuencia de onda en flautas triglobulares horizontales.-----	95
Tabla 27. Desviación media de los intervalos registrados en flautas triglobulares horizontales.-----	96
Tabla 28. Secuencias acústicas en flautas triglobulares interconectadas con valores estandarizados.-----	97
Tabla 29. Frecuencias de onda en flautas triglobulares interconectadas.-----	98
Tabla 30. Razones de frecuencia de onda en flautas triglobulares interconectadas.-----	99
Tabla 31. Desviación media de los intervalos registrados en flautas triglobulares interconectadas. -----	100
Tabla 32. Porcentajes de secuencias interválicas en flautas triglobulares interconectadas.---- -----	101
Tabla 33. Secuencias acústicas en flautas tubular-ovoides y modulares con valores estandarizados. -----	102
Tabla 34. Frecuencias de onda en flautas tubular-ovoides y modulares. -----	103
Tabla 35. Razones de frecuencia de onda en flautas tubular-ovoides y modulares.-----	104

Tabla 36. Desviación media de los intervalos registrados en flautas tubular-ovoides y modulares. -----	105
Tabla 37. Secuencias acústicas en la flauta de tubo contorneado con valores estandarizados.-----	105
Tabla 38. Frecuencias de onda en la flauta de tubo contorneado.-----	105
Tabla 39. Razones de frecuencia de onda la flauta de tubo contorneado.-----	106
Tabla 40. Condensado de desviación media en razones de frecuencia de onda.-----	109
Tabla 41. Condensado de secuencias interválicas registradas.-----	121

Introducción

Es una realidad tangible que la materialidad nos otorga evidencias sobre la existencia de generadores de sonidos en toda Mesoamérica, incluyendo al Área Maya. En los últimos años, una nueva oleada de investigadores ha centrado sus estudios en el reconocimiento, clasificación, y registro tanto morfológico como acústico de los instrumentos musicales prehispánicos en pos de un conocimiento más a fondo sobre la función de dichos artefactos como parte de los distintos entramados sonoros que pudieron reproducirse en diversos contextos a lo largo y ancho del territorio mesoamericano (Adje 2005, Stöckli 2005, Rodens 2007, Zalaquett 2013, Sánchez 2016).

En diferentes proyectos de excavación así como entre las colecciones privadas obtenidas a través de saqueos que, ya sea por donación voluntaria o a través de la expropiación por parte de las autoridades gubernamentales correspondientes, han llegado a los acervos nacionales, se registran materiales principalmente cerámicos (en menor medida óseos, malacológicos y metálicos en etapas muy tardías) que corresponden a instrumentos musicales de percusión, idiófonos (maracas y cascabeles) y aerófonos que varían entre flautas, ocarinas, silbatos y trompetas entre otros.

Si bien los remanentes materiales de instrumentos musicales ofrecen importante información para la investigación sobre las características de la música en tiempos prehispánicos, la disciplina de la iconografía ha logrado reconocer una amplia gama de instrumentos musicales que se encuentran en distintas representaciones: El grabado en piedra reconocible en estelas, la pintura mural, los materiales cerámicos con grabado o pintura como los vasos estilo códice, y asimismo los códices Madrid y Dresde que van del postclásico hacia

el período del contacto, presentan escenas donde los instrumentos son ejecutados en diferentes contextos.

Gracias al reconocimiento iconográfico, es posible identificar rasgos importantes que nos permiten inferir los aspectos correspondientes a la complejidad de los conjuntos sonoros representados en el arte del área Maya y de una manera más puntual la impresionante diversidad de artefactos sonoros o bien instrumentos musicales que, por su probable naturaleza perecedera, no se conservan hasta el día de hoy.

En muchos aspectos, el concepto conocido como “música maya” sigue siendo un misterio para la arqueología. La falta de un registro escrito, aunada a la ruptura e inevitable sincretización de este fenómeno volátil y dinámico durante el período colonial, implican una gran pérdida de información, en especial cuando al día de hoy no se ha reconocido ningún sistema de notación que proporcione información correspondiente a elementos sonoros que podrían aludir a algún orden o sistematización de sonidos en el área Maya.

De esta forma el panorama para la reconstrucción de aquello a lo que podríamos llamar “música maya” se presenta sombrío y lleno de complicaciones. Incluso el mismo término de “música maya” actualmente se presta a la controversia y la crítica en la comunidad científica a través de preguntas como ¿Qué tanto sabemos de la música maya? ¿Cómo es posible estudiar la música maya? Incluso se ha llegado a cuestionar si es posible hablar de una música maya, como lo expone el investigador Matthias Stöckli en el año 2005 con su presentación “¿Una música maya prehispánica? Incursiones en la arqueomusicología” presentada por primera vez en los ciclos de conferencias del museo Popol Vuh en la ciudad de Guatemala.

La siguiente investigación reconoce las múltiples problemáticas que representa el estudio de conceptos no materiales y de naturaleza subjetiva, tales como la música. A pesar de ello, se considera que, a través de las propiedades físicas de los fenómenos acústicos y de la especialización entre los aerófonos complejos de filo provenientes de la región sur oriental del área Maya, es posible reconocer si existió o no un sistema organizado de sonidos que sentara las bases para la fabricación de dichos instrumentos.

Objetivos

El objetivo principal de este proyecto de investigación, es proponer un sistema para el estudio de las propiedades acústicas de los instrumentos aerófonos de la colección privada San Jorge. Es importante señalar que el objetivo principal de esta tesis forma parte del proyecto general denominado “Sistematización de la música maya” del Centro de Estudios Mayas Yuri Knórosov con sede en Guatemala.

Para la alcanzar de manera satisfactoria el objetivo anteriormente expuesto se ha establecido una serie de objetivos secundarios o complementarios los cuales se presentarán a continuación.

Se pretende a través de la siguiente investigación:

- Realizar un análisis iconográfico comparativo para determinar el marco temporal y regional de las piezas.
- Realizar un análisis organológico que subdivida los instrumentos de acuerdo a sus características morfológicas.
- Llevar a efecto un estudio arqueoacústico sistemático con base en criterios físicos de frecuencia de onda y razones proporcionales entre ellos.

- Comparar los resultados obtenidos tanto entre instrumentos del mismo orden organológico como entre los diferentes órdenes establecidos previamente.

Justificación

La música es una expresión cultural alrededor de la cual se produce un intenso debate. Desde la definición del término música nos encontramos con una categoría sumamente ligada a un carácter principalmente subjetivo, sobre todo cuando se pretende estudiar las propiedades de su ejecución. Conceptos tales como afinación o armonía son construcciones humanas que regulan la sucesión de sonidos y silencios con el fin de hacer que estos transmitan un mensaje.

Tal definición aparentemente vaga y subjetiva lleva a los arqueólogos (Godínez 2004, Stöckli 2005, Zalaquett y Bautista 2017) a discutir sobre la validez del término que propugna la existencia de una “música maya” o “música mesoamericana” como un concepto sólido el cual corresponde a las características de la acción sonora antes del contacto y la conquista.

La investigación en curso plantea buscar rastros de una organización, sucesión u orden persistente entre los 124 instrumentos aerófonos de carácter complejo (flautas globulares y tubulares) funcionales del acervo cerámico de cinco mil piezas pertenecientes a la colección privada San Jorge. Este *corpus* representativo de artefactos funcionales ha permitido la aplicación de un análisis estadístico con resultados cuantificables.

La mayoría de estos objetos se encuentran en un estado de conservación óptimo, sin afectaciones en los sistemas de generación y modulación sonora, lo que nos proporciona un corpus sólido, uniforme y representativo. En este caso, podemos comparar el principio de análisis acústico de razón proporcional con el desciframiento de la escritura maya. El Doctor Yuri Knórosov lo pudo realizar gracias a la existencia de un corpus de textos suficientemente

largos que corresponde a los códigos. De manera análoga el análisis estadístico de los patrones de intervalos entre instrumentos sería imposible contando solo con un número reducido de artefactos.

Capítulo I

Marco Teórico

En este capítulo se hará una descripción detallada de los conceptos principales necesarios para el desarrollo de una investigación en materia de arqueoacústica.

El capítulo se encuentra dividido en tres secciones que se enfocan respectivamente en: 1) Las limitaciones del concepto de música en la disciplina arqueológica y la aplicación del concepto de acción sonora. 2) Definición y propiedades físicas del sonido. 3) La disciplina organológica y su función como herramienta para los estudios acústicos.

En los siguientes apartados se aborda el concepto de música como un fenómeno físico sonoro el cual puede estudiarse a través de sus propiedades. De igual manera, se hace un énfasis en las características morfológicas de los generadores de sonido estudiadas por la organología. De esta forma se alcanza una comprensión que va desde el instrumento como un artefacto de generación sonora, hasta el producto intangible de su ejecución.

I.I La acción sonora desde la perspectiva arqueológica

Uno de los conceptos principales que sostienen la temática de la investigación es la propia concepción sobre la música. En efecto, se trata de un concepto sumamente amplio con un fuerte carácter subjetivo que bien propone una de las primeras y más importantes problemáticas para el estudio objetivo de dicha temática en los remanentes materiales de culturas que no desarrollaron un sistema de notación musical.

Las definiciones de este concepto son múltiples y variadas, a tal grado que ciertos investigadores (Godínez 2004, Stöckli 2005) se preguntan si existe una verdadera posibilidad de estudiar la música desde la arqueología. Matthias Stöckli en la serie de conferencias del

museo Popol Vuh del año 2005 expone esta problemática con el artículo “¿una música maya prehispánica? Incursiones en la arqueomusicología”.

“Uno de los puntos que se van a tocar aquí, concierne la relación problemática entre los artefactos sonoros y la música producida por medio de ellos. Otro aspecto se refiere a las posibilidades de reconstruir la (¿una?) música maya prehispánica en base de fuentes etnográficas. Son quizás estos dos puntos que más alas dan a la imaginación y más frustración producen en el trabajo arqueomusicológico.” (Stöckli 2005 : 3)

Gran parte de la problematización para el estudio satisfactorio de este tópico tan poco visitado en la arqueología del área Maya, es el término en sí. Según el diccionario antropológico de Thommas Barfield la música se define como:

“Sonido modulado significativamente y analíticamente distinguible del lenguaje con el que está estrechamente relacionado ... aunque todas las sociedades presentan expresiones acústicas que cabe englobar en el término «música» las formas precisas y los conceptos, valores y técnicas subyacentes a su producción varían considerablemente ... La capacidad de la música para establecer espacios especiales de experiencia, aparte de los ritmos mundanos de la vida cotidiana, proporciona a los intérpretes hábiles una fuente única de poder (a veces considerada con ambivalencia). Si la música carece típicamente de la especificidad denotativa del habla, también extrae su potencia de su capacidad de superar, y en ocasiones incluso poner en tela de juicio, las proclamas retóricas de la veracidad del lenguaje.” (Barfield 2001 : 448-450)

Nos enfrentamos entonces a un concepto verdaderamente amplio compuesto de múltiples factores, cada uno de estos representando una amplia área que llevaría años estudiar.

Hasta el día de hoy se desconoce la presencia de un sistema de notación musical en el área Maya prehispánica, razón por la cual, los investigadores difícilmente pueden adjudicar el término “obra” u “obra musical” a un contexto mesoamericano sin, a su vez, hacer uso de la etnomusicología como principal herramienta comparativa entre los grupos humanos actuales y arqueológicos (Stöckli 2005). A pesar de ello, el registro de material arqueológico y el análisis de las representaciones iconográficas han aportado un mayor conocimiento en cuanto a la variedad de instrumentos musicales presentes en el área Maya.

Importantes aportaciones son las de Samuel Martí (1968) y Roberto Rivera y Rivera (1980), quienes realizaron descripciones organológicas sobre idiófonos como cascabeles y maracas, tambores con vibración a partir de membranas tensas, aerófonos de vibración conocidos como trompetas longitudinales y aerófonos de filo como las flautas y ocarinas. Vanessa Rodens (2007) llevó a cabo un estudio sobre las flautas de muelle de aire, cuyo sistema incluye una cámara globular que hace rotar el aire insuflado dentro del instrumento. Francisca Zalaquett, María Teresa Campos y Marta Ilia Nájera (2017) analizaron aerófonos de múltiples cámaras en el museo de San Pedro Sula, Honduras. Por último, John A. Donahue (2000) registró un caso particular en el archivo fotográfico de Justin Kerr (K5233), donde se representó un artefacto sonoro de membrana con una cuerda tensa descrito por el autor como tambor de fricción.

I.II El sonido y la física acústica

El apartado anterior nos ha dejado en claro la problemática que representa el propio concepto de música para este estudio. A pesar de ello la definición del diccionario de Barfield presenta una perspectiva diferente sobre el fenómeno sonoro.

“El sonido musical puede analizarse en componentes como el tono (experiencia humana de la frecuencia), el ritmo (pautas de organización temporal), la textura (interacción acumulativa de papeles o voces individuales) y el timbre (calidad del sonido)” (Barfield 2000 : 449).

A la luz de esta nueva perspectiva para la identificación del fenómeno sonoro, y para propósito de esta investigación, fue necesario descomponer el término “música” hasta sus propiedades fundamentales, siendo estas el sonido y el silencio.

El “*Oxford Dictionary of Physics*” define el sonido como “Una vibración en un medio elástico a una frecuencia e intensidad capaces de ser percibidas por el oído humano... 20-20,000 Hz...” (Law y Rennie 2015:169).

La Universidad de Tecnología de Eindhoven en Alemania caracteriza el mismo concepto como “la pequeña perturbación de un estado en reposo... hemos definido el sonido como la perturbación de presión p' la cual se propaga a través de una onda” (Rienstra y Hirschberg 2018: 8) (Fig.1)

Por otra parte, el investigador y musicólogo Rocamoa Martín reconoce el sonido como:

“La sensación percibida por el oído debida a las variaciones rápidas de presión en el aire. Desde el punto de vista físico consiste en la vibración mecánica de un medio elástico

(gaseoso, líquido o sólido) y la propagación de esta vibración a través de ondas” (Rocamora 2016 : 1).

Esta propagación en forma de ondas puede ser cuantificable a través de sus propiedades fundamentales; amplitud, longitud y frecuencia de onda. Estas propiedades pueden expresarse a través de un plano bidimensional, es decir, una representación física del movimiento de las moléculas del medio elástico donde el eje “X” representa la presión molecular y el eje “Y” representa la distancia recorrida por dicha onda.

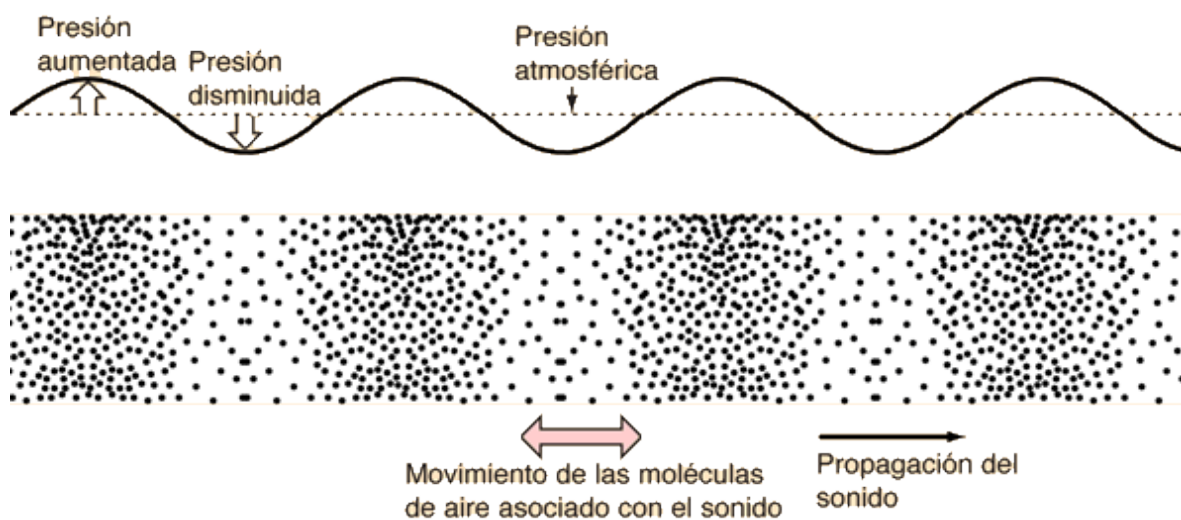


Figura.1 Representación de una onda longitudinal de sonido. (Imagen obtenida de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Sound/tralon.html>)

El valor de la frecuencia de onda es definido por el diccionario Oxford de física como “El número total de perturbaciones (ciclos) por unidad tiempo, usualmente expresada en Hertz” (Law y Rennie 2005: 200). La frecuencia de onda de un sonido se obtiene a través de la división de la velocidad de onda, generalmente expresada a través del distintivo (c), entre la longitud de onda expresada a través del distintivo (λ). En otras palabras la frecuencia de onda es el cociente de velocidad entre longitud de onda. (Fig. 2)

$$F = c / \lambda$$

Si bien esta operación es aplicable por el investigador cuando se dispone al análisis acústico de ciertos sonidos, existen en la actualidad softwares especializados en la captación de valores correspondientes a frecuencia los cuales facilitan en gran medida los procesos llevados a cabo durante la investigación.

La alteración de la frecuencia entre perturbaciones es conocida como intervalo de frecuencia de onda por la tradición musical occidental. Dicho intervalo se obtiene a través de la resta de valores entre dos frecuencias determinadas.

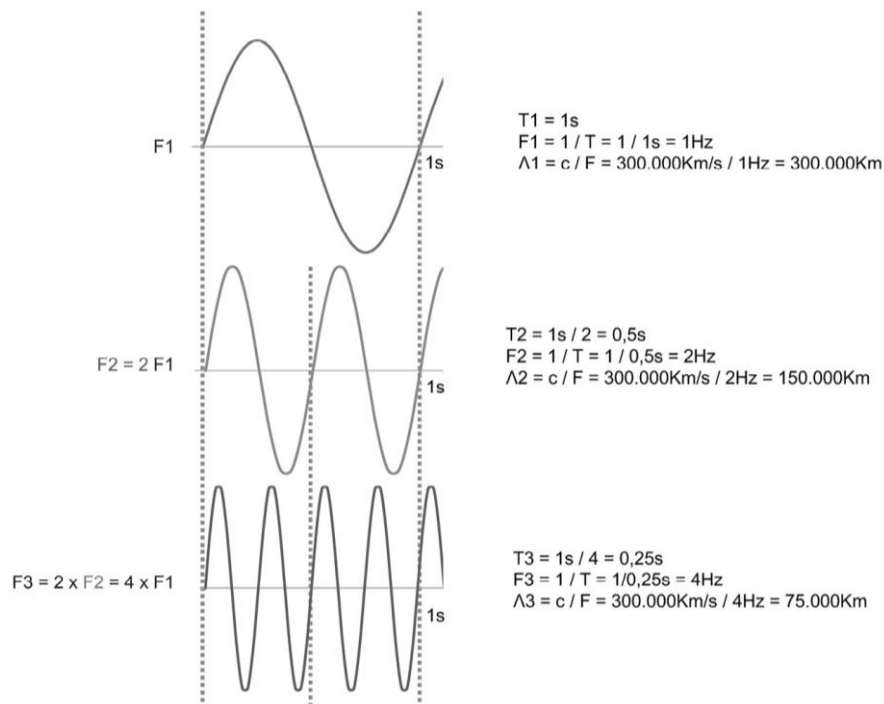


Figura 2. Diagrama de variación de frecuencia de onda en ondas longitudinales. (Imagen obtenida de

http://reader.digitalbooks.pro/book/preview/42142/x07_cap2_9788491164951)

En este caso nos encontramos con vibraciones producidas por instrumentos y transmitidas a través del aire. La frecuencia de onda provocada por el instrumento es aquello

a lo que le llamamos tono o bien nota. Los aerófonos tienen la capacidad de variar la frecuencia de onda a través de la modificación en la posición de la embocadura, el aumento o disminución de la fuerza de aire utilizada durante la insuflación y en caso de tratarse de aerófonos de filo complejos como las flautas, un sistema de orificios diseñado para la alteración de la nota base en diferentes frecuencias obtenidas a través de diversas combinaciones de oclusión.

I.III La organología como herramienta de estudio acústico

Esta investigación centra su atención en los instrumentos aerófonos complejos, los cuales coloquialmente son conocidos como flautas. Para este fin se hace uso de la disciplina organológica, la cual, se encuentra claramente definida por Renato Meucci en *“Organologia: definizione e contenuti di una recente disciplina”*. En este artículo se hace una síntesis del término generado por el *Grande dizionario Garzanti della lingua italiana*.

“Ciencia que estudia la historia, la estructura, la clasificación y el funcionamiento de los instrumentos musicales” (Garziani 1987 en Meucci 1999 : 108)

De tal manera que la definición propia de Meucci se remite únicamente a la organología como:

“Disciplina que estudia la historia y tecnología de los instrumentos musicales” (Meucci 1999 : 108)

Esta disciplina encuentra una de sus mayores aportaciones en el establecimiento de tipologías que permitan el reconocimiento y clasificación de distintos generadores de sonido.

Actualmente los estudios arqueomusicológicos y etnomusicológicos utilizan como base metodológica un sistema de clasificación de instrumentos basado en la morfología y

características funcionales de estos. Erich Von Hornbostel y Curt Sachs en el año de 1914 crean este nuevo sistema que, a diferencia de la clasificación europea tradicional descrita por Agrícola (1529), Trichet (1640) y Mersenne (1627); vientos, cuerdas, percusión (Perez y Gili 2013) presenta una serie de ramificaciones de acuerdo con cada tipo organológico así como la inclusión de los instrumentos idiófonos, que a partir de entonces se encuentran en una categoría separada de los membranófonos o instrumentos de percusión. Esta propuesta fue presentada por primera vez en “*Zietschrift für ethnologie, heft 4 und 5, Berlín*” (Sachs y Hornbostel 1917).

En la clasificación de Sachs y Hornbostel las flautas se encuentran identificadas como aerófonos de filo, es decir, que el mecanismo de producción de sonido se encuentra compuesto por un borde afilado llamado bisel. Es posible que este borde se halle en relación con un tubo cerámico llamado embocadura o bien que este; a manera de la actual flauta transversa, se encuentre directamente en relación con la fuente de insuflación sea este el caso de la boca humana.

La categoría de aerófonos de filo se subdivide atendiendo a la forma del túnel de viento o cámara acústica. En la colección a estudiar se representan las dos principales variantes expuestas por Sachs y Hornbostel; las flautas globulares, comúnmente conocidas como ocarinas, son instrumentos cuya cámara acústica presenta una forma ovalada que permite la rotación del aire; las flautas longitudinales poseen un túnel de viento cilíndrico o con variaciones morfológicas, este túnel de viento incluye el bisel en uno de sus extremos mientras que el segundo extremo presenta una apertura.

Si bien ambas categorías se encuentran bien representadas tanto en el material arqueológico como en expresiones iconográficas, las colecciones arqueológicas a lo largo y

ancho del área Maya han presentado una gran cantidad de fragmentos y artefactos generadores de sonido que no coinciden con las especificaciones morfológicas expuestas en el sistema de 1914 (Zalaquett et. al. 2017).

Una de las aportaciones más importantes a la clasificación organológica de los generadores sonoros mayas fue propuesta por la Doctora Francisca Zalaquett y la maestra María Teresa Campos en el año 2012. En esta publicación se aplica un sistema de clasificación organológica a los instrumentos del Museo Nacional de Antropología de San Pedro Sula Honduras. Los artefactos de la muestra de estudio presentan una organización interna compuesta de múltiples cámaras acústicas globulares para los cuales se designa el término poliglobular.

Otro caso destacable en cuanto a organología mesoamericana se analiza en la revista “Tradiciones de Guatemala”, en su número 67, donde la investigadora Vanessa Rodens de Pozuelos (2007) realizó un estudio detallado sobre aerófonos anteriormente identificados con el término funcional de generadores de ruido. Rodens (2007) aplicó el término Flauta de muelle de aire o diafragma a los aerófonos que tienen una cámara globular interna de acceso restringido la cual reduce la presión del aire insuflado durante su ejecución. A través de la siguiente investigación se reconocieron dos variantes de flauta de muelle de aire. Estas variantes se identifican por medio de características morfológicas relacionadas con la forma del túnel de viento y con su conexión con la cámara de despresurización de aire.

En resumen, en este estudio se ha reconocido a la música como un fenómeno cultural inmaterial y dinámico ligado íntimamente a la concepción tanto del ejecutor como de aquellos quienes le escuchan. Las principales características de la música, por ende, son

susceptibles de sufrir modificaciones importantes por factores tales como tiempo, espacio y contexto sociocultural de una forma general.

Entonces, emprender un estudio con enfoque musicológico del fenómeno acústico en Mesoamérica requeriría al investigador agrupar distintas obras musicales, atendiendo a las propiedades sonoras, el ritmo, la métrica, la armonía y las técnicas de ejecución, entre otros factores generalmente asociados a la concepción occidentalizada de la música actual. De acuerdo con lo anteriormente establecido, el problema principal de los estudios musicológicos prehispánicos en el área Maya es la falta de “obras” musicales así como la inexistencia de un sistema de notación musical especializado antes del período del contacto.

No obstante, la presencia en el registro arqueológico de artefactos sonoros facilita el desarrollo de una investigación especializada en las propiedades físicas y acústicas de dichos instrumentos.

Dicho esto, considero que para el desarrollo de esta tesis, es necesario dejar de lado el concepto de música como objeto de estudio con el fin de realizar una investigación especializada en las propiedades físicas y acústicas de los aerófonos mesoamericanos. A través del estudio comparativo de propiedades acústicas entre aerófonos que presentan rasgos organológicos en común, es posible identificar patrones sonoros relacionados con el proceso de fabricación del instrumento (posible temperado), y no directamente con los patrones de ejecución que pudieron ser aplicados en los instrumentos.

Capítulo II

Marco histórico

II.I Estudios organológicos y arqueoacústicos en Mesoamérica

Una de las investigaciones más antiguas sobre la organología corresponde a Samuel Martí (1968). Su libro “Instrumentos musicales precortesianos” presenta un catálogo de descripción morfológica que reúne artefactos sonoros mesoamericanos. El doctor Martí recopiló un *corpus* que se compone tanto de materiales arqueológicos como registros históricos y datos etnográficos actuales para posteriormente hacer una primera clasificación organológica que divide a los artefactos sonoros en las categorías tradicionales de la música occidental moderna; vientos, cuerdas y percusiones.

Posteriormente en el año 1980 el investigador Roberto Rivera y Rivera presentó el libro “Los instrumentos musicales de los mayas” donde realizó una breve recopilación de instrumentos musicales que fueron identificados a través de fuentes tanto arqueológicas como documentales. En dicha investigación, Rivera y Rivera propuso una nueva metodología para la clasificación de los instrumentos musicales del área Maya. A diferencia del método utilizado por Martí doce años atrás, Rivera y Rivera aplicó la ya existente clasificación organológica de instrumentos musicales propuesta por Sachs y Hornbostel en el año de 1917.

Dicha terminología organológica tiene mérito debido a que forma parte de los primeros esfuerzos de realizar un *corpus* que incluyese tanto artefactos reconocidos como instrumentos musicales en el registro arqueológico, como aquellos reconocidos en la iconografía, cerámica, murales, estelas, entre otras expresiones artísticas. Este corpus permitía visualizar imágenes con formas completas las cuales pueden ser clasificadas dentro

de un sistema que reconocía sus propiedades físicas, además de proporcionar una idea general de la ejecución de sonidos para cada artefacto.

En el año de 1984 Otto Schöndube B. presentó los primeros resultados de su investigación titulada “Instrumentos musicales del occidente de México: las tumbas de tiro y otras evidencias”. En este texto encontramos una somera explicación sobre los elementos de acción sonora de los artefactos pertenecientes a esta región. El artículo distinguió categorías organológicas que se usan hoy en día: flautas, tambores, cascabeles y trompetas. El texto en general tiene un carácter ampliamente descriptivo y no se relaciona en ningún momento con algún modelo clasificatorio especializado en artefactos sonoros.

En el año de 2004 Lester Godínez estableció un criterio sólido sobre lo que él llamó estudio “arqueofonológico” de los instrumentos encontrados en contextos prehispánicos. También, Godínez abordó la problemática conceptual que presentaba el término música maya. Sus criterios comparativos intentaron desarrollar un concepto de música en un marco occidental el cual utiliza como base la notación musical

Las ideas presentadas por Godínez se basan en lo siguiente: “El término “música” sugiere una idea de expresión estética originada y desarrollada en Europa, dentro de los límites de un sistema temperado particular que no es el único y que utiliza 12 sonidos ordenados¹.

¹ Las expresiones sonoras prehispánicas de Mesoamérica pudieron tener motivaciones incidentales y utilitarias. Se desconoce si desarrollaron la articulación simple o la motivación estética.” (Godínez 2004 : 17)

La labor de Godínez se caracteriza por ser una de las primeras que reconoce la necesidad de la realización de estudios que se enfoquen en las propiedades acústicas de los instrumentos así como en sus sucesiones de tipo interválico.

Cameron Hideo Bourg en el año 2005 presentó la tesis titulada “*Ancient Maya Music Now With Sound*”. En esta tesis se encuentra una descripción a fondo de diferentes instrumentos del área Maya con base tanto en fuentes arqueológicas y escritas como en descripciones etnográficas.

El apartado de aerófonos muestra una subdivisión en tres términos básicos: ocarina, flauta y silbato. Además, el autor, conociendo la problemática conceptual que presentan estos instrumentos presenta la descripción de una categoría de flauta la cual es conocida como flauta de doble diafragma.

Este mismo año de 2005 Matthias Stöckli presentó el artículo “¿Una música maya prehispánica? Incursiones en la arqueomusicología”. En este artículo se exponen las principales problemáticas que presentan los intentos de estudio de la música maya del período prehispánico. De igual manera Stöckli hizo una fuerte crítica al concepto de música prehispánica y como este era abordado por la comunidad arqueológica.

De esta forma Stöckli argumentó que: “Entonces, aun tratando de reconstruir de modos experimentales la música que se tocaba por medio de un artefacto sonoro relativamente sencillo, digamos, por medio de un silbato de uno o dos agujeros de digitación, no vamos a tener nunca ni el placer ni la certeza de haber identificado las reglas del juego original” (Stöckli 2005 : 7).

Stöckli afirma que la reconstrucción de aquello a lo que vagamente se refiere como “música maya” no se encuentra al alcance pues, si bien podemos conocer los sonidos de los instrumentos prehispánicos, las características fundamentales que definieron en su tiempo a la música o músicas que fueron ejecutadas actualmente se han perdido. Su crítica también abarca la relativa ineficiencia de los estudios etnohistóricos así como los intentos por reconstruir patrones sonoros prehispánicos a través de las expresiones actuales de pueblos indígenas.

Una fuente que cobra suma importancia en esta investigación “Aerófonos mexicas de las ofrendas del recinto sagrado de Tenochtitlan”, tesis del investigador Arnd Adje Both (2005). En este trabajo se llevó a cabo un extenso análisis organológico de instrumentos a través de la aplicación de tecnología de rayos “X” (Fig. 3). Posterior al estudio organológico se describe la realización de un análisis acústico de los instrumentos. Las aportaciones de Adje se verán reflejadas a futuro en el desarrollo de la materia en arqueoacústica. Su labor presenta por primera vez una propuesta metodológica sólida aplicada al estudio de las cualidades sonoras de los artefactos sonoros en Mesoamérica.

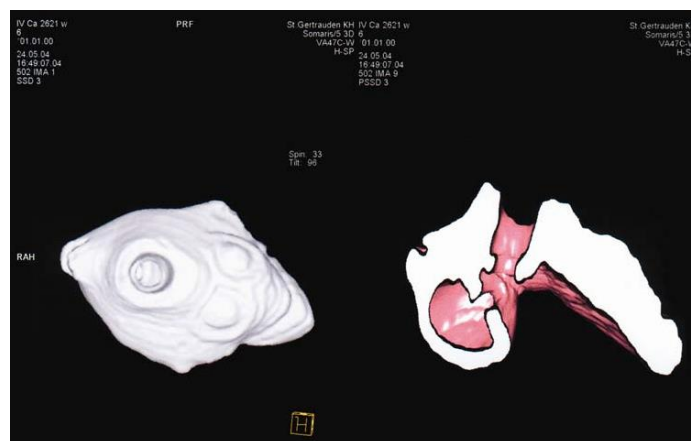


Figura 3. Tomografía computarizada de un aerófono de ruido representando a Mictlantecuhtli IV Ca 2621 W

Ethnologisches Museum SMB SPK, Berlín (Adje 2005 : 43 Fig.22)

En el año 2007 la investigadora Vanessa Rodens realizó un análisis y clasificación morfológica de aerófonos reconocidos como silbatos de muelle de aire, categoría establecida por Samuel Martí en 1968. La investigación contó con un *corpus* de 22 artefactos generadores de sonidos de distintas regiones y temporalidades del área Maya. Estos artefactos fueron hallados en excavaciones realizadas en los sitios de Jaina, Aguateca, Pacbitun, Xunantunich y Piedras Negras (Rodens 2007). En este artículo Rodens presentó diagramas de corte sagital los cuales presentan las características organológicas de las flautas de muelle de aire. Otra aportación del trabajo de Rodens para los estudios organológicos fue la subdivisión en dos variedades de los aerófonos de diafragma. Esta subdivisión se basó en la longitud y posición del túnel de viento con respecto al diafragma o rotador de aire.

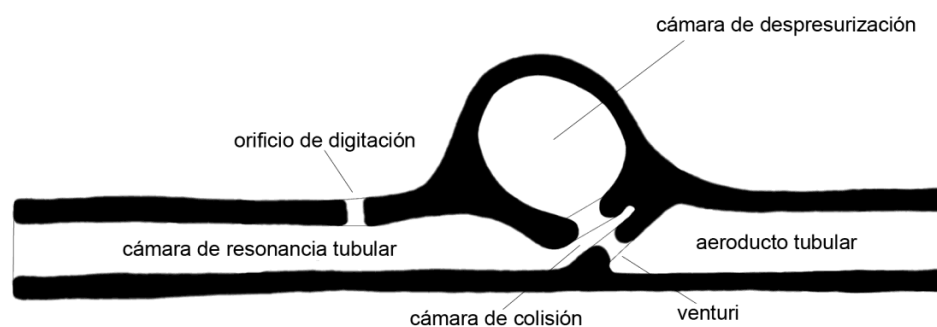


Figura 4. Dibujo técnico de un silbato de la primera variante con definición de los distintos elementos organológicos (Rodens 2007 :133 Fig. 5)

En diciembre del año 2008 la revista Arqueología mexicana presentó una edición dedicada a la música prehispánica. Entre sus artículos encontramos desde el análisis iconográfico de los instrumentos hasta las intenciones de la construcción de un sistema organológico. Muchos de los artículos presentan estudios etnográficos y etnohistóricos sobre prácticas descritas durante el tiempo del contacto y sus postrimerías (Adje 2008). De igual

manera, el doctor Adje presentó un resumen de sus resultados en los instrumentos del Templo Mayor como parte de este volumen.

En el marco del XXV congreso de investigaciones arqueológicas de Guatemala 2011 Mónica Pacheco Silva en colaboración con Gonzalo Sánchez Santiago presentaron la ponencia “Los instrumentos musicales mayas en el Museo de Etnología de Hamburgo”. El corpus de Pacheco y Sánchez se compuso de 26 artefactos de entre los cuales, catorce presentaron condiciones necesarias para el estudio de propiedades acústicas. El trabajo de Pacheco y Sánchez cobra una gran importancia pues por primera vez en artefactos del área Maya, se estableció una metodología aplicable al estudio de artefactos sonoros y a la captación de sus propiedades.



Figura 5. Maraca antropomorfa, categoría Señora de Comalcalco. No. Inv.52.24:1. (Pacheco y Sánchez 2011 : 918 Fig.1)

En el mismo año 2008 investigadora Vanessa Rodens publicó “Un estudio arqueomusicológico de los verdaderos aerófonos procedentes del sistema cultural y natural

de la Cuenca Mirador, Petén, Guatemala”. De los 143 artefactos registrados originalmente en el *corpus* por las excavaciones del sitio, 30 conformaron la muestra de estudio “arqueomusicológico”. En este artículo se describieron tipos organológicos basados en la tipología propuesta por Sachs y Hornbostel (1917). Entre las conclusiones de dicha investigación, Rodens resalta la necesidad a futuro de realizar un estudio centrado a las propiedades acústicas de dichos instrumentos: “Incluyendo la medición de los rangos de la altura de tono, frecuencias, índice acústico e intensidad sonora” (Rodens 2011 : 929).



Figura 6. Flauta vasiforme aislada completo con aeroducto y dos obturadores perforados al anverso y dorso de la figurilla. Proviene de la Op. 400^a.07, Acrópolis La Danta, Complejo La Danta, Grupo Oriental, El Mirador
Dibujo H. Iwamoto, © FARES/ Proyecto Arqueológico Cuenca Mirador. (Rodens 2011 : 935 Fig. 6)

En el año de 2012 Cheong Kong publicó una descripción detallada sobre la morfología de doce aerófonos encontrados en el grupo norte “entierro EC-2” en Pacbitun, Belice.

Su descripción permite la completa comprensión de los patrones de construcción de las flautas halladas en ese contexto. Sin embargo, en este trabajo se observa la falta de un sistema adecuado para la categorización de los instrumentos aerófonos del área Maya.

El mismo año Mark Brill de la Universidad de San Antonio Texas publicó *“Revisioning the Maya World: New Directions in Scholarship and Teaching”*. Su intención principal era el establecimiento de un puente entre el estudio arqueológico de la música y la etnomusicología. El apartado de organología de este texto presenta las mismas carencias conceptuales en cuanto a la variedad de instrumentos prehispánicos.

“They include research on conch shells, flutes, composite flute-maracas, trumpets, turtle shells, drums and metal bells” (Brill 2012).

De nueva cuenta podemos identificar el uso de categorías correspondientes a la música actual para los instrumentos prehispánicos.

Una de las pocas investigaciones que abordan de manera especializada los aerófonos funcionales de la frontera sur oriental del área Maya presenta una de sus primeras publicaciones en el año de 2012 por la María Teresa Campos quien, usando como muestra la colección del Museo de Antropología de San Pedro Sula Honduras, desarrolló criterios de clasificación organológica para los instrumentos aerófonos de dicho *corpus*, creando las categorías necesarias para el reconocimiento morfológicos de artefactos sonoros de viento los cuales cuentan con más de un solo túnel de viento o cámara acústica. El artículo “Los aerófonos de barro del Valle de Sula Honduras” apareció en la publicación especializada en arqueoacústica “Mundo florido” en su primera edición (2012) coordinada por el Dr. Matthias Stöckli y Dr. Arnd Adje Both.

En el año 2013 se publicó el artículo “Sonidos y acciones rituales, los instrumentos musicales del sitio de Xcambó, Yucatán”. Un proyecto de la colaboración entre la Francisca Zalaquett Rock, Thelma Sierra y Socorro Jiménez Álvarez. En este trabajo se hace el estudio

arqueoacústico sistemático de 14 instrumentos aerófonos entre silbatos y ocarinas hallados en el sitio de Xcambó en Yucatán.

En esta investigación se registraron las frecuencias de onda producidas por los instrumentos aerófonos, en el caso de las ocarinas se estableció un orden con el fin de obtener secuencias base las cuales fueron plasmadas con base en el sistema de notación dodecafónico actual aunado a un valor de “cents” que implica una medida de variación en frecuencia de onda entre la frecuencia de onda de la nota preestablecida y la reproducida por el instrumento.

“Con base en las ocarinas que pudieron ser ejecutadas como instrumento y analizadas, se encuentran patrones sonoros muy interesantes, comenzando porque la mayoría lleva embocadura indirecta de posterior, salvo un caso. Todas emiten frecuencias medias (agudas) y tienen la función de definir el sonido, perteneciendo al grupo de instrumentos melódicos. Se nota claramente la preferencia por la sexta y séptima octava musical y por los tonos Do, Re y Mi y Fa hasta saltar a La. Son instrumentos bastante complejos que pueden emitir intervalos de una tercera y quinta ascendente, y en el caso del silbato código 96, éste emite el sonido del ave representada.” (Zalaquett, Sierra y Jiménez 2013 : 51)

Tras la perspectiva propuesta por el doctor Arnd Adje Both, la doctora Francisca Zalaquett recupera el estudio sobre propiedades acústicas de los instrumentos para adjuntarle con el análisis de contextos arqueológicos

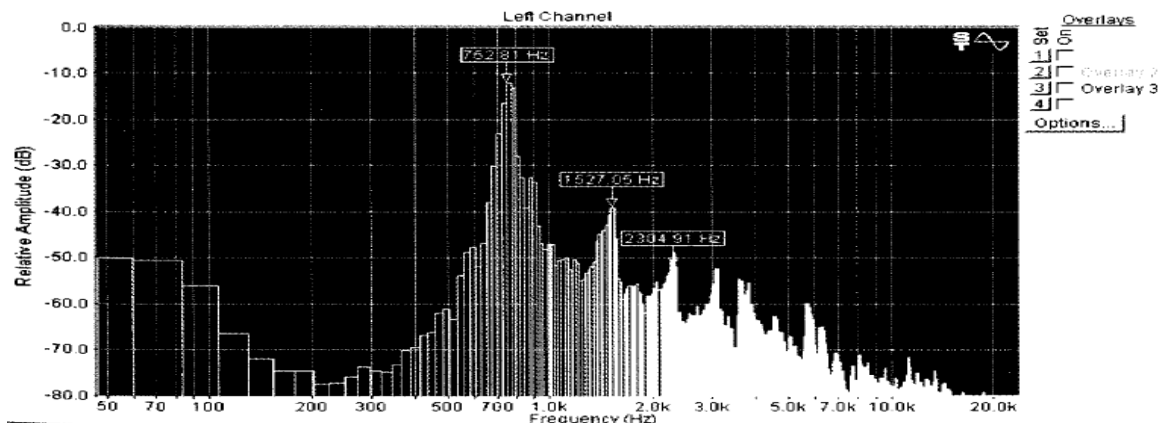


Figura 7. Espectrograma de la figura 12 representando a un posible jugador de pelota (Zalaquett, Sierra y Jiménez 2013 : 41 Fig. 12)

En el año 2014, Thomas Arvol Lee Whiting y Víctor Manuel Espondia Jimeno coordinaron la realización del proyecto “Música vernácula de Chiapas 2014”. En este texto encontraremos temas variados correspondientes a la música prehispánica iniciando por los precedentes arqueológicos que se tiene de ella. Se expresa como un gran ejemplo los murales de Bonampak en los cuales se realiza un estudio para identificar instrumentos musicales con base en las evidencias iconográficas del sitio.

En el año 2016, el investigador Gonzalo Alejandro Sánchez Santiago presentó la tesis titulada “Las culturas musicales del Oaxaca prehispánico: una perspectiva desde la etapa de las aldeas hasta las ciudades-estado (1400 a.C.-1521 d.C.)”. Esta investigación reunió un *corpus* de generadores sonoros prehispánicos entre los cuales se reconocieron artefactos idiófonos, membranófonos y aerófonos.

La propuesta de análisis arqueoacústico sugiere, en el caso de los aerófonos, el registro sonoro de tres insuflaciones por cada posición de digitación, estas insuflaciones presentan cambios en la presión de aire con el fin de reconocer su rango máximo de frecuencia.

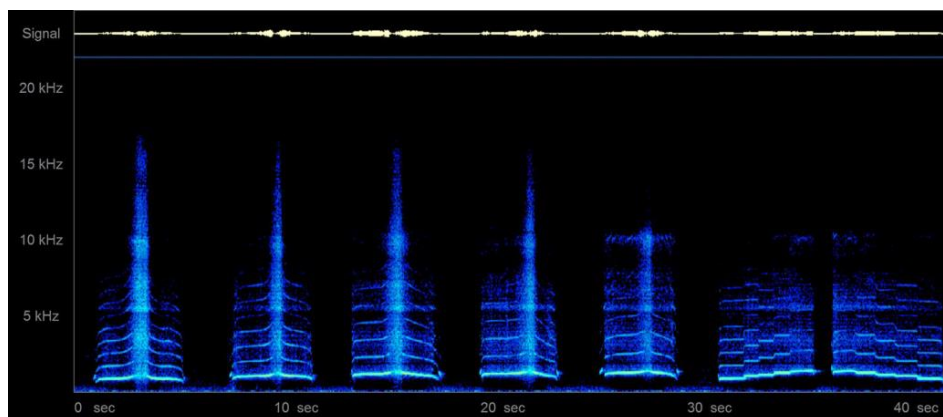


Figura 8. Espectrograma de la ocarina 10-361345 (Sánchez 2016 : 309 Fig. 3.31)

En el año 2017, en el marco del trigésimo primer congreso de investigaciones arqueológicas en Guatemala, Matthias Stöckli, Guillermo Mata y Emmanuel Serech presentaron su estudio arqueoacústico sobre tres instrumentos de la región de Motagua. La publicación presentó el análisis de tres artefactos identificados como aerófonos multiglobulares los cuales fueron clasificados organológicamente con el apoyo de un tomógrafo para reconocer las cámaras internas de dichos instrumentos. Posteriormente se realizó el registro acústico de las frecuencias de onda.

El mismo año el proyecto CONACyT 157146 “Universos Sonoros Mayas. Un estudio diacrónico de la acústica, el uso, función y significado de sus instrumentos musicales” desarrolló un catálogo sonoro de la colección de 125 instrumentos funcionales de la sala del área Maya en el Museo Nacional de Antropología de México. En este proyecto se realizó un análisis a artefactos aerófonos, idiófonos y membranófonos. Entre los resultados de dicho proyecto las investigadoras Francisca Zalaquett Rock y Josefina Bautista Ramírez publicaron “Propuesta de análisis arqueoacústico de instrumentos musicales prehispánicos mayas” como parte del libro “Diálogo entre saberes”. En este capítulo se plantea lo siguiente:

“Para analizar las características sonoras de los instrumentos excavados se efectúa la medición acústica de esta pieza en un laboratorio móvil o cámara sonoamortiguada, esto para tener un medio controlado que nos permita realizar comparaciones acústicas con otros instrumentos musicales. Se interpretan a una distancia de 20 cm. del micrófono, para el caso de los instrumentos de viento, se emiten soplos suaves, medios y fuertes con la finalidad de definir la capacidad máxima y mínima de presión sonora que se puede aplicar en cada caso...” (Zalaquett y Bautista 2017 : 111)

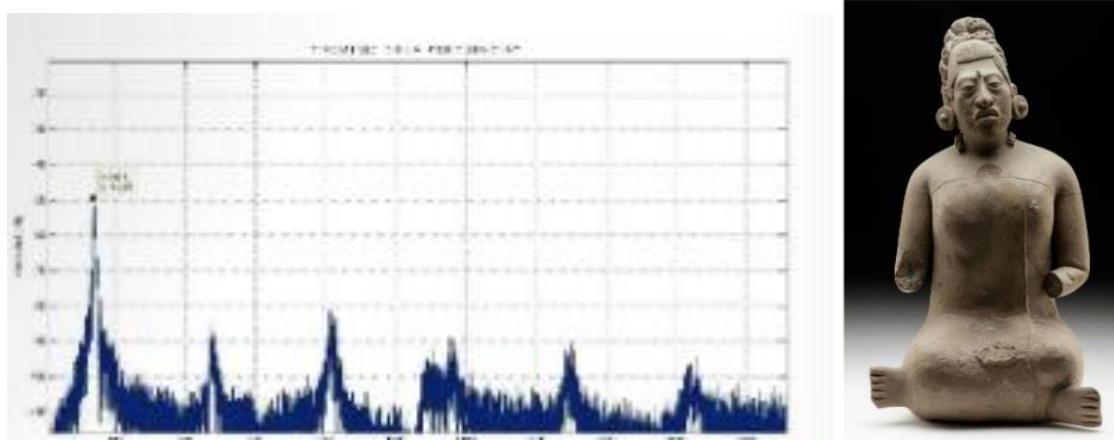


Figura 9. (Derecha) Soplido suave sin tapar agujero. Se marca la frecuencia fundamental y los posteriores armónicos que se observan en los picos a una distancia proporcional de 1:2 de la frecuencia fundamental. (Izquierda) Silbato como ofrenda en entierro 8, excavaciones 1973 en Jaina. Fotografía de Hugo Brizuela (Zalaquett y Bautista 2017 : 112-113 Figs. 47 y 48)

De igual forma se realizan pruebas con diferentes técnicas de insuflación “staccato, legatos, glissandos, trémolos y otros ataques (letimotiv)...” (Zalaquett y Bautista 2017 : 111). En caso de que los aerófonos presentasen orificios de digitación, todas las posibles posiciones deben ser ejecutadas por diez segundos continuos. El registro de estas frecuencias, como lo expresan las autoras, puede ser transcrito al sistema occidental el cual se completa con una subdivisión centesimal Ellis la cual divide un tono en cien fracciones idénticas.

El trabajo de la doctora Zalaquett a lo largo de los años ha presentado grandes avances para la materia en temas de arqueoacústica. La propuesta teórico-metodológica presente en el desarrollo de esta tesis toma como importantes elementos base, tanto el trabajo presentado por Zalaquett y Bautista en 2017 así como la conferencia de Stöckli, Mata y Serech en el Congreso de investigaciones arqueológicas de Guatemala.

Por último al año de 2018 Aldo Alemán Mungüia presentó la colección de instrumentos musicales aerófonos zoomorfos del sitio Tak'alik' Ab'aj'. Los artefactos sonoros formaron parte de un estudio acústico que comparaba las variantes de frecuencia de onda con aquellas correspondientes a los animales representados en la efigie de cada instrumento. Entre estos instrumentos se registran un elemento de tres cámaras globulares en organización vertical y un fragmento que posiblemente pertenezca a un instrumento de la misma categoría.

Capítulo III

Metodología de los análisis organológicos y arqueoacústicos de los aerófonos de la colección privada San Jorge.

Para el estudio de la muestra de los artefactos cerámicos generadores de sonido, se realizó una clasificación organológica con el fin de obtener un marco sólido para el estudio acústico de los aerófonos (flautas complejas) de la colección privada San Jorge.

Debido a que las características físicas del mecanismo interno en los generadores de sonido son un factor importante para el producto acústico de su ejecución, se consideró apto el desarrollo de una clasificación centrada en las propiedades organológicas de los materiales muestra. Dicho proceso permitirá reconocer a los instrumentos con estructuras mecánicas similares los cuales posteriormente serán sujetos al registro de propiedades acústicas.

El método organológico-acústico desarrollado para el estudio de estos instrumentos fue el siguiente.

- 1) Selección de los aerófonos con más de un orificio de digitación sin afectaciones estructurales en su mecanismo interno.
- 2) Análisis iconográfico comparativo entre los instrumentos pertenecientes a la colección privada San Jorge, y los instrumentos del Museo Nacional de Antropología e Historia de San Pedro Sula, Honduras.
- 3) Clasificación organológica según clases, subclases y variantes.
 - 3.1) Las clases se separaron según la cantidad de cámaras o túneles de viento y biseles que componen el cuerpo acústico del instrumento.

- 3.2) Las subclases fueron determinadas por la forma de la cámara acústica en relación con los orificios de digitación y el sistema de generación de sonido.
 - 3.3) Por último las variantes se obtuvieron a través de la cantidad de orificios de digitación en los instrumentos y la presencia/ausencia de un orificio de modificación modal.
- 4) Registro de propiedades acústicas.
- 4.1) Grabación de los sonidos producidos por cada combinación de oclusiones en los orificios de digitación con una presión de aire standard.
 - 4.2) Obtención de valores de frecuencia de onda reproduciendo las grabaciones en un software para registro de ondas.
 - 4.3) Ordenamiento de los sonidos, de menor a mayor frecuencia de onda y eliminación de las posiciones homólogas con frecuencias de onda similares dentro de un rango de error de 40 Hz.
 - 4.4) Cálculo razón proporcional de frecuencia de onda entre posiciones correlativas.
 - 4.5) Comparación de razones de frecuencia entre artefactos con el mismo tipo organológico.

A continuación se presentará a detalle el desarrollo del análisis iconográfico, clasificación y análisis acústico de los instrumentos seleccionados como muestra de la colección privada San Jorge.

3.1 Parámetros de clasificación en flautas complejas

Para propósito de la siguiente investigación, se seleccionó una muestra de 124 flautas complejas que aún son funcionales.

- I. Se reconoce como flauta al artefacto aerófono con sistema de generación de sonido compuesto por bisel o bisel/embocadura el cual tiene mecanismos de regulación de frecuencia de onda que, en este caso, están representados ya sea por uno o varios orificios de digitación.
- II. En caso de los instrumentos que no presentan orificios de digitación o algún otro sistema especializado de regulación de sonido, se les reconoce como silbatos.
- III. Las flautas que se consideran complejas tienen como mínimo dos orificios de digitación los cuales, con base en una prueba acústica preliminar, pueden producir una secuencia de tres notas fijas.

Los generadores de sonido aerófonos tienen características morfológicas relacionadas a su mecanismo interno que pueden fungir como caracteres diagnósticos. Es por este motivo que se señala la necesidad de utilizar un sistema de clasificación tipológico basado en criterios organológicos.

Los siguientes incisos representan los elementos morfológicos que se utilizaron para el análisis de los 124 instrumentos aerófonos:

- a) Bisel y embocadura
- b) Cámara acústica o túnel de viento (única o múltiple)
- c) Orificios de digitación

Los tres elementos anteriormente mencionados se caracterizan por ser mecanismos que permiten la generación y modulación del sonido una vez que la flauta es tañida².

² Tañer: Voz patrimonial del latín *tangere* 'tocar, ejercer el sentido del tacto', especializado en 'tocar un instrumento' Tocar un instrumento musical, en especial algunos existentes desde antiguo (como las campanas, la flauta, el laúd, el arpa o la lira).

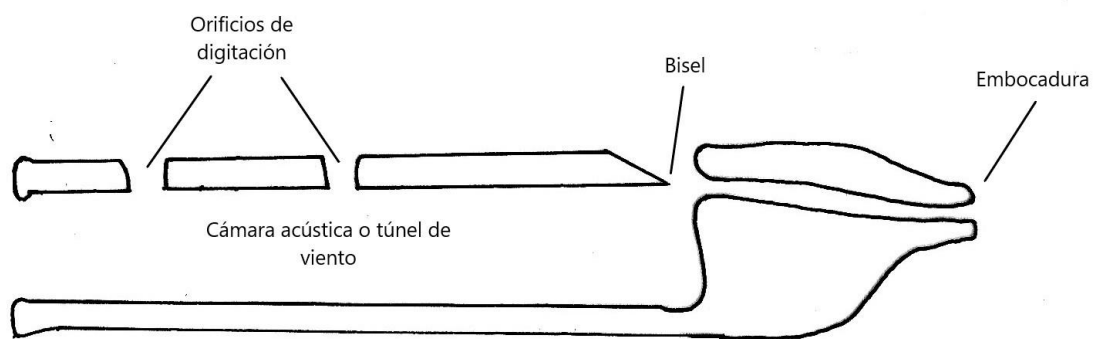


Figura 10. Diagrama de flauta longitudinal con sistemas generadores y moduladores de sonido (Dibujo de Santiago Sobrino 2018)

3.1.1 Bisel y embocadura

El bisel se define como un borde agudo y afilado que produce la vibración a través de una corriente de aire. El sonido de los aerófonos de “filo” se debe principalmente a este reborde afilado que, de ser modificado, afectará la frecuencia de onda de todo sonido que produzca tal instrumento.

Este bisel puede o no encontrarse acompañado de una estructura plástica especializada conocida como embocadura. Las embocaduras son sistemas contruidos con el fin de direccionar la corriente de aire. Esta corriente es insuflada por el ejecutante a través de un conducto que la dirigirá hasta el bisel. Entonces, la embocadura, permite de manera idónea la interacción directa entre el aire y el reborde.

También, el bisel también puede funcionar como un elemento modulador de la frecuencia de onda de sonido. La variación en el ángulo del instrumento (en los casos de bisel

²Tañer: Según el Diccionario de la Real Academia Española, el verbo tañer aplica principalmente a instrumentos de cuerda o percusión.

carente de embocadura) y la presión del aire aplicada al momento de la insuflación dan como resultado variaciones en la frecuencia estándar del instrumento en diferentes rangos.

3.1.2 Cámaras acústicas y túneles de viento

Estas estructuras se caracterizan principalmente por formar la gran mayoría del cuerpo del instrumento musical. Se componen de cuerpos huecos ya sean simples o complejos que contendrán parte del aire de insuflación tras la acción del bisel sobre ella. Las cámaras acústicas se componen de sistemas de generación y modulación de sonido del aerófono correspondiente.

Se distinguieron dos tipos básicos de cámaras acústicas:

- I. **Túnel de viento o cámara de tipo longitudinal.** Se caracteriza por una sección cilíndrica hueca “tubular”. La disposición de los mecanismos de generación y modulación de sonido varía con respecto a los resultados deseados. El bisel y la embocadura pueden encontrarse desplazados hacia uno de los extremos, siendo ejemplo de tal caso las flautas transversas y dulces actualmente utilizadas. De igual manera estos sistemas acústicos pueden encontrarse ubicados en puntos intermedios (o en el centro) bifurcando la corriente hacia los dos extremos abiertos, como el caso específico de las flautas de hueso halladas en Caral de Supe en Perú (Shady et. al. 2000). Generalmente los aerófonos longitudinales son conocidos como flautas a pesar de solo componer una restringida categoría de los aerófonos con sistema de bisel.

II. **Cámara acústica globular.** Como su nombre lo menciona, el marcador principal que distinguirá a este tipo de instrumento es la forma de su cámara acústica, la cual podría ser globular; esferoidal, elíptica u ovoide.

Estos instrumentos proveen de un ambiente mayormente cerrado para la corriente de aire la cual rota alrededor del área de la cámara. La salida del aire puede ocurrir a través de los orificios de digitación no ocluidos o bien de la misma entrada del bisel por la cual fue insuflado. Los instrumentos contenidos en esta categoría son conocidos generalmente como ocarinas (Rivera y Rivera 1980)

3.1.3 Orificios de digitación

Se caracterizan por ser el principal sistema de modulación de frecuencia de onda en los instrumentos reconocidos como aerófonos de filo. Se trata de una serie de orificios dispuestos en la cámara acústica. Su fin es modificar la frecuencia de onda de la flauta a través de la oclusión coordinada de los mismos orificios de digitación, es decir que, al cubrir uno o varios de estos orificios el sonido de la flauta cambiará.

Este sistema de modulación sonora es el principal elemento diagnóstico que permite diferenciar a los aerófonos reales con sistema de filo.

Aunque los silbatos, por ser aerófonos reales (Sachs y Hornbostel 1917) con un sistema de bisel y embocadura se asemejan a las flautas, se debe señalar que existe una diferencia principal entre estas dos clases de instrumentos.

La diferencia principal entre flautas y silbatos es la falta de orificios de digitación. Los instrumentos dentro de la categoría de silbatos (Sachs y Hornbostel 1917) son incapaces

de modular su frecuencia de onda a través del mecanismo especializado que presuponen los orificios de digitación.

3.2 Tipología organológica

El estudio preliminar para identificación de mecanismos internos se realizó utilizando como marco de referencia aquellos instrumentos fragmentados que coincidían en conformación tipológica con sus homólogos. De forma paralela también se realizó una exploración interna de los instrumentos completos, la cual consistió del uso de una lámpara flexible de iluminación led, el recorrido de la luz a través de la o las cámaras del artefacto permitió reconocer las particularidades de este.

Los nombres seleccionados corresponden a una modificación de la nomenclatura propuesta por Zalaquett, Nájera y Campos (2012). Las categorías nominales y códigos de reconocimiento del artefacto se obtuvieron a través de los elementos diagnósticos identificados en la etapa de análisis organológico y a los elementos correspondientes a su comportamiento acústico una vez fueron ejecutados de acuerdo con los parámetros establecidos.

A través del análisis anteriormente mencionado se determinaron dos principales clases organológicas entre los instrumentos muestra de la colección. Estas fueron determinadas de acuerdo con la cantidad de cámaras acústicas detectadas en el cuerpo del instrumento

- Flautas compuestas por una sola cámara acústica
- Flautas poliglobulares (Compuestas por más de una cámara acústica.)

El término poliglobular se aplicó para los instrumentos que cumplan con una serie de dos o más cámaras conectadas entre sí a un solo mecanismo de generación de sonido. Esta categoría sirvió de base para establecer un tipo de aerófono según la cantidad de cámaras acústicas o rotadores de aire que poseen.

- Flautas múltiples. (Son las que tienen más de una cámara acústica pero, a diferencia de las flautas poliglobulares, estas tienen más de un sistema de generación de sonido “bisel”.)

Una vez determinadas las clases de flautas complejas de la colección, se hizo una subdivisión por sub-clases con base en la forma y distribución de la o las cámaras en el instrumento.

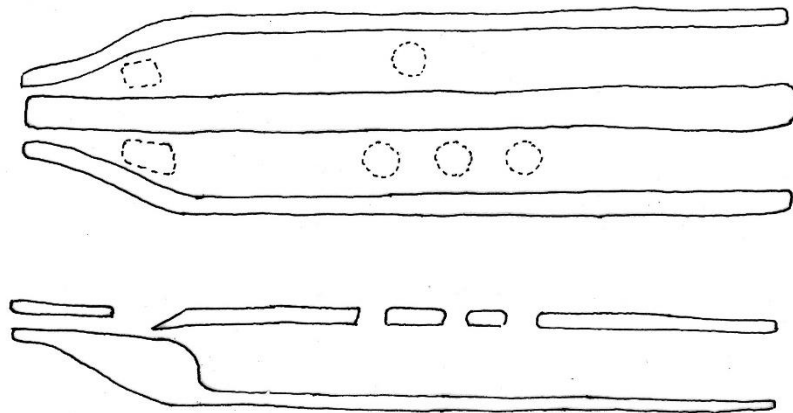


Figura 11. Diagrama de flauta múltiple de Jaina en el acervo del Museo Nacional de Antropología México

(Dibujo de Santiago Sobrino 2018)

La primera clase de flautas de una sola cámara se encuentra dividida en dos sub-clases las cuales se encuentran definidas a través de la forma de la cámara acústica y a cómo esta se encuentra relacionada con la disposición espacial de los sistemas de generación y modulación de sonido.

- Flauta globular simple

(Esta subclase de flauta con una sola cámara se caracteriza por la forma esferoide de su cámara)

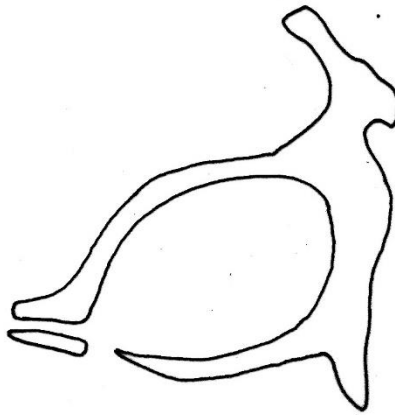


Figura 12. Diagrama de flauta globular (Dibujo de Santiago Sobrino 2018)

- Flauta tubular-ovoide

(En esta subclase la cámara acústica tiene una forma elipsoidal alargada)

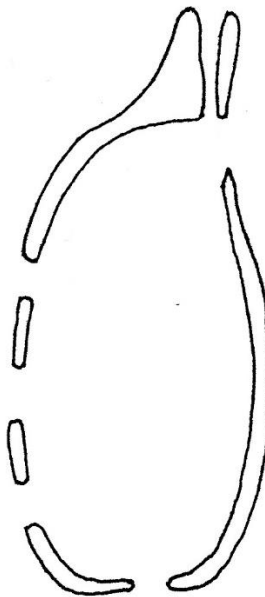


Figura 13. Diagrama flauta tubular-ovoide “MC 158BC 15” Museo Nacional de San Pedro Sula, Honduras

(Dibujo de Santiago Sobrino 2018)

- Flauta longitudinal (Sachs y Hornbostel 1917)

(El túnel de viento presenta un bisel con o sin embocadura cuyo filo apunta hacia uno de los extremos del cuerpo del instrumento)

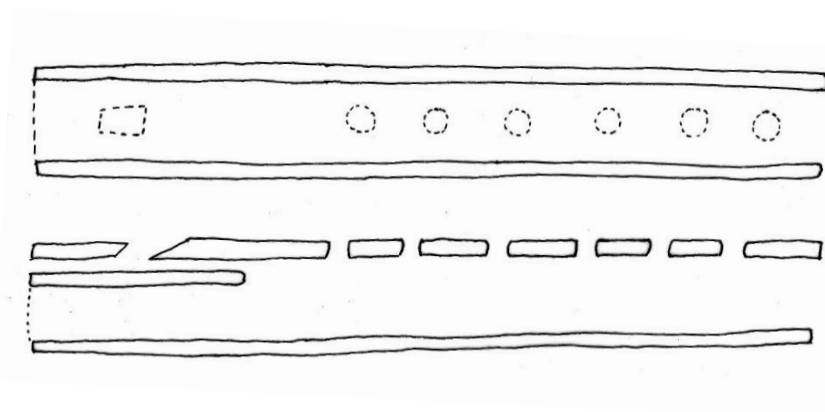


Figura 14. Diagrama de flauta longitudinal del sitio de Jaina en el acervo del Museo Nacional de Antropología México (Dibujo de Santiago Sobrino 2018)

- Flauta transversal (Rivera y Rivera 1980)

(Si bien estas flautas también poseen una cámara tipo “túnel de viento”, el filo de su bisel se encuentra en paralelo con los extremos de mayor longitud del cuerpo del instrumento.)

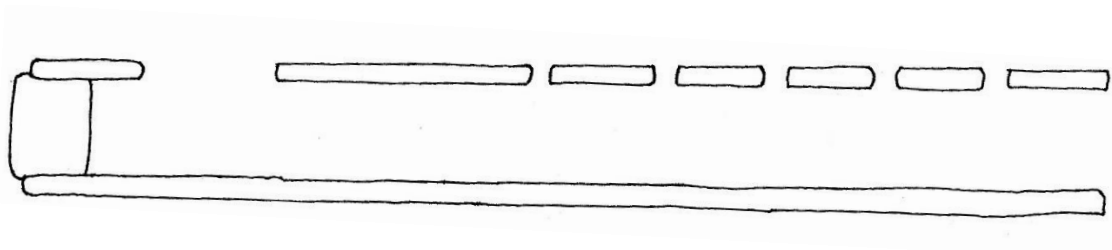


Figura 15. Diagrama de flauta transversal moderna (Dibujo de Santiago Sobrino 2018)

Por otra parte, la clase de flautas poliglobulares presente en esta colección pertenecen principalmente a flautas triglobulares (flautas compuestas por tres cámaras acústicas conectadas entre sí). Se cuentan dentro de esta investigación cuatro sub-clases de flautas triglobulares las cuales se diferencian principalmente a través del ordenamiento de dichas cámaras y las interacciones que estas puedan presentar entre sí. Los tipos a analizar son los siguientes.

- Flauta triglobular vertical

(Cuenta con dos variantes, las cuales constan de tres orificios de digitación y cuatro orificios respectivamente)

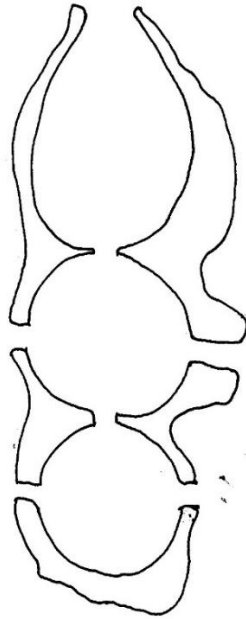


Figura 16. Diagrama de flauta triglobular vertical CP1. (Dibujo de Santiago Sobrino 2018)

- Flauta triglobular perpendicular

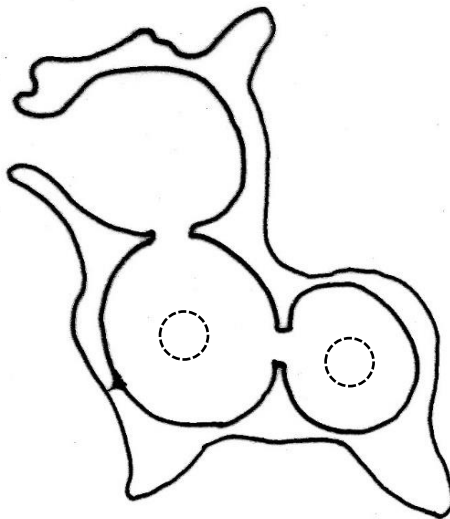


Figura 17. Diagrama de flauta triglobular perpendicular PPA-51-1 Museo de San Pedro Sula, Honduras.

(Dibujo de Santiago Sobrino 2018)

- Flauta triglobular horizontal (o de cámara gemela)

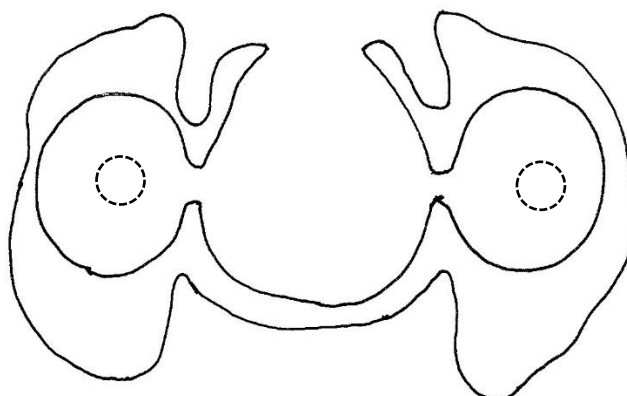


Figura 18. Diagrama de flauta triglobular horizontal (Dibujo de Santiago Sobrino 2018)

- Flauta triglobular de cámara interconectada

(Sub clase con dos variantes, de cuatro orificios de digitación y cinco orificios de digitación respectivamente)

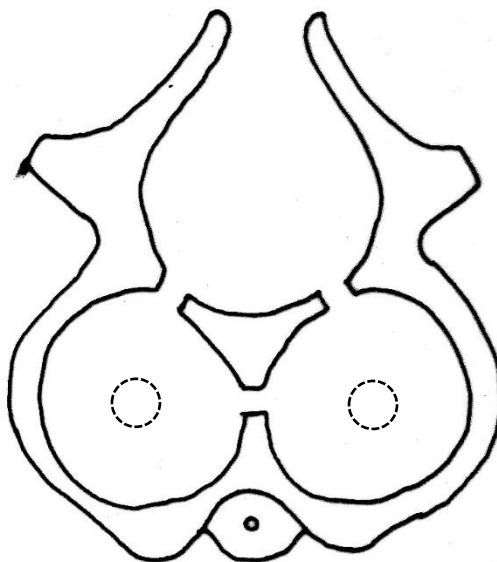


Figura 19. Diagrama de flauta triglobular interconectada MC-120-2 Museo de San Pedro Sula Honduras

(Dibujo de Santiago Sobrino 2018)

La cantidad de cámaras acústicas en un instrumento poliglobular no se encuentra limitada a tres. La colección privada San Jorge, cuenta con ejemplares biglobulares de orden vertical los cuales no pudieron proceder al análisis acústico por causas de conservación. De igual manera el investigador Samuel Martí, en el año de 1968, registra en su libro “Instrumentos musicales precortesianos” artefactos poliglobulares con más de tres cámaras acústicas.

Por último, es necesario mencionar una posible sub-clase de flauta poliglobular la cual, a pesar de contar con características morfológicas que le relacionen en parte con las flautas poliglobulares, cuenta con características particulares que hacen necesaria la creación de un apartado tipológico exclusivo para este instrumento. No se cuenta con más de tres ejemplares de este tipo organológico y solo uno de ellos en estado tal que es posible ejecutarlo.

- Flauta de tubo contorneado

(Esta sub-clase cuenta con dos cámaras globulares las cuales se encuentran conectadas a través de un túnel de viento curvo)

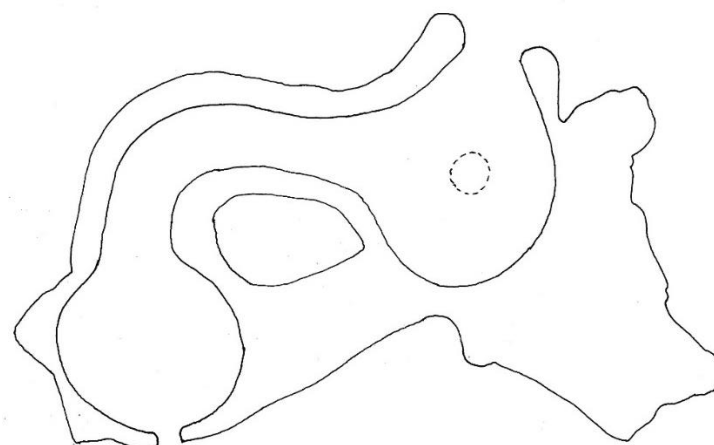


Figura 20. Diagrama de flauta de tubo contorneado de la colección privada San Jorge (Dibujo de Santiago

Sobrino 2018)

	Clase	Sub-clase	Variantes
Flautas complejas	Flautas de una cámara (simples)	Globular simple	Globular simple de 2 orificios
			Globular simple de 3 orificios no modular
			Globular simple de 3 orificios modular
			Globular simple de 4 orificios
		Longitudinal (Sachs y Hornbostel 1917)	
		Transversal (Rivera y Rivera 1980)	
		Tubular-ovoide	Tubular-ovoide de 2 orificios
			Tubular-ovoide de 3 orificios modular
			Tubular-ovoide de 5 orificios modular
	Flautas de más de una cámara (poliglobulares)	Flauta triglobular vertical	Triglobular vertical de 3 orificios
			Triglobular vertical de 4 orificios
		Flauta triglobular horizontal	Triglobular horizontal de 4 orificios
		Flauta triglobular perpendicular	Triglobular perpendicular de 3 orificios
		Flauta triglobular de cámara interconectada	Triglobular interconectada de 4 orificios
			Triglobular interconectada de 5 orificios modular
		Flauta biglobular vertical	
		Flauta de tubo contorneado*	
		Flauta de muelle de aire (Martí 1968) (Rodens 2011)	
	Flautas múltiples	Flauta multiglobular doble	
		Flauta múltiple longitudinal doble	
		Flauta múltiple longitudinal triple	

Tabla 1. Clasificación organológica de aerófonos del área Maya

Sobrino 2020	Sachs y Hornbostel 1917	Martí 1968	Rivera y Rivera 1980	Campos 2012	Zalaquett 2017	Mata, Stöckli y Serech 2018
Flauta Globular Simple	Flauta Globular con agujeros	Ocarina	Ocarina con agujeros	Ocarina sencilla	Ocarina sencilla	
Flauta Triglobular Perpendicular				Ocarina Poliglobular en forma de L	Ocarina triglobular en L	
					Ocarina triglobular en L invertida	
					Ocarina triglobular en V invertida	
Flauta Triglobular Interconectada			Ocarina Poliglobular en triangulo			
Flauta Triglobular Vertical		Silbato doble				Flauta poliglobular
Flauta Tubular-Ovoide		Ocarina tipo sudamericano		Ocarina Ovoide	Ocarina ovoide	
				Flauta tubular		
Flauta Longitudinal simple	Flauta de un tubo con agujeros	Flauta dulce o de pico	Chul			
			Quena			
Flauta Transversal Simple			Flauta transversa de Jalapa			
Flauta de tubo contorneado						
		Flauta de muelle de aire				
Flauta Multiglobular doble		Ocarina bitonal				
Flauta Múltiple longitudinal doble		Flauta doble		Flauta doble	Flauta doble	
Flauta Múltiple longitudinal triple		Flauta triple				

Tabla 2. Tabla comparativa de sistemas de clasificación organológica en instrumentos mesoamericanos.

Entre las sub-clases de flauta compleja reconocidas a través del estudio organológico, es posible identificar la existencia de variantes correspondientes a la cantidad y patrón de distribución de los orificios de digitación presentes en el cuerpo de la cámara acústica.

En las flautas de tipo globular simple, pertenecientes a la categoría de una cámara, se identificaron tres subtipos de artefactos.

- Flauta globular simple de dos orificios
- Flauta globular simple de tres orificios
- Flauta globular simple de cuatro orificios

En las flautas tipo tubular-ovoide se identificaron tres subtipos.

- Flauta tubular-ovoide de dos orificios
- Flauta tubular-ovoide de tres orificios
- Flauta tubular-ovoide de cinco orificios

En la categoría de flautas poliglobulares existen dos sub-clases de artefactos con variantes correspondientes a la cantidad de orificios de digitación en su estructura acústica.

Las flautas triglobulares de ordenamiento vertical cuentan con dos variantes.

- Flauta triglobular vertical de tres orificios
- Flauta triglobular vertical de cuatro orificios

Siendo esta última variante mayormente representada por diez de los doce aerófonos de tipo vertical registrados como parte de la muestra para el estudio acústico.

Entre las flautas triglobulares de cámara interconectada se identificaron dos variantes para esta colección.

- Flauta triglobular interconectada de cuatro orificios
- Flauta triglobular interconectada de cinco orificios

Entre las variantes de flauta globular simple, tubular ovoide y triglobular de cámara interconectada es posible identificar orificios de digitación los cuales destacan por su ubicación aislada dentro del cuerpo del artefacto. La ejecución del instrumento musical revela que estos orificios afectan estructuralmente el funcionamiento del artefacto por lo cual han sido reconocidos como orificios de cambio modal.

Se estableció como variante entre los subtipos identificados la presencia/ausencia de este orificio el cual ha sido denominado para los propósitos de este estudio como orificio de cambio modal.

- Flauta globular modular
- Flauta tubular-ovoide modular
- Flauta triglobular interconectada modular

3.3 Sistema de claves de identificación

Se estableció un sistema trinomial de códigos de identificación con base en los criterios organológicos anteriormente presentados. La intención de este fue facilitar el proceso de reconocimiento de las diferentes sub-clases y variantes identificadas dentro de cada clase de aerófono en la colección analizada. Esta herramienta también permite sentar bases sólidas para el registro y análisis comparativo de nuevas clases, sub-clases o variantes de flautas que muestren otros atributos organológicos.

Para el establecimiento de los códigos de reconocimiento en flautas complejas se utilizó un sistema trinominal correspondiente a la tipología establecida en el apartado anterior.

I. En el primer elemento del código de identificación se reconoce la forma de la cámara acústica, globular, tubular-ovoide, longitudinal y de ser necesario en tales casos especificar en su descripción/observaciones si se trata de cámaras abiertas o cerradas.

- Flauta de cámara(s) globulares (G)
- Flauta de cámara(s) tubular-ovoides (T)
- Flauta de cámara(s) longitudinal (L)
- Flauta de cámara(s) transversales (Tr)

II. El segundo elemento del sistema trinominal se representó en las flautas de una sola cámara con el adjetivo simple y la letra “S”

- Flauta globular simple (GS)
- Flauta tubular-ovoide simple (TS)

En el caso de las flautas poliglobulares, el segundo carácter de reconocimiento indicó el patrón de distribución de las cámaras presentes en el instrumento.

- Flauta triglobular vertical (GV)
- Flauta triglobular perpendicular (GP)
- Flauta triglobular horizontal (GH)
- Flauta triglobular interconectada (GI)

Por último para determinar las subclases presentes en instrumentos múltiples, el segundo carácter de identificación hizo referencia a la cantidad de cámaras con bisel

en el instrumento. Para ejemplificar el caso de estos materiales utilicé los ejemplos expuestos por Martí en 1968.

- Flauta multiglobular doble (GD)
- Flauta múltiple longitudinal doble (LD)
- Flauta múltiple longitudinal triple (LT)

III. El tercer denominador del sistema trinominal indica el subtipo presente en cada instrumento. El número de orificios de digitación se agregó como un posfijo de la clave morfológica.

Por ejemplo: “GV3 y GV4 diferencian entre las flautas triglobulares verticales con tres o cuatro orificios de digitación”.

IV. Fue necesario incluir la variante de flautas modulares como segundo elemento entre las flautas de una cámara y como un elemento extra presente entre el segundo y tercer denominador de los instrumentos poliglobulares³.

El reconocimiento de este tipo de instrumentos solo puede obtenerse a través de un estudio acústico que considere las variaciones de frecuencia de onda con el orificio modal ocluido y sin ocluir.

- Flauta tubular de cambio modal (o bien modular) (TM).
- Flauta globular simple modular (GM).
- Flauta de múltiple cámara interconectada modular (GIM).
- Y de ser tal el caso flauta de tubo contorneado modular (GTM)

³ La clave M (modular) se agrega a aquellos instrumentos que cuentan con el orificio de cambio tonal-modal principalmente flautas tubulares.

Primer carácter	Segundo carácter			Tercer carácter	Carácter modular
	Flautas de una cámara	Flautas de más de una cámara con un bisel	Flautas de más de una cámara con más de un bisel		
G T L Tr	S	V P H I	D T C Q	2 3 4 5 6 7	M

Tabla 3. Sistema de claves de identificación organológica.

En la colección privada San Jorge, fueron identificadas las siguientes subclases.

- Flauta triglobular vertical (GV).
- Flauta triglobular perpendicular (GP).
- Flauta triglobular de cámara gemela horizontal (GH).
- Flauta triglobular de cámara gemela interconectada (GI).
- Flauta de tubo contorneado (GT).
- Ocarina o flauta globular simple (GS).

Tipo de flauta	Numero de orificios	Orificio modular	Clave
Flauta globular simple	2,3,4	No	GS(2,3,4)
Flauta globular simple modular	2	Si	GSM
Flauta tubular modular	2,3,5	Si	TM(2,3,5)
Flauta tubular simple	2	No	TS
Flauta de tubo contorneado	3	?	GT
Flauta de múltiple cámara vertical	3,4	No	GV(3,4)
Flauta de múltiple cámara perpendicular	3	No	GP
Flauta de múltiple cámara horizontal	4	No	GH
Flauta de múltiple cámara interconectada	4	No	GI
Flauta de múltiple cámara interconectada modular	5	Si	GIM

Tabla 4. Tabla condensada de clasificación organológica.

3.4 Principios fundamentales del análisis arqueoacústico

Con respecto al análisis de las propiedades sonoras en cada instrumento, fue necesario establecer un criterio de evaluación objetivo que no sesgase la toma de datos acústicos.

Investigaciones en años pasados han usado un sistema mixto que documenta un valor en la frecuencia de los sonidos para luego aplicarlo al sistema dodecafónico actual, utilizando la medida de cents (centésimas de tono) para cuadrar los valores que no coincidiesen con los correspondientes a dicho sistema (Sánchez y Pacheco 2011, Zalaquett et al. 2013)

Para propósito de la siguiente investigación se utilizó el concepto de razón de frecuencia de onda en unidades Hertz utilizado por la física acústica.

Por motivo de que aún no se sabe si en verdad existieron sistemas de construcción, afinación y ejecución para los aerófonos del área Maya. Esta investigación hizo uso de un sistema acústico vigente como marco referencial. En otras palabras, este sistema acústico fungió como un anclaje cognoscible y punto de comparación entre las propiedades acústicas de los instrumentos dentro de la muestra de estudio.

Para establecer este punto de anclaje cognoscible, se hizo uso de los valores de razón de frecuencia utilizados para describir las propiedades acústicas del sistema dodecafónico actual (Tabla 1). A través de este sistema, por medio comparativo, se establecieron relaciones de proporcionalidad entre la frecuencia de onda de un sonido base, y las frecuencias propias de los demás sonidos que fueran obtenidos a partir de las combinaciones de digitación. La variación de frecuencia de onda entre estos dos sonidos se define como intervalo.

En el sistema dodecafónico occidental utilizado actualmente como marco para la producción musical, las razones de frecuencia se establecen a partir de un sonido base. Estas

razones proporcionales devienen en la creación de grados sonoros definidos. Las relaciones de frecuencia se ven representadas en las escalas musicales que parten de la nota base con un criterio de valor proporcional. Estos grados se extienden desde el unitono; la replicación de la nota base; hasta el grado de distancia llamado octava, el cual define como la duplicación en el número de vibraciones de la nota base.

Intervalos de una Octava	Razón de Frecuencia
Unitono	1:1
Semitono o Segunda Menor	1.059463094:1
Tono Entero o Segunda Mayor	1.122462048:1
Tercera Menor	1.189207115:1
Tercera Mayor	1.259921050:1
Cuarta Perfecta	1.334839854:1
Cuarta aumentada y Quinta Disminuida	1.414213562:1
Quinta Perfecta	1.498307077:1
Sexta Menor	1.587401052:1
Sexta Mayor	1.681792831:1
Séptima Menor	1.781797436:1
Séptima Mayor	1.887748625:1
Octava	2:1

Tabla 5 Definición de los intervalos de octava con respecto a la razón de frecuencia. (Jiménez 2007 : 11)

Usaremos como ejemplo el instrumento hipotético muestra denominado como “A” como caso de estudio en la obtención de los valores de razón de frecuencia de onda y estudio comparativo de razón de frecuencia. Este artefacto fue identificado como una flauta compleja de cámara globular simple (ocarina), compuesta por una embocadura de pico y dos orificios de digitación ubicados en la región posterior de la cámara. Ambos orificios de digitación se encuentran a una distancia similar del bisel. El orificio izquierdo, visto desde un plano dorsal muestra una ligera inclinación hacia la embocadura, de igual forma podemos observar que existe una ligera diferencia entre el diámetro de ambos orificios. (Fig. 1)



Figura 21. Flauta globular simple GS(2) de la colección San Jorge (Santiago Sobrino 2016)

El instrumento “A” se encuentra en condiciones óptimas de conservación para ser ejecutado como parte de la muestra acústica. A pesar de contar con ligeras fracturas en la región superior y en el apéndice diestro de la efigie de forma ornitoide, ninguna de estas afectaciones llega a comprometer el mecanismo interno del artefacto ni el sistema de embocadura. Por tales motivos se le consideró como un elemento ideal para iniciar con el estudio de propiedades acústicas.

El artefacto en cuestión fue ejecutado con una presión de aire standard a una distancia de 20 cm. del micrófono (Zalaquett 2017). Esta presión se mantuvo constante hasta el momento de su término, el primer sonido correspondió al estado “natural” o “base” de la flauta; en el cual ninguno de los orificios de digitación se ve ocluido. El sonido registrado por el software nos reveló (por ejemplo) 757.7 Hz. correspondientes a la frecuencia de onda.

Seguidamente se ejecutó el artefacto ocluyendo el orificio de digitación izquierdo, el resultado arrojado por el software es de 675 Hz. de frecuencia de onda.

A través de ambos sonidos se puede establecer una relación entre dos frecuencias de onda. (fig. 22) La diferencia entre ambas frecuencias es conocida como intervalo de frecuencia de onda. Este intervalo por sí mismo no ofrece más información que el grado de variación de Hertz entre ambas medidas.

Ahora bien, la razón de frecuencia de onda permitió identificar la proporcionalidad entre los intervalos medidos, al dividir aquel con mayor frecuencia de onda entre el segundo intervalo que presenta una variación a menor frecuencia, como se demuestra en el siguiente ejemplo.

$\text{Variación de frecuencia de onda (Vf)} = A1 - A2$ $82.7 \text{ Hz.} = 757.7 \text{ Hz.} - 675 \text{ Hz.}$ $\text{Razón de frecuencia de onda (Rf)} = A1 / A2$ $1.12251 = 757.7 \text{ Hz.} / 675 \text{ Hz.}$
--

Figura 22. Fórmulas de variación de frecuencia de onda y razón de frecuencia de onda.

El estudio adquiere su carácter primordialmente comparativo al momento de reproducir el mismo orden de acciones aplicadas en el artefacto “A” con un artefacto denominado “B” si y solo si, el artefacto a comparar reúne las siguientes especificaciones:

- I. El artefacto “B” es un aerófono de filo con un sistema completo y funcional de bisel-embocadura correspondiente al de la muestra a comparar.
- II. La cantidad de orificios de digitación de dicho artefacto deberá ser igual o mayor a los dos orificios. Esto con el fin de que las razones de frecuencia de onda nos ofrezcan un mínimo de dos variantes las cuales puedan formar una secuencia básica, comparable con aquellas de igual o mayor extensión.
- III. Ambos artefactos deben compartir un sistema organológico en común.
- IV. Ninguno de los instrumentos debe presentar afectaciones por degradación o fracturas, las cuales comprometan el sistema organológico interno del artefacto o cualquier mecanismo de generación y/o modulación de sonido que en si contenga.

De no cumplir con los anteriores criterios el instrumento será considerado inadecuado para el estudio correspondiente y no será contemplado dentro del análisis acústico.

En este caso el instrumento se encontró en condiciones aplicables según los criterios de análisis en materia de conservación de los sistemas productores y reguladores de sonido. Por tal motivo se procedió a reproducir en el artefacto “B” el sistema aplicado al artefacto “A” con el fin de obtener tanto la variación de frecuencia de onda como su razón de frecuencia.

Una vez realizada la medición correspondiente se compararon los valores obtenidos de ambos instrumentos de la forma presentada en la figura a continuación (Fig. 23).

$\text{Variación de frecuencia de onda (Vf')} = B1 - B2$ $36.753 \text{ Hz} = 336.753 - 300$ $\text{Razón de frecuencia de onda (Rf')} = B1 / B2$ $1.12251 = 336.753 / 300$ $\text{Vf de A} \neq \text{Vf de B} \rightarrow A1 - A2 \neq B1 - B2$ $\text{Rf de A} = \text{Rf de B} \rightarrow A1 / A2 = B1 / B2 \rightarrow 1.12251$

Figura 23. Comparativa entre valores de razón y variación de frecuencia de onda.

En este caso, ambas variaciones de frecuencia presenten una misma razón, por lo cual se puede afirmar que existe una relación de proporcionalidad entre los dos intervalos.

3.5 Proceso de análisis acústico comparativo

El estudio acústico de orden comparativo plantea que el principio de proporcionalidad se aplique a piezas que se definieron, para propósito de la investigación, como aerófonos

complejos. Es decir, que se considera a un aerófono como “complejo” si entre sus propiedades organológicas cuenta con un mecanismo de modulación de frecuencia de onda (sean en este caso los orificios de digitación) el cual, como mínimo, sea capaz de generar dos intervalos de frecuencia al ser ejecutado con una presión de aire constante.

Con el fin de realizar una comparación fiable carente de sesgos en cuanto a la primordialidad de una posición de digitación sobre otra, se ha resuelto por un ordenamiento basado en la frecuencia de onda de los sonidos emitidos por cada instrumento. En este estudio se ejecutaron todas las posibles posiciones del instrumento y posteriormente estas fueron organizadas en orden; de menor frecuencia de onda a mayor frecuencia de onda.

Es necesario recalcar que los intervalos microtonales⁴ producidos por posiciones de digitación que ocuyen una misma cantidad de orificios en órdenes alternos, no fueron tomados como datos dentro de esta investigación.

Las variaciones de tipo microtonal presentan rasgos aleatorios que no permiten reconocer si estas fueron construidas con la intención de producir tal efecto, si fueron generados por un posible temperado a oído en conjunto con las circunstancias de su producción, o bien, si son un producto de los procesos de deterioro natural en el material.

De igual forma, cabe recalcar que el *software* utilizado para la medición de frecuencia de onda, cuenta con un rango de error que imposibilita el estudio de intervalos menores a 10 Hz. entre dos sonidos.

⁴ Los microtonos pueden definirse como “aquellos intervalos menores a un semitono” (Lousberg 2018) o bien como “un tono que, en relación a otro, tiene una diferencia la cual cae entre los semitonos de una escala cromática temperada” (Pettersen 2018)

Por tal motivo, el registro y comparación de razones de frecuencia se realizó entre los intervalos macrotonales producidos por las diferentes posiciones de digitación, aplicando este mismo orden a todos los intervalos correspondientes de cada instrumento.

De acuerdo a la premisa construida con base en el principio de proporcionalidad propongo que:

“Si comparando todos los intervalos posicionalmente correspondientes de la secuencia muestra creada entre dos instrumentos se obtienen como resultado razones de frecuencia equivalentes, podemos afirmar que ambas secuencias son proporcionales, ergo, son una misma secuencia cuya base se encuentra en diferentes frecuencias”

El último análisis de esta investigación implica que los conjuntos de intervalos reconocidos permitirán la obtención de una muestra estadística estable la cual tiene como objetivo identificar los grados de diferencia entre las razones de frecuencia de onda que fueron asignadas a una de las categorías predeterminadas (semitono, tono, tono y medio, dos tonos, dos tonos y medio...) por su alto grado de similitud y mínima desviación con respecto al valor ya existente.

Es necesario considerar que el mismo proceso de ejecución de los instrumentos aerófonos así como los procesos correspondientes a su fabricación y la intervención de los factores naturales o antrópicos que jugaron un papel en la degradación del artefacto desde su depósito hasta la actualidad indudablemente afectará el desempeño de cada instrumento.

Por tal motivo se realizó un recuento total de las razones de frecuencia obtenidas con el fin de determinar si existen o no patrones de dispersión que puedan corresponder a nuevos

valores predeterminados distintos a aquellos reconocidos dentro del sistema de comparación utilizado para esta investigación.

3.6 Resumen

La muestra se compone de 124 instrumentos aerófonos complejos funcionales. Cada artefacto fue clasificado de acuerdo a sus características organológicas. Esta clasificación se complementó con un sistema trinomial que facilitó la identificación de cada artefacto.

Posteriormente se realizó el registro fotográfico de cada pieza, se tomaron cinco fotografías por cada artefacto; plano frontal, dorsal, planos laterales y de fondo. Estas fotografías representan las principales características organológicas de todos los instrumentos estudiados.

De igual forma se realizó un registro escrito que contiene por separado los aspectos organológicos, morfológicos e iconográficos de cada elemento, estos se presentaran a manera de tabla para facilitar próximas revisiones.

El estudio arqueoacústico se llevó a cabo con el uso del programa “Wavepad editor 2.0”. Este programa de grabación cuenta con un preciso generador de espectrograma que revela lecturas de frecuencia de onda en un amplio espectro.

En el análisis se registraron los sonidos producto de todas las posibles combinaciones de oclusión en los orificios de cada artefacto (Zalaquett et al. 2013) (Stöckli et al. 2017). Las grabaciones se realizaron con una presión constante de insuflación para evitar las variaciones producidas tanto por la embocadura como la presión del aire al momento de la insuflación (Zalaquett y Bautista 2017).

Posteriormente tales sonidos fueron organizados en una secuencia ascendente relativa a la frecuencia de onda de cada nota. En otras palabras, todos los sonidos se encontrarán distribuidos de menor a mayor frecuencia de onda.

Luego se compararon los grados de desviación mínima entre posiciones de oclusión que cuenten con la misma cantidad de orificios ocluidos y un orden de distancia similar a la embocadura.

La nueva secuencia reducida fue de nuevo analizada con base en los intervalos macrotonales obtenidos. Estos intervalos fueron comparados entre los instrumentos que correspondan al mismo orden organológico. La intención de este ejercicio comparativo fue comprobar o negar la siguiente prerrogativa:

“Si entre instrumentos del mismo tipo organológico, reproduciendo un mismo orden secuencial, se obtienen intervalos proporcionalmente correspondientes, entonces los instrumentos aerófonos mayas de tal tipo organológico fueron fabricados con base en un sistema de tipo modal.”

Por último, se comprobó si existen relaciones en cuanto a las secuencias producidas por diferentes tipos organológicos, y como estas pueden encontrarse relacionadas.

Capítulo IV

Análisis organológico de los aerófonos de San Jorge.

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del análisis organológico de los aerófonos de la colección privada San Jorge.

El primer apartado corresponde a la descripción de los tipos organológicos identificados en la colección estudiada. Aquí se explican las características mecánicas que permiten su ejecución, así como los elementos iconográficos presentes en cada aerófono.

El segundo apartado presenta un análisis organológico e iconográfico comparativo entre la colección privada San Jorge, los aerófonos del Museo Nacional de Antropología de San Pedro Sula y registros arqueológicos de artefactos sonoros correspondientes a la región intermedia en Centroamérica, el área Maya, la región de Oaxaca. En este estudio de carácter regional se planteó reconocer el área de distribución de los aerófonos anteriormente mencionados.

4.1 Análisis organológico

Como fue establecido en el tercer capítulo, la tipología organológica se enfoca en los tres principales mecanismos que permiten la generación y modulación sonora de los aerófonos:

1) Bisel y embocadura, 2) cámara acústica o túnel de viento y 3) orificios de digitación.

Un total de 124 instrumentos funcionales de la colección San Jorge fue analizado bajo los criterios anteriormente mencionados. A continuación, se presenta la descripción de las características organológicas e iconográficas de los tipos identificados: 1) Flauta globular simple, 2) Flauta triglobular vertical, 3) Flauta triglobular perpendicular, 4) Flauta triglobular horizontal, 5) Flauta triglobular interconectada, 6) Flauta tubular ovoide y 7) Flauta de tubo

contorneado. De igual forma en este apartado se analizó la presencia de flautas con características particulares que aparentemente corresponden a la modificación de su estructura organológica: 8) Flautas modificadas.

4.1.1 Flauta globular simple

Este instrumento, referenciado también como ocarina (Rivera y Rivera 1980), tiene una cámara acústica de forma lobulada. Este espacio hueco está integrado por el bisel y los orificios de digitación los cuales funcionan como mecanismos de generación y modulación de sonido. A diferencia de las flautas longitudinales cuya cámara se compone de un túnel de viento abierto, las flautas globulares sencillas no cuentan con aperturas que permitan el escape de la corriente de aire insuflado.



Figura 24 Flauta Globular Simple GS(2) colección San Jorge (Santiago Sobrino 2016)

4.1.2 Flauta triglobular vertical

Como su misma denominación lo menciona, la morfología de estas flautas presenta una sucesión de tres cámaras globulares en secuencia vertical. Tal y como sucede en gran mayoría de los instrumentos poliglobulares analizados en el marco de esta investigación, los sistemas de generación y modulación de sonido se encuentran distribuidos en las diferentes cámaras que componen el cuerpo hueco del instrumento.

La cámara superior del instrumento, comúnmente se ve representada por la cabeza de la efigie que, en gran mayoría de los casos, presenta rasgos felinos o bien perfiles de aves con picos curvos y alargados. En ambos casos, la primera cámara cuenta con rebordes laterales los cuales contienen perforaciones equidistantes al centro de esta. La región superior de esta cámara muestra una apertura ovoide que se limita por los rebordes anteriormente mencionados, sus terminaciones presentaran elevaciones en ambos extremos del plano coronal de la figurilla. Esta apertura muestra bordes agudos probablemente desbastados a mano para crear un bisel funcional de contacto directo con la fuente de insuflación.

Ambas cámaras restantes, medial e inferior presentan patrones similares en la disposición de los orificios de digitación. Estos orificios se presentan en pares ubicados de manera equidistante en las regiones frontal y dorsal de la efigie. En todos los casos el orificio frontal ubicado en la cámara medial se encuentra ubicado sobre una moldura que, a manera de saliente, se aparta del cuerpo lobulado central desde 2 milímetros hasta 1.6 centímetros, la mayor dimensión registrada en estas molduras que se encuentran asociadas proporcionalmente a las dimensiones naturales del artefacto en cuestión.



Figura 25 Flauta triglobular vertical GV(4) colección San Jorge (Santiago Sobrino 2016)

La clasificación de flautas triglobulares de ordenamiento vertical cuenta con dos subtipos morfológicos identificados y nombrados a través del sistema de siglas como GV(3) y GV(4). La diferencia entre ambos se hace presente en la región posterior de la cámara inferior; mientras que los artefactos identificados como GV(4) cuentan, como fue expuesto con anterioridad, con un orificio anterior y uno posterior en cada cámara designada para digitación, las flautas denominadas como GV(3) carecen del elemento de regulación de frecuencia de onda ubicado en la región mencionada.



Figura 26 Flauta Triglobular Vertical GV(3) colección San Jorge (Santiago Sobrino 2016)

A manera de referencia, los investigadores Guillermo Mata, Matthias Stöckli y Emmanuel Serech en el año 2017 presentan “Instrumentos musicales de la región del Motagua” un estudio arqueoacústico con una muestra base de tres instrumentos hallados en dicha región. A pesar de las evidentes diferencias en el aspecto iconográfico, los instrumentos de ambas muestras de estudio comparten una misma estructura interna compuesta por tres elementos lobulados, de igual manera los instrumentos presentan la moldura que da origen al orificio superior frontal de digitación.

4.1.3 Flauta triglobular perpendicular

Los siguientes artefactos se caracterizan por recuperar la conformación organológica base de la flauta triglobular vertical GV. Se componen de una continua sucesión de tres cámaras, siendo la primera de estas aquella que consigo lleva el mecanismo de generación sonora seguida de dos cámaras de digitación. Se les reconocerá a través de las siglas GP(3)



Figura 27. Flauta Triglobular Perpendicular GP(3) colección San Jorge (Santiago Sobrino 2016)

Actualmente se cuenta con cinco artefactos funcionales, encontrándose todos ellos compuestos por un cuerpo correspondiente a mamíferos cuadrúpedos, sin embargo los rasgos externos de la cámara de insuflación no revelan constante alguna entre los cinco instrumentos funcionales. Mientras el elemento de mayor longitud GP(3)CP1 se puede asociar, a través de la longitud y forma del hocico, con un cánido, el artefacto GP(3)4(35) se relaciona más bien con un miembro de la familia de los félidos. De igual manera se cuenta con dos artefactos de rasgos antropomorfos; mientras el primero de estos asemeja a un anciano el segundo elemento presenta el rostro de un individuo joven ricamente ataviado con un tocado moldeado y orejas perforadas, sus ojos se encuentran entrecerrados y la boca abierta formando el bisel de la primera cámara. El último artefacto estudiado varía de nueva cuenta la imagen representada en la cabeza de la efigie, en este caso nos encontramos con un ave

strigiforme con detalles en decoración incisa muy poco comunes entre los artefactos dentro de esta colección.

Particularmente estas flautas presentan tres cámaras en una sucesión lineal en forma de “L”. La cámara de insuflación ocupa normalmente el área de la cabeza de la efigie. Su bisel se encuentra en la región superior de la cabeza, normalmente responde al eje sagital de esta limitada por dos elevaciones o restrictores ubicados en dirección anterior-posterior.

La primera cámara de digitación solo contendrá un orificio sobre la unión entre la extremidad y la cavidad torácica; en cuyo interior se encuentra la cámara acústica. Si bien no es un elemento constante entre los instrumentos de esta categoría, el orificio único de la primera cámara de digitación puede encontrarse ubicado en una moldura saliente de manera similar a aquella identificada en los artefactos triglobulares de ordenamiento vertical. La última cámara de digitación se encuentra ligada a la región posterior de su homónima primera cámara. Presenta dos orificios de digitación los cuales se encuentran posicionados a cada costado de la cámara equidistantes entre sí y en relación con el bisel; la aparición de estos orificios equidistantes implica, en caso de que ambos compartan un mismo diámetro, que la variación de frecuencia de onda al ocluir cualquiera de los dos sea, si bien no exactamente igual, relativa.

4.1.4 Flauta triglobular horizontal

Fue necesario definir este tipo de flautas poliglobulares ante la característica distintiva que sus tres exponentes. A diferencia de las flautas de organización lineal; triglobular vertical y triglobular perpendicular, aquellas reconocidas como flautas de cámara gemela presentan un ordenamiento en el cual la cámara de insuflación se encuentra ubicada en una posición central

y comunicada a través de canales a dos cámaras de digitación que establecen un eje de simetría determinado por el eje sagital de la figurilla.

La flauta triglobular horizontal presenta un patrón de cámaras de digitación que se disponen de forma equidistante a los costados del cuerpo central el cual contiene la cámara de insuflación. Cada cámara de digitación lateral cuenta con dos orificios de igual diámetro y posicionamiento espacial en las caras anterior y posterior de su respectiva cámara acústica.

Solo tres elementos relacionados con esta categoría se encuentran preservados de tal manera que aún pueden ser considerados como funcionales, generalmente dentro de la colección era posible encontrar artefactos fragmentados que carecían de una de las cámaras laterales.

4.1.5 Flauta triglobular interconectada

Se trata del tipo de flauta poliglobular con la mayor cantidad de exponentes funcionales. Un total de 34 elementos funcionales constituye la muestra de flautas triglobulares de cámara interconectada.

Entre estos fueron identificados dos patrones de ordenamiento en orificios de digitación que contribuyen a la variabilidad acústica entre los representantes de esta categoría.

Presentan una cámara de insuflación central-superior cuyos orificios de conexión se ubican en la región ínfero-lateral, durante la insuflación, los conductos anteriormente mencionados conducen el aire a dos cámaras equidistantes sostenidas por dos soportes mamiformes ubicados a la región anterior de la figurilla. El adjetivo “interconectado” se le adjudica a la siguiente forma organológica puesto que existen conductos que comunican a

los tres elementos globulares entre sí de tal manera que, a diferencia de las flautas verticales, horizontales o perpendiculares, incluye una conexión directa entre ambas cámaras de digitación.

Cada cámara ínfero-lateral cuenta con dos orificios de digitación, frontal y anverso. El mecanismo interno de la figurilla se encontrará distribuido a manera piramidal con dos cámaras de base sosteniendo una cámara superior generadora de sonido.

En el aspecto iconográfico nos encontramos con el mayor factor de correspondencias iconográficas, un 91% de los elementos estudiados representado físicamente a través de 31 artefactos funcionales presentaron rasgos zoomorfos *ornitoides* que les relacionan en gran medida con la familia de las *strigiformes* (búhos, lechuzas, mochuelos etc.). Los elementos restantes presentan; en dos casos, rostros antropomorfos ataviados con un tocado a manera de banda sobre la frente y orejas con perforaciones. El único artefacto restante compone la representación de un murciélago, la técnica de decorado es similar a aquella identificada entre los búhos pero la moldura de la nariz hace evidente la intención de crear la figura de un *giroptero* (murciélago).



Figura 28. Flauta Triglobular de Cámara Interconectada GI(4) colección San Jorge (Santiago Sobrino 2016)

4.1.6 Flauta tubular-ovoide

Se cuenta con catorce flautas las cuales varían entre un ejemplar con cinco orificios, diez con tres orificios y tres con dos orificios de digitación. La principal característica que distingue esta categoría organológica es la forma de su única cámara acústica, a diferencia de los artefactos anteriormente estudiados, la cámara acústica de estos varía entre formas globulares alargadas hacia sus extremos superior e inferior.

Entre las flautas complejas pertenecientes a la muestra solo dos subdivisiones correspondientes a los aerófonos de una sola cámara cuentan con un mecanismo de generación de sonido que consta de un bisel conectado a una embocadura de pico. Esta se compone de un conducto cerámico sencillo que dirige el aire insuflado hacia el bisel facilitando de tal manera que la corriente impacte el filo con el ángulo preciso para producir el sonido deseado. En el caso de las flautas tubulares ovoides este mecanismo se encuentra ubicado en la región posterior-superior del instrumento.

A diferencia de las flautas globulares anteriormente descritas, el patrón de orden de los orificios de digitación entre las flautas que cuentan con una cámara tubular-ovoide se asocia en mayor medida con el patrón organizacional presente en las flautas actuales con sistema de orificios de corte transversal o longitudinal. Los orificios de dicho tipo organológico, los orificios de digitación se encuentran distribuidos en una sola hilera que recorre de forma longitudinal la alargada cámara acústica.

Una característica particular la cual se marca en los instrumentos pertenecientes a esta categoría es la presencia, en trece de ellos, de un orificio en la región inferior el cual, de ser ocluido, produce una modificación de la estructura acústica general del instrumento. Esta

modificación puede alterar tanto la nota base de dicho instrumento como la secuencia interválica que éste produzca al momento de ser ejecutado.

Aparentemente, se visualiza una correspondencia iconográfica en el 100% de los instrumentos correspondientes al orden organológico anteriormente descrito. Todos los aerófonos presentan, en la región superior del túnel de viento, la imagen de un ave de pico corto. En los casos TM(5)CP1(1) y TM(3)6(1), aquellos que presentan una mayor longitud entre las catorce figuras, la efigie lleva molduras laterales que simulan las alas del ornitoide mencionado.



Figura 29. Flauta Tubular-ovoide de la colección TM(5) San Jorge (Santiago Sobrino 2016)

4.1.7 Flauta de tubo contorneado

La siguiente categoría de aerófonos realiza una precaria aparición dentro de la muestra seleccionada, en el corpus completo de piezas arqueológicas reconocidas como instrumentos aerófonos, solo tres ejemplares cuentan con características que bien les incluiría dentro de esta categoría y si bien solo estos tres instrumentos entre un estimado de cinco mil pueden caracterizarse como flautas de tubo contorneado, dos de los elementos mencionados se encuentran fragmentados e incompletos, mientras que el tercero, utilizado como único

referente dentro de esta investigación, a pesar de encontrarse fragmentado fue restaurado en su totalidad al grado que el sistema organológico interno no se vio afectado.

Estos instrumentos cuentan con una forma excéntrica y variable que rompe con los cánones detectados en instrumentos de cámara globular, tubular u ovoide detectados tanto en la muestra como entre los instrumentos musicales desarrollados y utilizados actualmente. Se trata de un cuerpo compuesto por dos cámaras globulares; superior e inferior, conectadas por un canal o túnel de aire curvo que realiza una excéntrica trayectoria curva en dirección infero-posterior hacia la segunda cámara acústica.

La cámara superior presenta en un bisel sagital limitado por altos restrictores redondeados. La cámara inferior, por su parte, cuenta con un solo orificio ubicado en la región frontal a contra de la conexión del tubo contorneado.

4.1.8 Flautas modificadas

Si bien todas las flautas de esta colección cuentan con una estructura organológica compleja la cual es posible relacionar con un tipo básico entre los anteriormente mencionados. Tres elementos dentro de esta colección presentan modificaciones estructurales visiblemente premeditadas que afectaron directamente las capacidades sonoras de dichos instrumentos.

Los artefactos sonoros cuya clave de identificación corresponde con GI1(4) GI1(5) GSM(3)13 serán reconocidas por este estudio como flautas complejas modificadas.

El caso GI1(4) presenta una flauta triglobular de ordenamiento interconectado que, a diferencia de sus homólogas, cuenta con un quinto orificio ubicado en la cámara lateral derecha. A través de la imagen fotográfica de la pieza es posible notar que este orificio no

coincide en tamaño ni forma con aquellos que se ubican en la región anterior o posterior de dicho instrumento.

El perfil simétrico construido a partir de la formación de cámaras de digitación gemelas unidas a través de conductos con una cámara central dedicada únicamente a la insuflación de aire se ve afectado desde sus principios con la introducción del quinto orificio lateral. Al no ser ocluido, este orificio genera un escape al sistema de cámaras evitando de tal forma la rotación del aire, su diámetro considerablemente mayor al de los orificios oclusivos restantes altera por completo la estructura sonora del instrumento.

El instrumento GSM(3)13 cuenta con una forma básica de flauta globular. A pesar de ello cuenta con tres principales modificaciones estructurales concernientes tanto a la cámara acústica como a la embocadura. Cada saliente, de aproximadamente 2 a 2.5 cm de longitud, cuenta con características particulares que la distinguen del resto. La saliente del extremo lateral izquierdo se encuentra totalmente sellada mientras que la saliente inferior, decorada de la misma forma que su homóloga izquierda, cuenta con un orificio de digitación apartado de los dos presentes de manera anterior-posterior al centro de la cámara. La tercera modificación presentará un sistema de generación de sonido compuesto por una embocadura de pico que guía al bisel ubicado en la región anterior del instrumento, algo sumamente inusual en las ocarinas estudiadas, normalmente entre los aerófonos globulares de cámara sencilla que cuentan con un sistema de embocadura similar el bisel, anteriormente mencionado, se encuentra ubicado en la región dorsal de la figurilla, o en su defecto, se ubica en la región inferior de este, como en el caso de las figurillas con imágenes de cocodrilos.

4.2 Análisis comparativo regional de los aerófonos poliglobulares y ocarinas en Centroamérica y Mesoamérica.

Una de las principales problemáticas correspondientes al estudio de este *corpus* es la naturaleza de la colección. Los artefactos del resguardo de materiales arqueológicos San Jorge corresponden, en su totalidad, a donaciones realizadas por medios anónimos. En consecuencia, los artefactos estudiados, como parte de la muestra representativa, carecen de registro. Al encontrarse descontextualizados se dificulta en gran medida su datación y procedencia.

A través de la comparación iconográfica y morfológica de los elementos con colecciones contextualizadas, podemos relacionar los elementos poliglobulares con la región que va desde la rivera del Motagua hasta la frontera con Honduras y El Salvador.

La estancia formativa que comprendió el período entre los días 24 y 28 del mes de julio del 2018 tuvo como principal objetivo la realización de un análisis comparativo, tanto de los elementos de tipo organológico y como de patrones iconográficos. Esta comparación se realizó entre la colección estudiada; Colección privada San Jorge y la colección del Museo de Antropología de San Pedro Sula.

4.2.1 Análisis comparativo de la colección San Pedro Sula

Durante este período de investigación se realizó el registro organológico y acústico de 20 artefactos sonoros correspondientes a las siguientes categorías.

- Flauta triglobular interconectada

Se identificaron ocho artefactos funcionales correspondientes a este tipo organológico.

- Flauta triglobular perpendicular

Se mantiene el registro de siete artefactos correspondientes a la variante GI4 de este tipo organológico.

- Flauta tubular-ovoide

Fueron identificados cinco artefactos funcionales de entre los cuales solo uno carecía de orificio de cambio modular.

Para la obtención del *corpus* correspondiente al Museo Nacional de Antropología de San Pedro Sula se hizo un claro énfasis en el registro organológico y acústico de los instrumentos conocidos como *poliglobulares*, es decir, aquellos cuyo cuerpo se compone de varias cámaras o rotadores de aire dispuestos en diferentes órdenes los cuales alteran el producto acústico final.

En los artefactos del Museo Nacional de Antropología de San Pedro Sula, Honduras se reconocen similitudes tanto organológicas como iconográficas en las siguientes categorías de aerófonos:

- Flautas triglobulares perpendiculares.



Figura 30. (Derecha) Flauta triglobular perpendicular PPA-51-1 Museo Nacional de San Pedro Sula, Honduras. (Izquierda) Flauta triglobular perpendicular GP(3) Colección privada San Jorge (Santiago Sobrino 2016-2018)

- Flautas triglobulares interconectadas



Figura 31. (Derecha) Flauta triglobular interconectada MC-120-9 Museo Nacional de San Pedro Sula, Honduras. (Izquierda) Flauta triglobular interconectada GI(4) Colección privada San Jorge (Santiago Sobrino 2016-2018)

- Flautas de cámara tubular-ovoide.



Figura 32. (Derecha) Flauta Tubular-ovoide AB-184-1 Museo Nacional de San Pedro Sula, Honduras. (Izquierda) Flauta Tubular-ovoide TM(5) Colección privada San Jorge (Santiago Sobrino 2016-2018)

El Museo de Antropología e Historia de San Pedro Sula ha reconocido en múltiples publicaciones la procedencia de estos instrumentos a la región del Valle de Sula (Zalaquett Nájera y Campos 2017) (Campos 2012) (Hendon 2003) (Hendon 2014).

“El valle forma parte de la frontera sur de Mesoamérica y es cada vez más evidente que era una zona de intercambio donde confluyen tres grandes áreas culturales: el área mesoamericana, área circuncaribe y el área intermedia que se extiende hasta Colombia. En el valle se establecieron grupos mayas (choles, chortis, chontales) que convivieron con grupos del área intermedia como toqueguas, tolupanes y pesh” (Campos 2012 : 69).

Como lo expresa María Teresa Campos en “Los aerófonos del Valle de Sula”. La región del Valle de Sula presenta un panorama de constante interacción entre distintos grupos que pudieron cohabitar con los sitios mayas y desarrollar relaciones de intercambio con estos.

Julia Hendon en su artículo “In the house. Maya nobility and their figurine-whistles” (2003) también describió figurillas antropomorfas del sitio de Cerro Palenque con detalles modelados que asemejan los rasgos presentes en los aerófonos de la colección Museo de

Antropología e Historia de San Pedro Sula. Hendon afirma en este texto que las figuras de Cerro Palenque pudieron haber llegado al sitio de Copan a través del intercambio con culturas propias de la región sur del Valle de Ulúa (Hendon 2003). Entre los aerófonos identificados, resaltan las figurillas antropomorfas tipo “*cargadores*” que corresponden a la categoría de flautas triglobulares de cámaras en disposición perpendicular (Comunicación personal María Teresa Campos 2018).

4.2.2 Influencia en la región Intermedia de Centroamérica

Los aerófonos del Valle de Sula y la región de Ulúa han sido reconocidos por tener una gran influencia que abarcó desde la frontera sur de Mesoamérica hasta el área Intermedia de Centroamérica. Así lo expone Samuel Kirkland (1926) en el segundo tomo de “Cerámica de Costa Rica y Nicaragua”.

“Los restos cerámicos del Valle de Ulúa, en la costa norte de Honduras, presentan varios tipos definidos de figurillas que las investigaciones de Gordon (1898) han dado a conocer. Uno de los grupos alcanza hasta los altiplanos de Guatemala, El Salvador y también Nicaragua, se basa en la combinación de uno o más globos con figurillas... Las formas del Valle de Ulúa no sólo penetraron en la costa del Pacífico de Nicaragua, sino también alcanzaron la costa atlántica de Costa Rica.” (Kirkland 1926 : 268-269)

En este tomo se nos exponen imágenes comparativas de un tipo organológico con tres cámaras globulares dispuestas en forma de “L” o bien, como lo propone esta investigación en ordenamiento perpendicular. Ambas pertenecen a Mogoyalpa, Nicaragua y se encuentran en comparación con los artefactos del Valle de Ulúa dando cuenta clara de su similitud en términos organológicos y la conexión entre ellos.

Por otra parte, Stanley Boggs en el año de 1972 identificó en El Salvador la presencia de aerófonos triglobulares con un orden vertical. Boggs registró en su artículo 8 diferentes instrumentos procedentes de las áreas de Chalchuapa, La Majada, La Libertad, Sonsonate y Chalatenango, ubicadas en la región centro-occidental de El Salvador.

De acuerdo con la investigación bibliográfica, este tipo organológico no cuenta con presencia alguna en la región del Valle de Sula y de acuerdo con las descripciones de Boggs (1972) la iconografía presente en estos artefactos se encuentra íntimamente ligada a patrones centro-mexicanos con un estilo teotihuacano.



Figura 33. (Izquierda) Vista frontal, dorsal y corte sagital de flauta triglobular vertical. Chalchuapa, El Salvador (Boggs 1972:8-9) (Derecha) Vista frontal, dorsal y corte sagital de flauta triglobular vertical.

Colección privada San Jorge (Sobrinó 2016)

4.2.3 Presencia de aerófonos poliglobulares en Mesoamérica

En el área Maya se presentan casos aislados en colecciones de aerófonos las cuales presentan artefactos poliglobulares en su contexto arqueológico. Inomata en Aguateca (Triadan 2007) y Thommpson en San José Belice (1939) reportan la presencia de instrumentos poliglobulares con orden perpendicular.

Una de las investigaciones más notables en Tierras Bajas fue realizada en el sitio de El Mirador y Nakbe por Vanessa Rodens (2011) quien registró doce artefactos poliglobulares fragmentados de tipo triglobular con ordenamiento perpendicular o en “L”.

Los artefactos fueron datados hacia el clásico tardío (c. 600-900 d.C.). A falta de un estudio comparativo de pastas entre los artefactos de la región del Petén y aquellos del Altiplano, Costa Sur, Valle de Sula o bien El Salvador no podemos determinar la procedencia de estos o bien si fueron producto de manufactura local.

Como fue mencionado anteriormente, las flautas triglobulares de ordenamiento vertical no cuentan con registro alguno en el Valle de Sula o al sur de Ulúa, mientras que los únicos artefactos de orden vertical fueron registrados por Boggs en 1972. A pesar de ello recientes estudios presentados en los congresos de investigaciones arqueológicas de Guatemala años 2017 y 2018 hacen referencia a dichos instrumentos. En el 30 congreso de investigaciones arqueológicas de Guatemala Matthias Stöckli, Guillermo Mata y Emmanuel Serech presentan un estudio preliminar en tres artefactos aerófonos funcionales de la región del Motagua. Esta presentación incluye elementos triglobulares de orden vertical cuyo mecanismo de funcionamiento interno fue revelado a través de cortes sagitales obtenidos por medio de tomografías especializadas.

De igual manera, Mata y Serech (2015) realizaron un registro de aerófonos globulares en la costa suroriental de Guatemala, en este trabajo se identificaron 36 ocarinas provenientes de los departamentos de Santa Rosa, Jutiapa y Escuintla cuyos elementos zoomorfos se encuentran relacionados a aquellos identificados en la colección cerámica del resguardo San Jorge.

Un año más tarde, en el 31 congreso de investigaciones de Guatemala Aldo Alemán Mungüía (2018) presentó un proyecto arqueoacústico relacionado a los artefactos sonoros de la colección del museo de Tak'alik Ab'aj. Entre las piezas correspondientes a este estudio figuran dos aerófonos triglobulares de orden vertical los cuales comparten rasgos iconográficos con aquellos presentes en la colección estudiada.

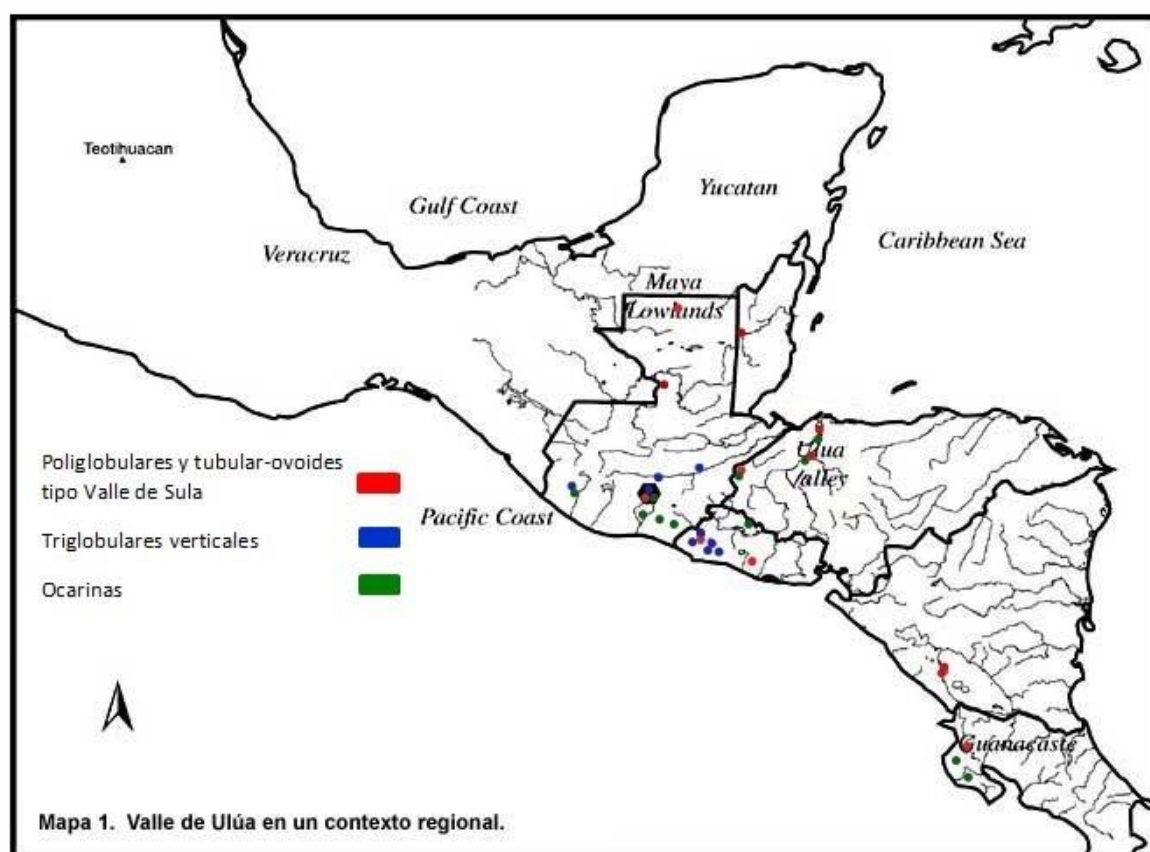


Figura 34. Distribución espacial de los tipos organológicos presentes en la colección privada San Jorge.

(Santiago Sobrino 2019)

La presencia de artefactos poliglobulares en el período Clásico no solo se limita al área Maya, la región del Motagua y el área intermedia de Centroamérica. Desde El Zapote Ixtaltepec y Jalapa del Marqués en el Istmo Oaxaqueño hasta Cieneguilla y Cerro de las Minas en la región de La Cañada se presentan aerófonos poliglobulares (Sánchez 2016) con

estructuras organológicas similares a las presentes en la colección de Guatemala. A pesar de ello cabe recalcar que los rasgos decorativos e iconográficos entre ambas colecciones demarcan una clara diferencia la cual puede atribuirse a dos diferentes tradiciones de fabricación de instrumentos aerófonos.

4.3 Resumen

Si bien por la naturaleza descontextualizada de los artefactos estudiados no es posible determinar una procedencia o temporalidad exacta, los estudios comparativos de diferentes colecciones han permitido trazar un área general de extensión e influencia para las categorías correspondientes a instrumentos aerófonos complejos de la colección privada San Jorge.

Los instrumentos especializados en la región de Sula y sur de Ulúa podrían indicar que el origen de la tradición poliglobular se encuentra asociado a grupos no mayas de Centroamérica. Julia Hendon, en el año 2003, nos habla de cómo estas figuras de manufactura “no maya” se encuentran en contextos de élite en el sitio de Copán, asumiendo a través de la herramienta de comparación que dichos artefactos son producto de intercambio entre la región de producción en Ulúa y los consumidores en el área Maya. Conociendo esta información no es difícil inferir que las redes de intercambio de figurillas cerámicas aerófonas y/o de los mismos moldes para su creación no se detuvieron en Copan, sino que pudieron abarcar la afluyente del Motagua así como parte de Tierras Altas en Guatemala y Costa Sur.

A pesar del abundante *corpus* de materiales en las regiones anteriormente mencionadas, los reportes de campo en sitios de las tierras bajas del sur presentan artefactos

poliglobulares de orden perpendicular en sitios como El Mirador (Rodens 2015) Aguateca (Inomata 2006) y San José Belice (Thompson 1956).

La aparición contextualizada de artefactos de esta naturaleza al interior del área Maya es relativamente contada y de ninguna manera se puede asociar a la producción local de aerófonos en algún sitio del área Maya. A pesar de ello, teniendo en cuenta la clara evidencia de una variante organológica vertical de instrumentos aerófonos la cual solo ha sido identificada en sitios al interior del área Maya y la carencia de dicha variante en registros arqueológicos de investigaciones en la posible área de producción original de los instrumentos poliglobulares, podemos suponer que el constante intercambio de artefactos o la intinerancia de los fabricantes originaron una especie de industria de aerófonos al estilo del Valle de Sula que, si bien no poseía el volumen observable en su lugar de origen, pudo desarrollar una nueva forma organológica “local” la cual no cuenta con precedentes centroamericanos.

Las flautas complejas de la colección estudiada cuentan con un amplio rango de temporalidades. Mientras que los aerófonos triglobulares y tubular-ovoides con orificios de cambio modal generalmente se fechan hacia el período clásico (350-900 d.C.) (Hendon 2003, Zalaquett 2017) las ocarinas de cámara sencilla con orificios de digitación demuestran un rango mucho más amplio que va desde el preclásico hasta el clásico terminal coincidiendo a su vez con los fechamientos otorgados por Rodens para los aerófonos poliglobulares encontrados en el sitio de El Mirador.

Capítulo V

Resultados del análisis arqueoacústico en los aerófonos de la colección privada San Jorge.

Bajo este epígrafe se exponen las principales características acústicas de los 124 aerófonos funcionales de la colección privada San Jorge.

Como fue presentado en el capítulo 3, el análisis arqueoacústico se realizó con el programa “Wavepad Editor 2.0”. Este *software* permite el registro de los valores de frecuencia de onda en diferentes posiciones de digitación que fueron predeterminadas para los fines de este análisis.

Registrados los datos, los resultados fueron ordenados de menor a mayor y a estos se les aplicó la fórmula de razón de frecuencia de onda para obtener los valores proporcionales entre posiciones.

Por último se realizó un análisis comparativo entre los valores proporcionales con el fin de encontrar patrones en secuencias sonoras.

5.1 Flautas globulares ocarinas

Cuarenta y siete elementos componen la categoría de flautas globulares de dos orificios. A diferencia de las anteriores categorías de flautas estas, en particular, se dividen en una gran cantidad de diferentes sucesiones interválicas.

Diecisiete de estas han coincidido con los primeros tres grados de la escala mayor (una sucesión interválica de tono-tono). Trece elementos cumplen con una secuencia aparentemente equiparable al primer, tercer y cuarto grado de la escala menor (sucesión de

tono y medio-tono). Dos flautas responden a una sucesión de dos tonos seguida de tono y medio. Seis de estas flautas cumplen con una sucesión de tono, semitono, tono. Le siguen cuatro flautas que siguen un orden de dos tonos, semitono, tono. Dos flautas presentan la secuencia semitono, tono, semitono. Seguida de esta variante las siguientes sucesiones solo se encontraran presentes en una flauta.

La tendencia entre las flautas se dirige hacia tres principales grupos los cuales se encuentran íntimamente relacionados con la categoría de flautas con orificio de cambio tonal-modal. Las tres categorías con mayor cantidad de elementos presentan los mismos patrones de intervalos comunes que las flautas tubulares con orificio de cambio. Las sucesiones tono-tono, tono y medio-tono, tono-semitono-tono, se presentan con gran frecuencia entre las flautas tubulares con orificio de cambio. Como resultado, un 78.72% (37/47) de las flautas globulares de dos orificios se relacionan directamente con las flautas tubulares con orificio modular.

Nombre	Categoría	Secuencia
GS(2)8	Flauta Globular	2T-T1/2
GS(2)14(25)	Flauta Globular	2T-T1/2
GS(2)6(6)	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)7(24)	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)16(36)	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)22(23)	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)21(25)	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)26(36)	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)30(23)	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)41(23)	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)42(23)	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)CP3	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)CP4	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)CP7	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)CP11	Flauta Globular	T1/2-T
GS(2)1	Flauta Globular	T-T
GS(2)2	Flauta Globular	T-T
GS(2)4	Flauta Globular	T-T
GS(2)6	Flauta Globular	T-T
GS(2)9	Flauta Globular	T-T
GS(2)13(35)	Flauta Globular	T-T
GS(2)14(35)	Flauta Globular	T-T
GS(2)17(23)	Flauta Globular	T-T
GS(2)17(35)	Flauta Globular	T-T
GS(2)18(23)	Flauta Globular	T-T
GS(2)28(36)	Flauta Globular	T-T
GS(2)35(23)	Flauta Globular	T-T
GS(2)36(23)	Flauta Globular	T-T
GS(2)57(34)	Flauta Globular	T-T
GS(2)CP6	Flauta Globular	T-T
GS(2)CP8	Flauta Globular	T-T
GS(2)CP9	Flauta Globular	T-T
GS(2)22(25)	Flauta Globular	T-S-T
GS(2)37(23)	Flauta Globular	T-S-T
GS(2)45(23)	Flauta Globular	T-S-T
GS(2)CP1	Flauta Globular	T-S-T
GS(2)CP2	Flauta Globular	T-S-T
GS(2)CP5	Flauta Globular	T-S-T
GS(2)5	Flauta Globular	2T-S-T
GS(2)7	Flauta Globular	2T-S-T
GS(2)14(34)	Flauta Globular	2T-S-T
GS(2)16(23)	Flauta Globular	2T-S-T
GS(2)3	Flauta Globular	S-T-S
GS(2)6(33)	Flauta Globular	S-T-S
GS(2)29(23)	Flauta Globular	T1/2-S-T
GS(2)CP10	Flauta Globular	T1/2-T-T
GS(2)51(34)	Flauta Globular	S-S-S

Tabla 6. Secuencias acústicas en flautas globulares de dos orificios con valores estandarizados.

En resumen, queda claro el hecho de que las flautas modulares no cuentan con una escala propia sino que reproducen múltiples escalas pertenecientes a las flautas globulares. El orificio de cambio tonal-modal permite al ejecutante modificar a voluntad la escala en la cual toca para producir una completamente nueva gama de sonidos.

La colección, de igual forma, cuenta hasta ahora con ocho flautas globulares simples de cuatro orificios de digitación las cuales presentan patrones de intervalos que las relacionan con flautas pertenecientes a otras categorías.

Muestra	Categoría	Secuencia
GS(4)CP4	Flauta Globular	2T1/2-T1/2-T-T
GS(4)7	Flauta Globular	2T-T1/2-T-T
GS(4)CP3	Flauta Globular	2T-T1/2-T-T
GS(4)CP5	Flauta Globular	2T-T1/2-T-T
GS(4)CP7	Flauta Globular	2T-T1/2-T-T
GS(4)8	Flauta Globular	T-T-S-T
GS(4)CP1	Flauta Globular	T-T-S-T
GS(4)CP2	Flauta Globular	T1/2-T-T-S

Tabla 7. Secuencias acústicas en flautas globulares de cuatro orificios con valores estandarizados.

	Frecuencia de onda	Posición A	Posición B	Posición C	Posición D	Posición E
Nombre						
GS8		1658	2077	2466		
GS1425		1421	1785	2110		
GS66		1128	1335	1505		
GS724		775	925	1043		
GS1636		904	1075	1205		
GS2125		1108	1313	1475		
GS2223		1593	1883	2110		
GS2636		945	1118	1260		
GS3023		1495	1768	1981		
GS4123		957	1141	1281		
GS4223		947	1129	1270		
GSCP3		1012	1205	1356		
GSCP4		581	689	775		
GSCP7		1442	1711	1927		
GSCP11		1787	2131	2388		
GS1		828	935	1052		
GS2		1570	1765	1979		
GS4		871	978	1098		
GS9		1399	1571	1754		
GS1335		947	1065	1205		
GS1435		1184	1336	1507		
GS1723		990	1109	1247		
GS1735		1258	1421	1603		
GS1823		1593	1797	2025		
GS2836		1162	1313	1474		
GS3523		775	871	978		
GS3623		968	1088	1225		
GS5734		775	871	978		
GSCP6		1507	1701	1916		
GSCP8		1722	1937	2184		
GS6		967	1086	1225		
GSCP9		1744	1949	2184		

Tabla 8. Frecuencias de onda en flautas globulares de dos orificios con tres sonidos base.

	Frecuencia de onda	Posición A	Posición B	Posición C	Posición D	Posición E
Nombre						
GS7		1161	1464	1550	1744	
GS1434		1421	1787	1883	2120	
GS1623		1378	1732	1818	2045	
GS5134		839	892	945	990	
GS2225		1280	1442	1528	1722	
GS3723		1335	1507	1591	1787	
GS4523		1464	1646	1753	1969	
GSSCP1		775	871	924	1033	
GSCP2		1119	1260	1356	1527	
GSCP5		1055	1189	1250	1398	
GS3		892	947	1065	1131	
GS633		1248	1325	1485	1572	
GSCP10		1679	1991	2121	2388	
GS2923		1517	1808	1916	2151	

Tabla 9. Frecuencias de onda en flautas globulares de dos orificios con cuatro sonidos base.

	Frecuencia de onda	Posición A	Posición B	Posición C	Posición D	Posición E
Nombre						
GS7		1033	1301	1548	1744	1959
GSCP3		472	591	699	785	882
GSCP5		722	904	1076	1215	1372
GSCP6		1270	1689	1979	2217	2496
GS8		796	892	1001	1055	1183
GSCP1		1151	1291	1452	1528	1722
GSCP2		775	924	1043	1172	1248

Tabla 10 Frecuencias de onda en flautas globulares de cuatro orificios con cinco sonidos base.

Intervalos	1 B/A	2 C/B	3 D/C	4 E/D
GS8	1.25271411	1.18728936		
GS1425	1.25615764	1.18207283		
GS66	1.18351064	1.12734082		
GS724	1.19354839	1.12756757		
GS1636	1.18915929	1.12093023		
GS2125	1.18501805	1.12338157		
GS2223	1.18204645	1.12055231		
GS2636	1.18306878	1.12701252		
GS3023	1.1826087	1.12047511		
GS4123	1.1922675	1.12269939		
GS4223	1.19218585	1.12488928		
GSCP3	1.19071146	1.1253112		
GSCP4	1.1858864	1.12481858		
GSCP7	1.18654646	1.12624196		
GSCP11	1.1925014	1.12060066		
GS1	1.12922705	1.12513369		
GS2	1.12420382	1.12124646		
GS4	1.1228473	1.12269939		
GS9	1.12294496	1.11648631		
GS1335	1.12460401	1.1314554		
GS1435	1.12837838	1.12799401		
GS1723	1.12020202	1.12443643		
GS1735	1.12957075	1.12807882		
GS1823	1.12806026	1.12687813		
GS2836	1.12994836	1.12261995		
GS3523	1.12387097	1.1228473		
GS3623	1.12396694	1.12591912		
GS5734	1.12387097	1.1228473		
GSCP6	1.12873258	1.12639624		
GSCP8	1.12485482	1.12751678		
GS6	1.123061013	1.127992634		
GSCP9	1.11754587	1.12057465		

Tabla 11. Razones de frecuencia de onda en flautas globulares de dos orificios con tres sonidos base.

Intervalos	1 B/A	2 C/B	3 D/C	4 E/D
GS5	1.25026399	1.05320946	1.12189254	
GS7	1.26098191	1.05874317	1.12516129	
GS1434	1.2575651	1.05372132	1.12586298	
GS1623	1.25689405	1.04965358	1.12486249	
GS5134	1.06317044	1.05941704	1.04761905	
GS2225	1.1265625	1.05963939	1.12696335	
GS3723	1.12883895	1.05573988	1.12319296	
GS4523	1.12431694	1.06500608	1.12321734	
GSSCP1	1.12387097	1.0608496	1.11796537	
GSCP2	1.12600536	1.07619048	1.12610619	
GSCP5	1.12701422	1.05130362	1.1184	
GS3	1.06165919	1.12460401	1.06197183	
GS633	1.06169872	1.12075472	1.05858586	
GSCP10	1.1858249	1.06529382	1.12588402	
GS2923	1.19182597	1.05973451	1.12265136	

Tabla 12. Razones de frecuencia de onda en flautas globulares de dos orificios con cuatro sonidos base.

Intervalos	1 B/A	2 C/B	3 D/C	4 E/D
GSCP4	1.33064516	1.19393939	1.1285956	1.12893553
GS7	1.25943853	1.18985396	1.12661499	1.12327982
GSCP3	1.25211864	1.18274112	1.1230329	1.12356688
GSCP5	1.25207756	1.19026549	1.12918216	1.12921811
GSCP6	1.32992126	1.17169923	1.12026276	1.12584574
GS8	1.12060302	1.12219731	1.05394605	1.12132701
GSCP1	1.12163336	1.12470953	1.0523416	1.12696335
GSCP2	1.19225806	1.12878788	1.12368169	1.06484642

Tabla 13. Razones de frecuencia de onda en flautas globulares de cuatro orificios con cinco sonidos base.

Como resultado obtenemos factores de correspondencia en diferentes grados, los cuales se encuentran representados en la siguiente tabla.

Flautas globulares simples con dos orificios de digitación GS(2)		
Secuencia interváltica	Número de casos identificados	Porcentaje de representatividad en la muestra
Dos tonos – Tono	2	4.26%
Tono y medio – Tono	13	27.65%
Tono – Tono	17	36.17%
Tono – Semitono – Tono	6	12.76%
Dos tonos – Semitono – Tono	4	8.51%
Semitono – Tono – Semitono	2	4.26%
Tono y medio – Semitono – Tono	1	2.13%
Tono y medio – Tono – Tono	1	2.13%
Semitono – Semitono – Semitono (Cromático)	1	2.13%
	47	100%

Tabla 14. Porcentajes de secuencias interválticas en flautas globulares de dos orificios.

Como podemos observar existe una clara tendencia hacia dos principales secuencias interválticas las cuales corresponden a tono – tono con un treinta y seis por ciento de correspondencia y la secuencia tono y medio – tono cuyos trece elementos representativos marcan un veintisiete punto sesenta y cinco por ciento del total de elementos estudiados en esta categoría.

En el caso de los instrumentos GS(4) nos encontramos con un problema fundamental al momento de intentar establecer tendencias porcentuales. El bajo volumen de piezas con cuatro intervalos dentro del *corpus* demarcaría un claro sesgo de la información estadística. A pesar de ello es clara la mayoría de instrumentos tipo “2T-T1/2-T-T” que ocupan con cuatro representantes la mitad de los artefactos de esta categoría dentro de la muestra.

Suma total GS		Promedio (P)	Valores de escala (V)	Desviación P-V	Ejemplares
S	23.2943411	1.05883369	1.05946309	-0.00062941	22
T	93.3403455	1.12458248	1.12246205	0.00212043	83
T1/2	27.3068297	1.18725346	1.18920712	-0.00195365	23
2T	11.2982115	1.25535684	1.25992105	-0.00456421	9
2T1/2	2.66056642	1.33028321	1.33483985	-0.00455664	2
Total					139

Tabla 15. Desviación media de los intervalos registrados en flautas globulares de dos orificios.

Entre las flautas globulares de cámara simple (ocarinas) fue identificado un total de 139 variaciones de frecuencia de onda las cuales se encuentran representadas en la tabla de razones de frecuencia como valores numéricos de relación de proporcionalidad. La suma de estos valores entre el número de ejemplares dentro de esta categoría nos ofrece el resultado de la media o promedio el cual se asemeja en gran medida a los valores presentados dentro de la razón de frecuencia del sistema dodecafónico utilizado como marco de referencia. El rango de diferencia (P-V) oscila entre las seis decenas de milésimas y la mayor desviación correspondiente al promedio del intervalo denominado como Tono (T) el cual dista del valor original de por dos milésimas.

Es necesario recalcar que estos resultados parciales pueden presentar un valor poco confiable en casos tales como la categoría 2T1/2 (Dos tonos y medio), la cual tan solo cuenta con dos ejemplares identificables dentro de esta categoría.

5.2 Flautas triglobulares verticales

A pesar de contar con una gran mayoría de artefactos sonoros de cuatro orificios CV(4) pertenecientes a esta categoría, casos particulares se han presentado de flautas verticales de triple cámara con tres orificios CV(3). Los casos funcionales de este particular tipo se encuentran hasta ahora reducidos a dos artefactos en calidad de ejecutables.

Se conocen diez elementos funcionales de esta colección hasta la fecha, de entre los cuales ocho responden a la misma sucesión interválica de acuerdo a la razón de frecuencia.

Los elementos 8(22), 3A1, 3A2, 12(22), 6(7), 3A3 y 3A4 presentan una sucesión de 2T-1½T-T-T-S (dos tonos, tono y medio, tono, tono, semitono), la cual abarca una octava (la duplicación de ondas con respecto a una frecuencia original o base preestablecida) de

distancia desde la posición que ocluye todos los orificios hasta aquellas que solo ocluyen uno de ellos. De acuerdo con el sistema de identificación de posiciones a través de frecuencia de onda la generación de la relación de “octava” entre los sonidos correspondientes a estas flautas ocurre entre la nota base y la quinta posición de todos los instrumentos reconocidos dentro de dicha categoría. Las dos flautas restantes 13(22) y 15(22) no responden al orden anterior.

Muestra	Categoría	Secuencia
GV(4)CP1	Triglobular vertical	2T1/2-T-T-S-T
GV(4)8(22)	Triglobular vertical	2T-T1/2-T-T-S
GV(4)3A1	Triglobular vertical	2T-T1/2-T-T-S
GV(4)3A2	Triglobular vertical	2T-T1/2-T-T-S
GV(4)12(22)	Triglobular vertical	2T-T1/2-T-T-S
GV(4)6(7)	Triglobular vertical	2T-T1/2-T-T-S
GV(4)3A3	Triglobular vertical	2T-T1/2-T-T-S
GV(4)3A4	Triglobular vertical	2T-T1/2-T-T-S
GV(4)13(22)	Triglobular vertical	T-2T-S-T-S-T1/2-S
GV(4)15(22)	Triglobular vertical	T1/2-2T1/2-T-S-T1/2-S

Tabla 16. Secuencias acústicas en flautas triglobulares verticales de cuatro orificios con valores

estandarizados.

A pesar del limitado número de aerófonos funcionales dentro de los instrumentos aerófonos poliglobulares de organización vertical es posible notar una clara presencia del sistema 2T-T1/2-T-T-S (dos tonos, tono y medio, tono, tono, semitono) en el setenta por ciento de los casos.

	Frecuencia de onda	posición A	posición B	posición C	posición D	posición E	posición F
Nombre							
GVCP1		839	1108	1250	1432	1485	1670
GV1822		654	818	968	1086	1225	1291
GV3A1		1002	1260	1474	1656	1786	1851
GV3A2		632	796	944	1056	1162	1234
GV1322		775	872	1108	1174	1399	1507
GV1222		732	914	1087	1225	1378	1454
GV3A4		882	1109	1322	1505	1722	1830
GV3A3		957	1194	1452	1636	1841	1936
GV67		1184	1484	1797	2022	2272	2401
GV1522		667	796	1055	1162	1399	1442

Tabla 17. Frecuencias de onda en flautas triglobulares verticales de cuatro orificios.

Intervalos	1 B/A	2 C/B	3 D/C	4 E/D	5 F/E
GVCP1	1.32061979	1.12815884	1.1456	1.03701117	1.12457912
GV1822	1.25076453	1.18337408	1.12190083	1.12799263	1.05387755
GV3A1	1.25748503	1.16984127	1.12347354	1.07850242	1.03639418
GV3A2	1.25949367	1.18592965	1.11864407	1.10037879	1.06196213
GV1322	1.12516129	1.2706422	1.05956679	1.19165247	1.077198
GV1222	1.24863388	1.1892779	1.12695492	1.12489796	1.05515239
GV3A4	1.25736961	1.19206492	1.13842663	1.14418605	1.06271777
GV3A3	1.2476489	1.2160804	1.12672176	1.12530562	1.05160239
GV67	1.25337838	1.21091644	1.12520868	1.12363996	1.05677817
GV1522	1.1934033	1.32537688	1.1014218	1.20395869	1.03073624

Tabla 18. Razones de frecuencia de onda en flautas triglobulares verticales de cuatro orificios.

El artefacto denominado GVCP1, a diferencia del setenta por ciento de los artefactos que registraron una secuencia interválica común, representa una variación la cual se encuentra relacionada con secuencias interválicas reconocibles entre las categorías de flautas triglobulares de orden perpendicular y flautas triglobulares de cámara interconectada. Este artefacto es el único que cumple con una secuencia base compuesta por 21/2T-T-T-S-T (dos tonos y medio, tono, tono, semitono, tono) de tal manera que su presencia solo marca un 10% de las flautas verticales con esta particular variación de frecuencia.

Flautas triglobulares de orden vertical GV(4)		
Secuencia interváltica	Número de casos identificados	Porcentaje de representatividad en la muestra
Dos tonos y medio – Tono – Tono – Semitono – Tono	1	10%
Dos tonos – Tono y medio – Tono – Tono – Semitono	7	70%
Tono – Dos tonos – Semitono – Tono – Semitono – Tono y medio – Semitono	1	10%
Tono y medio – Dos tonos y medio – Tono – Semitono – Tono y medio – Semitono	1	10%
	10	100%

Tabla 19. Porcentajes de secuencias interválticas en flautas triglobulares verticales de cuatro orificios.

Las únicas excepciones GV(4)13(22) y GV(4)15(22) cuentan con variaciones en sus patrones acústicos que aparentemente no se encuentran relacionadas entre sí ni con el patrón de frecuencia principal reconocido en el ochenta por ciento de los instrumentos triglobulares de cuatro orificios. Estas dos piezas no correspondientes con el ochenta por ciento restante también distan del canon representativo de felinos con rasgos antropomorfos, en tales casos se encuentran representadas como aves de pico curvo.

Suma total GV		Promedio (P)	Valores de escala (V)	Desviación P-V	Ejemplares
S	12.6844186	1.05703488	1.05946309	-0.00242821	12
T	20.2297331	1.12387406	1.12246205	0.00141201	18
T1/2	11.9364991	1.19364991	1.18920712	0.0044428	10
2T	10.0454162	1.25567703	1.25992105	-0.00424402	8
2T1/2	2.64599667	1.32299833	1.33483985	-0.01184152	2
Total					50

Tabla 20. Desviación media de los intervalos registrados en flautas triglobulares verticales de cuatro orificios.

La cantidad de valores individuales entre razones de frecuencia de las flautas triglobulares de orden vertical es por mucho menor que aquella representada por la categoría organológica más común dentro de esta colección a pesar de ello los valores presentados por

la media presentan una mínima desviación de una milésima mientras que el mayor valor de desviación correspondiente a una centésima se encuentra presente en un universo que consta únicamente de dos ejemplares.

5.3 Flautas triglobulares perpendiculares y verticales de tres orificios

Los resultados de la prueba acústica revelan en cuatro de ellos (GP3 1(1), GP3 10(12), GP3 4(35), GP3 3(1)) una sucesión de 2T-T1/2-T-T (dos tonos, tono y medio, tono, tono). Tres de ellos correspondían a la categoría de flautas triglobulares de ordenamiento perpendicular y un cuarto instrumento de orden vertical con tres orificios de digitación GV3. El caso de la flauta 1(1) completa la escala con un semitono relacionado con la octava de la nota obtenida al ocluir todos los orificios de digitación. La relación del patrón interválico de razones de frecuencia de onda directamente con la flauta vertical de tres orificios 3C1 la cual cumple exactamente con este patrón.

Por otra parte tres instrumentos responden a dos variantes de un patrón de intervalos de tipo 2T1/2-T-T-S (dos tonos y medio, tono, tono, semitono). Los dos instrumentos poliglobulares perpendiculares que cumplen con este patrón tienen una variante tipo 2T1/2-T-T-S-T (dos tonos y medio, tono, tono, semitono, tono). Estos instrumentos cuentan con un patrón variante el cual se encuentra presente entre los instrumentos poliglobulares de orden interconectado los cuales serán descritos en los apartados siguientes.

	Frecuencia de Onda	Posición A	Posición B	Posición C	Posición D	Posición F	Posición E
Nombre							
GP3CP1		1022	1280	1528	1726	1945	
GP3CP2		644	859	968	1092	1161	1302
GP31012		677	849	1011	1139	1280	
GP311		355	472	532	601	638	714
GP435		689	861	1030	1152	1290	
GV3C1		442	596	667	755	835	935
GP3511		516	645	773	871	978	
GV3C2		834	1052	1252	1406	1580	

Tabla 21. Frecuencias de onda en flautas triglobulares perpendiculares y verticales de tres orificios.

Al momento del estudio los resultados arrojaron una escala con sucesión de intervalos de 2T-T1/2-T-T (dos tonos, tono y medio, tono, tono) mismo orden que presentan los cuatro primeros aerófonos en “L”.

Intervalos	1 B/A	2 C/B	3 D/C	4 E/D	5 F/E
GP3CP1	1.252446	1.19375	1.129581	1.126883	0
GP3CP2	1.333851	1.126892	1.128099	1.063187	1.121447
GP31012	1.254062	1.190813	1.126607	1.123793	0
GP311	1.329577	1.127119	1.129699	1.061564	1.119122
GP435	1.249637	1.196283	1.118447	1.119792	0
GV3C1	1.348416	1.119128	1.131934	1.10596	1.11976
GP3511	1.25	1.19845	1.126779	1.122847	
GV3C2	1.261391	1.190114	1.123003	1.123755	

Tabla 22. Razones de frecuencia de onda en flautas triglobulares perpendiculares y verticales de tres orificios.

Muestra	Categoría	Secuencia
GP(3)CP1	Triglobular perpendicular	2T-T1/2-T-T
GP(3)1(1)	Triglobular perpendicular	2T1/2-T-T-S-T
GP(3)10(12)	Triglobular perpendicular	2T-T1/2-T-T
GP(3)4(35)	Triglobular perpendicular	2T-T1/2-T-T
GP(3)CP2	Triglobular perpendicular	2T1/2-T-T-S-T
GP(3)35(11)	Triglobular perpendicular	2T-T1/2-T-T
GV(3)3C1	Triglobular vertical	2T1/2-T-T-S
GV(3)3C2	Triglobular vertical	2T-T1/2-T-T

Tabla 23. Secuencias acústicas en flautas triglobulares perpendiculares y verticales de tres orificios con

valores estandarizados.

El total de intervalos reconocidos en esta categoría es de 27 los cuales se presentan en iguales condiciones con tres ejemplares en los conjuntos S, T1/2, 2T y 2T1/2 (semitono, tono y medio, dos tonos y dos tonos y medio) el único conjunto que supera la decena de ejemplares es el tipo T (tono) cuya desviación P-V se representa con dos milésimas sobre el valor preestablecido de conjunto.

Suma total GP		Promedio (P)	Valores de escala (V)	Desviación P-V	Ejemplares
S	3.230711	1.076903713	1.05946309	0.017441	3
T	19.11793	1.124457223	1.12246205	0.001995	19
T1/2	4.779296	1.193881959	1.18920712	0.004675	5
2T	5.006145	1.253507253	1.25992105	-0.00641	5
2T1/2	4.011845	1.337281562	1.33483985	0.002442	3
Total					27

Tabla 24. Desviación media de los intervalos registrados en flautas triglobulares perpendiculares y verticales de tres orificios.

5.4 Flautas triglobulares de cámara horizontal

De esta particular variante solo se cuenta con tres elementos funcionales de los cuales dos de ellos responden a una sucesión interválica de 2T-S-T-S-T-T (dos tonos, semitono, tono, semitono, tono, tono) la cual no se encuentra reproducida por ningún otro tipo de instrumento reconocido dentro de la colección.

	Frecuencia de onda	posición A	posición B	posición C	posición D	posición E	posición F
Nombre							
GHCP1		839	1053	1118	1258	1335	1422
GHCP2		1013	1268	1356	1528	1614	1818
GHCP3		495	624	667	839	904	1075

Tabla 25. Frecuencias de onda en flautas triglobulares horizontales.

Intervalos	1 B/A	2 C/B	3 D/C	4 E/D	5 F/E
GHCP1	1.25506555	1.0617284	1.12522361	1.06120827	1.06516854
GHCP2	1.25172754	1.06940063	1.12684366	1.05628272	1.12639405
GHCP3	1.26060606	1.06891026	1.25787106	1.07747318	1.18915929

Tabla 26. Razones de frecuencia de onda en flautas triglobulares horizontales.

Suma total GH		Promedio (P)	Valores de escala (V)	Desviación P-V	Ejemplares
S	7.46017199	1.06573886	1.05946309	0.006275762	7
T	3.37846132	1.12615377	1.12246205	0.003691726	3
T1/2	1.18915929	1.18915929	1.18920712	-0.00039978	1
2T	5.02527022	1.25631756	1.25992105	-0.00360349	4
2T1/2	0	0	1.33483985	-1.33483985	0
Total					15

Tabla 27. Desviación media de los intervalos registrados en flautas triglobulares horizontales.

5.5 Flautas triglobulares de cámara interconectada

Entre los treinta y seis artefactos funcionales del corpus de flautas triglobulares interconectadas, treinta y dos de estas cumplen con un patrón común de intervalos los cuales se obtienen a través de la sucesión estandarizada de las mismas posiciones. La secuencia interválica en estos instrumentos es de 2T1/2-T-T-S-T (dos tonos y medio, tono, tono, semitono, tono) aparentemente relacionada a los instrumentos musicales de tipo perpendicular.

Por su parte entre estas treinta y dos flautas se encuentran cinco (14B1, 14B7, 2(18), 39(18) y 45(18)), presentan un fenómeno acústico particular provocado por una variante en el diámetro y ubicación de los orificios de digitación posteriores. Este cambio, por mínimo que pareciese, modifica la estructura acústica del instrumento de tal manera que, las posiciones de digitación que combinan oclusiones frontales y dorsales resultan en la expansión del rango general de sonidos ejecutables en un tono, de tal manera que se obtiene una sucesión tipo 2T1/2-T-T-S-T-T (dos tonos y medio, tono, tono, semitono, tono, tono).

Es posible identificar dos elementos GI 1(4) y GI 1 (5) reconocidos como flautas triglobulares de cámara interconectada modulares o bien modificadas pues cuentan con un orificio de digitación extra ubicado a uno de sus extremos laterales característica que

interrumpe de manera importante la simetría estructural del instrumento. Una vez ocluido este quinto orificio se recupera la estructura básica del instrumento.

Muestra	Categoría	Secuencia
GICP1	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GICP3	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GICP4	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI14B2	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI14B4	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI14B5	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI14B6	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI20(2)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI10(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI37(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI68(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI28(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI29(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI3(7)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI7(2)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI12(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI50(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI27(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI38(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI61(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI11(7)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI19(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI4(7)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI41(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI35(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T
GI14B1	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T-T
GI14B7	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T-T
GI21(8)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T-T
GI45(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T-T
GI39(18)	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-T-T
GICP2	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-S-T1/2-T-S
GI14B3	Triglobular de cámara interconectada	2T1/2-T-T-S-S
GI1(4)	Triglobular de cámara interconectada modular	T-S-S-S-S-S 2T1/2-T-T-S-T
GI1(5)	Triglobular de cámara interconectada modular	S-S-S-S-S 2T1/2-T-T-S-T
GHCP1	Triglobular de cámara gemela	2T-S-T-S-T-S
GHCP2	Triglobular de cámara gemela	2T-S-T-S-T-T
GHCP3	Triglobular de cámara gemela	2T-S-2T-S-T1/2

Tabla 28. Secuencias acústicas en flautas triglobulares interconectadas y de cámara gemela con valores estandarizados.

	Frecuencia de onda	posición A	posición B	posición C	posición D	posición E	posición F	posición G
Nombre								
GICP1		559	743	832	947	1012	1139	
GICP3		978	1312	1474	1646	1734	1936	
GICP4		828	1087	1216	1366	1485	1657	
GI14B2		840	1098	1237	1377	1464	1645	
GI14B4		655	882	990	1120	1182	1322	
GI12B5		699	924	1034	1161	1226	1377	
GI14B6		742	995	1119	1258	1335	1516	
GI202		710	980	1097	1226	1291	1442	
GI1018		925	1246	1421	1581	1701	1894	
GI3718		538	720	806	904	968	1076	
GI6818		915	1215	1378	1548	1652	1851	
GI2918		710	947	1066	1195	1302	1464	
GI2818		742	991	1120	1258	1336	1507	
GI37		882	1195	1345	1517	1614	1797	
GI72		904	1205	1356	1550	1636	1851	
GI1218		947	1270	1442	1614	1734	1959	
GI5018		687	925	1043	1172	1270	1431	
GI2718		775	1033	1162	1301	1378	1550	
GI3818		591	795	914	1012	1086	1226	
GI6118		763	1021	1142	1303	1389	1568	
GI117		495	657	741	828	880	992	
GI1918		1280	1703	1893	2131	2238	2519	
GI47		968	1290	1452	1636	1765	1980	
GI4118		1012	1345	1528	1678	1797	2023	
GI3518		632	839	945	1055	1119	1269	
GI14B1		602	805	902	1012	1086	1215	1368
GI14B7		882	1183	1335	1518	1636	1808	2034
GI218		1109	1485	1668	1872	2002	2216	2485
GI4518		849	1135	1303	1462	1548	1742	1959
GI3918		732	980	1098	1237	1313	1474	1658
GICP2		516	689	743	905	1033	1119	
GI14B3		806	1097	1248	1399	1521	1701	

Tabla 29. Frecuencias de onda en flautas triglobulares interconectadas.

Intervalos	1 B/A	2 C/B	3 D/C	4 E/D	5 F/E	6 G/F
GICP1	1.32915921	1.11978466	1.13822115	1.0686378	1.12549407	0
GICP3	1.34151329	1.12347561	1.11668928	1.05346294	1.11649366	0
GICP4	1.31280193	1.11867525	1.12335526	1.08711567	1.11582492	0
GI14B2	1.30714286	1.12659381	1.11317704	1.06318083	1.12363388	0
GI14B4	1.34656489	1.12244898	1.13131313	1.05535714	1.11844332	0
GI12B5	1.32188841	1.11904762	1.12282398	1.05598622	1.12316476	0
GI14B6	1.34097035	1.12462312	1.12421805	1.06120827	1.13558052	0
GI202	1.38028169	1.11938776	1.11759344	1.05301794	1.11696359	0
GI1018	1.34702703	1.14044944	1.11259676	1.07590133	1.11346267	0
GI3718	1.33828996	1.11944444	1.12158809	1.07079646	1.11157025	0
GI6818	1.32786885	1.13415638	1.1233672	1.06718346	1.12046005	0
GI2918	1.33380282	1.12565998	1.12101313	1.08953975	1.12442396	0
GI2818	1.33557951	1.13017154	1.12321429	1.06200318	1.12799401	0
GI37	1.35487528	1.12552301	1.12788104	1.06394199	1.1133829	0
GI72	1.3329646	1.1253112	1.14306785	1.05548387	1.13141809	0
GI1218	1.34107709	1.13543307	1.11927878	1.07434944	1.12975779	0
GI5018	1.34643377	1.12756757	1.12368169	1.08361775	1.12677165	0
GI2718	1.33290323	1.12487899	1.11962134	1.05918524	1.12481858	0
GI3818	1.34517766	1.14968553	1.10722101	1.07312253	1.12891344	0
GI6118	1.33813893	1.11851126	1.14098074	1.06600153	1.12886969	0
GI117	1.32727273	1.12785388	1.11740891	1.06280193	1.12727273	0
GI1918	1.33046875	1.11156782	1.12572636	1.05021117	1.12555853	0
GI47	1.33264463	1.1255814	1.12672176	1.07885086	1.12181303	0
GI4118	1.32905138	1.13605948	1.09816754	1.07091776	1.12576516	0
GI3518	1.32753165	1.12634088	1.11640212	1.06066351	1.13404826	0
GI14B1	1.3372093	1.12049689	1.12195122	1.07312253	1.11878453	1.12592593
GI14B7	1.34126984	1.1284869	1.13707865	1.07773386	1.10513447	1.125
GI218	1.33904418	1.12323232	1.12230216	1.06944444	1.10689311	1.12138989
GI4518	1.3368669	1.14801762	1.12202609	1.05882353	1.125323	1.12456946
GI3918	1.33879781	1.12040816	1.12659381	1.06143897	1.12261995	1.12483039
GICP2	1.33527132	1.07837446	1.21803499	1.14143646	1.08325266	0
GI14B3	1.36104218	1.13764813	1.12099359	1.08720515	1.1183432	0

Tabla 30. Razones de frecuencia de onda en flautas triglobulares interconectadas.

Suma total GI		Promedio (P)	Valores de escala (V)	Desviación P-V	Ejemplares
S	36.3505535	1.06913393	1.05946309	0.00967083	34
T	110.176605	1.12425107	1.12246205	0.00178902	98
T1/2	1.21803499	1.21803499	1.18920712	0.02882788	1
2T	0	0	1.25992105	-1.25992105	0
2T1/2	42.790932	1.33721663	1.33483985	0.00237677	32
Total					165

Tabla 31. Desviación media de los intervalos registrados en flautas triglobulares interconectadas.

Los intervalos con mayor índice de frecuencia entre las flautas triglobulares de cámara interconectada marcan una clara tendencia hacia su razón de frecuencia inicial 2T1/2 (Dos tonos y medio) presente como intervalo principal de treinta y dos elementos dentro del conjunto con una desviación de dos milésimas entre el promedio general de valores y la categoría preestablecida como marco general.

El intervalo con mayor frecuencia entre los presentes dentro de esta categoría es el que corresponde al conjunto T (Tono) con una desviación Promedio – Valor original de 0.0017 o que nos indica una variación mínima entre las razones de frecuencia de onda y el valor preestablecido de conjunto.

La mayor desviación de datos corresponde a un ejemplar aislado de conjunto T1/2 (Tono y medio) el cual es dos centésimas mayor que el valor preestablecido para dicho conjunto.

Flautas triglobulares interconectada GI (4)		
Secuencia interváltica	Número de casos identificados	Porcentaje de representatividad en la muestra
Dos tonos y medio – Tono – Tono – Semitono – Tono	27	79.41%
Dos tonos y medio – Tono – Tono – Semitono – Tono – Tono	5	14.70%
Dos tonos y medio – Semitono – Tono y medio – Tono – Semitono	1	2.94%
Dos tonos y medio – Tono – Tono – Semitono – Semitono	1	2.94%
	34	99.99%

Tabla 32. Porcentajes de secuencias interválticas en flautas triglobulares interconectadas.

5.6 Flautas de cámara tubular-ovoide

Entre los aerófonos que presentan el pareado de modalidades nueve de estos (muestras 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12,) reproducen secuencias de tipo T-T (tono, tono) y T1/2-T (tono y medio, tono). Por su parte, la muestra 14D9 “6(1)” presenta una modificación que va de una escala cromática: S-S (semitono, semitono). La secuencia presenta una modificación que le permite producir la secuencia T-T (tono, tono).

Solo tres flautas presentaran un cambio puramente tonal. La muestra 1(1) 14D12 presenta un cambio tonal de un semitono en su escala cromática S-S. La muestra CP11 presenta una reducción de tono y medio en su secuencia interváltica T-T. Por último contamos con la pieza 14D14 la cual, a pesar de pertenecer al grupo de flautas tubulares, no cuenta con orificio de cambio. Esta flauta es capaz de producir una secuencia de tipo T1/2-T.

La flauta de cinco orificios presenta una mayor cantidad de notas las cuales sin la oclusión del orificio de cambio modal reproduce una secuencia de intervalos de T-T-S-T (tono, tono, semitono, tono). Al ocluir el orificio de cambio obtenemos una secuencia de tipo T1/2-T-T-S (tono y medio, tono, tono, semitono) ambas secuencias aparentan ser extensiones

de aquellas reproducidas por los instrumentos de tres orificios T-T y T1/2-T puesto que en este caso se conservan los intervalos iniciales de las secuencias de menor rango.

Muestra	Categoría	Secuencia
TM(5)CP1(1)	Tubular-ovoide Modular	T-T-S-T T1/2-T-T-S
TM(3)2	Tubular-ovoide Modular	T-T T1/2-T
TM(3)3	Tubular-ovoide Modular	T-T T1/2-T
TM(3)4	Tubular-ovoide Modular	T-T T1/2-T
TM(3)5	Tubular-ovoide Modular	T-T T1/2-T
TM(3)6	Tubular-ovoide Modular	T-T T1/2-T
TM(3)7	Tubular-ovoide Modular	T-T T1/2-T
TM(2)8	Tubular-ovoide Modular	T-S-T
TM(2)9	Tubular-ovoide Modular	T1/2-S-T
TM(3)10	Tubular-ovoide Modular	S-T T-T
TM(3)11	Tubular-ovoide Modular	T-T
TM(3)12	Tubular-ovoide Modular	S-T
TS(2)14	Tubular-ovoide Simple	T1/2-T
GI1(4)	Triglobular de cámara interconectada modular	T-S-S-S-S-S 2T1/2-T-T-S-T
GI1(5)	Triglobular de cámara interconectada modular	S-S-S-S-S 2T1/2-T-T-S-T
GSM(3)13	Flauta Globular Modular	T-S-T

Tabla 33. Secuencias acústicas en flautas tubular-ovoides y modulares con valores estandarizados.

	Frecuencia de onda	Posición A	Posición B	Posición C	Posición D	Posición E	Posición F	Posición G
Nombre								
TMCP1X		612	689	775	829	935		
TMCP1O		495	591	667	753	796		
TM2X		1281	1442	1623				
TM2O		978	1162	1312				
TM3X		1012	1141	1280				
TM3O		806	959	1078				
TM4X		602	679	764				
TM4O		472	559	627				
TM5X		1528	1722	1936				
TM5O		1291	1527	1721				
TM6X		1119	1258	1419				
TM6O		945	1118	1258				
TM7X		1098	1237	1389				
TM7O		882	1043	1177				
TM8		1247	1401	1485	1664			
TM9		904	1076	1139	1283			
TM10X		1399	1487	1668				
TM10O		1032	1162	1313				
TM11X		1260	1421	1592				
TM11O		1096	1231	1389				
TM12X		1162	1227	1378				
TM12O		1053	1119	1260				
GSM13X		1086	1227	1378				
GSM13O		1032	1162	1313				
TO16		990	1172	1315				
GIM14X		1475	1656	1744	1833	1959	2088	2174
GIM14O		1052	1399	1568	1764	1873	2087	
GIM15X		1764	1894	1985	2024	2067		

Tabla 34. Frecuencias de onda en flautas tubular-ovoides y modulares.

Intervalos	1 B/A	2 C/B	3 D/C	4 E/D	5 F/E	6 G/F
TMCP1X	1.12581699	1.12481858	1.06967742	1.1278649		
TMCP1O	1.19393939	1.1285956	1.12893553	1.05710491		
TM2X	1.12568306	1.12552011				
TM2O	1.18813906	1.12908778				
TM3X	1.12747036	1.12182296				
TM3O	1.1898263	1.12408759				
TM4X	1.12790698	1.12518409				
TM4O	1.18432203	1.1216458				
TM5X	1.12696335	1.1242741				
TM5O	1.18280403	1.1270465				
TM6X	1.12421805	1.12798092				
TM6O	1.18306878	1.12522361				
TM7X	1.12659381	1.12287793				
TM7O	1.18253968	1.12847555				
TM8	1.12349639	1.05995717	1.12053872			
TM9	1.19026549	1.05855019	1.12642669			
TM10X	1.06290207	1.12172159				
TM10O	1.12596899	1.12994836				
TM11X	1.12777778	1.12033779				
TM11O	1.12317518	1.12835093				
TM12X	1.05593804	1.12306438				
TM12O	1.06267806	1.12600536				
GSM13X	1.12983425	1.12306438				
GSM13O	1.12596899	1.12994836				
TO16	1.18383838	1.12201365				
GIM14X	1.12271186	1.0531401	1.05103211	1.06873977	1.06584992	1.04118774
GIM14O	1.32984791	1.12080057	1.125	1.06179138	1.11425521	
GIM15X	1.07369615	1.04804646	1.01964736	1.02124506		

Tabla 35. Razones de frecuencia de onda en flautas tubular-ovoides y modulares.

Entre las flautas modulares se reconocen 71 razones de frecuencia individuales independientes de todo valor conjunto de secuencias reconocidas.

Suma total TM-GSM-GIM		Promedio (P)	Valores de escala (V)	Desviación P-V	Ejemplares
S	17.9311839	1.05477552	1.05946309	-0.00468757	17
T	49.5085036	1.12519326	1.12246205	0.002731216	44
T1/2	10.6787432	1.18652702	1.18920712	-0.0026801	9
2T	0	0	1.25992105	-1.25992105	0
2T1/2	1.32984791	1.32984791	1.33483985	-0.00499195	1
Total					71

Tabla 36. Desviación media de los intervalos registrados en flautas tubular-ovoides y modulares.

5.7 Caso de la flauta de tubo contorneado

Se le llamó flauta de tubo contorneado debido a su particular forma. Se encuentra conformada por dos elementos de los cuales solo uno es funcional.

Aun se discute sobre la naturaleza de esta flauta, ya que siendo la única funcional no existe un punto de comparación válido para esta.

La forma en la cual fue obtenida la información acústica es comparable con aquel medio utilizado para las flautas tubular-ovoides de cambio modal. El orificio dispar de la región anterior presente en la cámara acústica inferior fue considerado como un orificio modular el cual modificaba el orden general de la secuencia obtenida por lo que se probaron las combinaciones de sonidos que producía la cámara acústica superior al este ser ocluido en primera instancia y posteriormente el mismo orden liberando dicho orificio.

Muestra	Categoría	Secuencia
GT1(1)	Flauta de tubo contorneado	S-S T-T

Tabla 37. Secuencias acústicas en la flauta de tubo contorneado con valores estandarizados.

	Frecuencia de onda	posición A	posición B	posición C
Nombre				
GT1		1098	1237	1388
		1205	1291	1399

Tabla 38. Frecuencias de onda en la flauta de tubo contorneado.

Intervalos	1 B/A	2 C/B
GT1	1.12659381	1.12206952
	1.07136929	1.08365608

Tabla 39. Razones de frecuencia de onda la flauta de tubo contorneado.

Capítulo VI

Discusión de los resultados obtenidos

En el transcurso de la investigación fueron analizados de manera organológica y acústica 124 instrumentos aerófonos funcionales los cuales para propósitos de la misma se encontraron determinados dentro de categorías que respondían directamente a sus características morfológicas, así como a los mecanismos de generación y modulación de sonido que actúan al momento de ser ejecutados.

6.1 Identificación individual de intervalos de frecuencia

Entre los conjuntos formados a través de la modificación del sistema Sachs Hornbostel del año 1917 surgen ciertas correlaciones que, si bien no se aprecian desde la perspectiva individual de las categorías determinadas, es posible reconocerlas a través de la perspectiva de las tres familias de aerófonos definidas a través de la forma y cantidad de cámaras acústicas.

- Flautas globulares simples
- Flautas poliglobulares
- Flautas Tubular-ovoides

Entre las flautas compuestas por una única cámara; flautas globulares simples y tubular-ovoides, es posible reconocer que el primer intervalo (Posición A – Posición B) marca una tendencia principalmente a la razón correspondiente al Tono o bien Tono y medio (1.12246205:1 – 1.18920712:1).

En el caso de las ocarinas o flautas globulares de una sola cámara con un 80.84% de representatividad; 31.91% correspondiente a secuencias interválicas que cuentan con un

primer intervalo tipo T1/2 (Tono y medio) y 48.93% las cuales corresponden a órdenes con intervalo inicial tipo T (Tono). Por su parte, las flautas de cámara tubular-ovoide y la forma globular simple de cambio modal presentan en un 92.85% de los casos secuencias con intervalos iniciales de Tono o Tono y medio los cuales, entre las flautas de cambio modal se presentan como parte del mismo aerófono al momento de ocluir el orificio inferior.

El patrón anteriormente mencionado difiere completamente de aquel presentado por las flautas de orden poliglobular. Mientras que las razones de frecuencia de las flautas de una cámara presentan razones de frecuencia que demarcan intervalos relativamente cortos entre las dos primeras notas, en el caso de los poliglobulares el primer intervalo reconocido puede encontrarse representado en dos categorías; Dos tonos o Dos tonos y medio. Si no contásemos la variable de orificio modular no ocluido entre los dos ejemplares triglobulares interconectados, tan solo dos casos aislados en la categoría de flautas triglobulares de orden vertical no cumplirían con el orden inicial expuesto con anterioridad dejándonos con un 96.07% de correspondencia entre estos instrumentos representado por los 49 de 51 elementos que cumplen con las características seleccionadas.

Cabe mencionar que entre las flautas globulares (ocarinas) de cuatro orificios de digitación, cuatro elementos presentan intervalos iniciales de dos tonos los cuales se completan con secuencias relacionadas al modelo 2T-T1/2-T-T-S presente entre los instrumentos poliglobulares de orden vertical y perpendicular. Un solo elemento entre las ocarinas de cuatro orificios reproduce una secuencia tipo 2T1/2-T-T-S-T encontrada principalmente en los artefactos poliglobulares de cámara interconectada.

El total de razones de frecuencia de onda registrado para esta colección corresponde a 471 ejemplares distribuidos entre cinco grupos los cuales se encontraran expuestos en la

siguiente tabla. Como es apreciable en dicha representación gráfica, la diferencia entre los valores de escala utilizados como marco de referencia es mínima (de tres diezmilésimas a cuatro milésimas de distancia).

Tras una revisión a los conjuntos de valores reunidos dentro de un tipo de razón de frecuencia, no es posible reconocer un patrón claro entre las múltiples variables de dispersión que puedan indicar uno o varios valores constantes los cuales puedan actuar como referenciales estables de razones de frecuencia o nuevos conjuntos de valor.

Suma total de intervalos		Promedio (P)	Valores de escala (V)	Desviación P-V	Ejemplares
S	103.106406	1.06295264	1.05946309	0.003489541	97
T	295.750614	1.12452705	1.12246205	0.002065003	263
T1/2	55.9101124	1.18957686	1.18920712	0.000369744	47
2T	30.1250433	1.25521014	1.25992105	-0.00471091	24
2T1/2	53.4391877	1.33597969	1.33483985	0.001139839	40
Total					471

Tabla 40. Condensado de desviación media en razones de frecuencia de onda.

Ahora bien, tras dichas consideraciones es necesario llevar a cabo el recuento de secuencias interválicas representativas en la colección estudiada, así como es concerniente dar conclusión a la propuesta de clasificación y sistema de códigos de reconocimiento morfológico especializado para las colecciones de artefactos aerófonos sonoros.

6.2 Patrones acústicos en secuencias de intervalo

En el estudio arqueoacústico realizado se hace evidente una amplia gama de resultados que confirman la hipótesis inicial. De acuerdo con el análisis acústico, existen patrones constantes de intervalos entre los aerófonos de la región sur oriental y costa del Pacífico del área Maya.

Estas sucesiones se caracterizan por encontrarse particularmente ligadas a la morfología funcional (sistema organológico) de las determinadas categorías de aerófonos identificadas a continuación.

- El setenta por ciento (7/10) de los elementos triglobulares verticales de cuatro orificios corresponde a un sistema tipo 2T-T1/2-T-T-S
- Un noventa y cuatro por ciento (32/34) de los aerófonos triglobulares interconectados presentan una secuencia tipo 2T1/2-T-T-S-T
- Entre las flautas globulares sencillas se reconoce el predominio de los intervalos T-T (27.65%) y T1/2-T (36.17%) que en conjunto superan la mitad de elementos en la categoría con mayor índice de ejemplares funcionales registrados.
- Los artefactos de tipo tubular ovoide presentan sucesiones duales ligadas a la oclusión o liberación del orificio modal de entre las cuales un 57.14% (8/14) presentan sucesiones tipo T-T y un 50.00% (7/14) de los elementos presentaron una secuencia de tipo T1/2-T.

Ambas sucesiones de intervalos se encuentran ligadas a aquellas con mayor índice de representatividad entre las flautas globulares simples.

- Entre las flautas triglobulares de cámara en posición perpendicular y flautas triglobulares de orden vertical con tres orificios de digitación un 57.14% (4/7) de los aerófonos presentan una secuencia 2T-T1/2-T-T(-S) la cual se encuentra presente como principal secuencia entre las flautas triglobulares de ordenamiento vertical. El restante 42.86% (3/7) corresponde a ordenes secuenciales de tipo 2T1/2-T-T-S(-T) principalmente encontradas entre las flautas triglobulares de cámara interconectada

De igual forma es posible reconocer la presencia de patrones secuenciales importantes los cuales a pesar de no marcar la principal tendencia dentro de las categorías organológicas anteriormente mencionadas cuentan con una sólida representatividad dentro del estudio correspondiente.

- La secuencia de tipo T-S-T cuenta con un índice de representatividad de 12.76% (6/47) entre los aerófonos globulares simples, así como un 14.28% (2/14) entre los aerófonos tubular-ovoides.

Este orden de intervalos en particular se encuentra principalmente entre los aerófonos globulares de dos orificios y se debe principalmente a la modificación de uno de los dos orificios para producir un intervalo entre las dos posiciones que ocluyen un solo orificio de digitación. Este fenómeno se encuentra presente entre las flautas tubular-ovoides que incluyen entre sus secuencias el tipo T-T (Tono – Tono). El ordenamiento vertical de los orificios de digitación y la variación de distancia entre estos mismos y el sistema de generación de sonido tipo bisel-embocadura produce una diferencia de frecuencia de onda entre la posición que ocluye el orificio superior y aquella que ocluye únicamente el orificio inferior.

La inconsistencia en este fenómeno y las múltiples variables que podría presentar siendo el caso en el cual no existe un patrón constante para la disposición espacial de los mecanismos de modulación acústica, consideramos que esta variación de frecuencia se dio por medio de un fenómeno no controlado durante la producción de dichos artefactos. En posteriores investigaciones se sugiere investigar a fondo dicha particularidad así como los agentes físicos que actúan sobre ella con el fin de determinar si está fue o no, en efecto, premeditada para una función específica.

6.3 Relaciones entre secuencias interválicas

El análisis arqueoacústico de la muestra seleccionada reveló, como ha sido denotado anteriormente en este apartado, varias secuencias las cuales se encuentran relacionadas con ciertos tipos organológicos al igual que secuencias que, a pesar de contar con un menor valor de representatividad, ofrecen importante información sobre el comportamiento acústico entre los instrumentos de cerámica del área Maya. Por tal motivo se considera necesario el establecimiento de una clasificación de orden acústico la cual determine las características principales de las sucesiones interválicas identificadas y así mismo permita consecuentemente definirla sin la necesidad de repetir incontables veces el orden de intervalos que esta contiene.

Con el fin de determinar el total de elementos reconocidos en nuestra muestra se realizó una división la cual categorizaba las sucesiones en grupos de acuerdo a la cantidad de notas producidas y a la cantidad de intervalos que esta secuencia presente. De acuerdo con este nivel de organización preliminar se lograron reconocer cinco categorías de secuencias interválicas denominadas:

- Tritonales

$T-T / 1\frac{1}{2}T-T / \frac{1}{2}T-\frac{1}{2}T / 2T-1\frac{1}{2}T$

- Tetratonales

$1\frac{1}{2}T-T-T^* / \frac{1}{2}T-\frac{1}{2}T-\frac{1}{2}T / 2T-\frac{1}{2}T-T / T-\frac{1}{2}T-T / \frac{1}{2}T-T-\frac{1}{2}T / 1\frac{1}{2}T-\frac{1}{2}T-T$

- Pentatónicas

$2\frac{1}{2}T-T-T-\frac{1}{2}T / T-T-\frac{1}{2}T-T / 1\frac{1}{2}T-T-T-\frac{1}{2}T / 2T-1\frac{1}{2}T-T-T$

- Hexatónicas

$$2T-1\frac{1}{2}T-T-T-\frac{1}{2}T / 2T-\frac{1}{2}T-T-\frac{1}{2}T-T / 2\frac{1}{2}T-T-T-\frac{1}{2}T-T /$$

- **Heptatónicas**

$$2\frac{1}{2}T-T-T-\frac{1}{2}T-T-T$$

Esta primera división revela que entre sucesiones que no comparten el mismo rango de notas se repiten intervalos comunes tal y como si las sucesiones con menor rango fueran fragmentos o versiones incompletas de escalas, cuyo rango superase las cinco notas.

La señal más prometedora de este particular fenómeno es la permanencia sin alteración alguna de los elementos base que componen la serie inicial de las secuencias de menor rango. Las sucesiones más complejas agregan grados (rango) a la sucesión base de tres o cuatro notas de una forma unilineal puesto que una tercera ampliación de la escala mantendrá sin alteración tanto los elementos de la sucesión base como los de la primera expansión de rango. Así por consiguiente las ampliaciones de rango respetan la línea base establecida por sus predecesoras secuencias y la continúan sin ofrecer ramas alternativas a la sucesión base.

- **Sucesiones primordiales**

$$T-T / T-T-\frac{1}{2}T-T$$

$$1\frac{1}{2}T-T / 1\frac{1}{2}T-T-T^* / 1\frac{1}{2}T-T-T-\frac{1}{2}T$$

$$\frac{1}{2}T-\frac{1}{2}T / \frac{1}{2}T-\frac{1}{2}T-\frac{1}{2}T$$

$$2T-1\frac{1}{2}T / 2T-1\frac{1}{2}T-T-T / 2T-1\frac{1}{2}T-T-T-\frac{1}{2}T$$

- **Sucesiones secundarias**

$$2T-\frac{1}{2}T-T / 2T-\frac{1}{2}T-T-\frac{1}{2}T-T$$

$$2\frac{1}{2}T-T-T-\frac{1}{2}T / 2\frac{1}{2}T-T-T-\frac{1}{2}T-T / 2\frac{1}{2}T-T-T-\frac{1}{2}T-T-T$$

- **Sucesiones aisladas**

$T-\frac{1}{2}T-T$

$\frac{1}{2}T-T-\frac{1}{2}T$

$\frac{1}{2}T-\frac{1}{2}T-T$

De acuerdo con la nueva información obtenida a través del comportamiento aparentemente relacionado entre las sucesiones de diferentes rangos sonoros se sugiere una clasificación por secuencias acústicas.

En esta clasificación se reconoce como primera categoría sonora a la sucesión primordial; es aquella sucesión la cual representa intervalos comunes que partirán desde la secuencia con menor cantidad de notas (rango mínimo) entre las flautas complejas (aquella que solo puede producir tres sonidos) hasta las flautas con mayor rango de intervalos las cuales bien pueden completar una escala de cinco notas o más.

La sucesión secundaria, a diferencia de la primordial, encuentra sus primeras expresiones en flautas con rangos mayores a la base mínima de tres sonidos (capaces de hacer cuatro grados o más). A pesar de en si contener una mayor complejidad que las bases de las sucesiones primordiales la sucesión secundaria de igual manera cuenta con variantes de mayor rango que pueden extenderse varias notas sin afectar la serie inicial.

Por último las sucesiones aisladas corresponden a aquellas secuencias de notas las cuales aparentemente no cuentan con ampliaciones relacionadas, solo se le puede encontrar en su estado base con un índice importante de representatividad dentro de una o varias categorías organológicas. De encontrarse evidencia que confirme el desarrollo de esta escala

en instrumentos con mayor o menor complejidad acústica se le denominaría como escala primaria o secundaria según sea el caso.

Las sucesiones serán nombradas entonces a través de un sistema trinomial que incluirá en como principal elemento la categoría de modo (escala, sucesión interválica, categoría nominal única excluida de la clave). La segunda categoría corresponde al clasificador de secuencia de relación; primordial, secundario o aislado. Se concluye con un clasificador que permita su identificación con respecto a las categorías modales de la música actual sea el caso mayor, menor o cromático tomando como base la primera posición. De ser necesario es posible agregar un número en caso de dos modos que coincidan en las categorías anteriormente mencionadas.

Sucesiones primordiales:

Modo Primordial Mayor 1 (T-T / T-T- $\frac{1}{2}$ T-T) (PM1)

Modo Primordial Menor ($1\frac{1}{2}$ T-T / $1\frac{1}{2}$ T-T-T* / $1\frac{1}{2}$ T-T-T- $\frac{1}{2}$ T) (Pm)

Modo Primordial Cromático ($\frac{1}{2}$ T- $\frac{1}{2}$ T / $\frac{1}{2}$ T- $\frac{1}{2}$ T- $\frac{1}{2}$ T) (PC)

Modo Primordial Mayor 2 (2T- $1\frac{1}{2}$ T / 2T- $1\frac{1}{2}$ T-T-T / 2T- $1\frac{1}{2}$ T-T-T- $\frac{1}{2}$ T) (PM2)

Sucesiones secundarias

Modo Secundario Menor (2T- $\frac{1}{2}$ T-T / 2T- $\frac{1}{2}$ T-T- $\frac{1}{2}$ T-T) (Sm)

Modo Secundario Mayor ($2\frac{1}{2}$ T-T-T- $\frac{1}{2}$ T / $2\frac{1}{2}$ T-T-T- $\frac{1}{2}$ T-T / $2\frac{1}{2}$ T-T-T- $\frac{1}{2}$ T-T-T) (SM)

Sucesiones aisladas

Modo Aislado Menor (T- $\frac{1}{2}$ T-T) (Am)

Como hemos visto anteriormente, entre los aerófonos de la muestra se observa un abanico de variados ordenamientos interválicos, cada secuencia responde a una categoría particular de flauta, o bien tanto a una flauta multiglobular como a su contraparte globular simple.

En estos casos se refleja que existe una distinción entre los órdenes de sonidos los cuales se encuentran regulados dentro de su propia categoría. Lo que indica una distinción clara entre modalidades. Por otra parte, la aparición de flautas modulares capaces de emular hasta tres sucesiones pertenecientes a tres diferentes flautas, solo confirma la multiplicidad de modalidades en la música maya precolombina.

Es necesario recalcar que los sistemas constructivos de las flautas de cerámica de la región sur oriental del área Maya son únicos en su tipo y deben ser estudiados como tales. Se aprecia una especialización en la construcción de flautas con cámaras globulares al grado de desarrollar flautas compuestas en su mayoría por tres cámaras globulares distribuidas en distintos patrones los cuales afectarán el resultado en la ejecución.

Las cámaras que bien podrían ser modificadas con orificios de digitación los cuales se encontraban en salientes que iban de 5 milímetros a 1.7 cm. de longitud, podrían encontrarse superpuestas, separadas por un espacios cerrados de menos de un milímetro de distancia o bien encontrarse conectadas a través de un largo tubo contorneado.

Cabe mencionar que el patrón constructivo de ciertas flautas particularmente tubulares y de múltiple cámara interconectada permitía agregar un orificio capaz de modificar la escala en la que estas producen, cualidad que los aerófonos actuales no conocen.

Por tal motivo se sugiere una continuidad que se centre en el estudio de la relación morfo-acústica entre las flautas modulares de esta colección haciendo énfasis en la naturaleza de los cambios modulares y los casos en los cuales estos se presentan comparados a aquellos que solo presentan un cambio tonal en su estructura.

Estas categorías responden a una escala propia con secuencias interválicas particulares ligadas a “secuencias base”, las cuales en ningún momento se ven modificadas.

La ampliación del rango de la flauta, en la cual ninguno de los intervalos anteriores es modificado, aunada al hecho de que no se conoce la existencia de diferentes variaciones de una secuencia, indican el establecimiento de sólidas sucesiones interválicas. Modalidades persistentes ligadas a una categoría particular de flauta. Incluso en el caso particular de las flautas modulares, estas responderán a patrones de intervalos preestablecidos, los cuales comparten con otras categorías.

El conjunto de resultados confirma la hipótesis sobre la sistematización de la música puesto que encontramos variedades específicas de aerófonos las cuales cumplen con una escala en particular. En efecto la evidencia sostiene la existencia en esta colección de siete secuencias base, las cuales bien pueden representar un repertorio fundamental de modos utilizados en la música maya precolombina.

En la gran mayoría de los casos la identificación de las secuencias de intervalos resultó favorable. Cada instrumento presentó sin problemas la escala perteneciente a su propia variedad salvo seis (de 124 instrumentos en total) casos aislados (GI CP2, GI 14B3, GH CP3, GS 29(23), GV 15(22), GV 13(22)) los cuales no guardan ninguna relación con los patrones básicos. Esto significa que un 95.16% de los aerófonos se encontraban temperados

con respecto a alguna de las siete escalas base, claro ejemplo de la calidad de sus cánones de fabricación. Se trata de trabajos probablemente especializados que buscaban la obtención precisa de las secuencias anteriormente mencionadas.

6.4 Comentarios finales

En primera instancia, el desarrollo de una clasificación organológica para los instrumentos de esta colección ha facilitado la identificación de aerófonos con base en sus mecanismos generadores y moduladores de sonido. Las clases y subclases establecidas en esta investigación han probado encontrarse asociadas con el producto sonoro de su ejecución. En este caso, el tamaño de los orificios de digitación, la ubicación del bisel y las conexiones entre cámaras acústicas generan en los instrumentos diferentes patrones de distribución y liberación del aire. Estos mismos patrones se encuentran relacionados con las secuencias sonoras identificadas en el análisis acústico.

A través del análisis iconográfico comparativo se logró determinar un área de distribución y un rango de temporalidad en los aerófonos estudiados. Como fue mencionado en el cuarto capítulo, los aerófonos poliglobulares en el área maya corresponden al período clásico (Circa 350-900 d.C.) y se extienden a través de las Tierras Altas y la región de la Costa Sur. Las características iconográficas de estos artefactos sugieren una influencia o contacto con los asentamientos del Valle de Sula y El Salvador. Por otra parte, las flautas globulares simples, se encontraron relacionadas con los artefactos de la costa suroriental de Guatemala descritos por Guillermo Mata y Emanuel Serech.

Los resultados de la investigación han comprobado, a través de la correspondencia entre secuencias, dentro de una o más categorías organológicas, la existencia de patrones repetitivos entre los aerófonos de la colección privada San Jorge.

El análisis acústico de razón de frecuencia de onda permitió distinguir distancias proporcionales en secuencias sonoras que pueden alcanzar hasta las siete variables. A su vez en este estudio, la relación de razones de frecuencia en generadores de sonido con diferentes rangos acústicos, y la conservación de una sucesión base la cual no se ve alterada por los aerófonos de mayor rango, actúan como indicadores de la existencia varios sistemas de valores secuenciales entre los sonidos generados por los instrumentos de esta colección.

En otras palabras, los patrones proporcionales de razón de frecuencia, indican que los mecanismos generadores y moduladores de sonido fueron fabricados con base en un sistema sonoro. Lo cual sugiere que este mismo sistema fue utilizado por los fabricantes para “afinar”, “temperar” o “regular” los sonidos resultantes de la ejecución de cada instrumento.

El alto standard que busca el apego a tan específicos intervalos y órdenes implica que, tanto la fabricación del artefacto en si como el temperado de este, debieron corresponder a un trabajo especializado con el fin producir secuencias sonoras específicas.

La manufacturación de aerófonos con base en secuencias sonoras estandarizadas y la proporcionalidad de frecuencia entre los intervalos registrados, más allá del proceso de manufactura, actúan sobre el ejecutante y por ende, sobre los oyentes. En este caso, el ejecutante se encuentra delimitado por las capacidades acústicas del instrumento que toca.

Las combinaciones de oclusión, oclusiones parciales o variaciones de insuflación responderán siempre a un rango el cual, desde un principio, fue delimitado en el proceso de

manufacturación del instrumento y, por consecuencia, responden al sistema de temperado que le fue asignado al momento de producción.

Por otra parte, la ejecución del artefacto pudo ser captada por uno o varios oyentes que, a través de la constante reproducción de patrones estandarizados facilitada por la estructura del mismo instrumento, pudieron haber sido discriminados por ellos como “un sonido conocido” o en caso de no cumplir tales órdenes poder ser discriminados como “algo desconocido, algo que suena mal” incluso llegando posiblemente al grado de distinguir las desafinaciones menores de un grado de variación en el mismo instrumento.

Durante la ejecución se transmiten sucesiones interválicas preestablecidas probablemente obtenidas por medio de una tradición de fabricación y ejecución la cual formó las bases acústicas que actúan como reguladores sobre la estructura organológica de los aerófonos. Estas mismas sucesiones interválicas u órdenes preestablecidos, como fue expuesto con anterioridad, pudieron ser reconocidos e interpretados por el oyente quien, ante dicho fenómeno, se encontrará entonces ante una serie de sonidos familiares los cuales interpretará, juzgará y responderá a ellos.

Fungiendo la anterior declarativa como un ejemplo, podemos considerar que la investigación enfocada sobre las capacidades físicas/acústicas de los instrumentos aerófonos del área Maya nos ha permitido conocer las propiedades fundamentales que componen la compleja sistematización de tipo “modal” presente entre estos instrumentos.

Nombre	Tipo	Sucesiones	Correspondencia	Clave
Modo primordial mayor 1	Primordial	T-T T-T- $\frac{1}{2}$ T-T	TM (3,5) GS (2,4)	PM1
Modo primordial mayor 2	Primordial	2T-1 $\frac{1}{2}$ T 2T-1 $\frac{1}{2}$ T-T-T 2T-1 $\frac{1}{2}$ T-T-T- $\frac{1}{2}$ T	GS2 GP GV (3,4)	PM2
Modo primordial menor	Primordial	1 $\frac{1}{2}$ T-T 1 $\frac{1}{2}$ T-T-T 1 $\frac{1}{2}$ T-T-T- $\frac{1}{2}$ T	GS (2,4) TM (2,3,5)	<i>Pm</i>
Modo primordial cromático	Primordial	$\frac{1}{2}$ T- $\frac{1}{2}$ T $\frac{1}{2}$ T- $\frac{1}{2}$ T- $\frac{1}{2}$ T	GS2 GSM TM (2,3)	PC
Modo secundario menor	Secundario	2T- $\frac{1}{2}$ T-T 2T- $\frac{1}{2}$ T-T- $\frac{1}{2}$ T-T	GH	<i>Sm</i>
Modo secundario Mayor	Secundario	2 $\frac{1}{2}$ T-T-T- $\frac{1}{2}$ T 2 $\frac{1}{2}$ T-T-T- $\frac{1}{2}$ T-T 2 $\frac{1}{2}$ T-T-T- $\frac{1}{2}$ T-T-T	GI GIM GV (4,3) GP	SM
Modo aislado menor	Aislado	T- $\frac{1}{2}$ T-T	GS2 GSM TM(2,3)	<i>Am</i>

Tabla 41. Condensado de secuencias interválicas registradas.

Bibliografía

Adje Both, Arnd.

2008 *La música prehispánica sonidos rituales a lo largo de la historia*. En Arqueología Mexicana No. 94 Diciembre 2008 (pp 26-37)

Adje Both, Arnd

2005 *Aerófonos mexicas de las ofrendas del recinto sagrado de Tenochtitlan*. Tesis para optar al grado de Doctor entregada en el Departamento de las Ciencias Históricas y Culturales de la Universidad Libre de Berlín Profa. Dra. Ursula Thiemer-Sachse, Universidad Libre de Berlín Profa. Dra. Ellen Hickmann, Universidad de Música y Teatro, Hannover Berlín, 2005

Alemán Mungüia, Aldo

2018 *Los sonidos milenarios de las ocarinas de Tak'alik Ab'aj*. En XXXI Congreso de investigaciones arqueológicas de Guatemala.

Arvol Lee, Thomas y Víctor Manuel Espondia Jimeno

2014 *Música vernácula de Chiapas : antología*. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México : UNICACH, 2014.

Barfield, Thomas (editor)

2001 *Diccionario de antropología*. Bellaterra Barcelona, España 2001

Brill, Mark

2012 *Music of the Ancient Maya: New Avenues of Research*. University of Texas at San Antonio AMS-SW Conference, Fall 2012 Texas State University, San Marcos.

Boggs, Stanley

2011 *Apuntes sobre instrumentos de viento precolombinos de El Salvador*. En Colección de antropología e historia N. 19. 5:109. Ministerio de Educación, Dirección de Publicaciones e Impresos. 17 Avenida sur número 430 San Salvador, El Salvador

Campos, María Teresa

2012 *Los aerófonos de barro del Valle de Sula Honduras*. En Flower world Vol I (2012). Pag. 69-88. Publishing House for Music Archaeology Ekho VERLAG Berlin 2012 (Dr. Matthias Stöckli. Dr. Arnd Adje Both editores).

Donahue A. John

2000 *Aplicando la arqueología experimental a la etnomusicología: Recreación de un antiguo tambor de fricción maya a través de distintas líneas de evidencias*. En “Las colecciones Kerr”

http://www.famsi.org/spanish/research/kerr/articles/friction_drum/index.html

Godínez, Lester H.

2004 *Aproximación al estudio de las expresiones sonoras pre-occidentales de Mesoamérica, reflexiones y criterios arqueo-fonológicos*. En XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2003. pp.145-157. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala (J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía editores).

Hendon A. Julia

2003 *In the house: maya nobility and their figurine whistles*. Expedition Vol. 45:3:28-33. The Cupola. Gettysburg College.

Hendon A. Julia

2014 *Material Relations: The Marriage Figurines of Prehispanic Honduras*. The Cupola: Scholarship at Gettysburg College: <https://cupola.gettysburg.edu/anthfac/22>

Hideo Bourg, Cameron

2005 *Ancient maya music now with sound*. Louisiana State University B.A., L.S.U.

Jaques Lousberg, Leo André

2018 *Microtones according to augustine. Neumes, semiotics and rhetoric in romano-frankish liturgical chant*. Tesis doctoral. Universidad de Utrecht, Holanda. Copyright ©

2018 Leo Lousberg, Doorn, The Netherlands. ISBN/EAN: 978-90-829086-0-2

Jiménez Hernández, Mario

2007 *Construcción de una flauta y su caracterización empleando análisis en frecuencia discreto*. Tesis para el título de ingeniero en comunicaciones y electrónica. Instituto

Politécnico Nacional. Director de Tesis: Ing. José de Jesús Negrete Redondo. Codirector de Tesis: Dr. Maximino Peña Guerrero. México D.F.

Kirkland Lothrop, Samuel

1926 *Pottery of Costa Rica and Nicaragua*. New York Museum for American Indian Heye Foundation. Guardian S.A. New York U.S.

Kong F. Cheong

2012 *A Description of the Ceramic Musical Instruments Excavated from the North Group of Pacbitun, Belize*. In Terry G. Powis ed., *Pacbitun Regional Archaeological Project, Report on the 2011 Field Season*. Institute of Archaeology, Belmopan, Belize.

Kong F. Cheong, Terry G. Powis, Paul F. Healy, Roger Blench and Linda Howie

2014 *Recovering music from Pabcitun, Belize: New evidence for ancient maya instruments*. Research Reports in Belizean Archaeology, Vol. 11, 2014, pp. 177-190.

Copyright © 2014 by the Institute of Archaeology, NICH, Belize.

Law, Jonathan y Richard Reinne (editores)

2015 *Oxford dictionary of physics 7ed.* Oxford University Press Print. Oxford, Inglaterra.

ISBN-13: 9780198714743.

Martí, Samuel

1968 *Instrumentos musicales precortesianos*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México D.F.

Mata Amado, Guillermo y José Emanuel Serech Van Haute

2015 *Motivos de fauna en silbatos de la Costa Suroriental de Guatemala*. En XXVIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2014 (editado por B. Arroyo, L. Méndez Salinas y L. Paiz), pp. 923-938. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

Mata, Guillermo, Matthias Stöckli y Emmanuel Serech

2017 *Instrumentos musicales de la región del Motagua*. En XXX Congreso de investigaciones arqueológicas en Guatemala 2017.

Meucci, Renato

1999 *Organologia: definizione e contenuti di una recente disciplina*. En Il museo degli strumenti musicali del Conservatorio “Luigi Cherubini,” (Il luogo del David, no. 2), a cura di Mirella Branca (Livorno: Sillabe, 1999), pp. 108-119.

Pacheco Silva, Mónica y Gonzalo Sánchez Santiago

2011 *Los instrumentos musicales mayas en el Museo de Etnología de Hamburgo*. pp. 909-922. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala. (B. Arroyo, L. Paiz, A. Linares y A. Arroyave editores).

Perez de Acre, José y Francisca Gili

2013 *Clasificación Sachs-Hornbostel de instrumentos musicales: una revisión y aplicación a la perspectiva americana*. En *Revista musical chilena* número 219 pp. 42-80. Facultad de Artes, Universidad de Chile. Chile.

Pettersen, Agnes Ida

2018 *Composing with microtones. The development and application of the bitone dyad system in the compositions Verdensfryd! and Concertino*. Master thesis in Musicology, Department of Musicology, Faculty of Humanities, University of Oslo.
<http://www.duo.uio.no>.

Rivera y Rivera, Roberto

1980 *Los instrumentos musicales de los mayas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia de la SEP

Rocamora, Martín

2016 *Apuntes de acústica musical*. Universidad de la República Oriental del Uruguay. Facultad de Artes. Escuela Universitaria de Música.
<http://www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza//acustica/apuntes/fisica-del-sonido.pdf>

Rodens de Pozuelos, Vanessa

2007 *Silbates de muelle de aire de la cultura maya*. En Tradiciones de Guatemala 67 pp. 129-151. Universidad de San Carlos Guatemala USAC. Centro de Estudios Folklóricos CEFOL.

Rodens de Pozuelos, Vanessa

2011 *Un estudio arqueomusicológico de los verdaderos aerófonos procedentes del sistema cultural y natural de la Cuenca Mirador, Petén, Guatemala*. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala. (B. Arroyo, L. Paiz, A. Linares y A. Arroyave editoras)

S. W. Rienstra y A.Hirschberg

2018 *An introduction to acoustics*. Eindhoven University of Technology. IWDE 92-06

Sánchez Santiago, Gonzalo

2016 *Las culturas musicales de Oaxaca prehispánico: una perspectiva desde la etapa de las aldeas hasta las ciudades-estado (1400 a.C.-1521 d.C.)*. Tesis doctoral en historia del arte Universidad Autónoma de México, UNAM. Ciudad de México.

Shady, Ruth, Prado Ramírez Martha, Leyva Arroyo Carlos, Moreno Ruiz Jorge, Jiménez Dianderas Carlos, Limpe Quintanilla Celso

2000 *Las flautas de Caral-Supe: aproximaciones al estudio acústico-arqueológico del conjunto de flautas más antiguo de América*. En II congreso iberoamericano de acústica, XXXI congreso nacional de acústica y teciacústica 2000.

Shöndube B. Otto

1984 *Instrumentos musicales del occidente de México: las tumbas de tiro y otras evidencias*. Centro regional de Occidente INAH-SEP

Stöckli, Matthias

2005 *¿Una música maya prehispánica? Incursiones en la arqueomusicología*.

Conferencias del Museo Popol Vuh 2005. Serie de publicaciones digitales basadas en las conferencias mensuales del Museo Popol Vuh, Universidad Francisco Marroquín, Guatemala. Editor: Oswaldo Chinchilla Mazariegos. Digitalización: Camilo A. Luin.

Thompson J. Eric S.

1939 *Excavations at San José, British Honduras*. Carnegie Institution of Washington, Pub. 506. Washington D.C.

Triadan, Daniela

2007 *Warriors, Nobles, Commoners and Beasts: Figurines from Elite Buildings at Aguateca, Guatemala*. En *Latin American Antiquity*, Vol. 18, No. 3 (Sep., 2007), pp. 269-293. Cambridge University Press.

Von Hornbostel, Erich y Curt Sachs

1914 *Systematik der Musikinstrumente: Ein Versuch*. en *Zeitschrift für Ethnologie*, heft 4 und 5. 1914 pp. 553-590. Berlín, Alemania.

Zalaquett, Francisca, Josefina Bautista Ramírez

2017 *Propuesta de análisis arqueoacústico de los instrumentos musicales prehispánicos mayas*. En *Diálogos entre saberes*. Editores. Francisca Zalaquett, Keiko Teranishi, Socorro Jiménez Álvarez. pp. 105-123. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México 2017.

Zalaquett, Francisca, Martha Ilia Nájera, Laura Elena Sotelo

2014 *Entramados sonoros de tradición mesoamericana identidades, imágenes y contextos*. UNAM. México D.F.

Zalaquett, Francisca, Thelma Sierra Sosa, Socorro Jiménez

2013 *Sonidos y acciones rituales. Los instrumentos musicales del sitio de Xcambó, Yucatán*. En Continuidad cambios y rupturas en la religión maya. Coord. Mercedes de la Garza, María del Carmen Valverde. UNAM México D.F.

Zalaquett, Francisca, María Teresa Campos, Marta Ilia Nájera

2017 *Sonidos Prehispánicos. Instrumentos musicales, museo de Antropología e Historia, San Pedro Sula, Honduras*.

(<http://www.iifilologicas.unam.mx/index.php?page=novedad®=1040>)