



**UNIVERSIDAD DE LAS ARTES**

**Escuela de Artes Sonoras**

Proyecto de investigación técnico

**Tambor aumentado en caña guadua**

Previo la obtención del Título de:

**Licenciado en Producción Musical y Sonora**

Autor/a:

José Gonzalo Cianca Moncayo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020



### **Declaración de autoría y cesión de derechos de publicación de la tesis**

Yo, José Gonzalo Cianca Moncayo, declaro que el desarrollo de la presente obra es de mi exclusiva autoría y que ha sido elaborada para la obtención de la Licenciatura en Producción musical y Sonora. Declaro además conocer que el Reglamento de Titulación de Grado de la Universidad de las Artes en su artículo 34 menciona como falta muy grave el plagio total o parcial de obras intelectuales y que su sanción se realizará acorde al Código de Ética de la Universidad de las Artes. De acuerdo al art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad E Innovación\* cedo a la Universidad de las Artes los derechos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, para que la universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando su uso sea con fines académicos.

Firma del estudiante

\*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

## **Miembros del tribunal de defensa**

Juan José Ripalda Zenck  
Tutor del Proyecto Técnico

Rubén Julio Riera Esteban  
Miembro del tribunal de defensa

Pedro Alberto Segovia González  
Miembro del tribunal de defensa

## **Agradecimientos:**

A mis padres y a mi hija por todo el apoyo que me han brindado en este largo camino académico.

A el universo por darme todas las energías que he necesitado para mantener una actitud positiva y emprendedora frente a los obstáculos.

A mis profesores y compañeros, que respaldaron todos mis proyectos durante la carrera, en especial a mi tutor Juan José Ripalda Zenck, que hizo posible este proyecto y me dio herramientas para expandir mi creatividad.

## **Dedicatoria:**

Este proyecto está dedicado a mi querido tío Marcos Vidal Cianca Moreno, quien me enseñó a descubrir mi pasión por la música y estuvo presente en los momentos buenos y malos de mi vida, fuiste un segundo padre para mí, un gran amigo, una persona divertida y un ser humano lleno de mucho amor.

Querido tío, la pandemia nos ganó la batalla, pero siempre te llevaré en mi mente y en mi corazón recordando todas tus enseñanzas.

Un abrazo infinito hacia el cielo.

## Resumen

Ecuador se caracteriza por su pluriculturalidad, siendo uno de sus patrimonios intangibles las tradiciones musicales desde la prehispanidad en la península de Santa Elena, sobre todo si son derivadas de la cultura ancestral Guancavilca. La falta de registros musicales de las tradiciones de la costa ecuatoriana y de la fabricación de instrumentos característicos de la región, está provocando que estos conocimientos se vayan olvidando.

El presente proyecto propone la construcción de un tambor de hendidura aumentado de caña guadua, que produzca naturalmente las cinco notas de una escala pentatónica, además, explorará los sonidos posibles que se registrarán por medio de herramientas de procesamiento en tiempo real a través de software y hardware, rescatando y transformando nuestras tradiciones musicales para agregarles un valor contemporáneo, buscando estéticas mixtas donde convivan lo orgánico y lo sintético.

La metodología se va a desarrollar mediante la experimentación de diversos cortes en los canutos de la caña guadua, estos cortes tendrán medidas similares que se utilizaban en la construcción del Teponaztli, que es una especie de xilófono de dos lengüetas vibrantes, instrumento de música propio de las civilizaciones precolombinas.

Una vez realizada esta experimentación sonora, se podrá implementar la construcción de tambores de hendidura aumentados, permitiendo así un desarrollo pedagógico que ayude a la utilización de estos sonidos rescatando las tradiciones musicales del litoral ecuatoriano.

**Palabras claves:** Guancavilca, Teponaztli, tambor de hendidura, caña, litoral, aumentado.

## **Abstract**

Ecuador is characterized by its multiculturalism, one of its intangible heritages being musical traditions since pre-Hispanic times in the Santa Elena peninsula, especially if they are derived from the ancestral Guancavilca culture. The lack of musical records of the traditions of the Ecuadorian coast and the manufacture of instruments characteristic of the region, is causing this knowledge to be forgotten.

The present project proposes the construction of an increased slit drum made of guadua reed, which naturally produces the five notes of a pentatonic scale, in addition, it will explore the possible sounds that will be recorded through real-time processing tools through software and hardware, rescuing and transforming our musical traditions to add a contemporary value, seeking mixed aesthetics where organic and synthetic coexist.

The methodology will be developed through the experimentation of various cuts in the guadua cane joints, these cuts will have similar measures that were used in the construction of the Teponaztli, which is a kind of xylophone with two vibrating reeds, a music instrument typical of pre-Columbian civilizations.

Once this sound experimentation has been carried out, the construction of increased slit drums can be implemented, thus allowing a pedagogical development that helps the use of these sounds rescuing the musical traditions of the Ecuadorian coast.

**Keywords:** Guancavilca, Teponaztli, slit drum, reed, littoral, augmented.

## ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	V
Abstract.....	VI
Introducción.....	10
Pertinencia del proyecto.....	11
Objetivos.....	11
Objetivo general.....	11
Objetivos específicos.....	11
Descripción del proyecto.....	12
Metodología.....	12
Capítulo 1.....	13
Antecedentes.....	13
1.1 Contexto histórico del uso de idiófonos en la cultura Guancavilca.....	13
1.2.1 Orígenes.....	14
1.2.2 Construcción.....	15
1.2.3 Perspectiva acústica y musical.....	16
1.3 Instrumentos de percusión tradicionales desde la organología.....	18
1.3.1 Clasificación de tambores de hendidura.....	18
1.3.2 Instrumentos musicales de caña.....	21
1.4 Referencias artísticas.....	23
1.5 Producciones discográficas.....	24
Instrumentos acústicos híbridos.....	26
2.1 Instrumentos electroacústicos.....	27
2.3 Instrumentos aumentados.....	29
Capítulo 3.....	32
Proceso de construcción de tambor de hendidura.....	32
3.1 Esquema y diseño de prototipo.....	33
3.2 Construcción de tambor de hendidura.....	34

3.2.1 Propiedades acústicas y características musicales .....	37
Proceso de construcción de tambor aumentado .....	43
4.2 Diseño y desarrollo electrónico .....	46
4.2.1 Microcontrolador Arduino y componentes electrónicos .....	46
4.3.1 Programa Arduino .....	47
4.3.2 Diseño de patch en Max/MSP .....	47
Resultados obtenidos.....	51
5.1 Registro sonoro .....	51
Conclusiones y recomendaciones .....	53
Bibliografía .....	54
Anexos .....	58

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1.1 Teponatzli, vista superior y corte longitudinal.....	15
Figura 1.2 Construcción de teponatzli de Macuilxochitl.....	16
Figura 1.3 Comportamiento de ondas estacionarias en el teponatzli .....	18
Figura 1.4 Caimaringua percutida por Schubert Ganchozo .....	22
Figura 2.5 Objeto sonoro de madera tipo tótem .....	30
Figura 2.6 Speaker guitar.....	31
Figura 3.7 Búsqueda de longitudes para afinación de lengüetas vibrantes .....	33
Figura 3.8 Esquema y diseño de prototipo de tambor aumentado.....	33
Figura 3.9 Caña guadua seleccionada para construcción de tambor de hendidura .....	34
Figura 3.10 Tratamiento de impurezas en la caña guadua .....	34
Figura 3.11 Trazado de elementos fitomorfos de la cultura Jama Coaque.....	35
Figura 3.12 Trazado de elementos fitomorfos de la cultura Jama Coaque.....	35
Figura 3.13 Tallado de elementos fitomorfos y creación de lengüetas vibrantes.....	36
Figura 3.14 Análisis espectral nota C6.....	38
Figura 3.15 Análisis espectral nota D4b.....	39
Figura 3.16 Análisis espectral nota E4b .....	39
Figura 3.17 Análisis espectral nota G5.....	40
Figura 3.18 Análisis espectral nota A4.....	40
Figura 4.19 Controlador de tambor aumentado.....	43

Figura 4.20 Salidas 5v y tierra.....	44
Figura 4.21 Entradas analógicas hacia tarjeta Arduino Mega .....	44
Figura 4.22 Micrófonos piezoeléctricos en lengüetas vibrantes.....	45
Figura 4.23 Entrada Jack TS hembra de 1/8 mono.....	45
Figura 4.24 Cadena de flujo y microfonía.....	46
Figura 4.25 Cadena de flujo en patch Max/MSP.....	48
Figura 4.26 Funciones potenciómetro 1 .....	48
Figura 4.27 Funciones potenciómetro 2 .....	49
Figura 4.28 Funciones potenciómetro 3 .....	49
Figura 4.29 Funciones potenciómetro 4 .....	49
Figura 5.30 Registro acústico tambor de hendidura .....	51
Figura 5.31 Registro audiovisual de manejo de controlador .....	52
Figura 5.32 Registro audiovisual de uso de tambor aumentado.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos de afinación lengüetas vibrantes .....	37
Tabla 2 Cálculo longitud de onda.....	42
Tabla 3 Verificación de frecuencias experimentales .....	42

## **Introducción**

En la música contemporánea actual, el uso de instrumentos musicales aumentados para dar a conocer nuevas sonoridades utilizando nuevas tecnologías, se ha convertido en una actividad bastante común entre los artistas.

La utilización de elementos eléctricos incorporados a diferentes cuerpos sonoros, generó una nueva forma musical conocida como música electroacústica, sumado al uso de la energía eléctrica para que su sonido sea amplificado por medio de dispositivos electrónicos y combinado con la innovación técnica de la computadora, nos da como resultado, el desarrollo de nuevas expresiones artísticas y sonoras. Esta estrecha relación entre la música y la tecnología, nos brinda una gran variedad de timbres tonos y ritmos.

En nuestro país es de vital importancia rescatar los elementos de identidad ancestral provenientes del litoral ecuatoriano, sobre todo la relevancia que ha tenido la caña guadua y sus expresiones musicales en los diferentes usos que le dieron nuestros ancestros.

Este proyecto consiste en la construcción de un tambor de hendidura utilizando la caña guadua como cuerpo sonoro y que sea capaz de reproducir de forma natural, las cinco notas de una escala pentatónica. Este instrumento musical será intervenido con sensores y software, desarrollando un patch en Max/MSP que funcione como interfaz sonora para modificar su sonido y timbre en tiempo real.

## **Pertinencia del proyecto**

Este instrumento de percusión aumentada, será de gran utilidad para rescatar la continuidad de la expresión musical y la relevancia que brinda la caña guadua en nuestros pueblos costeros desde la prehispanidad, las características de construcción pueden ser variadas; con los canutos de la caña, no solo se pueden fabricar tambores de hendidura o de lengua con cuatro bloques, sino que pueden ser de uno, dos o tres bloques si así uno lo desea, todo dependerá de la necesidad musical.

El proyecto busca rescatar los elementos de identidad ancestral de la caña guadua, objeto que sirve para la recreación de nuestra música y para la búsqueda de nuestros timbres sonoros, de esta forma buscaremos lograr insertarnos en la globalización con nuestra forma propia de hacer música.

La idea fundamental de este proyecto, es construir un instrumento que derive de nuestra cultura ancestral Guancavilca y de ahí desarrollar música del litoral ecuatoriano, rescatando y transformando nuestras tradiciones musicales para agregarles un valor contemporáneo, buscando estéticas mixtas donde convivan lo orgánico y lo sintético.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Construir un tambor de hendidura hecho de caña guadua utilizando sensores y software para modificar su sonido y timbre en tiempo real.

### **Objetivos específicos**

- Investigar el origen, la construcción y utilización de la caña guadua o bambú como instrumento musical.
- Analizar las propiedades acústicas del tambor de hendidura construido con caña guadua.
- Construir un tambor de caña guadua que produzca naturalmente las cinco notas de una escala pentatónica.

- Desarrollar un patch en Max/MSP que funcione como interfaz sonora del instrumento, en la que se diseña y modifica el sonido del instrumento en tiempo real.

### **Descripción del proyecto**

Este proyecto busca desarrollar e investigar las nuevas sonoridades que puede sugerir la fusión entre un idiófono con sensores electrónicos, buscando la forma de aumentar las capacidades musicales de un instrumento percusivo construido con caña guadua.

### **Metodología**

El método de investigación a utilizar es el experimental. Este tipo de metodología nos ayuda a desarrollar técnicas nuevas para crear un nuevo conocimiento.

El proyecto se va a desarrollar mediante la experimentación de diversos cortes en los canutos de la caña guadua, estos cortes tendrán medidas similares que se utilizan en la construcción de los tambores de hendidura, buscando el acercamiento sonoro de una escala pentatónica de forma natural.

Una vez obtenido el acercamiento hacia la escala pentatónica en los cortes realizados en los canutos de la caña guadua, se procederá a la instalación de los sensores electrónicos en el interior y en el exterior de los canutos, para así definir los alcances sonoros que se puedan obtener mediante la programación en Max/MSP, trabajo que es pertinente realizar para la conclusión del proyecto.

Los métodos a utilizar son tanto cualitativos en su gran mayoría, como también cuantitativos, de esta forma, se podrán recopilar diferentes datos durante el desarrollo del proyecto. Un elemento sustancial en este proyecto será el cuaderno de campo. Se trata de un registro físico o digital, donde se recopilará todo lo relacionado con la investigación. Se divide en diferentes secciones o clases de informaciones: notas de campo, diario de campo, registros de campo y reflexiones de campo. Los datos registrados ayudarán a conseguir los objetivos planteados.

Mientras que los métodos cuantitativos pretenden medir parámetros en los fenómenos a investigar, los métodos cualitativos persiguen aprehender las cualidades de los mismos. Al igual que en la investigación cuantitativa, la cualitativa requiere construir muestras representativas del fenómeno a estudiar, sin embargo, éstas se forman con criterios diferentes.

## Capítulo 1

### Antecedentes

#### 1.1 Contexto histórico del uso de idiófonos en la cultura Guancavilca

Fidel Guerrero nos indica que aunque hay pocos, son claves los estudios que se han hecho en el marco arqueológico-musical ecuatoriano, esta información nos permite comprender una parte del contexto de la música nativa antes de la llegada de los europeos a América, así como también obtener datos valiosos relacionados a los materiales utilizados en la construcción de los instrumentos musicales, gamas y sonoridad de los mismos. Debemos considerar que la gran mayoría de estos trabajos son más arqueológicos que musicológicos, sin embargo hay que reconocer los aportes realizados por algunos arqueólogos y músicos en el tema, entre cuyos exponentes se cuenta a Richard Zeller, John L. Nyberg, Olaf Holm, Julio Aráuz, Jaime Idrovo Urigüen, Ellen Hickmann, Mónica Gudemos, Resfa Parducci y Byron Uzcátegui.<sup>1</sup>

Jacinto Jijón y Caamaño refiriéndose a la cultura y las artes de la cultura Manteño-Huancavilca, conjeturó la existencia de una confederación de mercaderes, quienes eran navegantes intrépidos del océano a lo largo de la costa entre Perú, Ecuador y Mesoamérica, organización de vital importancia en la navegación prehistórica de nuestros ancestros para el comercio y el intercambio cultural en épocas precolombinas.<sup>2</sup> Según la historia determinada para esta cultura, indica que se dio en el denominado Periodo de Integración desde el año 600 D.C. a 1534 D.C.<sup>3</sup>

Sobre la cultura musical precolombina sabemos algo: tuvieron tambores, cascabeles, instrumentos de percusión, pitos, flautas, y toda la escala de instrumentos sonoros, pero lo que no sabremos jamás es cuál fue la entonación que inspiró a los Manteños, los instrumentos recuperados en las investigaciones arqueológicas son pocas y no muy significativas (Holm, 1982).

---

<sup>1</sup> Fidel Pablo Guerrero Gutiérrez, *Bibliografía de la música ecuatoriana en línea, BIMEL*, ed. digital 0.1. Pomasqui, Quito, Ecuador: Archivo Equinoccial de la Música Ecuatoriana, AEQ, 2017, 12.

<sup>2</sup> Olaf Holm, *Cultura Manteño Huancavilca*, Museo Antropológico y Pinacoteca del Banco Central del Ecuador, 1982, 23.

<sup>3</sup> GoRaymi. *Pueblo Huancavilca*. Acceso el 01 de julio 2020. <https://www.goraymi.com/es-ec/ecuador/culturas-nacionalidades/pueblo-huancavilca-a3oq384rr>

Javier Veliz menciona que el nombre Guancavilca siempre fue escrito con la letra G, y en el siglo pasado su primera letra fue cambiada por la H, lo que difiere del lugar mencionado como Huancavelica, en el norte del Perú, y peor, como se pretende hoy en día, ser escrito como Wuancavilka, con W y K, palabra jamás escrita en los documentos entre los siglos XVI y XIX. El viajero italiano Girolamo Benzoni, nos indica donde empieza la tierra de nuestros ancestros<sup>4</sup>, cuando relata que “Pasados los límites de Puerto Viejo se entra al país de los Guancavilcas, provincia inferior del Reino del Perú y el primer pueblo que se encuentra en la costa se llama Colonchi y está situado cerca de la Punta de Santa Elena.”<sup>5</sup>

Con los viajes realizados por los navegantes Guancavilcas hacia Mesoamérica<sup>6</sup>, podemos suponer que entre los intercambios culturales que tuvieron nuestros ancestros, pudieron conocer la existencia de los idiófonos que utilizaban los aztecas o los mayas, entre ellos el Teponaztli, instrumento que utilizaban en muchos de sus rituales religiosos.

## **1.2 El Teponaztli**

### **1.2.1 Orígenes**

El teponaztli es conocido como un instrumento de música propio de la civilización mesoamericana. Similar a un tambor, es una especie de xilófono de dos lengüetas vibrantes. La palabra teponaztli al parecer se deriva de la palabra náhuatl tepolli, que a veces hace referencia a la idea de tocón, de tronco de árbol (Karttunen, 1983, p. 231).

Estos instrumentos se han encontrado en ofrendas del Templo mayor de la ciudad de México-Tenochtitlan, mismo que se ofrecía al dios Xochipilli-Macuilxóchitl, que fuese descubierta el 13 de diciembre de 1990.<sup>7</sup>

Partiendo de la idea de que, entre los pueblos Mesoamericanos, las representaciones de las divinidades eran concebidas como la divinidad misma (algo así

---

<sup>4</sup> Ver anexo 1.

<sup>5</sup> Javier Veliz. *Las provincias y los grupos étnicos a la llegada de los españoles*, 2012, acceso el 01 de julio de 2020, <https://fdocuments.ec/document/documento-leido-de-javier-veliz-las-provincias-y-los-grupos-etnicos.html>

<sup>6</sup> Ver anexo 2.

<sup>7</sup> «Teponaztli, Historia y sonido», Instrumentos musicales, acceso el 15 de julio de 2020, <https://instrumentosmusicales10.net/teponaztli-teponaztle-tinco>

como el Al Corán es Allah mismo para la fe islámica, o el pan consagrado es Cristo entre los católicos), es factible considerar que el teponaztli era para los mexica el propio Xochipilli-Macuilxóchitl hecho materia y sonido.<sup>8</sup>

### 1.2.2 Construcción

Para fabricarlo, se ahueca un cilindro de madera por uno de sus lados, sin llegar a sus dos extremos. Del lado opuesto de la abertura se practican dos ranuras paralelas, separadas unos centímetros una de la otra y luego se unen por la mitad haciendo una ranura transversal. (Figura 1) Para completar, se cierra la abertura inferior con una tabla removible. Se hace de tal forma que las dos lengüetas resultantes sean ligeramente desiguales en su longitud o en su grosor, de manera que al golpearlas cerca de sus extremos emiten dos sonidos que corresponden a notas diferentes.<sup>9</sup>

#### Teponaztli, vista superior y corte longitudinal

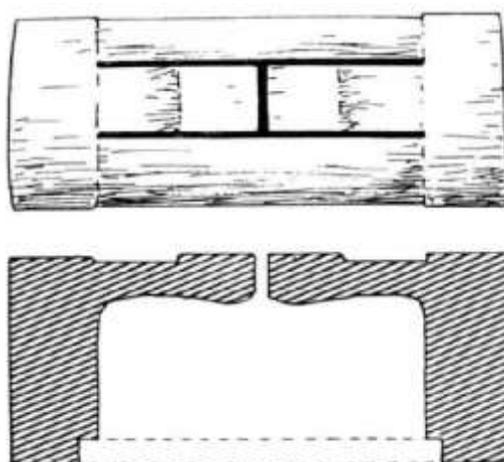


Figura 1.1<sup>10</sup>

Castañeda y Mendoza nos indican en uno de sus ensayos otra técnica de construcción, en primer lugar ya cortado el tronco o la rama del árbol, se procedía a construir la caja acústica con hachas de cobre y navajas de obsidiana, extrayendo la

<sup>8</sup> Gabriel Pareyón, El teponaztli en la tradición musical azteca, II foro nacional sobre música mexicana (Pátzcuaro, Mich., 28-30 sept. 2005) Los instrumentos musicales y su imaginario.

<sup>9</sup> Guy Stresser-Péan, *El sol-dios y Cristo: La cristianización de los indios en México vista desde la Sierra de Puebla*, Novena edición [en línea]. Mexico: Centro de estudios mexicanos y centroamericanos, 2011, acceso el 20 octubre 2020, <http://books.openedition.org/cemca/2264>

<sup>10</sup> Stresser-Péan, *El sol-dios...*

corteza de la madera hasta dejarla a la altura de la zona superior donde deben quedar construidas las lengüetas vibrantes. Una vez definido el lugar de las lengüetas, se hacían varias perforaciones con agujas de cobre calentadas al rojo vivo que atravesaban los puntos principales del instrumento musical. Un ejemplo claro de este proceso, se lo encuentra en el teponaztli de Macuilxochitl, en el que se ven 14 huellas de perforaciones de aguja, distribuidas simétricamente de la siguiente forma: 4 en las extremidades de los dos empotramientos (figura 2: a, b, c y d); 2 en la incisión transversal (e, f) y 8 adicionales (g) distribuidas con simetría en ambos lados de los tercios de las dos lengüetas. Finalmente, terminadas las perforaciones con las agujas, se hacían las incisiones aserrando la madera con un cordel (e).<sup>11</sup>

### Construcción del teponaztli de Macuilxochitl

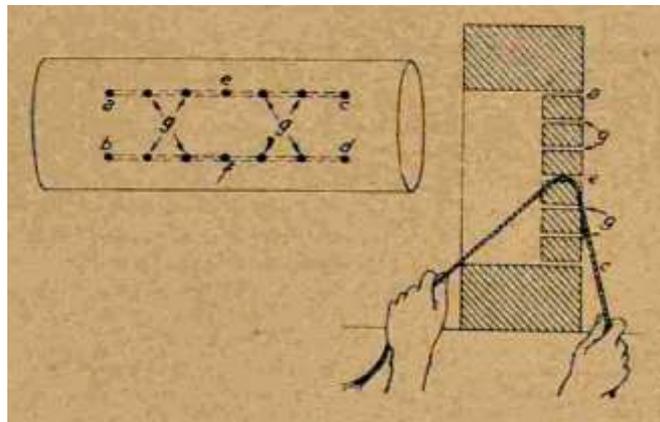


Figura 1.2<sup>12</sup>

#### 1.2.3 Perspectiva acústica y musical

Es evidente que el teponaztli es una caja de resonancia en la que su timbre dependerá de las dimensiones del tronco, del largo y el espesor de sus lengüetas vibrantes, las cuales al ser golpeadas por un mazo cubierto de hule, puede llegar a producir dos notas diferentes.

---

<sup>11</sup> Daniel Castañeda y Vicente T. Mendoza, *Los Teponaztlis en las Civilizaciones Precortesianas*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Dirección General de Bibliotecas, s. f., 51.

<sup>12</sup> Castañeda, *Los Teponaztlis...*

La cámara de resonancia creada al extraer la corteza interior del tronco, aumenta el volumen producido por la lengüeta, cuyas vibraciones saldrán por las hendiduras que están dispuestas en forma de H. Estas condiciones producen un máximo aprovechamiento acústico del instrumento.

La musicóloga francesa Anne-Marie Vacher, pudo examinar el *teponaztli* de Xicotepec<sup>13</sup> en 1971, dándole las siguientes precisiones musicológicas a los sonidos de las lengüetas al ser percutidas: “sonidos: *la* sostenido-*fa* sostenido. Intervalo de tercera mayor. Sonoridad clara”.<sup>14</sup>

Cabe resaltar que toda fuente sonora al momento de generar un sonido, crea una onda estacionaria, sobre todo en el caso del *teponaztli*, en donde las ondas están confinadas en un espacio con límites que solo permite la reflexión de las mismas. Este fenómeno da como resultado la interferencia de dos ondas que teniendo la misma frecuencia y amplitud, se propagan en la misma dirección pero en sentido contrario.

En la onda estacionaria existen puntos fijos llamados nodos, que como podremos observar en la figura 3, están representadas por los cabezales, entre estos nodos se encuentran los vientres o antinodos, que son los puntos de amplitud máxima en la caja de resonancia del *teponaztli*, pero en este caso, la energía producida por las lengüetas, se transmite fuera de la caja de resonancia a través de las hendiduras, transformando la onda estacionaria en progresiva y reforzando el sonido de las lengüetas.

---

<sup>13</sup> Ver anexo 3.

<sup>14</sup> Guy Stresser-Péan, *El sol-dios y Cristo: La cristianización de los indios en México vista desde la Sierra de Puebla*, Novena edición [en línea]. Mexico: Centro de estudios mexicanos y centroamericanos, 2011, acceso el 20 octubre 2020, <http://books.openedition.org/cemca/2264>

## Comportamiento de las ondas en la caja acústica del teponaztli



Figura 1.3<sup>15</sup>

### 1.3 Instrumentos de percusión tradicionales desde la organología

En la larga historia de la humanidad, sus culturas y sus pueblos, el hombre ha estado rodeados de sonidos provenientes de la naturaleza que han llamado su atención, quien también llegó a producir sonidos para comunicarse. Ante la necesidad de buscar la forma de imitar los sonidos que le rodeaban, el hombre buscó la forma de construir artefactos con diversos materiales que le permitieran replicar estos sonidos, llegando incluso a utilizarlos para poder invocar a sus deidades.

Con el desarrollo de la tecnología actual y con el transcurrir de los años, el hombre ha creado un sinnúmero de artefactos sonoros que hoy los conocemos con el nombre de instrumentos musicales, los cuales son estudiados por la rama musical llamada musicología, rama que nos permitirá analizar algunos instrumentos pertenecientes a la familia de los idiófonos y entre los que se encuentran los tambores de hendidura que analizaremos a continuación.

#### 1.3.1 Clasificación de tambores de hendidura

Los tambores de hendidura por su característica, pertenecen a la familia de los idiófonos, que por lo general son de madera, hierro o metal. Estos instrumentos

---

<sup>15</sup> Elaboración propia.

musicales producen un sonido propio debido a la vibración de su cuerpo como materia resonadora sin utilizar membranas, columnas de aire o cuerdas.

Para introducirnos más en este proyecto, analizaremos algunos tambores que se construyen en madera o en caña de bambú, donde una de sus características principales son las hendiduras que tienen en su cuerpo con la finalidad de emitir diferentes tonos cuando son percutidos por una baqueta.

### **Krin**

Este tambor de hendidura es conocido también como Kolokolo<sup>16</sup>, se lo encuentra en la región boscosa de Guinea, sin embargo hoy en día lo podemos encontrar en toda la región de África occidental. La madera utilizada para la fabricación del krin es el mango, el khari o la secoya, se lo construye ahuecando su interior dejando de dos a tres hendiduras de donde se obtienen algunos tonos cuando sus láminas son percutidas. Suele utilizarse como instrumento musical y como elemento de comunicación. Regularmente se tocan en grupos de tres músicos, porque debido a sus diferentes tamaños, estos emiten tonos agudos medios y graves, logrando los músicos composiciones rítmicas con improvisaciones.<sup>17</sup>

### **Atingting Kon**

Uno de los instrumentos musicales más grandes del mundo se encuentra ubicado en las islas Vanuatu en Oceanía<sup>18</sup>, estamos hablando de los imponentes tambores de hendidura llamados Atingting Kon. En las islas de Malekula y Ambryn son los lugares donde se los puede ubicar con facilidad.

Estos tambores son tallados en los troncos de los árboles de pan, llamados así porque sus frutos son una importante fuente de alimento para sus habitantes. Por lo general son utilizados en los eventos sociales y ceremonias religiosas de las aldeas, en

---

<sup>16</sup> Ver anexo 4.

<sup>17</sup> «Tambores de hendidura», Etnoperkusión, acceso el 22 de octubre de 2020, <https://www.etnoperkusion.com/krin/>

<sup>18</sup> Ver anexo 5.

donde los músicos percuten el tronco tallado en el borde de la hendidura con una baqueta parecida a un palo. En las ceremonias suelen participar varios percusionistas produciendo una inmensa variedad de ritmos complejos.<sup>19</sup>

### **Ikoró**

El Ikoró<sup>20</sup> es un tambor tradicional de hendidura utilizado por los Igbo en el sudeste de Nigeria. Estos instrumentos musicales están adornados regularmente por imágenes de seres humanos y animales. Al momento de ser percutidos, los músicos utilizan un lenguaje tonal abreviado llamado “Ikoró habla” para anunciar festivales y emergencias, siendo una de sus características principales, las largas distancias que pueden llegar a recorrer.<sup>21</sup>

### **Bantula**

Es un instrumento musical que se localiza en la región de Mindanao, Filipinas y es utilizado por los Bukidnon. Está diseñado con una caña de bambú que tiene un gran diámetro y se encuentra cerrada en sus extremos<sup>22</sup>. La hendidura de este tambor puede tener un espesor de 2 a 3 cm que cubre casi toda la longitud de la caña, habitualmente es percutido por dos palos de madera.<sup>23</sup>

### **Pate o Toere**

Este idiófono<sup>24</sup> se lo puede localizar en la isla de Tahití que es la más grande de la Polinesia Francesa, archipiélago del Pacífico Sur. Se los puede encontrar de diversos

---

<sup>19</sup> «Slit Gong», The Meet Museum, acceso el 22 de octubre de 2020, <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/309995>

<sup>20</sup> Ver anexo 6.

<sup>21</sup> Cole, Herbert M. y Aniakor, Chike G. *Igbo Arts: Community and Cosmos*, Museo de Historia Cultural, Universidad de California, 1984, 87-88

<sup>22</sup> Ver anexo 7.

<sup>23</sup> Hans Brandeis, *Música y danza de los Bukidnon's de Mindanao: una breve introducción*, Asociación Filipina de Berlín, 1993, acceso el 22 de octubre de 2020, [https://web.archive.org/web/20060616192605/http://aedv.cs.tu-berlin.de/~brandeis/bukid\\_music.html#instruments\\_social](https://web.archive.org/web/20060616192605/http://aedv.cs.tu-berlin.de/~brandeis/bukid_music.html#instruments_social)

<sup>24</sup> Ver anexo 8.

tamaños, tiene una hendidura de espeso grosor que cubre casi toda la longitud del tronco, mide medio metro de largo aproximadamente y es percutido con una sola baqueta por los músicos. En el acompañamiento de la danza “otea”, constituye el principal instrumento.<sup>25</sup>

### **1.3.2 Instrumentos musicales de caña**

Uno de los patrimonios culturales que tienen la gran mayoría de los pueblos en el mundo, son los instrumentos musicales y la música. Latinoamérica principalmente se ha caracterizado por una variedad de instrumentos de distintos orígenes, los conocemos indígenas, europeos y africanos por mencionar algunos. Los diferentes usos que tiene la caña debido a su resistencia y elasticidad, ha provocado la construcción de una gran variedad de instrumentos musicales que se han desarrollado y combinado hasta tener la forma actual con que los conocemos.

A continuación detallaremos algunos instrumentos musicales que han utilizado la caña como cuerpo sonoro:

#### **El rondador**

El rondador es un aerófono que produce su sonido a través de la vibración del aire, está formado por un conjunto de canutos de caña dispuestos uno a continuación de otro, distribuidos en orden descendente, del más largo al más corto. Los canutos están sujetos mediante dos maderas a manera de tenaza y sujetados con una delgada cuerda de cabuya.

Este instrumento musical está clasificado dentro del grupo de las flautas de pan, su sonoridad es producida debido a la insuflación que se realiza en los orificios superiores de cada uno de los canutos de caña hacia adentro.<sup>26</sup>

#### **La quena**

La quena es un instrumento musical que también pertenece a la familia de los aerófonos, es un tipo de flauta vertical que puede llegar a tener entre seis y ocho agujeros

---

<sup>25</sup> Serendero, D. (2020). *Las Artes de Polinesia*, Revista Musical Chilena, 24(112), 41-81.

<sup>26</sup> Diego Luzuriaga y Ataulfo Tobar, *El rondador*, Ediciones IADAP, 1980, 5.

en su cuerpo sonoro que suele ser de caña, de madera, de arcilla y hasta de hueso. Es considerada por etnomusicólogos y arqueólogos como uno de los más antiguos instrumentos musicales del continente americano.<sup>27</sup>

## La Caimaringua

Este instrumento musical ha sido diseñado por el Luthier y etnomusicólogo ecuatoriano Schubert Ganchozo, está construido con caña guadua, pertenece a la familia de los idiófonos, consta de veintidós láminas de caña que están suspendidas en el aire a través de una cuerda. La sonoridad de la caimaringua se la obtiene al ser percutida por tres o cuatro baquetas con cabeza de madera. Según Ganchozo, es una especie de caimán o lagarto en forma de marimba, que simboliza aquél animal mítico de poder que tiene el litoral ecuatoriano.<sup>28</sup> (Figura 4)

### Caimaringua percutida por Schubert Ganchozo



Figura 1.4<sup>29</sup>

---

<sup>27</sup> Oscar Javier Molina Molina, *La Quena, expresión artística en la música colombiana*. Música Cultura y Pensamiento, Vol. 5, N° 5 (2013): 63-64.

<sup>28</sup> Día a Día, «Música con bambú». Entrevista realizada en 2019, video en Youtube, 08:19, acceso el 13 de noviembre de 2020, <https://www.youtube.com/watch?v=emLOCM1hhIM>

<sup>29</sup> Muñoz, César, Schubert Ganchozo, portavoz de la música ancestral, Julio 2019, El Telégrafo, acceso el 14 de noviembre de 2020, <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/cultura/10/schubert-ganchozo-portavoz-musica-ancestral>

## 1.4 Referencias artísticas

El uso del bambú para la construcción de instrumentos musicales es muy característicos en países asiáticos como Indonesia o Filipinas, sin embargo, en nuestro país hasta el momento, solo hay un exponente que ha trabajado directamente con la caña guadua y que mencionaremos a continuación.

Shubert Ganchozo (1962), Luthier y etnomusicólogo guayaquileño que en el año 2005 creó Macolla, primera y única orquesta del Ecuador que utiliza instrumentos musicales contruidos con caña guadua, materia prima de la costa ecuatoriana. Sus presentaciones musicales están basadas en mitos precolombinos y étnicos, tales como Coordinadas Mestizas, Solsticio 4600 y Tonal Guancavilca.

A partir de su incursión en la construcción de instrumentos musicales con caña guadua, Ganchozo ha formado varios ensambles tales como Bambú Dúo, Bambú Trío, Bambú Ensamblés y Tonal Guancavilca, en los que nos muestra la riqueza sonora del Litoral Ecuatoriano.<sup>30</sup>

En las islas de Buka, provincia de Boungaville en Papúa Nueva Guinea, podemos encontrar a The Yumi Yet Bamboo Band,<sup>31</sup> esta agrupación forma parte de un fenómeno de bamboo bands que hay alrededor de la isla. Los instrumentos que utilizan son aerófonos similares a las flautas de pan, son de gran longitud y diámetro, incluso los tubos de bambú empleados pueden llegar a medir hasta 1,60 m, la sonoridad se consigue percutiendo los tubos que están abiertos en sus extremos con una especie de lengua hecha con goma EVA. Estos ensambles musicales suelen estar presentes en las distintas celebraciones de las islas.<sup>32</sup>

En Filipinas encontramos a la Banda Kawayan, esta agrupación está activa desde 1973 formando parte de la Universidad Politécnica de Filipinas hasta el año 2013, luego en el 2014 pasó a ser una organización cultural privada sin fines de lucro. La banda tiene presentaciones regulares en todo Filipinas y en el extranjero. Cuentan con un amplio

---

<sup>30</sup> Ganchozo arte musical, acceso el 14 de noviembre de 2020, <http://www.ganchozo.com/>

<sup>31</sup> «Yumi Yet Bamboo Band», Smalling island big song, acceso el 14 de noviembre de 2020, <https://www.smallislandbigsong.com/yumi-yet-bamboo-band>

<sup>32</sup> Edgardo Civalero, *Introducción a las flautas de pan, una guía de su historia, su uso y su distribución*, SafeCreative, Madrid 2013, 142.

repertorio musical que van desde piezas clásicas, populares o jazz, de esta forma mantienen su repertorio en constante evolución.

Los instrumentos musicales que utiliza la Banda Kawayan están contruidos al 100% con bambú, entre los que podemos mencionar los siguientes: marimba, angklung, panpipes (flautas de pan), bumbong, kalagong, kalatok y kiskis.<sup>33</sup>

### 1.5 Producciones discográficas

La propuesta musical generada en Ecuador por la utilización de instrumentos musicales alternativos contruidos en caña guadua, ha permitido que Schubert Ganchozo haya realizado algunas producciones discográficas, entre estas, podemos mencionar el CD de música montubia llamado *“Amorfino: Música Montubia Ecuatoriana”*, grabado en el 2007 por la orquesta de bambúes Macolla, posteriormente en noviembre del 2008, Ganchozo produce el CD *“Misa Montubia: Homenaje a Narcisa de Jesús”*, otra producción destacada de la orquesta Macolla, fue el concierto *“Carrizal – Música Montubia Ecuatoriana”*, que fue grabado en vivo en junio del 2013 en el auditorio del Centro Cultural Simón Bolívar de la ciudad de Guayaquil.

Otra gran referente de orquestas de bambúes lo encontramos en Filipinas con la Banda Kawayan, una de sus primeros albums fue *“The Singing Bamboos”*, grabado en vinil en 1973 por el sello Villar, fecha que coincide con el año de su fundación, otra de sus producciones se llamó *“The World Famous Pangkat Kawayan”*, grabado en Mareco Studios, ambos albums fueron producidos por Manuel P. Villar.

En el Pacífico Sur encontramos a The Yumi Yet Bamboo Band, originarios de Papúa Nueva Guinea, de ellos podemos encontrar su tema *Kwin Potutu* que está incluido en el álbum recopilatorio *Small Island Big Sound*, grabado en el 2018 y producido por Baobao Chen.

Otro referente importante en Papúa Nueva Guinea es el músico y productor Airileke Ingram, toca batería y percusiones, por lo que está muy familiarizado con las Bamboo Bands de las islas, debido a esto, ha trabajado en proyectos musicales en los que

---

<sup>33</sup> Banda Kawayan Filipinas, acceso el 14 de noviembre de 2020, <http://bandakawayan.ph/index.html>

mezcla sus raíces indígenas con el hip-hop y el reggae para promover su cultura, logrando que la característica de sus sonidos sea direccionado hacia el género urbano. Su álbum “*Weapon of Choice*” producido en octubre del 2012 por Birds Robe Records, fue nominado en el 2013 para los premios Aria como mejor álbum de música del mundo, otro de sus albums destacado es “*Sorong Samarai*” producido en el 2016.

En materia de música experimental y en la utilización de instrumentos musicales aumentados, tenemos a la cantante y compositora islandesa Björk, que en octubre del 2011 lanzó su octavo álbum llamado *Biophilia*. Para este álbum, la artista recibió la colaboración de Bjorvin Tomasson, que es el mejor creador de órganos en Islandia, con el que construyeron el Gameleste, que es un híbrido entre el Gamelán de Indonesia y un piano, que puede ser controlado a través de un Ipad.<sup>34</sup> Otro de los instrumentos creados es el *Gravity Pendulum Harp*, diseñado por Andy Cavatorta, escultor que trabaja con sonidos y robótica; este instrumento consiste en cuatro péndulos robóticos, cada uno con un arpa de once cuerdas, que puede tocar melodías preprogramadas o en vivo mediante un software de control escrito del programa *Python*.<sup>35</sup>

---

<sup>34</sup> Mariana Figueredo, «5 instrumentos fuera de este mundo con los que solo Björk pudo haber creado música», Malvestida, 14 de marzo de 2017, acceso el 04 de enero de 2021, <https://malvestida.com/2017/03/5-instrumentos-fuera-de-este-mundo-con-los-que-solo-bjork-pudo-haber-creado-musica/>

<sup>35</sup> Bridget Borgobello, «Gravity Harp, único en su tipo, cuenta con péndulos robóticos», *New Atlas*, 27 de septiembre de 2011, acceso el 04 de enero de 2021, <https://newatlas.com/gravity-harp-robotic-pendulums/19931/>

## Capítulo 2

### Instrumentos acústicos híbridos

Si revisamos la historia de los instrumentos musicales híbridos, nos encontraremos con una lista tan extensa como la de los propios instrumentos musicales que conocemos habitualmente.

Podemos iniciar con el caso de los hermanos hawaianos Alvin y Kelvin Keech, quienes en 1918, adaptaron el mástil reducido de un ukelele de cuatro cuerdas a la caja de resonancia de un banjo. El objetivo de este experimento fue el de dar mayor sonoridad a un instrumento de reducido tamaño utilizando una caja de resonancia de mayor dimensión, fusión que tuvo mucho éxito en una época en la que no existían sistemas de amplificación como los que contamos hoy en día, incluso fueron comercializados por otras marcas como Dallas, Ludwing, Harmony, Bacon y Gibson, pero utilizando otros nombres como ukelele-banjo o banjo-uke. Este instrumento musical fue patentado en 1920.<sup>36</sup>

Otro ejemplo lo podemos encontrar gracias a la gran multinacional japonesa Casio, que en el 2016 lanzó la nueva serie de pianos Celviano Grand Hybrid, esta nueva serie de pianos combina el sonido de un piano acústico con las innovaciones que nos brinda un piano digital, siendo su objetivo principal, ofrecer la experiencia de un concierto en un espacio íntimo y reservado. Para lograr un sonido refinado y equilibrado, tomaron como referencia tres pianos acústicos de alto renombre mundial: un *Steinway & Sons* de Viena, un *Bechstein* de Berlín y un *Bösendorfer* de Hamburgo. Este piano cuenta con una fuente de sonido *Air Grand*, sistema que utiliza tecnologías de sonido de alta gama de Casio, además cuenta con un simulador de doce tipos de salones de concierto, tiene capacidad de memoria interna y memoria USB externa para grabar las interpretaciones que se den durante su uso.<sup>37</sup>

Por otra parte, la reconocida marca de guitarras Fender lanzó en el 2019 su más reciente creación en guitarras híbridas, estamos hablando de la *Acoustasonic Telecaster*,

---

<sup>36</sup> «Instrumentos musicales en los museos de Ureña», acceso el 17 de noviembre de 2020, <https://funjdiaz.net/museo/ficha.php?id=91>

<sup>37</sup> Elena Fernández, «Este piano híbrido es una experiencia más allá de lo emocional», Revista Forbes México, 7 de enero de 2017, acceso el 17 de noviembre de 2020, <https://www.forbes.com.mx/forbes-life/piano-casio-hybrid/>

este instrumento híbrido cuenta con una gama de sonidos extensa, desde los clásicos tonos eléctricos de una Fender hasta una gran variedad de colores y tonalidades, brindando así una tonalidad acústica genuina. Esta guitarra depende de su “Sistema de resonancia de instrumentos de cuerda” que sirve para ampliar y mejorar los tonos naturales de su cuerpo hueco. Posteriormente, estos sonidos se amplifican con un juego de tres pastillas distintas, debajo del puente hay una pastilla *Fishman Matrix Narrow* y un Potenciador Acoustasonic, combinándose con una pastilla externa *Fender Noiseless* para lograr emitir diez voces distintas que van desde una guitarra acústica clásica a la eléctrica tradicional de Fender, llegando incluso a combinar ambas voces, que abarcan el espectro de estilos y timbres de la guitarra contemporánea.<sup>38</sup>

## 2.1 Instrumentos electroacústicos

En la época moderna aparece una nueva forma de música, en la que la reproducción del sonido se genera a través de elementos eléctricos que están incorporados en los cuerpos sonoros, a esta forma musical se la conoce como música electroacústica.

Los instrumentos musicales tradicionales se diferencian de los electroacústicos, debido a que los últimos, necesitan de la energía eléctrica para que su sonido sea proyectado y amplificado por medio de dispositivos electrónicos, tal como sucede con la guitarra eléctrica.

El ingeniero aeroespacial Charles H. Kaman, desarrolló en 1966 la primera guitarra electroacústica a través de la empresa *Roundback Ovation*, que era una subsidiaria de la empresa aeroespacial *Kaman Corporation*. Los ingenieros de Kaman determinaron que el sonido que producía la guitarra a través de cualquier entrada de energía, se enriquecía por completo si el fondo de la caja acústica, tenía una forma semiparabólica similar al reflector de un radar.<sup>39</sup>

---

<sup>38</sup> Dan Orkin, «Primero escucha: La revolucionaria guitarra híbrida Acoustasonic de Fender», Reverb noticias y reseñas, 21 de enero de 2019, acceso el 21 de noviembre de 2020, <https://reverb.com/es/news/first-listen-fenders-groundbreaking-acoustasonic-hybrid>

<sup>39</sup> «*Electric-Acoustic Guitar Evolution*», Ovation guitars, acceso el 21 de noviembre de 2020, <https://www.ovationguitars.com/theovationstory>

Las guitarras electroacústicas tienen un micrófono incorporado en la roseta o debajo del sillín del puente, permitiendo que la guitarra pueda ser conectada a un amplificador o a un *mixer*, además, algunas cuentan con preamplificadores incorporados que permiten ajustar la ganancia, el volumen y la ecualización como en las guitarras eléctricas.<sup>40</sup>

A inicios del siglo XX el contrabajo era utilizado en las bandas musicales para realizar la función de bajo, pero por su gran tamaño no era muy práctico para su traslado y acústicamente en las presentaciones en vivo, su sonido era enmascarado muy fácilmente por la pegada de la batería. A medida que los estilos musicales y los lugares de las actuaciones fueron cambiando, surgió la necesidad de que el bajo amplificase su sonido. Ya en la década de 1940, Paul Tutmarc Jr. Diseñó el *Serenader Bass*, que por fin podía tocarse de forma horizontal, ya que los anteriores diseños de bajo eléctrico fueron diseños verticales. Este bajo es considerado como el primer bajo eléctrico, pero sin embargo este diseño no tuvo mucha repercusión en el medio musical. Fue Leo Fender quien en 1951 diseñó y construyó el *Fender Precision*, siendo una de sus características un cuerpo plano sin contornos, con un mástil atornillado de 20 vueltas, una pastilla de una sola bobina y una longitud de 34 pulgadas. El diseño de este bajo se ha venido utilizando como modelo a seguir por otros fabricantes hasta el día de hoy.<sup>41</sup>

Los instrumentos electroacústicos se siguen desarrollando actualmente, tanto que muchos artistas, compositores y académicos, están utilizando estas innovaciones eléctricas y electrónicas para dar otro valor artístico a una diversidad de sonidos que antes no se consideraban musicales.

## **2.2 Uso de la computadora como procesador de sonido en tiempo real**

Utilizar la computadora como un instrumento capaz de reproducir cualquier tipo de sonidos, ha generado una nueva relación entre los compositores y la música. Esta innovación técnica es capaz de combinar infinitamente un sinnúmero de timbres, colores,

---

<sup>40</sup> «Guitarra electroacústica. Qué es, origen, partes y cómo funciona», Música clave, 18 de septiembre de 2019, acceso el 21 de noviembre de 2020, <https://www.musiclave.com/musica/guitarra-electroacustica/>

<sup>41</sup> «Historia del bajo eléctrico», De Bajo Eléctrico, acceso el 21 de noviembre de 2020, <https://www.debajoelectrico.com/historia/>

tonos y ritmos, convirtiéndose en una herramienta capaz de desarrollar nuevas expresiones artísticas y sonoras.

Miraya menciona que en el caso de las computadoras aplicadas a la música, se puede dotar a la computadora de un periférico, conocido como tarjeta de sonido, que realiza la conversión digital/analógica, es decir, que este periférico va convirtiendo los números que le envía la computadora en señales analógicas que se aplican directamente a un altavoz. Otro enfoque consiste en enviar señales MIDI a un sintetizador y controlarlo desde la computadora, permitiendo generar sonidos en tiempo real. Con lo expuesto podemos concluir que la computadora es capaz de construir sonidos creando la forma de onda de los mismos y en el caso de los sintetizadores, transmitir órdenes para que el dispositivo electrónico pueda construir los sonidos.<sup>42</sup>

### **2.3 Instrumentos aumentados**

Antes de analizar lo que son los instrumentos aumentados, debemos hacer un breve repaso de lo que son los objetos sonoros y el enfoque que estos han aportado en los estudios acerca del sonido, sobre todo aquella comprensión que tenemos acerca de la relación existente entre el sonido musical y aquellos que no son considerados como tal.

Pierre Schaeffer en su libro *Tratado de los Objetos Musicales*, aborda la problemática acerca de la escucha reducida a determinados instrumentos musicales y a la forma de escuchar un sonido sin saber su origen, Schaeffer buscaba una forma que permitiera explicar y entender la experiencia musical generada por objetos sonoros poco habituales, también buscaba establecer la diferencia entre la música concreta y la música electrónica, llegando a generar nuevas formas musicales en donde el objeto sonoro experimentado era el objeto escuchado.<sup>43</sup>

Uno de los más importantes y reconocidos exponentes ecuatorianos en cuanto al estudio y diseño de instrumentos aumentados, es el compositor y pedagogo Mesias

---

<sup>42</sup> Federico Miraya. *La Música por Computadora*, Subsecretaría de cultura de la provincia de Santa Fe, Rosario, Argentina, 1995.

<sup>43</sup> Pierre Schaeffer. *Tratado de los Objetos Musicales*, (Madrid: Alianza Editorial, 2003), 24-89.

Maiguashca, quien radica en Alemania desde 1966, sus obras se han caracterizado por crear piezas con nuevas realidades acústicas basadas en ideas teóricas.

Maiguashca en junio del 2013, presentó en el Palacio de Cristal Itchimbía de la ciudad de Quito, su obra *“La Canción de la Tierra”*, en la que integró elementos electroacústicos con objetos sonoros. Uno de estos objetos sonoros era una pieza de madera a manera de tótem que representa a un cóndor, una serpiente y un puma (figura 5), el cual formaba parte de una estructura cúbica de metal intervenido con micrófonos piezoeléctricos, los que permitían amplificar cualquier vibración del objeto, que estaba sujetado por hilos de nylon y cuerdas de metal. Este objeto podía ser excitado con percutores pesados o frotados con arcos de violín, cello o contrabajo.<sup>44</sup>

### Objeto sonoro de madera tipo tótem



Figura 2.5<sup>45</sup>

Arcángel Constantini es un artista mexicano que desde 1997 mantiene una constante producción de proyectos de arte que se relacionan con el uso de nuevas tecnologías, sus trabajos se nutren de actividades vinculadas a la música experimental, el arte sonoro y al diseño de interfaces y dispositivos.<sup>46</sup>

---

<sup>44</sup> «La Canción de la Tierra en el Itchimbía», Cartón Piedra, El Telégrafo, 01 de julio de 2013, acceso el 23 de noviembre de 2020, <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/carton/1/la-cancion-de-la-tierra-en-el-itchimbia>

<sup>45</sup> Vargas, Gonzalo, Los sonidos posibles, Noviembre 2013, acceso el 23 de noviembre de 2020, <http://www.laselecta.org/2013/11/los-sonidos-posibles-mesias-maiguashca/>

<sup>46</sup> «Arcángel Constantini», Arcdata, acceso el 23 de noviembre de 2020, <http://arcdata.net/arcangel/index.htm>

Spestri (Speaker String) es un performance sonoro que realiza el artista utilizando una guitarra electroacústica que tiene incorporada una bocina de 100 watts en la caja acústica, un pre-amplificador de ecualizador con una barra piezoeléctrica, un amplificador de 30 watts en dos canales, varios transductores y distintos procesos de electrónica análogos y DSP.<sup>47</sup> (Figura 6)

### Speaker Guitar



Figura 2.6<sup>48</sup>

---

<sup>47</sup> «Speaker string», Arcdata, acceso el 23 de noviembre de 2020, <http://www.arc-data.net/SpeStri/>

<sup>48</sup> Speaker string, Arcdata, acceso el 23 de noviembre de 2020, <http://www.arc-data.net/SpeStri/>

## Capítulo 3

### Proceso de construcción de tambor de hendidura

El fundamento principal de la música es el sonido, que se traduce como vibraciones mecánicas y ondas a través de un medio elástico. Según el movimiento vibratorio y la dirección de propagación, podemos distinguir las ondas transversales y longitudinales estacionarias, que se originan por la superposición de ondas de sentido contrario con la misma longitud y amplitud, que tienen nodos vibratorios, los cuales generan un estado de reposo y también vientres vibratorios, en donde las partículas tienen velocidad y amplitud de oscilación máximas. Considerando esto, es posible amplificar potencias sonoras reducidas a través de cuerpos sonoros huecos, favoreciendo de esta manera la potencia del sonido lanzado al aire.<sup>49</sup>

Para encontrar la escala pentatónica buscada, inicialmente se utilizó una caña con un diámetro de 8,5 cm y una longitud de 20 cm en cada canuto, en los que se realizaron cortes individuales en forma de “U” de diferentes longitudes a manera de lengüetas en tres canutos de la caña, cortes que son característicos en los tambores de hendidura. Las longitudes de las lengüetas fueron de 18, 16 y 15 cm respectivamente, que trataron de encontrar las notas C, D y E, pero debido al estrecho diámetro de la caña, no se logró alcanzar la afinación y la resonancia buscada en el instrumento.<sup>50</sup>

Posteriormente se utilizó una caña con un diámetro de 12 cm, y una longitud de 22 cm en cada canuto, se aplicaron las mismas medidas de cortes anteriores en los canutos, dando como resultado la resonancia apropiada para la caña, y a partir de esta referencia, empezó la búsqueda de las longitudes idóneas para la afinación pentatónica de las lengüetas.<sup>51</sup>

Para encontrar las notas C, D, E, G y A, siguiendo las referencias de longitud en las lengüetas del teponaztli y de la longitud de 22 cm del canuto de la caña intervenida, se procedió a realizar un corte en forma de “U” de 20 cm de longitud, posteriormente se realizaron pequeños cortes verticales de 5 mm de forma consecutiva, técnica que sirvió para encontrar las longitudes específicas de las lengüetas vibrantes que servirían para

---

<sup>49</sup> Ulrich Michels, Atlas de música I (Madrid: Alianza, 1982), 15-17.

<sup>50</sup> Ver anexo 9 y 10.

<sup>51</sup> Ver anexo 11 y 12.

definir la afinación aproximada de la escala pentatónica requerida para el instrumento musical. (Figura 7)



Figura 3.7<sup>52</sup>

### 3.1 Esquema y diseño de prototipo

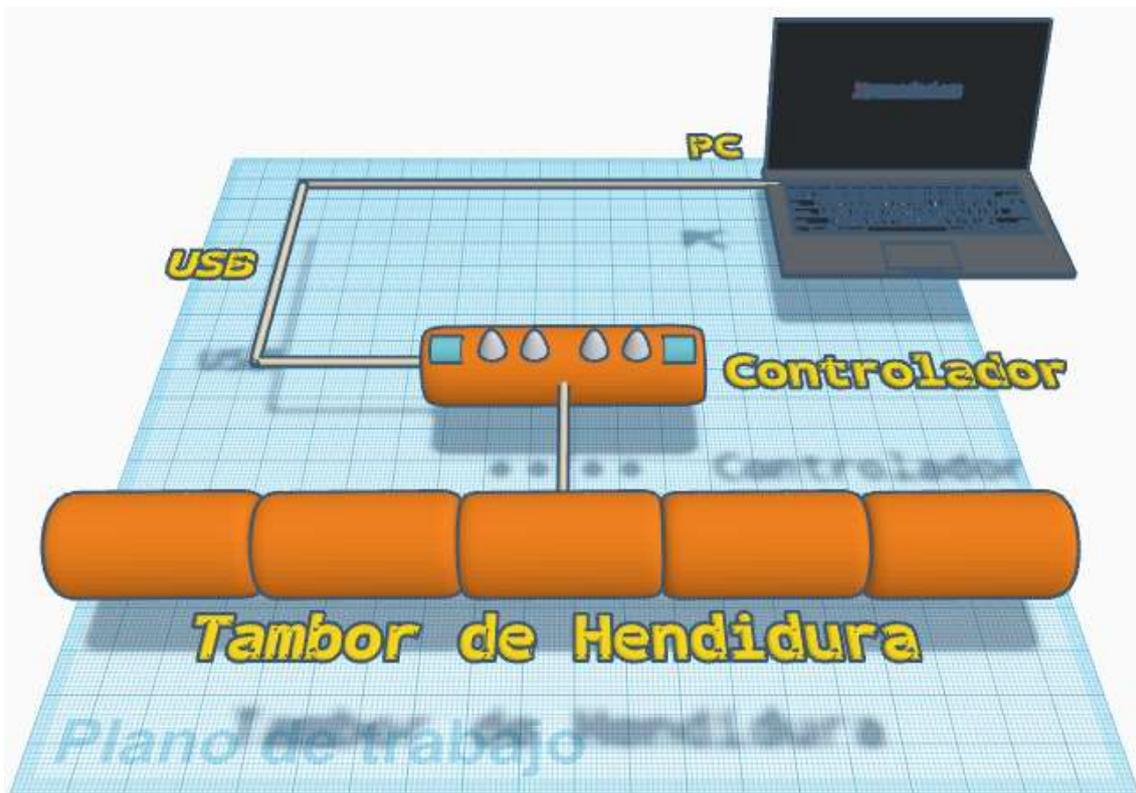


Figura 3.8<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> Elaboración propia.

<sup>53</sup> Elaboración propia.

### 3.2 Construcción de tambor de hendidura

Para la fabricación del tambor de hendidura, tomando como referencia la resonancia que nos dio la caña intervenida con 12 cm de diámetro, se eligió una caña con un diámetro de 11 cm y 130 cm de longitud, debido a que los canutos mantenían una longitud similar de aproximadamente 22 cm cada uno, medida que sirvió para realizar los cortes y crear las lengüetas vibrantes con la afinación pentatónica aproximada buscada. (Figura 9)



Figura 3.9<sup>54</sup>

Posteriormente se procedió a quitar todas las impurezas adheridas en los nudos de la caña, esto sirvió para que la superficie quede más lisa y se pueda efectuar un mejor lijado de la madera, ya que estaba previsto realizar unos tallados. (Figura 10)



Figura 3.10<sup>55</sup>

Luego de esto, se realizó el trazado de imágenes con elementos fitomorfos en los cinco canutos de la caña, elementos que son característicos de los sellos tubulares de la

---

<sup>54</sup> Elaboración propia.

<sup>55</sup> Elaboración propia.

cultura Jama Coaque, buscando así, reflejar las costumbres de nuestros ancestros que pertenecieron al litoral ecuatoriano. (Figura 11 y 12)



Figura 3.11<sup>56</sup>

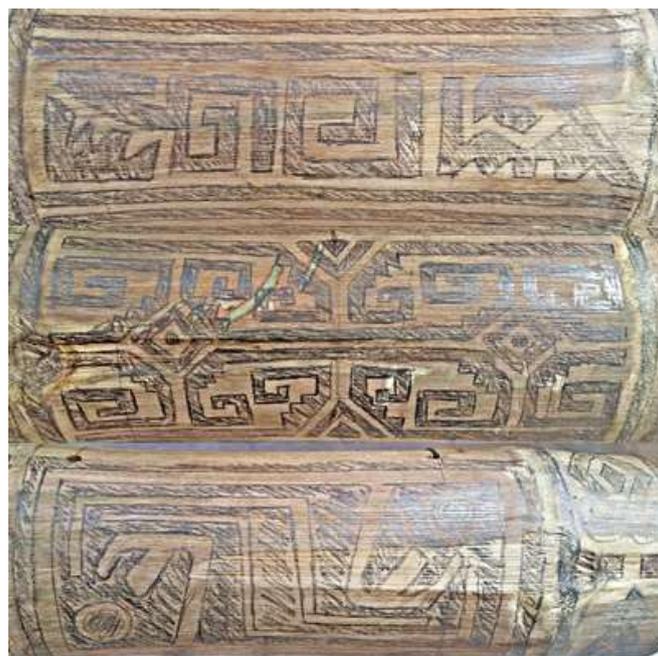


Figura 3.12<sup>57</sup>

---

<sup>56</sup> Elaboración propia.

<sup>57</sup> Elaboración propia.

Una vez talladas las imágenes con elementos fitomorfos, se procedió a realizar los cortes en forma de “U” en cada uno de los canutos para obtener la aproximación a la escala pentatónica buscada. (Figura 13) Las medidas de las lengüetas vibrantes dieron como resultado las siguientes notas musicales:

- Nota C6: 15 x 6 cm.
- Nota D4b: 13,5 x 6 cm.
- Nota E4b: 12,5 x 6 cm.
- Nota G5: 18 x 6 cm.
- Nota A4: 16,5 x 6 cm.



Figura 3.13<sup>58</sup>

Finalmente, a la caña se le dio un mejor acabado aplicando tinte para madera color caoba y varias manos de barniz, la aplicación de estas resinas contribuirán a la preservación del instrumento musical de la acción de agentes atmosféricos, brindándole mayor resistencia física y química, librándolo también de problemas habituales que sufre la madera tales como la carcoma.<sup>59</sup>

---

<sup>58</sup> Elaboración propia.

<sup>59</sup> Ver anexo 13.

### 3.2.1 Propiedades acústicas y características musicales

Para encontrar las características de un sonido que es emitido por cualquier cuerpo sonoro, además de su intensidad o energía, es indispensable conocer las frecuencias que lo componen.

Durante la búsqueda de la escala pentatónica en la caña, se utilizó un canuto de 35 cm de longitud y un diámetro de 12 cm, en el que se realizó un corte para la lengüeta vibrante de 30 x 6 cm, posteriormente se realizaron cortes verticales de 5 mm de forma consecutiva. Considerando que a cada nota musical le corresponde una frecuencia determinada, con los cortes realizados en la lengüeta y utilizando la app *Soundcorset* como afinador, se obtuvieron datos de afinación que se pueden observar en la siguiente tabla:

Medida lengüeta vibrante	Nota obtenida	Frecuencia en Hz	Margen de afinación en cents
29,5 x 6 cm	G4b	369 Hz	1
29 x 6 cm	G4	392 Hz	-7
27 x 6 cm	A4	440 Hz	1
26 x 6 cm	B4b	466 Hz	-6
25 x 6 cm	B4	493 Hz	5
24 x 6 cm	C5	523 Hz	4
23 x 6 cm	D5b	554 Hz	8
21,5 x 6 cm	D5	587 Hz	0
18 x 6 cm	G5	783 Hz	5
17 x 6 cm	A5	880 Hz	-3
16,5 x 6 cm	A4	440 Hz	-1
16 x 6 cm	B5b	932 Hz	1
15,5 x 6 cm	G3	196 Hz	-5
15 x 6 cm	C6	1046 Hz	6
14,5 x 6 cm	B3	246 Hz	15
13,5 x 6 cm	D4b	277 Hz	3
12,5 x 6 cm	E4b	311 Hz	-3
11 x 6 cm	F4	349 Hz	19
10,5 x 6 cm	G4	392 Hz	-23
9,5 x 6 cm	A4b	415 Hz	-1

Tabla 1<sup>60</sup>

---

<sup>60</sup> Elaboración propia.

La principal característica de los sonidos que tienen un tono definido, es que son repetitivos: la forma de onda repite su patrón con intervalos regulares y siempre de la misma forma. Estas ondas se descomponen en una serie de componentes conocidos como armónicos, mediante un proceso matemático denominado análisis de Fourier. Una manera de representar gráficamente las características del sonido, es mediante las llamadas líneas espectrales, que nos indican los valores de la frecuencia en el eje horizontal y los valores de la amplitud en el eje vertical, pudiendo observarse que cuanto más compleja sea la onda, mayor complejidad tendrá su correspondiente espectro.<sup>61</sup>

A continuación detallaremos el análisis espectral que se realizó a cada una de las notas obtenidas de la escala pentatónica del tambor de hendidura, medición realizada a través del VST *Paz Frequency Stereo* de *Waves* en *Ableton Live* con un micrófono condensador *Behringer B1*:

La nota C6 obtuvo un rango máximo de frecuencia de 11 Khz, encontrando en sus armónicos unos picos máximos entre 250 Hz y 510 Hz. (Figura 14)

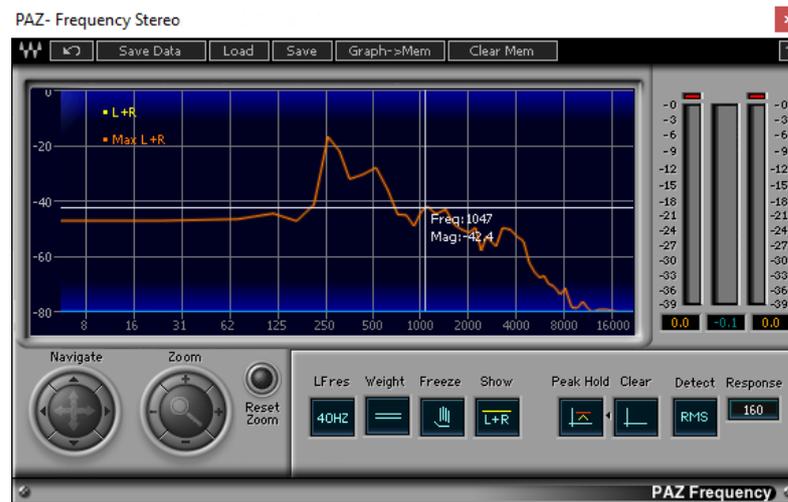


Figura 3.14<sup>62</sup>

La nota D4b obtuvo un rango máximo de frecuencia de 13 Khz, encontrando en sus armónicos unos picos máximos entre 250 Hz y 450 Hz. (Figura 15)

<sup>61</sup> Tim McCormick y Francis Rumsey, *Introducción al sonido y la grabación* (Madrid: Instituto Oficial de Radio y Televisión, RTVE, 2002), 21.

<sup>62</sup> Imagen del Paz Frequency Stereo tomada desde Ableton Live.



Figura 3.15<sup>63</sup>

La nota E4b obtuvo un rango máximo de frecuencia superior a los 22 KHz, encontrando en sus armónicos unos picos máximos entre 253 Hz y 420 Hz. (Figura 16)



Figura 3.16<sup>64</sup>

La nota G5 obtuvo un rango máximo de frecuencia de 18 KHz, encontrando en sus armónicos unos picos máximos entre 150 Hz y 600 Hz. (Figura 17)

<sup>63</sup> Imagen del Paz Frequency Stereo tomada desde Ableton Live.

<sup>64</sup> Imagen del Paz Frequency Stereo tomada desde Ableton Live.



Figura 3.17<sup>65</sup>

La nota A4 obtuvo un rango máximo de frecuencia de 10 KHz, encontrando en sus armónicos unos picos máximos entre 250 Hz y 1200 Hz. (Figura 18)



Figura 3.18<sup>66</sup>

Podemos observar en los análisis espectrales que a medida que aumenta la frecuencia, los armónicos presentan una amplitud descendente. Además, se puede observar que hay un refuerzo en la amplitud de los armónicos de frecuencia baja, efecto producido por la caja de resonancia que tiene el tambor de hendidura, cuyo diámetro es de 11 cm.

<sup>65</sup> Imagen del Paz Frequency Stereo tomada desde Ableton Live.

<sup>66</sup> Imagen del Paz Frequency Stereo tomada desde Ableton Live.

Dentro de los sonidos periódicos, uno de los parámetros más importantes en acústica es la frecuencia ( $f$ ), que se define como la cantidad de ciclos de la onda repetitiva por segundo. Otra relación importante es la vinculación de la longitud de onda con la frecuencia, que se expresa en la siguiente fórmula:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

donde  $c$  es la velocidad del sonido.<sup>67</sup>

Considerando que la longitud de onda en un tubo cerrado es igual a 4 veces su longitud tenemos<sup>68</sup>:

$$\lambda = 4L$$

Sabiendo estas fórmulas, procederemos a calcular la longitud de onda de cada una de las notas de la escala pentatónica encontrada y a verificar las frecuencias aproximadas que reflejaron los datos experimentales en la construcción del tambor de hendidura.

A la frecuencia de C6 encontrada que es de 1046 Hz, aplicamos la fórmula para calcular la longitud de onda del canuto de la caña

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{344 \text{ m/s}}{1046 \text{ Hz}} = 0,32 \text{ m}$$

Una vez obtenida la longitud de onda, aplicamos la fórmula para verificar la frecuencia aproximada de la nota

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{344 \text{ m/s}}{0,32 \text{ m}} = 1075 \text{ Hz}$$

Posteriormente se aplicaron las mismas fórmulas a las cuatro notas restantes de la escala pentatónica encontrada, cuyos resultados los podemos observar en las siguientes tablas:

---

<sup>67</sup> Federico Miraya, *Acústica y sistemas de sonido* (Argentina: UNR Editora, 2000), 4–7.

<sup>68</sup> «Tubos cerrados», *Acústica musical*, acceso el 02 de febrero de 2021, [https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing\\_ond\\_1/trabajos\\_05\\_06/io2/public\\_html/viento/principios\\_viento.html](https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_05_06/io2/public_html/viento/principios_viento.html)

Nota musical	Longitud de onda ( $\lambda$ )
D4b	1,24 m
E4b	1,10 m
G5	0,439 m
A4	0,78 m

Tabla 2<sup>69</sup>

Nota musical	Frecuencia lengüeta vibrante	Verificación de frecuencia con fórmula ( $f$ )
D4b	277 Hz	277,41 Hz
E4b	311 Hz	312,72 Hz
G5	783 Hz	783,59 Hz
A4	440 Hz	441 Hz

Tabla 3<sup>70</sup>

---

<sup>69</sup> Elaboración propia

<sup>70</sup> Elaboración propia

## Capítulo 4

### Proceso de construcción de tambor aumentado

Inicialmente el prototipo del tambor de hendidura tendría incorporado en su cuerpo varios componentes electrónicos. Sin embargo, en el proceso de construcción del mismo, se detectó que al hacer las perforaciones en el interior de la caja de resonancia del canuto de la caña, esta se vio afectada en su afinación y amplificación, por lo que las medidas obtenidas para la afinación de cada una de las lengüetas vibrantes, quedaban sin efecto por la adición de dichos componentes.

Con el antecedente descrito y una vez construido el tambor de hendidura sin componentes extras, se procedió a crear un cuerpo adicional en caña guadua de 43 cm de longitud, este canuto sería utilizado como controlador principal del instrumento aumentado, en el cual se adaptarían varios componentes electrónicos que se detallan a continuación: (Figura 19)

1. Cuatro potenciómetros B2K.
2. Dos sensores de proximidad infrarrojos Sharp GP2Y0A21 con rango 10-80 cm.
3. Una tarjeta Arduino Mega.

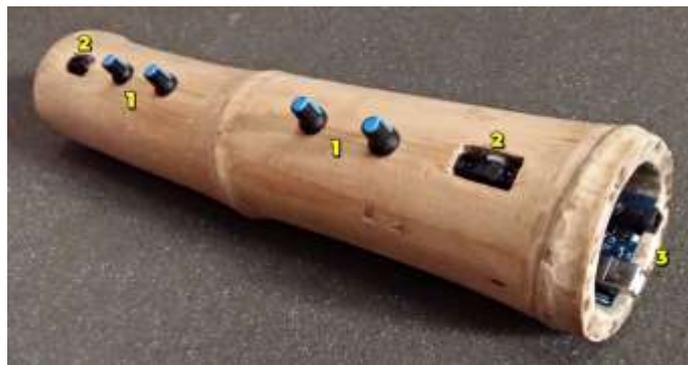


Figura 4.19<sup>71</sup>

Una vez instalados los componentes electrónicos en el nuevo cuerpo, se procedió a realizar el cableado respectivo para optimizar las salidas hacia la tarjeta Arduino Mega. Debido a que el microcontrolador contaba con dos entradas de tierra y una para cinco voltios, se trató de optimizar las doce salidas de los componentes electrónicos a través de dos laminillas de cobre debido a su elevada conductividad eléctrica, lo que permitiría

---

<sup>71</sup> Elaboración propia.

obtener solo dos salidas hacia el microcontrolador, una para 5 voltios y otra para tierra. (Figura 20)

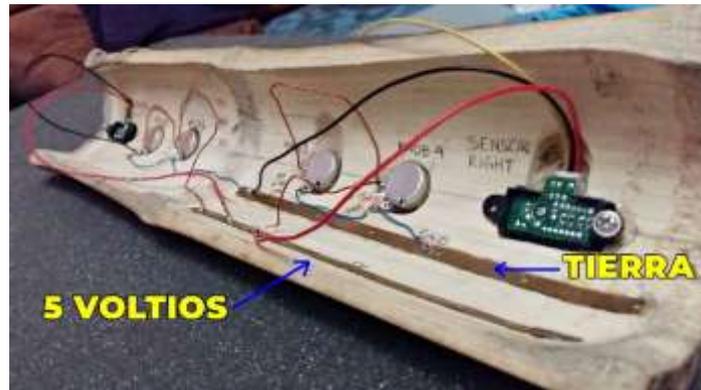


Figura 4.20<sup>72</sup>

Debido a la sobrecarga eléctrica en las laminillas de cobre, se procedió a instalar una placa protoboard para un mejor funcionamiento del circuito eléctrico del controlador principal del instrumento.

Solucionado el puente eléctrico entre componentes, se instalaron las entradas analógicas que establecerían la comunicación con la tarjeta Arduino Mega, y de esta con el PC mediante conexión USB. (Figura 21)

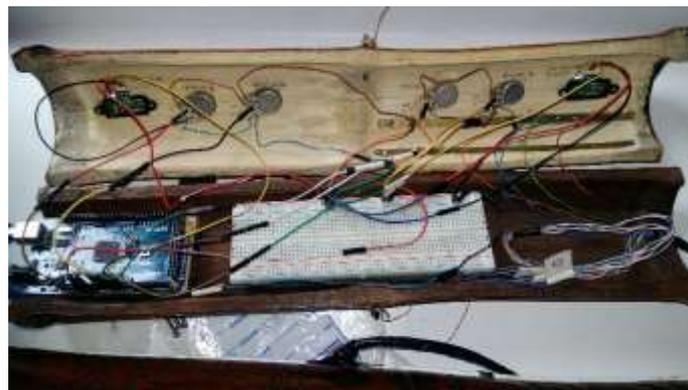


Figura 4.21<sup>73</sup>

Adicionalmente, se instaló un micrófono piezoeléctrico en cada una de las lengüetas vibrantes del tambor de hendidura, de esta manera se cerraba el circuito entre los

---

<sup>72</sup> Elaboración propia.

<sup>73</sup> Elaboración propia.

diferentes componentes electrónicos incorporados en los dos cuerpos de caña guadua a través de los puertos analógicos de la tarjeta Arduino Mega. (Figura 22)



Figura 4.22<sup>74</sup>

Finalmente se adaptó un micrófono piezoeléctrico adicional a un costado del tambor con un conector de entrada Jack TS hembra de 1/8 mono, componentes que facilitarán la conexión del instrumento en una interfaz externa. (Figura 23)



Figura 4.23<sup>75</sup>

## 4.1 Construcción de interfaz sonora

### 4.1.1 Microfonía y cadena de flujo

Tomando en cuenta que la interfaz tiene componentes electrónicos y procesamiento de micrófonos, la cadena de flujo es la siguiente: (Figura 24)

---

<sup>74</sup> Elaboración propia.

<sup>75</sup> Elaboración propia.

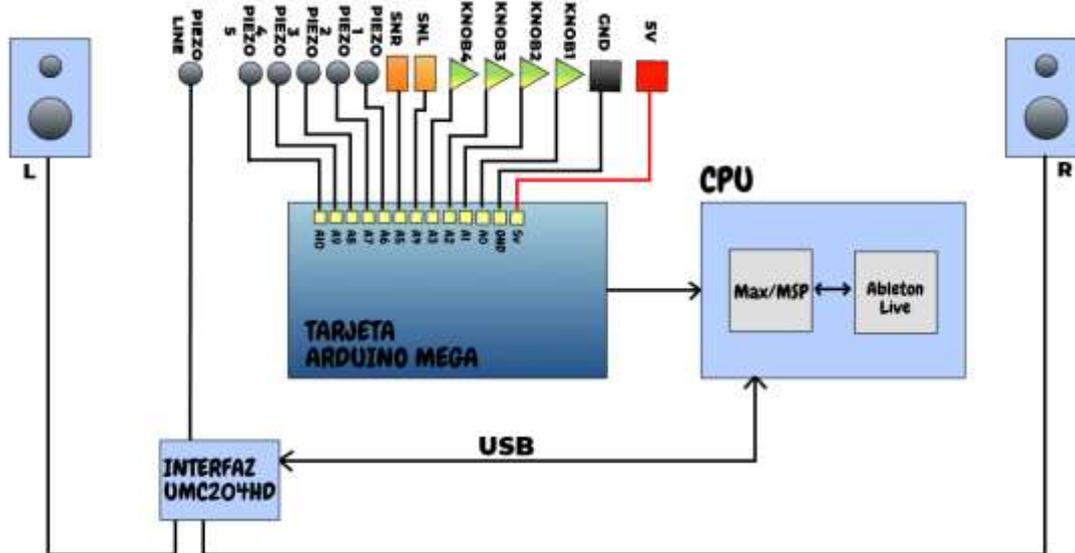


Figura 4.24<sup>76</sup>

## 4.2 Diseño y desarrollo electrónico

### 4.2.1 Microcontrolador Arduino y componentes electrónicos

Este proyecto utilizó un microcontrolador Arduino Mega, el cual posee 54 pines digitales que funcionan como entrada y salida; tiene también 16 entradas análogas, un cristal oscilador de 16 Mhz, un botón de *reset*, una conexión USB y una entrada para la alimentación de la placa.<sup>77</sup>

También posee dos sensores de proximidad Sharp GP2Y0A21 que permiten obtener la distancia entre el sensor y algún objeto en un rango entre 10 y 80 cm. Este componente tiene integrado tres dispositivos: un diodo emisor de infrarrojos (IRED), un detector sensitivo de posición (PSD) y un circuito procesador de señales. Estos sensores utilizan un método de detección de objetos basado en triangulación.<sup>78</sup>

<sup>76</sup> Elaboración propia.

<sup>77</sup> «Arduino Mega: Características y capacidades», PanamaHitek, acceso el 14 de enero de 2021, <http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/>

<sup>78</sup> «Sensores de Proximidad», Naylampmechatronics, acceso el 14 de enero de 2021, <https://www.naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/203-sensor-de-distancia-infrarrojo-sharp-gp2y0a21.html>

Cuenta también con cuatro potenciómetros lineales B2K, este componente tiene incorporado dos resistencias en serie que permiten al usuario modificar los valores de voltaje dependiendo de la posición de la perilla.<sup>79</sup>

Finalmente se agregaron cinco micrófonos piezoeléctricos de 27 mm en el tambor de hendidura que se conectan directamente a la tarjeta Arduino Mega y uno adicional que a través de un conector de entrada jack hembra de 1/8 mono, se podrá conectar el instrumento en una interfaz externa.

## **4.3 Programación e integración**

### **4.3.1 Programa Arduino**

En lugar de utilizar un código hecho en Arduino para recibir las señales desde la tarjeta, utilizamos una librería llamada Firmata para poder leer las entradas de la placa directamente en un software externo. Se le carga al Arduino un código llamado Standard Firmata y la programación avanzada se la realiza en el software Max/MSP. Este protocolo se puede ejecutar en cualquier arquitectura de microcontroladores, así como en cualquier software, esto nos evitará tener que programar en diferentes lenguajes de programación.

### **4.3.2 Diseño de patch en Max/MSP**

Una vez cargado el código firmata en Arduino, se utiliza el parche Maxuino, el cual establece la comunicación entre la tarjeta Arduino Mega con el entorno de programación Max/MSP, lo que permite a Max leer y controlar pines analógicos y digitales, escribir en pines digitales y PWM (*Pulse width modulation*), entre otras funciones.

Para optimizar el uso de los componentes electrónicos instalados en el controlador de caña guadua y en el tambor de hendidura, se generó un puente con el programa Ableton Live para que este reciba señales MIDI con diferentes directrices desde Max/MSP,

---

<sup>79</sup> «Potenciómetro Lineal», Ferretrónica, acceso el 14 de enero de 2021, <https://ferretronica.com/products/potenciometro-lineal-2-k%CF%89-b2k>

permitiendo reproducir en el instrumento una amplia gama de posibilidades sonoras. (Figura 25)

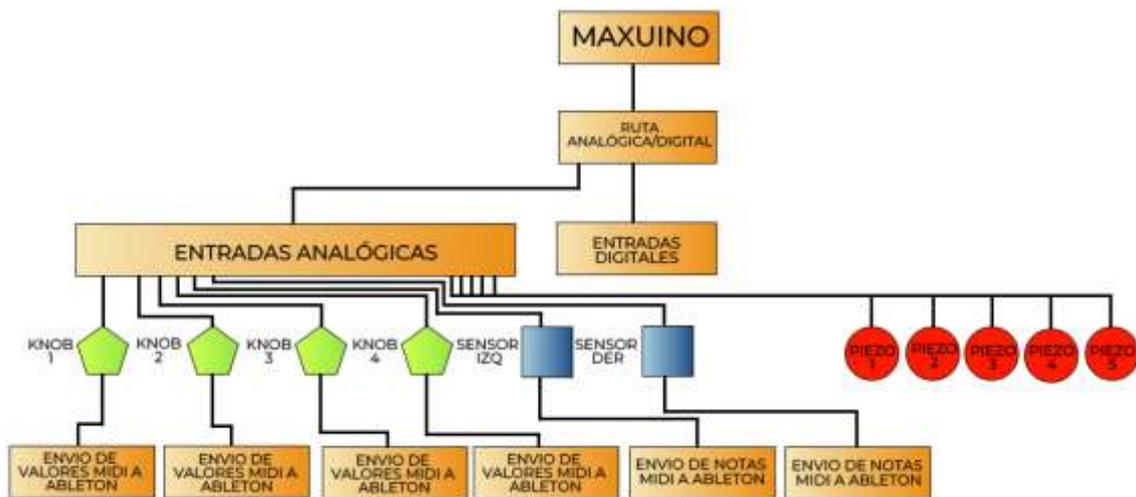


Figura 4.25<sup>80</sup>

El primer potenciómetro ubicado en el lado izquierdo del controlador, se vinculó con un efecto de sonido llamado *Instrument Rack*, esto permitirá manejar varios flujos de señales o samples agregados de izquierda a derecha, los cuales serán modificados a través de los movimientos generados por el sensor de proximidad izquierdo. (Figura 26)

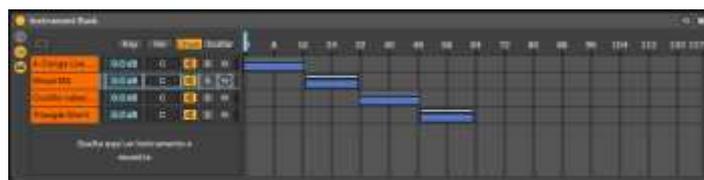


Figura 4.26<sup>81</sup>

El segundo potenciómetro permite manipular el volumen de los sonidos generados por el sensor de proximidad izquierdo y adicionalmente, permite manipular la mezcla de los efectos agregados en el canal de audio para el conector de entrada jack hembra de 1/8 mono. (Figura 27)

<sup>80</sup> Elaboración propia.

<sup>81</sup> Imagen del Instrument Rack tomada desde Ableton Live.



Figura 4.27<sup>82</sup>

El tercer potenciómetro permite manipular la frecuencia de filtro que está incluida en una EQ del sensor de proximidad derecho. (Figura 28)

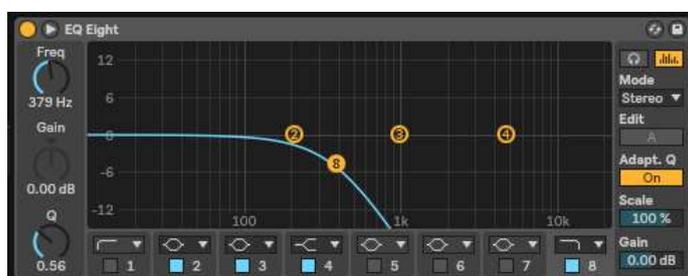


Figura 4.28<sup>83</sup>

El cuarto potenciómetro está vinculado con el instrumento Operator que también es nativo de Ableton, en donde la función del potenciómetro es manipular la transposición de semitonos brindándole al sensor de proximidad derecho varias atmósferas rítmicas. (Figura 29) El tercer y cuarto potenciómetro permitirán crear sonidos más complejos a través de los movimientos que se generan en el sensor de proximidad derecho.



Figura 4.29<sup>84</sup>

<sup>82</sup> Imagen de canal MIDI tomada desde Ableton Live.

<sup>83</sup> Imagen del EQ Eight tomada desde Ableton Live.

<sup>84</sup> Imagen del Transpose incluido en el Operator tomada desde Ableton Live.

Para generar la sonoridad del sensor de proximidad izquierdo, al canal de audio asignado en Ableton Live se le agregaron los siguientes efectos: *Major Pentatonic Scale*, *Note Length*, *Instrument Rack*, *EQ Eight*, *Simple Delay* y *Reverb*.

Al sensor de proximidad derecho contó con los siguientes efectos de sonido: *Major Pentatonic Scale*, *Arpeggiator*, *Operator*, *EQ Eight*, *Simple Delay* y *Reverb*.

Finalmente al canal de audio para el conector de entrada jack hembra de 1/8 mono se le asignaron los siguientes efectos: *Redux*, *Resonators*, *Frequency Shifter*, *Chorus*, *Simple Delay*, *Limitter*.

## Capítulo 5

### Resultados obtenidos

#### 5.1 Registro sonoro

Para el registro sonoro se utilizó una computadora que recibía la señal directa de la tarjeta Arduino Mega mediante cable USB, y esta a su vez estaba conectada también por USB a una interfaz de audio Behringer U-PHORIA UMC204HD, que gestionaría las entradas y salidas del procesamiento de sonido del tambor de caña aumentado.

Adicionalmente se realizó un registro acústico del tambor de hendidura utilizando un micrófono condensador de patrón cardioide Behringer B1. Sobre un compás simple de 4/4, se ejecutó un ritmo compuesto de 6/8 y posteriormente de 3/4 para poder crear una atmósfera polirrítmica que buscaba un acercamiento étnico hacia la cultura Guancavilca del litoral ecuatoriano. (Figura 30)



Figura 5.30<sup>85</sup>

---

<sup>85</sup> Imagen de elaboración propia.

## 5.2 Registro audiovisual

Se realizaron dos registros audiovisuales, uno que explica cómo se utiliza el controlador del tambor aumentado y otro mostrando las posibilidades sonoras y creativas del instrumento musical. (Figura 31 y 32)



Figura 5.31<sup>86</sup>



Figura 5.32<sup>87</sup>

---

<sup>86</sup> Elaboración propia

<sup>87</sup> Elaboración propia

## Capítulo 6

### Conclusiones y recomendaciones

El objetivo de este proyecto técnico fue la construcción de un tambor de hendidura acústico que produzca naturalmente las cinco notas de una escala pentatónica, el cual fue aumentado en sus capacidades sonoras gracias a la incorporación de componentes electrónicos en un cuerpo adicional de caña guadua y en el mismo tambor, esto permitió una agradable exploración sonora y musical de las capacidades electroacústicas del instrumento.

Los resultados de la experiencia en luthería han sido gratificantes mientras se realizaba la búsqueda de la escala pentatónica en la caña guadua, los descubrimientos realizados en torno a la resonancia de la caña fueron fructíferos ya que los datos obtenidos indicaron que a mayor diámetro de la caña, se obtiene un refuerzo en la amplitud de los armónicos de las frecuencias bajas y un descenso de la amplitud en los armónicos a medida que aumentan las frecuencias altas, información que se recopiló durante los meses de investigación y exploración que el proyecto demandó.

El desarrollo e implementación de la interfaz sonora, logró brindar herramientas adicionales al idiófono que permitieron que las diferentes señales de audio emitidas, sean procesadas por diferentes filtros y efectos para modificar su sonido en tiempo real y crear rápidamente sonidos más complejos.

Se trató de implementar sensores piezoeléctricos en cada una de las lengüetas vibrantes del tambor de hendidura, pero estos afectaron la afinación de las mismas por lo que se desechó esta posibilidad hasta buscar una forma alternativa de captar los golpes en las lengüetas.

Este instrumento musical contribuye en el rescate y posicionamiento de los timbres sonoros del litoral ecuatoriano, buscando también un acercamiento a las diversas tendencias de la música contemporánea actual.

La investigación concluye cumpliendo los objetivos planteados, alcanzando la fusión entre un idiófono con componentes electrónicos, explorando sonoridades acústicas y rítmicas que se pueden vincular a las tradiciones ancestrales con nuestra forma propia de hacer música.

## Bibliografía

- Arcdata. «Arcángel Constantini». Acceso el 23 de noviembre de 2020. <http://arcdata.net/arcangel/index.htm>
- Banda Kawayan Filipinas. Acceso el 14 de noviembre de 2020. <http://bandakawayan.ph/index.html>
- Borgobello, Bridet. «Gravity Harp, único en su tipo, cuenta con péndulos robóticos». *New Atlas*. 27 de septiembre de 2011. Acceso el 04 de enero de 2021. <https://newatlas.com/gravity-harp-robotic-pendulums/19931/>
- Brandeis, Hans. «Música y danza de los Bukidnon's de Mindanao: una breve introducción». Asociación Filipina de Berlín, 1993. Acceso el 22 de octubre de 2020. [https://web.archive.org/web/20060616192605/http://aedv.cs.tu-berlin.de/~brandeis/bukid\\_music.html#instruments\\_social](https://web.archive.org/web/20060616192605/http://aedv.cs.tu-berlin.de/~brandeis/bukid_music.html#instruments_social)
- Cartón Piedra. «La Canción de la Tierra en el Itchimbia». *El Telégrafo*, 01 de julio de 2013. Acceso el 23 de noviembre de 2020. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/carton/1/la-cancion-de-la-tierra-en-el-itchimbia>
- Castañeda, Daniel y Mendoza, Vicente T. *Los Teponaztlis en las Civilizaciones Precortesianas*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Dirección General de Bibliotecas. s.f.
- Civallero, Edgardo. *Introducción a las flautas de pan, una guía de su historia, su uso y su distribución*, SafeCreative, Madrid 2013.
- De Bajo Eléctrico. «Historia del bajo eléctrico». Acceso el 21 de noviembre de 2020. <https://www.debajoelectrico.com/historia/>
- Día a Día. «Música con bambú». Entrevista realizada en 2019, video en Youtube, 08:19. Acceso el 13 de noviembre de 2020. <https://www.youtube.com/watch?v=emLOCM1hhlM>
- Fernández, Elena. «Este piano híbrido es una experiencia más allá de lo emocional». *Revista Forbes México*. 7 de enero de 2017. Acceso el 17 de noviembre de 2020. <https://www.forbes.com.mx/forbes-life/piano-casio-hybrid/>

- Ferretrónica. «Potenciómetro Lineal». Acceso el 14 de enero de 2021. <https://ferretronica.com/products/potenciometro-lineal-2-k%CF%89-b2k>
- Figuereido, Mariana. «5 instrumentos fuera de este mundo con los que solo Björk pudo haber creado música». Malvestida. 14 de marzo de 2017. Acceso el 04 de enero de 2021. <https://malvestida.com/2017/03/5-instrumentos-fuera-de-este-mundo-con-los-que-solo-bjork-pudo-haber-creado-musica/>
- Ganchozo arte musical. Acceso el 14 de noviembre de 2020. <http://www.ganchozo.com/>
- GoRaymi. «Pueblo Huancavilca». Acceso el 01 de julio 2020. <https://www.goraymi.com/es-ec/ecuador/culturas-nacionalidades/pueblo-huancavilca-a3oq384rr>
- Guerrero Gutiérrez, Fidel Pablo. *Bibliografía de la música ecuatoriana en línea, BIMEL*, ed. digital 0.1. Pomasqui, Quito, Ecuador: Archivo Equinoccial de la Música Ecuatoriana, AEQ, 2017.
- Holm, Olaf. *Cultura Manteño Huancavilca*, Museo Antropológico y Pinacoteca del Banco Central del Ecuador, 1982.
- «Instrumentos musicales en los museos de Ureña». Acceso el 17 de noviembre de 2020. <https://funjdiaz.net/museo/ficha.php?id=91>
- Karttunen, Frances, *An Analytical Dictionary of Nahuatl*, University of Texas Press, Austin, 1983.
- Luzuriaga, Diego y Tobar, Ataulfo. *El rondador*. Ediciones IADAP, Quito-Ecuador, 1980.
- Michels, Ulrich. Atlas de música, I. Madrid: Alianza, 1982.
- Miraya, Federico. *La música por computadora*. Subsecretaría de cultura de la provincia de Santa Fe, Rosario, Argentina, 1995.
- Miraya, Federico. *Acústica y sistemas de sonido*. Argentina: UNR Editora, 2000.
- Molina Molina, Oscar Javier. *La Quena, expresión artística en la música colombiana*. Música Cultura y Pensamiento, Vol. 5, N° 5 (2013): 63-64.

- McCormick, Tim y Francis Rumsey. *Introducción al sonido y la grabación*. Madrid: Instituto Oficial de Radio y Televisión, RTVE, 2002.
- Música clave. «Guitarra electroacústica. Qué es, origen, partes y cómo funciona». 18 de septiembre de 2019. Acceso el 21 de noviembre de 2020. <https://www.musiclave.com/musica/guitarra-electroacustica/>
- Naylampmechatronics. «Sensores de Proximidad». Acceso el 14 de enero de 2021. <https://www.naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/203-sensor-de-distancia-infrarrojo-sharp-gp2y0a21.html>
- Orkin, Dan. «Primero escucha: La revolucionaria guitarra híbrida Acoustasonic de Fender», Reverb noticias y reseñas. 21 de enero de 2019. Acceso el 21 de noviembre de 2020. <https://reverb.com/es/news/first-listen-fenders-groundbreaking-acoustasonic-hybrid>
- Ovations Guitars. «*Electric-Acoustic Guitar Evolution*». Acceso el 21 de noviembre de 2020. <https://www.ovationguitars.com/theovationstory>
- PanamaHitech. «Arduino Mega: Características y capacidades». Acceso el 14 de enero de 2021. <http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/>
- Pareyón, Gabriel. El teponaztli en la tradición musical azteca, II foro nacional sobre música mexicana (Pátzcuaro, Mich., 28-30 sept. 2005) Los instrumentos musicales y su imaginario.
- Schaeffer, Pierre. *Tratado de los Objetos Musicales*. Madrid: Alianza Editorial, 2003.
- Smalling island big song. «Yumi Yet Bamboo Band». Acceso el 14 de noviembre de 2020. <https://www.smallislandbigsong.com/yumi-yet-bamboo-band>
- «Speaker string». Arcdata. Acceso el 23 de noviembre de 2020. <http://www.arcdata.net/SpeStri/>
- Stresser-Péan, Guy. *El sol-dios y Cristo: La cristianización de los indios en México vista desde la Sierra de Puebla*. Novena edición [en línea]. Mexico: Centro de estudios

mexicanos y centroamericanos, 2011. Acceso el 20 octubre 2020.  
<http://books.openedition.org/cemca/2264>

«Tambores de hendidura». Etnopercusión. Acceso el 22 de octubre de 2020.  
<https://www.etnopercusion.com/krin/>

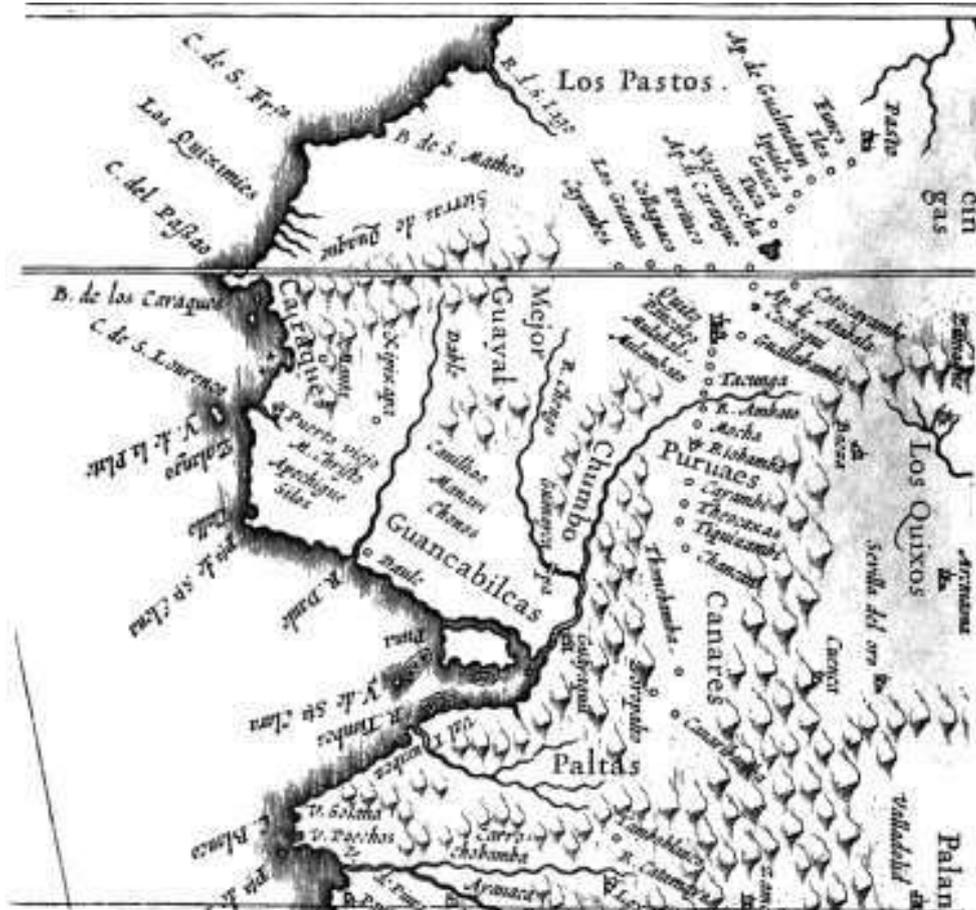
«Teponaztli, Historia y sonido». Instrumentos musicales. Acceso el 15 de julio de 2020.  
<https://instrumentosmusicales10.net/teponaztli-teponaztle-tinco>

The Meet Museum. «Slit Gong». Acceso el 22 de octubre de 2020.  
<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/309995>

Veliz, Javier. *Las provincias y los grupos étnicos a la llegada de los españoles*. 2012. Acceso el 01 de julio de 2020. <https://fdocuments.ec/document/documento-leido-de-javier-veliz-las-provincias-y-los-grupos-etnicos.html>

## Anexos

### Anexo 1. Fragmento de mapa 1630, Blaeuw, tenemos la tierra de los Pache y Guancavilcas<sup>88</sup>



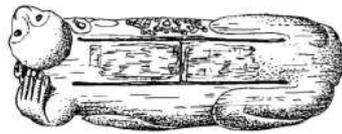
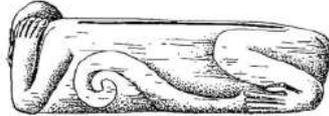
<sup>88</sup> Javier Veliz. *Las provincias y los grupos étnicos a la llegada de los españoles*, 2012, acceso el 01 de julio de 2020, <https://fdocuments.ec/document/documento-leido-de-javier-veliz-las-provincias-y-los-grupos-etnicos.html>

## Anexo 2. Viajes de los navegantes precolombinos hacia Mesoamérica<sup>89</sup>



<sup>89</sup> Carlos Zevallos Menéndez, *La gran navegación prehispánica en el Ecuador*, Colección doctor Honoris Causa Universidad de Guayaquil N°2, (Comisión Permanente para la Defensa del Patrimonio Nacional de la Universidad de Guayaquil, 1987), <https://es.scribd.com/document/468237328/La-gran-navegacion-prehispanica-en-el-Ecuador>

### Anexo 3. Teponaztli de Xicotepec<sup>90</sup>



### Anexo 4, Krin africano<sup>91</sup>



<sup>90</sup> Guy Stresser-Péan, *El sol-dios y Cristo: La cristianización de los indios en México vista desde la Sierra de Puebla*, Novena edición [en línea]. Mexico: Centro de estudios mexicanos y centroamericanos, 2011, acceso el 20 octubre 2020, <http://books.openedition.org/cemca/2264>

<sup>91</sup> «Tambores de hendidura», Etnopercusión, acceso el 22 de octubre de 2020, <https://www.etnopercusion.com/percusion/>

**nexo 5. Atingting kon<sup>92</sup>**



**Anexo 6. Ikoro<sup>93</sup>**



---

<sup>92</sup> «Tambores de hendidura», Etnopercusión, acceso el 22 de octubre de 2020, <https://www.etnopercusion.com/percusion/>

<sup>93</sup> Stone Allan, Igbo, Slit Gong (Ikoro), Nigeria, Octubre 2018, acceso el 22 de octubre de 2020, <https://www.bidsquare.com/online-auctions/rago/igbo-slit-gong-ikoro-nigeria-1176598>

**Anexo 7. Bantula<sup>94</sup>**



**Anexo 8. Pate o Toere<sup>95</sup>**



**Anexo 9. Caña guadua de 8,5 cm de diámetro**



---

<sup>94</sup> Andreas Ritscher, *Staatliche Museen zu Berlin, Preußischer Kulturbesitz, Ethnologisches Museum*, acceso el 23 de octubre de 2020, [https://mimo-international.com/MIMO/doc/IFD/SPK\\_BERLIN.DE\\_EM\\_OBJID\\_256873/bantula](https://mimo-international.com/MIMO/doc/IFD/SPK_BERLIN.DE_EM_OBJID_256873/bantula)

<sup>95</sup> «Tambores de hendidura», *Etnopercusión*, acceso el 22 de octubre de 2020, <https://www.etnopercusion.com/percusion/>

**Anexo 10. Longitud de lengüeta vibrante inicial**



**Anexo 11. Caña guadua de 12 cm de diámetro**



**Anexo 12. Longitud de lengüeta vibrante secundaria**



**Anexo 13. Acabado final del tambor de hendidura**



### Registro de afinación lengüeta vibrante nota C6



### Registro de afinación lengüeta vibrante nota D4b



### Registro de afinación lengüeta vibrante nota E4b



### Registro de afinación lengüeta vibrante nota G6



### Registro de afinación lengüeta vibrante nota A4



### Tambor aumentado









