

Fabricación de una marimba de práctica funcional

Pablo Andres Vargas Clavijo

Asesor: Andrés Eduardo Flórez Escobar

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Bellas Artes

Licenciatura en educación musical

Bogotá D.C. Colombia

2024

Tabla de contenido

Resumen	10
Planteamiento	1
<i>Delimitación</i>	<i>1</i>
<i>Pregunta</i>	<i>3</i>
<i>Objetivo general</i>	<i>3</i>
<i>Objetivos específicos</i>	<i>3</i>
<i>Justificación</i>	<i>4</i>
<i>Antecedentes</i>	<i>5</i>
Marco teórico	8
<i>Historia de la marimba</i>	<i>8</i>
<i>Acústica de la marimba</i>	<i>14</i>
<i>Estructura de la marimba sinfónica</i>	<i>16</i>
<i>Partes y dimensiones Marimba chapaneca</i>	<i>17</i>
<i>Modo de afinación</i>	<i>25</i>
Marco metodológico	27
<i>Introducción</i>	<i>27</i>
<i>Enfoque investigativo- cualitativo</i>	<i>28</i>
<i>Alcance</i>	<i>28</i>
<i>Diseño metodológico</i>	<i>29</i>
<i>Tipo de investigación</i>	<i>30</i>
<i>Herramientas de recolección</i>	<i>31</i>
Diario de campo.....	<i>31</i>
<i>Herramientas de análisis</i>	<i>33</i>
Cuadro descriptivo.....	<i>33</i>
<i>Población</i>	<i>34</i>

Resultados	35
Conclusiones	38
Bibliografía.....	41
Anexos.....	44
<i>Anexo 1 - Diario de campo.....</i>	<i>44</i>
<i>Anexo 2 - Cuadro descriptivo.....</i>	<i>75</i>
<i>Anexo 3 - Lista de materiales y herramientas</i>	<i>78</i>

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 La profesora Odile Romain (izquierda) coloca un litófono prehistórico junto al palaeomusicologista y especialista en litófonos, Erik Gonthier, Foto: AFP	8
Ilustración 2 Marimba africana con resonadores de calabaza y soporte pequeño. Fuente: musiclave.com.....	10
Ilustración 3 Marimba Guatemalteca con resonadores de calabaza cilíndrica, teclado grande y soporte largo para tocar de pie. Fuente : miclave.com	10
Ilustración 4 Marimba sinfónica. Compuesta por marco,soporte, resonadores de metal y teclado cromático. Fuente: starland.co.uk	11
Ilustración 5 Marimba Chiapaneca. Con teclado datónico, resonadores de madera, teclado cromático y marco. Fuente: elheraldochiapas.com	11
Ilustración 6 Lado del público	13
Ilustración 7 Lado del intérprete.....	13
Ilustración 8 La onda. Tomada de lafavre.com	18
Ilustración 9 primer modo transversal tomado de lafavre.com	19
Ilustración 10 Primer modo torsional tomado de lafavre.com	19
Ilustración 11 Segundo modo transversal tomado de lafavre.com.....	19
Ilustración 12 Segundo modo torsional tomado de lafavre.com	20
Ilustración 13 Tercer modo transversal tomado de lafavre.com	20
Ilustración 14 Primer modo transversal tomado de lafavre.com.....	21
Ilustración 15 Tercer modo torcional tomad de lafavre.com	21
Ilustración 16 Cuarto modo tranversal tomado de lafavre.com	22
Ilustración 17 Cuarto modo torsional tomado de lafavre.com	22
Ilustración 18 Segundo modo lateral tomado de lafavre.com	22
Ilustración 19 Quinto modo torcional tomado de lafavre.com.....	23
Ilustración 20 Quinto modo transversal tomado de lafavre.com.....	23
Ilustración 21 Primeros doce modos de las placas desde C2 hasta C4 tomado de lafavre.com	24
Ilustración 22 Primeros siete modos de las plascas desde D4 hasta C7 tomado de lafavre.com	24

Ilustración 23 reducción de la resistencia a la flexión.....	25
Ilustración 24 Cuadro comparativo	33
Ilustración 25 Marimba de práctica funcional.....	35
Ilustración 26 Marimba de práctica funcional plegada	36

Tabla de Tablas

Tabla 1 Partes de la marimba	18
Tabla 2 modos de afinación.....	23

Resumen

El presente texto investigativo reposa la experiencia del investigador, estudiante de percusión sinfónica, al enfrentarse a la construcción de una marimba de práctica como búsqueda de una posible solución a la dificultad para acceder a instrumentos costosos como lo son las marimbas. Esta situación no es única, ya que otros estudiantes y profesionales de percusión también enfrentan dificultades similares. Ante esta realidad, surge la pregunta de cómo fabricar una marimba sinfónica cinco octavas de estudio, de manera funcional y económica para facilitar la práctica instrumental de la comunidad percusionista. El objetivo es recolectar información suficiente que permita experimentar con la construcción de una marimba de estudio de cinco octavas, con el objetivo brindar conocimiento respecto al instrumento y su construcción para que más personas puedan trabajar en este campo poco abordado en la academia colombiana.

Planteamiento

Delimitación

La primera vez que el investigador, quién hace parte de la línea de investigación creación de la licenciatura en música de la Universidad Pedagógica Nacional, se enfrentó a la dificultad de encontrar instrumentos de percusión sinfónica para estudiar fue cuando decidió que quería presentar los exámenes de admisión para el programa de educación musical de la Universidad Pedagógica Nacional. Esto debido a que en ese momento no pertenecía a ninguna institución que le brindase la posibilidad de trabajar el repertorio requerido en sus instrumentos. Para preparar este examen de admisión tuvo que fabricar pads de práctica para los instrumentos de parche y estudiar las obras para instrumentos de placas como el xilófono o la marimba en una organeta, de modo que, al momento de presentar el examen no tenía la más mínima ubicación en el instrumento.

Cuando ingresó al programa pudo acceder al instrumental de la Universidad que contaba con instrumentos de placas como una marimba de cuatro octavas, un vibráfono y un xilófono. De igual forma, disponía de un único salón con tratamiento de insonorización de uso obligatorio para el estudio de los instrumentos de percusión.

Para ese momento, eran alrededor de nueve estudiantes de percusión y debían repartir las horas en las que no tenían clases, quedándose en la Universidad hasta las 7:30 p.m. y utilizando el salón entre tres estudiantes a la vez, teniendo en cuenta la contaminación auditiva que esto genera, logrando así tener tiempo de estudio instrumental.

En la época del confinamiento, los percusionistas sinfónicos que practicaban en este lugar fueron afectados por la ausencia de un instrumento de práctica. El alto precio del instrumento (que, en esa época, oscilaba los 8 millones de pesos colombianos) llevó a los percusionistas, - entre ellos al investigador- a resolver la práctica instrumental por su cuenta. En su caso, disponía de un redoblante en el que podía estudiar en ciertas horas del día, pero se enfrentaba una vez más, a la carencia de un instrumento de placas.

Así fue como se planteó la idea de comprar una marimba en donde pudiera estudiar repertorios tanto para marimba como para xilófono; sin embargo, las marimbas nacionales de práctica, que eran las más económicas se salían por completo de su presupuesto. Es por esta razón que decidió tomar unas cajas y fabricar un pad de marimba hecho en cartón. En un inicio funcionó sobre todo para motivarse a continuar estudiando, pero la imposibilidad de afinar el

cartón ocasionó que el tiempo de práctica no fuera de mucha utilidad en un momento ligeramente avanzado del montaje del repertorio. Finalmente, por medio de un préstamo adquirió un xilófono nacional, que, aunque no resolvía el estudio del repertorio para marimba, le permitiría continuar con su formación.

Cuando el proceso de formación retornó a la presencialidad, la sede de música pasó por algunos cambios estructurales entre los cuales estaba la demolición del antiguo salón de percusión, que fue cambiado por uno nuevo y que es compartido con los instrumentistas de viento metal. En este salón también se dictan algunas clases y frecuentemente es utilizado como camerino para las presentaciones que se realizan en el auditorio.

Adicional a este salón, hay un salón exclusivo para la percusión que no cuenta con tratamiento acústico ni de insonorización; el uso del salón se reparte entre las clases de instrumento principal percusión y el tiempo de estudio de los estudiantes.

No contar con un salón insonorizado y exclusivo para la percusión, ocasionó que el horario de práctica se restringiera hasta las 6 p.m. Agregado a lo anterior, la cátedra de percusión ha crecido considerablemente en los últimos años y a la fecha somos alrededor de 27 estudiantes.

En el último año, la Universidad adquirió una marimba nacional de cinco octavas con la que los estudiantes han podido abordar un repertorio más amplio. Lastimosamente, la marimba se encuentra en el salón donde se dictan las clases de percusión y no puede ser tocada después de las 6 pm por lo que el tiempo que dispone cada estudiante con la marimba, es escaso.

La suma de estos factores ocasiona que el acceso a los instrumentos sea muy limitado, sobre todo si hablamos de instrumentos de difícil adquisición como la marimba, que de segunda mano se puede adquirir por alrededor de cuarenta millones de pesos colombianos; equivalentes aproximadamente a 40 salarios mínimos vigentes.

El acceso a una marimba sinfónica de cinco octavas suele ser muy limitado para los estudiantes de percusión sinfónica, aún más, si no pertenecen a alguna institución que posea una; en Bogotá a la fecha, solo tres universidades y alrededor de cinco percusionistas profesionales poseen una. Es por eso, que este proyecto pretende dar una alternativa para los estudiantes que desean adquirir una marimba cinco octavas, pero cuyo presupuesto no se ajusta al valor de una de estas, que está entre los \$10.000 y \$30.000 USD.

En el momento en que el investigador desarrolla este texto, se encuentra preparando el repertorio del último semestre en la clase de “instrumento principal percusión” y ha tenido

muchas dificultades en el proceso debido a la poca disponibilidad de la marimba de la Universidad.

En respuesta a esta situación, el investigador se dispuso a probar diferentes materiales con los que pudiera crear una marimba de práctica, para no depender exclusivamente del instrumental y de los espacios que la universidad dispone para llevar a cabo su práctica musical. En medio de esta búsqueda, ha encontrado algunos materiales económicos que pueden ser utilizados en la fabricación de una marimba de práctica.

El caso del investigador no es aislado ni tampoco se ve reflejado únicamente en los estudiantes de la Licenciatura en Educación Musical de la Universidad Pedagógica Nacional, más bien, el investigador pudo acercarse a conocer que los estudiantes de percusión de otras universidades de Bogotá, como la ASAB, sólo cuentan con una marimba de cuatro octavas y media.

Lo anterior me lleva a la siguiente pregunta de investigación.

Pregunta

¿Cómo fabricar una marimba funcional de práctica con materiales económicos para facilitar la práctica instrumental de los estudiantes de percusión sinfónica de la Universidad Pedagógica Nacional?

Objetivo general

Fabricar una marimba funcional de práctica con materiales económicos para facilitar la práctica instrumental de los estudiantes de percusión sinfónica de la Universidad Pedagógica Nacional.

Objetivos específicos

Recolectar la información que permita conocer cómo construir una marimba sinfónica de estudio de cinco octavas.

Experimentar el proceso de construcción de una marimba sinfónica de estudio de cinco octavas, funcional y accesible.

Reposar el ejercicio experimental a través de un diario de campo sobre la construcción para sistematizar la información obtenida en el proceso y así establecer los puntos de mejora.

Justificación

El acceso a la construcción de un instrumento, la comprensión de las características de su sonido, así como la versatilidad de los materiales a los que se puede acceder y su naturaleza; las dimensiones que se espera alcanzar y la afinación adecuada, resulta en un proceso que acerca al músico a la comprensión del instrumento, a partir de la experimentación a fondo de este y a la comprensión de la teoría detrás de la música y el sonido.

En nuestro país, el oficio de la lutería no ha sido abordado académicamente a profundidad, sino que, se suele transmitir desde la tradición oral. Este proyecto aspira organizar la información resultante de la recolección de la información y la experimentación práctica de la misma, en búsqueda de construir una marimba de estudio eficiente y económica para facilitar la práctica del instrumento.

En la labor docente muchas veces nos encontramos con la carencia de instrumental para trabajar y, las herramientas que procura brindar este proyecto pueden ser utilizadas como base para acercar las marimbas sinfónicas a las aulas de clase, sin discriminación presupuestal y así también, para la construcción de otros instrumentos idiófonos de madera como los xilófonos del instrumental Orff, fabricados con materiales económicos y de fácil acceso sin la necesidad de ser un luthier o carpintero profesional para construirlos.

Bajo la experiencia vivida por el investigador y por sus compañeros, uno de los retos en la formación como instrumentistas se basa en la falta de conocimiento respecto al funcionamiento del instrumento que se interpreta. No se cuenta con conocimiento sobre materiales ni dimensiones y en muchos casos sobre cuántas placas tiene una marimba de cinco octavas o qué registro abarca. Tener la cercanía con el proceso de construcción que este proyecto trata de propiciar, puede generar un conocimiento en el intérprete alrededor del instrumento, que aumente su apropiación y nutra su interpretación musical.

Antecedentes

*La marimba de chonta tradicional del Pacífico sur colombiano: Desafíos y Transformaciones.*¹

El maestro Héctor Tascón construye una marimba de chonta cromática y electroacústica tomando como referencia las marimbas de chonta tradicionales. Esto, buscando facilitar la incorporación del instrumento en nuevos escenarios y prácticas diferentes a los tradicionales.

Si bien, la metodología que se utiliza en este proyecto se basa en experimentaciones que buscan modificar el instrumento para acercarlo más a las exigencias actuales en las que es posible ver la intervención de una marimba. Este proceso de investigación de más de tres años buscaba abordar los retos que encuentra el instrumento frente a la amplificación, la calidad del sonido y su portabilidad. Para esto, enfocó su trabajo en tres aspectos diferentes: el teclado de chonta, sistema de micrófonos y el mueble.

De este texto se rescata especialmente la manera de abordar el tercer elemento, “el mueble” que se conforma el por el mueble y por el soporte del mueble. Para el caso de la marimba de esencia, se diseñan para resistir pesos sobre 60 kilogramos y en el caso de la marimba de chonta, también debe tenerse en cuenta el peso del impacto sobre las teclas al ser golpeadas; no así ha sido construido el mueble para ser fácilmente desmontable y desplazada.

De la marimba creada por el maestro Tascón, se rescata también la semejanza en no contener los tubos de resonancia y está diseñado para ser adaptado a cualquier base de teclado electrónico.

*Del residuo a la música. Construcción de una guitarra a partir de material reciclado.*²

Marly Torres aborda el problema de la deficiencia de instrumentos musicales en los procesos de enseñanza o la mala condición en la que se encuentran muchas veces desde una propuesta basada en la utilización de materiales reciclados para la fabricación de una guitarra funcional.

Torres afirma que, aunque en Colombia se cuenta con el apoyo de organismos internacionales para adquirir en algunos casos instrumentos, no se tiene en cuenta dentro de estos programas un plan de conservación y mantenimiento de los instrumentos, así como su reparación.

¹ Tascón, “La Marimba de Chonta Tradicional Del Pacífico Sur Colombiano: Desafíos y Transformaciones.”

² Torres, “Del Residuo a La Música. Construcción de Una Guitarra a Partir de Material Reciclado.”

También afirma que no hay suficiente formación en los perfiles de docentes musicales para lograr el cuidado, reparación y mantenimiento de los instrumentos y también propone la búsqueda de los escasos lutieres para conservar los instrumentos existentes.

Durante el proyecto se recolectó información por medio de entrevistas a lutieres y se llevó un cuaderno de campo con el cuál se registró las experimentaciones que se realizaron. Con la información resultante de las dos actividades anteriores se construyó una guitarra acústica funcional con materiales mayormente reciclados y una cartilla que contiene la información necesaria para construirla.

Con respecto a la labor docente, Torres comprende que la construcción de un instrumento le permite al docente concienciar y visibilizar retos de aprendizaje, proponer espacios de desarrollo múltiple cognitivo, construcción de diferentes aptitudes y reconocer las diferentes perspectivas de la música.

Expone en el texto que los profesores deben cumplir con funciones sobre la reparación, adaptación y mantenimiento de los instrumentos musicales, aunque según la autora del texto que construye una guitarra con material reciclado, construir un instrumento, acercará al músico a la labor básica de un lutier.

Designing and Building a Pipe Marimba³

Para su tesis de grado en tecnología musical de la universidad de Ball State en Indiana, Brandon Buller diseñó y fabricó una marimba de tubos, una marimba que produce sonido por las columnas de aire que vibran a través de los tubos.

Para el diseño y la fabricación de la marimba de aire Buller estudió desde la acústica la producción sonora de diferentes instrumentos, también, recolectó información de *The Science of Sound* y MUMET 125.

Toda la información recolectada por Buller es de acceso libre para que más personas puedan utilizarla y continuar desarrollándola.

Es interesante de este texto, que Buller expone encontrar cómo hallar la frecuencia de sonido que produce una columna de aire con respecto a su longitud, razón por la que todas las características del instrumento diseñado se basan en la longitud para producir las frecuencias deseadas.

³ Buller, "Designing and Building a Pipe Marimba."

La meta que cumple esta característica es convertirlo en accesible para la mayoría de los músicos interesados y que cuenten con algún tipo de formación. Pensó entonces la disposición del instrumento para que la mayoría de los músicos aficionados puedan entender cómo tocar el instrumento sin instrucciones previas.

Entornos maker para la inclusión en el aprendizaje conceptual: construcción de instrumentos musicales y desarrollo del lenguaje matemático⁴

Cuenta también las relaciones entre el aprendizaje musical y el aprendizaje matemático. Lo que rescata el investigador de este texto es la referencia del diseño universal de aprendizaje para la adquisición del conocimiento. Es decir, tomar mano de los diversos canales perceptivos como el conocimiento visual, auditivo, kinestésico que profundizan las actitudes y hábitos necesarios para desarrollar saberes específicos.

Con respecto al aprendizaje de la construcción de instrumentos bajo procesos significativos de conocimiento previo es el campo de experimentación sonora con objetos al alcance del ejercicio investigativo y que invita a la exploración, en la que el estudiante identifique las características del sonido y sus categorías, tanto como la vibración y amortiguación del sonido entre otros, para tener interacción cognitiva con las propiedades acústicas que hacen el objeto sonar. También nombra cómo una vez se hizo posible la producción de elementos sonoros con los materiales que tienen a su disposición, el objetivo pasa a ser la familiarización del estudiante con el instrumento de manera registrada para sistematizar la experiencia.⁵

⁴ Neguib, Gomez, and Lopez, “Entornos Maker Para La Inclusión En El Aprendizaje Conceptual: Construcción de Instrumentos Musicales y Desarrollo Del Lenguaje Matemático.”

⁵ Figueroa, “Motivación Para El Aprendizaje de La Música En Educación Primaria Mediante La Construcción de Instrumentos Musicales.”

Marco teórico

Historia de la marimba

Las primeras apariciones de la marimba han sido registradas en el sureste asiático⁶. En 1949 el etnólogo francés, George Condominas, encontró un litófono prehistórico con diez teclas hechas de roca de Esquist, más precisamente en la población de Ndut Lieng Krak, Vietnam.



Ilustración 1 La profesora Odile Romain (izquierda) coloca un litófono prehistórico junto al palaeomusicologista y especialista en litófonos, Erik Gonthier, Foto: AFP

En el pasado, los malayos utilizaron un xilófono con un solo resonador. Los relieves del templo del dios Panataran en Java, construidos en el siglo XIV y encontrados por medio de la investigación arqueológica⁷, demuestran esta tradición en ese lugar. La orquesta nativa o "gamalean" de Java y Bali incluye adaptaciones de bronce de dos xilófonos llamados saron y

⁶ Alcántara, *La flor del café. Tradiciones de Guatemala*.

⁷ Sachs, *The History of Musical Instruments*.

gendér⁸. Se dice que el saron existe desde el 900 a.C. a raíz del encuentro con un instrumento que data esta época en las Karangas, en Mozambique, por el investigador⁹

El instrumento de encuentro es un metalófono más complejo que tiene resonadores de bambú afinados debajo de cada tecla. Debido a que parece ser el primer xilófono de golpe conocido con resonadores que corresponden a la vibración de cada tecla, el gendér es crucial en la evolución de la marimba. Según una conversación en Nueva York en 1957 con Wajan Begerm, director del Palacio de Tabanan en Bali, los equivalentes en madera del saron y del gendér todavía se tocan en el interior de Bali, lo que indica que probablemente no todos los ejemplos del saron y del gendér fueron metalófonos.¹⁰

Al principio, dos músicos interpretaban cada instrumento. Esta práctica es común aún entre los Bavanda con su marimba de 23 o 24 notas, o de grupos de una docena o más de marimbas, como es común también entre los indígenas Chopi. La marimba es un instrumento muy peligroso cuando se combina con otros instrumentos nativos, como en el norte del Congo, donde algunas orquestas errantes de manzanas, tambores, flautas, instrumentos de cuerda y tamborines amenazan eventos sociales. En otras áreas indígenas como La Bena Lulua, en el Congo, se utilizaban un par de marimbas de mesa, similares a las de latinoamérica, para tocar música por las noches, después de que las tareas del día habían terminado y la mayoría de los músicos se habían quedado dormidos porque se creía que el aire de la noche realzaba el sonido del instrumento¹¹.

En occidente, la marimba se adapta a los materiales de cada región, En Guatemala, encontramos la marimba más antigua llamada Marimba de tocomate debido a que usa tocomates como tubos resonadores con una tela de tripa de cabra en su parte inferior. En América del Sur, los indígenas ecuatorianos Tsatchela tocan el "timbirima", que está hecho con Bambú, a diferencia del material utilizado en centroamérica, que es la madera tecomate¹² y en el pacífico colombiano se encuentra una marimba elaborada con madera de palma de chonta y percutida con mazos elaborados con caucho natural¹³.

⁸ Sachs.

⁹ Chajón, *Géneros o corrientes musicales en boga en el siglo XX*.

¹⁰ Alcántara, *La flor del café. Tradiciones de Guatemala*.

¹¹ Chajón, *Géneros o corrientes musicales en boga en el siglo XX*.

¹² Vela, *Noticias Sobre La Marimba*.

¹³ Tascón, "La Marimba de Chonta Tradicional Del Pacifico Sur Colombiano: Desafios y Transformaciones."

Desde el siglo XVIII, hay evidencias de Guatemala como el territorio occidental donde se ha desarrollado la marimba. La versión sencilla del instrumento y la marimba doble son nativas de Guatemala, aunque se cree que la marimba de tecomates es de origen africano. Se cree que la marimba fue trasladada desde el Congo hacia las montañas de Guatemala en algún momento del siglo, entre el inicio de la trata de esclavos. Es un misterio qué africano introdujo la marimba y qué grupo indígena la adoptó, pero al principio el país aceptó el sonido, posiblemente por la carencia de los instrumentos que contenían sus reuniones¹⁴.

A continuación se muestran algunas variaciones de la marimba a lo largo del tiempo, para encontrar información aportante al proceso de esta investigación:

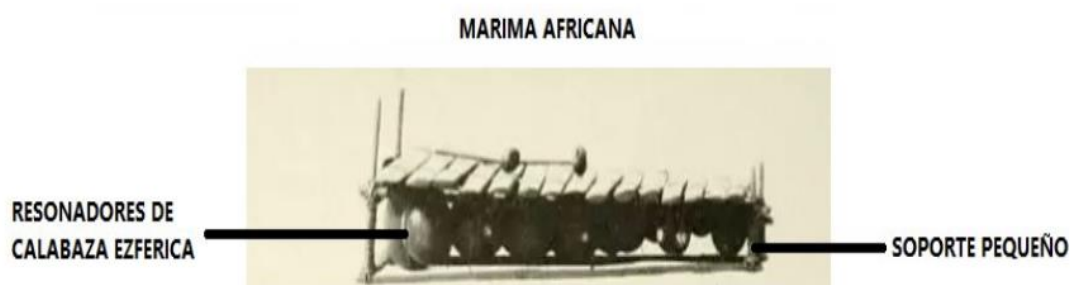


Ilustración 2 Marimba africana con resonadores de calabaza y soporte pequeño. Fuente: musiclave.com



Ilustración 3 Marimba Guatemalteca con resonadores de calabaza cilíndrica, teclado grande y soporte largo para tocar de pie. Fuente : miclave.com

¹⁴ Lopez, “David Vela salvatierra. vida y obra.”



Ilustración 4 Marimba sinfónica. Compuesta por marco, soporte, resonadores de metal y teclado cromático. Fuente: starland.co.uk



Ilustración 5 Marimba Chiapaneca. Con teclado diatónico, resonadores de madera, teclado cromático y marco. Fuente: elheraldochiapas.com

A principios del siglo XX, gracias a algunos viajes de marimbistas guatemaltecos a otros lugares del mundo, este instrumento es conocido en los Estados Unidos. Allí, el maestro John Calhoun Deagan comienza a construirla utilizando tecnología industrial. De esta manera, el maestro adoptó las ideas de la marimba de don Sebastián Hurtado y le dio su forma moderna. Posteriormente, se difunde al Japón, a Europa y al resto del mundo ¹⁵.

¹⁵ Rico, "ARTICULACIÓN EN LA MARIMBA."

La marimba comenzó a ser utilizada como instrumento solista en conciertos en la década de 1940, y en los recitales considerados, se presentaban principalmente transcripciones de música escritas para otros instrumentos. En los años siguientes, compositores como Pierre Boulez, Karlheinz Stockhausen, Oliver Messiaen y Steve Reich han empleado la marimba de manera innovadora en sus obras de cámara o como solistas. Según Rico¹⁶ aún no había suficientes percusionistas ni la formación necesaria para tocar piezas virtuosas.

Japón se convirtió en el líder mundial en la fabricación de marimbas a partir de 1950. Esto se debe a que en 1947, el Ministerio de educación de Japón aprobó una ley que requería que todas las escuelas primarias incluyeran el xilófono como instrumento pedagógico. Debido a la gran demanda, surgieron cinco fábricas diferentes de marimbas: Miyakawa, Mizuno, Saito, Korogi y Yamaha. Cada una de ellas producía una cantidad de xilófonos superior a mil al mes. Debido a la intensa competencia entre ellas, hubo avances notables en el desarrollo del instrumento, lo que llevó a la creación de la Yamaha 6100 en 1987, la primera marimba de 5 octavas¹⁷

Creación de la marimba 5.0 octavas a pedido de Keiko Abe

La famosa marimbista Keiko Abe ha estado trabajando con Yamaha durante más de 40 años. La YM-6100 Concert Grand Marimba, un instrumento de cinco octavas que utiliza los materiales más avanzados en diseño y construcción, es el resultado de esta alianza. Esta marimba impresionante tiene un marco robusto y hermosamente diseñado, placas de palo de rosa cuidadosamente envejecidas y especialmente seleccionadas cortadas y afinadas a mano, y un sistema de ajuste neumático de altura exclusivo¹⁸.

La creación de las primeras marimbas de 5 octavas en el mundo fue el resultado de esta colaboración, que también estableció las bases para el mundo de la marimba moderna. El resultado de una colaboración de 40 años entre Yamaha y Keiko Abe fue la YM-6100 .

¹⁶ Rico.

¹⁷ Rico.

¹⁸ “Marimba Profesional 5 Octavas by Keiko Abe YM6100 Yamaha.”



Ilustración 6 Lado del público

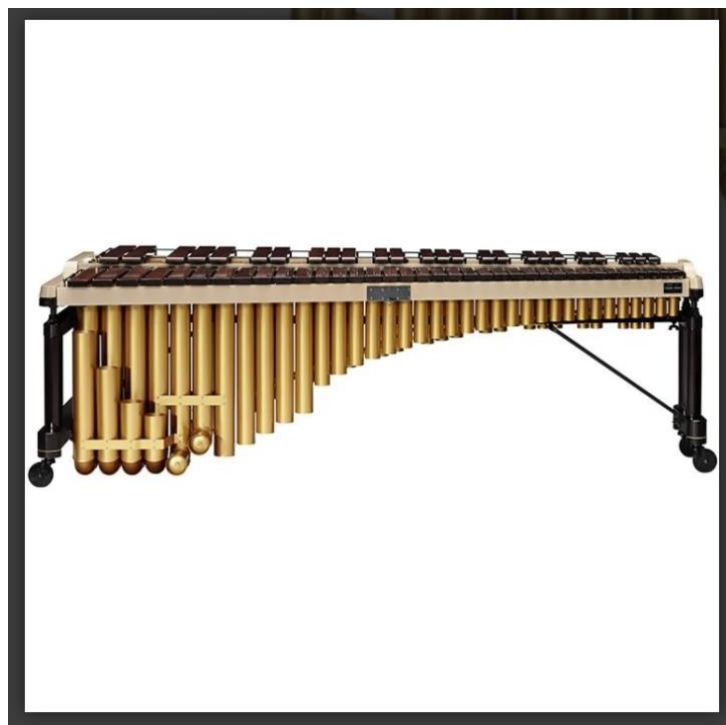


Ilustración 7 Lado del intérprete

Acústica de la marimba

Los compositores estadounidenses de la década de 1940, comenzaron a ver la marimba con más claridad con el aumento del registro grave del instrumento, ya que su registro grave es increíblemente rico. Según el compositor y profesor estadounidense Robert Aldridge, “el Do grave puede tener un sonido dramático, muy metálico o bonito y suave”¹⁹.

Los compositores también pueden encontrar molestos los armónicos de resonancia en el registro inferior. El compositor G. Schuller expresa en su texto ²⁰: "Muchas personas aman los armónicos, pero como compositor, si escribo una nota, no quiero escuchar dos.". Para evitar este problema, los intérpretes pueden usar baquetas más pesadas en el rango inferior del instrumento. En sus obras, Schuller lo detalla. Pero señaló que el intérprete no tiene tiempo para cambiar de baquetas en un pasaje rápido de notas arriba y abajo.

Con respecto a la comprensión de las características de las láminas, se destacan las diversas cualidades de sonido que se producen. El golpe producido en el centro de la lámina, (justo encima de los resonadores), fuera del centro (debajo de los nodos) y cerca del borde son las tres principales áreas de golpeo desde una perspectiva musical. Cada zona tiene una calidad de sonido diferente. Cuando la lámina se golpea en el centro, se acentúa la fundamental y se suprimen los armónicos más altos. Cuando golpeamos la lámina fuera del centro, podemos escuchar armónicos más altos y menos fundamentales. El tono cerca del borde es similar al sonido fuera del centro. El punto nodal tiene menos vibración, por lo que no produce un sonido rico y con calidad.²¹

De estas investigaciones²² sabemos que los armónicos presentes en el sonido serían el fundamental (f_1), el 2º armónico (4 veces la fundamental, f_4), el 3º armónico (10 veces la fundamental, f_{10}), el 4º armónico (20 veces la fundamental, f_{20}) y el 5º armónico (27 veces la fundamental, f_{27}). Mientras este comportamiento sigue los valores enteros, la serie no es lineal, es decir, el diseño de la lámina no contiene f_2 , f_3 , f_5 , f_6 , etc... debido a la naturaleza bidimensional de la madera. La naturaleza bidimensional surge a causa de que las piezas de madera sólida utilizadas para las láminas vibran tanto transversal como longitudinalmente. Y el

¹⁹ Zeltsman, *Aldridge from My Little Island. Marimba Solo.*

²⁰ Stevens, “Chronological List of Works.”

²¹ WILLIAMS, “Mbira/Timbila, Karimba/Marimba: A Look at Some Relationships Between African Mbira and Marimba.”

²² WILLIAMS.

tallo que contienen en el medio de la parte inferior, sirve para afinar las láminas en armónicos más altos dentro de valores enteros no lineales.

En una lámina de marimba, la cantidad de modos de vibración influye en el sonido que se produce y agrega características de calidad, pero para producir un buen tono es necesario una gran cantidad de la fundamental. Los resonadores se utilizan para amplificar la frecuencia de esta fundamental generada por la lámina. Conforme la frecuencia disminuye y la potencia de la lámina disminuye, esto se vuelve más crucial²³.

A causa del amplio registro tonal de la marimba, es necesaria la determinación del oído humano para diferenciar sus frecuencias. En cuanto a la intensidad del sonido, que es relativo, varía alrededor de los 2500 Hz. El oído humano es más sensible y se necesita muy poca presión sonora para que se perciba un nivel de sonido agradable. Será necesario aumentar o disminuir la presión para mantener el mismo nivel de volumen a medida que aumenta o disminuye la frecuencia. Por lo tanto, el modo en que se afina una lámina tiene un gran impacto en su tono²⁴.

Según Xavier Joaquín²⁵, la marimba se encuentra en el grupo de instrumentos hechos de materiales sonoros naturales que producen sonido al ser ejecutados por un intérprete. En este campo, se encuentran “los instrumentos golpeados, sacudidos, raspados” y por consecuencia de material sonoro, como la piedra, el metal o la madera. La marimba tiene teclas, con lo cual se considera un instrumento percutido, que cuenta con resonadores afinados a cada tecla.

Para el autor²⁶, tanto el vibráfono como la marimba tienen grandes posibilidades interpretativas que logran su protagonismo en la revolución musical de percusión del último tiempo. La investigación en ámbitos como la tesitura, permite pasar de marimbas de tres octavas a cinco. La evolución pedagógica se produce en los años 70 y 80 con el surgimiento de las generaciones de músicos que ofrecen un panorama diferente y novedoso. Es así como vemos una marimba dentro de un grupo de jazz. Dúos de marimba y vibráfono en donde se escoge una calidad interesante en cuanto a la composición de obras que cuentan con este instrumento, y que no es un trabajo de investigación al alcance de la mayoría de los músicos. Este compromiso con

²³ Rico, “ARTICULACIÓN EN LA MARIMBA.”

²⁴ Rico.

²⁵ Joaquín, “EL VIBRÁFONO y LA MARIMBA: LA GRAN EVOLUCIÓN DE LA PERCUSIÓN EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. EL VIBRÁFONO y LA MARIMBA, INSTRUMENTOS FUNDAMENTALES DE LA NUEVA MÚSICA PARA PERCUSIÓN.”

²⁶ Joaquín.

la profundidad en tratados musicales que se definen como escuela moderna de la marimba y el vibráfono, permite que se conserven y evolucionen con rapidez y calidad.

En Colombia, se han impartido asignaturas académica de educación musical en percusión sinfónica con un enfoque solista. Estudio de repertorios para instrumentos de este tipo, tales como los timbales sinfónicos, la marimba, el xilófono, el vibráfono y la multi-percusión²⁷.

Estructura de la marimba sinfónica

La forma que tenga la lámina, los modos de vibración que logra y cómo se percute sobre ella, son los factores que más influyen en la calidad del sonido. Una lámina puede vibrar de tres maneras diferentes: transversalmente, longitudinalmente y torsionalmente. Los modos de vibración transversal están relacionados con las láminas de marimba. Muchos de los parciales entran dentro de las frecuencias audibles en el registro grave, especialmente en los tres primeros modos transversales. En el pasado, solo se afinaba la fundamental en las marimbas, pero en los últimos ochenta años se ha descubierto que afinar el segundo y el tercer modo, que son dos octavas y tres octavas más una tercera mayor por encima de la fundamental, es más efectivo. Ambos no se amplifican mediante un resonador cerrado porque son múltiplos pares de la frecuencia fundamental²⁸.

Según los estudios de Bork y Meyer en *Practical tuning of xylophone bars and resonators*²⁹ con una presencia razonable de la fundamental, los otros parciales no afectan el reconocimiento del tono a menos que estén muy cercanos a la fundamental. Además, descubrieron que los tiempos de decaimiento del primer armónico son 1/2 de la fundamental y del segundo armónico un 1/7. Por lo tanto, existe una época en la que la frecuencia fundamental es la única presente. No obstante, en las láminas más graves, la fundamental no ha alcanzado su amplitud máxima en el momento en que se desintegra el tercer parcial debido a la acumulación lenta del sonido en el resonador.

Para Cristian Pons³⁰, después de haber examinado los reflejos del sonido que se producen a través de la percusión en el centro de la habitación la lámina de una marimba nos muestra la pureza del sonido que se puede apreciar y se asemeja al obtenido por un diapason, aunque con un

²⁷ Romero, "Aproximación Metodológica a La Percusión Orquestal."

²⁸ Rico, "ARTICULACIÓN EN LA MARIMBA." Pág. 12

²⁹ Bork and Meyer, *Practical Tuning of Xylophone Bars and Resonators*.

³⁰ Pons, "COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE LOS INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN EN LA ORQUESTA."

ancho de banda más elevado. Lo que indica esta hipótesis, es que, aunque el sonido no logra su auténtica pureza del efecto del diapasón, si se puede apreciar la pureza del efecto del diapasón, ya se trata entonces de unos instrumentos que podemos considerar como referencia al momento de realizar el afinamiento³¹.

Partes y dimensiones Marimba chapaneca

En cuantos cada una de las partes de la marimba, se puede encontrar una descripción, a continuación.

<p>El teclado:</p>	<p>Consiste en una serie de tablillas o teclas de madera de hormigón, colocadas de forma suspendida en un par de cordeles o hilos gruesos (pitas) de maguey, anudadas a un bastidor. Las teclas forman escalas musicales y están divididas por clavijas de madera por las que se pasa un cordel. Las teclas, en función de su sonido, miden desde 50 centímetros de largo por 8 centímetros de ancho (para los sonidos más bajos); hasta 10 centímetros de largo, por 2 de ancho (para los sonidos más altos).</p> <p>Todas las teclas normalmente tienen entre 2 y tres centímetros de espesor y unos agujeros de cinco milímetros de diámetro por los cuales se introducen los cordeles suspensores.</p> <p>Se rescata otros tipos de maderas con las que es posible construir las teclas, que son: granadillo frijolillo, laurel, ébano y sapán.</p>
<p>Resonadores</p>	<p>Tubos metálicos de diferentes aleaciones que se sujetan debajo de la estructura de madera sobre las cuales reposan las teclas para producir resonancias al ser percutidas.</p> <p>Cada tecla posee su propio resonador afinado de acuerdo a su correspondiente placa.</p>

³¹ Pons.

El mueble o bastidor	<p>De madera de punto, ciprés, palo blanco, caoba, cedro o pino, tiene una apariencia similar a una mesa.</p> <p>Esta estructura de madera está soportada en una base normalmente metálica que permite ajustar la altura del teclado dependiendo de la estatura del intérprete.</p>
-----------------------------	---

Tabla 1 Partes de la marimba

Algunos aspectos que hace falta recordar sobre el sonido, pensándolo físicamente, pasan porque se puede describir como una onda³². Aunque no podemos ver el movimiento de estas ondas en el aire, por nuestra falta de sentido visual del sonido; este fenómeno es visible sobre el agua, lo que es entendido como un efecto visual debido a la intervención cíclica del nivel de agua.

Para la música, es de interés la frecuencia. En caso de querer determinar la frecuencia desde una gráfica, la onda con el tiempo en el eje x , permite hallar como resultado la frecuencia. El período T se define como el intervalo de tiempo en el que el movimiento ondulatorio comienza a repetirse³³

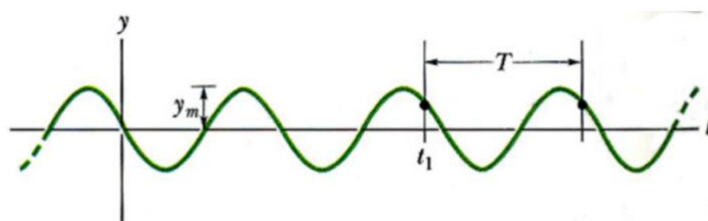







Ilustración 8 La onda. Tomada de lafavré.com

El texto recomienda estudiar los 12 modos de afinación de las barras a un alto nivel, con la descripción de la que el investigador se circunscribe, a continuación:





Modo	Descripción
------	-------------

³² Chaigne, “Comparison between Modal Analysis and Finite Element Modelling of a Marimba Bar.”





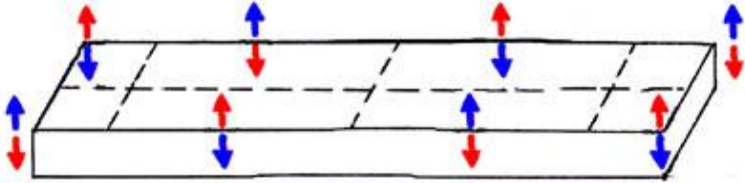
³³ Chaigne.

<p>Primer Modo transversal</p>	<p>Cuenta con la tasa de vibración más baja de ciclos de vibración por segundo. Es un tipo de vibración transversal, en el que la barra vibra a lo largo de su longitud, de arriba hacia abajo.</p> <p>El lugar de máxima flexión es el centro, con lo cual, el golpe en esta ubicación produce la máxima excitación de vibración en modo 1. La barra puede apoyarse en los nodos, ya que produce muy poca excitación del modo 1 en estas ubicaciones.</p>   <p><i>Ilustración 9 primer modo transversal tomado de lafavre.com</i></p>
<p>Primer modo torsional</p>	<p>El modo 2, de vibración en la barra C2, se encuentra para Bork³⁴ en 102,2 Hz, que identifica el primer modo de vibración torsional.</p>  <p><i>Ilustración 10 Primer modo torsional tomado de lafavre.com</i></p> <p>Al comparar este modo en marimbas comerciales, relacionando modo superior Hz/ modo fundamental Hz, como resultado este modo, vibra a un ritmo de torsión aprox 1,9</p> 
<p>Segundo modo transversal</p>	<p>El modo 3, Barra c2 es el segundo modo transversal. Junto al primer, segundo y tercer modo transversal, que se afinan en una marimba porque son clave contribuyente al timbre de la barra.</p> <p>Está sintonizado en 268.8</p>  <p><i>Ilustración 11 Segundo modo transversal tomado de lafavre.com</i></p>


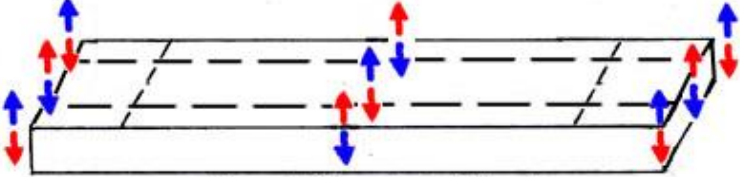

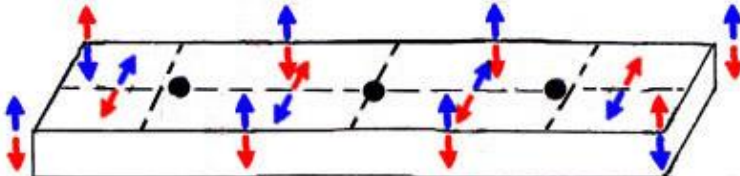

³⁴ Bork. H. Suits, "Basic Physics of Xylophone and Marimba Bars."

	<p>Hz. El primer modo transversal de la barra C2 se sintoniza a 65.70 Hz que por cálculo indica que el segundo modo transversal sintonizado vibra a 4,00, 4 veces mayor que el primer modo transversal o dos octavas por encima del fundamental</p> 
<p>Segundo modo torsional</p>	<p>El modo 4 de vibración c3 se encontró a 595 Hz.</p>  <p><i>Ilustración 12 Segundo modo torsional tomado de lafavre.com</i></p> <p>A diferencia del primer modo torsional, tiene antinodos en el centro de la barra, ubicados a cada borde de la barra. Entonces, este modo de vibración se puede excitar cuando el mazo golpea la barra más hacia el borde en el centro de la longitud. Para Bork³⁵ irradia mejor que el modo inferior porque la longitud de la onda es más corta, con lo cual cuando es golpeada verticalmente en la parte superior, el modo (2,1) tiene la misma amplitud que el modo 4.</p> 
<p>Tercer modo transversal</p>	<p>El modo 5, sintonizado a 662,2 Hz que provoca una vibración similar al primer y segundo transversal, pero en este caso, cuenta con 4 nodos y se produce un antinodo en el centro de la barra-</p>  <p><i>Ilustración 13 Tercer modo transversal tomado de lafavre.com</i></p> <p>Este modo, a diferencia del segundo modo transversal se excita cuando la barra recibe un golpe en el centro- Este modo suele estar sintonizado en el rango inferior del teclado. El tercer modo transversal suele estar a tres octavas y una tercera mayor por encima, (10,08 veces más que el primer modo transversal)</p>

³⁵ Bork, H. Suits.

	
<p>Primer modo lateral</p>	<p>El modo 6 de vibración en la barra C2, conocido también como primer modo transversal en el plano, tiene movimientos vibratorios de izquierda a derecha y parecería que para ampliar el sonido, la barra debe ser golpeada de borde, aunque se sabe que contiene un elemento vertical.</p>  <p><i>Ilustración 14 Primer modo transversal tomado de lafavre.com</i></p> <p>Bork³⁶ señala que, si bien hay un componente vertical débil probablemente por la pala ligeramente asimétrica, esto da la posibilidad de un movimiento hacia arriba y hacia abajo con la barra para el modo lateral.</p> 
<p>Tercer modo de torsión</p>	<p>En cuanto al modo 7, en la barra C2 se encontró a 1203 Hz identificándose como el tercer modo de vibración torcional</p>  <p><i>Ilustración 15 Tercer modo torcional tomad de lafavre.com</i></p>  <p>Third Torsional Mode</p>
<p>Cuarto modo transversal</p>	<p>El modo 8, se midió a 1287 Hz resultando en el cuarto modo transversal, Este modo tiene un nodo en el centro de la barra, como el segundo modo transversal. No se excitará en gran medida al golpearse la barra en el centro. En algunos casos de afinadores profesionales sintonizan las barras de graves inferiores, en proporción de 20 veces la frecuencia fundamental</p>

³⁶ Bork, H. Suits.

	 <p><i>Ilustración 16 Cuarto modo transversal tomado de lafavre.com</i></p>
<p>Cuarto modo torsional</p>	<p>El modo 9 de vibración, en la barra C2 se encuentra en 1585 Hz identificándose como el cuarto modo de vibración torsional. La ratio respecto al fundamental es 24,1.</p>  <p style="text-align: center;">Fourth Torsional Mode</p> <p>El cuarto modo de torsión es único en comparación de modos de torsión presentados aquí.</p>  <p><i>Ilustración 17 Cuarto modo torsional tomado de lafavre.com</i></p>
<p>Segundo modo lateral</p>	<p>En el modo 10 en la barra C2³⁷ se encontró 1680 Hz asignado al segundo modo de vibración lateral. El primer y el segundo modo lateral cuentan con vibración vertical y elemento lateral. Por eso se activan “hasta cierto punto” cuando se golpea la superficie superior de la barra.</p>  <p style="text-align: center;">Second Lateral Mode</p> <p>Cuando se revisa el patrón de sal que provoca la exposición a 1680 Hz, se cree por la presencia de elementos de vibración verticales y laterales, aunque no se puede explicar de manera fáctica a partir del texto, su razón.</p>  <p><i>Ilustración 18 Segundo modo lateral tomado de lafavre.com</i></p>

³⁷ Bork, H. Suits.

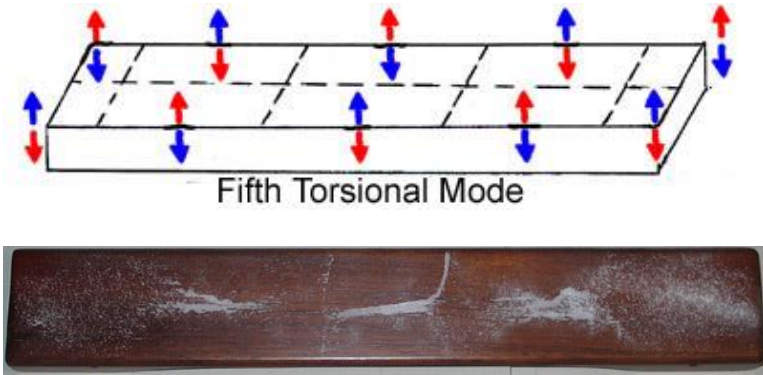

<p>Quinto modo torsional</p>	<p>El modo 11 de vibración se encontró a 0957 Hz identificado como el quinto modo de vibración torsional. Midieron en el evento científico referido, el quinto modo de torsión de relación 34 a juzgar por el gráfico</p>  <p style="text-align: center;">Fifth Torsional Mode</p> <p style="text-align: center;"><i>Ilustración 19 Quinto modo torcional tomado de lafavre.com</i></p>
<p>Quinto modo transversal</p>	<p>El modo 12, se midió en 2097 Hz para resultar un quinto modo transversal. El ratio logrado es 31,9 y es similar al cuarto modo transversal³⁸, aunque tiene seis nodos en lugar de cinco. Así también, este nodo tiene un antinodo en el centro de la barra que se excitará al golpear la barra del centro.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Ilustración 20 Quinto modo transversal tomado de lafavre.com</i></p>

Tabla 2 modos de afinación

Se toma como base importante también la relación lograda por el texto en la siguiente gráfica que juega con los modos, placas y frecuencias.³⁹

³⁸ Bork. H. Suits.

³⁹ Jeff La Favre, "Identifying Lateral and Torsional Modes Methods."

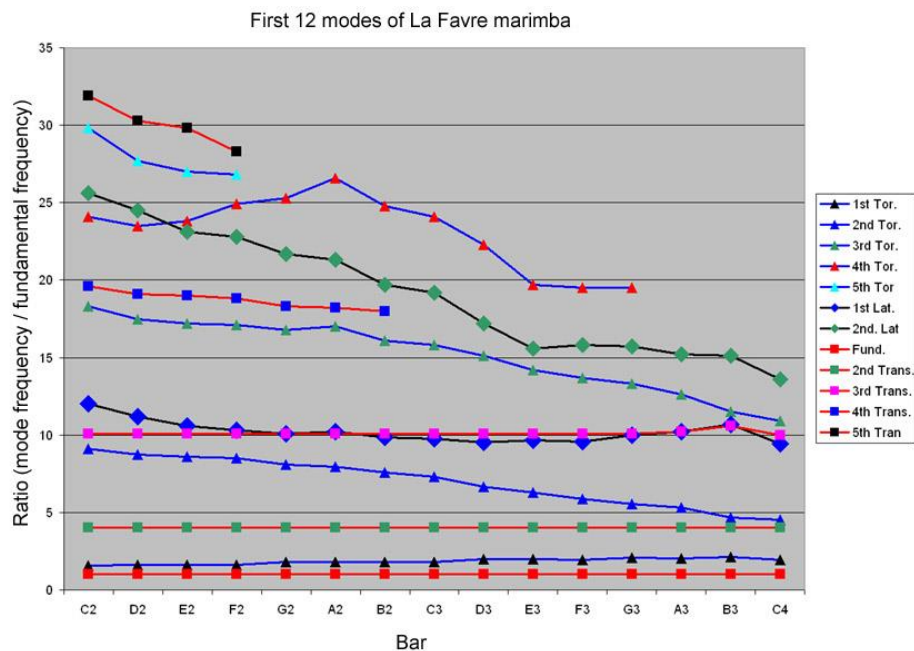


Ilustración 21 Primeros doce modos de las placas desde C2 hasta C4 tomado de lafavre.com

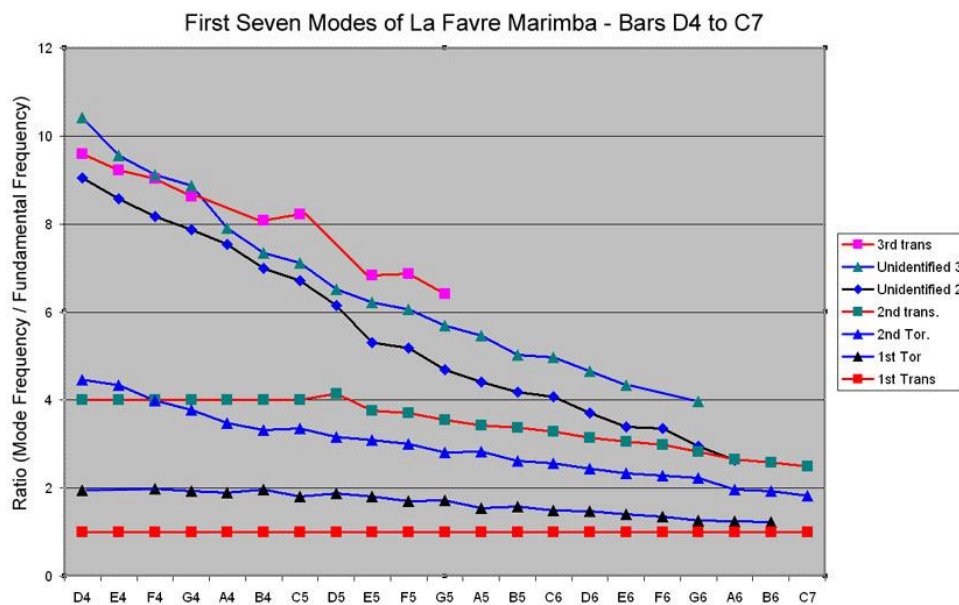


Ilustración 22 Primeros siete modos de las placas desde D4 hasta C7 tomado de lafavre.com

En las barras de marimba, la forma socavada del arco, dimensiones de la barra como largo, ancho y grueso, vibra en más de un modo a la vez, y en varios modos. En cuanto a su fuerza relativa depende de dónde se golpea la barra y del tipo de mazo utilizado. Los modos de vibración más bajos, activos en función del tiempo y exposición.

Modo de afinación

La afinación de la barra puede hacerse en dos categorías⁴⁰. Simple, en la que se configura sólo un modo; o compleja, que puede configurarse de varios modos. A principios del siglo XX, las marimbas comerciales se afinaban sólo en modo fundamental, también denominado "notación rítmica"⁴¹ y durante la década de 1920, la afinación de los niveles más altos pasó al modo fundamental y el primer sobretono (es decir, segundo modo transversal) crea un sonido más agradable en la pala porque el primer y segundo modo transversal están sintonizados en el rango armónico. Con el paso del tiempo, los maestros marimbistas incluyen la afinación en tercer modo transversal, un procedimiento a veces denominado triple afinación. Las mejores marimbas modernas cuentan con triple afinación, además de modos de afinación adicionales o afinación parcial para crear un sonido más armonioso en la placa.

El texto cita que "Sin embargo, la resistencia a la flexión es proporcional al cubo del espesor de la barra y la masa sólo es proporcional al espesor"⁴² Refiriéndose a una reducción de la resistencia a la flexión, y así logra una vibración más baja.



Ilustración 23 reducción de la resistencia a la flexión.

Al eliminar material del centro, la barra se vuelve menos rígida. Los antinodos se encuentran en ambos lados de la barra sumando flexibilidad de manera máxima en donde se requiere. El tercer modo transversal, tiene antinodos en el centro de la barra cerca de las etiquetas 3, en la ilustración anterior⁴³.

Agradeciendo al escritor de la Favre por la información proporcionada y que comienza recomendando que se afine el modo fundamental y el modo transversal. Y para una afinación más completa, el investigador elige sintetizar el tercer modo transversal y el cuarto modo transversal. Tanto es posible que se tengan que ajustar algunos modos torcionales.

⁴⁰ Bork. H. Suits, "Basic Physics of Xylophone and Marimba Bars."

⁴¹ Jeff La Favre, "Identifying Lateral and Torsional Modes Methods."

⁴² Jeff La Favre.

⁴³ Jeff La Favre.

También puede requerirse un sintonizador estroboscópico. Si no se tiene acceso a uno, se puede usar un sintonizador electrónicos del tipo con escala o indicación de afinación. Los modos transversales están afinadas armónicamente, o sea que los sobretonos del modo transversal son múltiplos de la frecuencia fundamental.⁴⁴

La instrucción continúa con afinar tres veces el registro bajo de marimba a G#3, logrando un tono más complejo consonante. Las barras del medio (A3 a C5) sintonizados en Fundamental. En cuando a las barras (A3 a C5) afinar el primer y segundo modo transversal en fundamental y 4to armónico.

Con respecto a saber si los instrumentos tienen los armónicos en su lugar, Guisado resume lo siguiente⁴⁵:

Las octavas y las dobles octavas	C1, C1 y C1 C3
Las terceras mayores tres octavas por encima deben ser más graves. Se aconseja poner un dedo en la tecla más grave a un cuarto de su longitud	C1 y E4
Luego comparar con el sonido, mayoritariamente el armónico de tercera mayor.	E4

Para Cristian Pons en su documento *Comportamiento acústico de los instrumentos de percusión en la orquesta*⁴⁶ La densidad y la elasticidad del material son características fundamentales de la pieza. Sea madera o metal, debe ajustarse a la velocidad interna del sonido. A mayor número de densidad; a menor velocidad del sonido y mayor rigidez.

La curvatura y el ancho: La curvatura disminuye el tamaño de la lámina lo cual incrementa el espesor de la lámina.

Así cuando la densidad sea menor y su flexibilidad sea mayor, se logra una mejor calidad de sonido en el golpe. Cuánto más madera se le desvanezca del centro (es decir, curvatura) los sonidos serán más intensas por las vibraciones.

⁴⁴ Joaquín, "EL VIBRÁFONO y LA MARIMBA: LA GRAN EVOLUCIÓN DE LA PERCUSIÓN EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. EL VIBRÁFONO y LA MARIMBA, INSTRUMENTOS FUNDAMENTALES DE LA NUEVA MÚSICA PARA PERCUSIÓN."

⁴⁵ Daniel Guisado Peralta, "NOCIONES SOBRE LA AFINACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN."

⁴⁶ Pons, "COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE LOS INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN EN LA ORQUESTA."

Marco metodológico

Introducción

El presente trabajo de investigación es de tipo investigación aplicada⁴⁷, esto debido, a que busca producir conocimiento científico alrededor de la lutería de instrumentos de percusión y placas de madera, para aplicarla en la fabricación de una marimba de práctica de manera accesible y funcional, pretendiendo mejorar la condición de acceso a una marimba por parte de estudiantes de percusión de la Universidad Pedagógica Nacional.

El campo de la lutería de percusión sinfónica en Colombia no tiene un abordaje muy amplio en el ámbito investigativo, de ahí que, este trabajo aspire recolectar, comprobar mediante experimentos y organizar la información informal que algunas personas han compartido en internet para a partir de esta recolección de información, construir una marimba sinfónica de estudio cinco octavas de manera accesible para cualquier estudiante. Teniendo en cuenta lo anterior el alcance al que procura llegar este trabajo es al exploratorio.

La información que se abordará como las dimensiones del instrumento y las diferentes técnicas para fabricarlo será numérica, sin embargo, el conocimiento que esta investigación pretende generar se basa en herramientas que sistematicen la descripción de la experiencia, recolectando información sobre retos complejos que se expresan en el ejercicio y que lleve a concluir puntos de mejora. En consecuencia, el enfoque de esta investigación es cualitativo.

La presente investigación quiere utilizar la capacidad que tiene la sistematización de experiencias para producir conocimiento a partir de la reflexión de la experiencia misma. Esto porque, basa la recolección de la información que proviene del experimento en sí, trabajando siempre con conocimiento existente en el quehacer que se estudia, utilizando los lineamientos del plan de trabajo delimitado como guía y que sufrirá modificaciones a medida que la recopilación de la experiencia evidencie aspectos imposibles de prever en tiempos de planeación⁴⁸.

⁴⁷ Vargas, “LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA.”

⁴⁸ Jara, *La Sistematización de Experiencias*, 2018.

Enfoque investigativo- cualitativo

La experiencia de construir la marimba sinfónica de práctica y las percepciones del investigador, quien desarrolla esta sistematización de la experiencia, abordará desde su perspectiva de estudiante, acompañado de un marco referencial, la recopilación de información de investigaciones previas; los antecedentes y las características cualitativas que sirvan como base hipotética de la investigación que específicamente es la construcción de una marimba de estudio de cinco octavas de manera accesible, reúne en líneas generales, las características que definen su enfoque cualitativo.

Para Sampieri⁴⁹ en su texto *Metodología de la investigación*, las investigaciones cualitativas se basan más en una lógica y proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas) que en el enfoque cualitativo mismo.

El enfoque cualitativo tiene como objetivo proponer vía abierta para que el investigador pueda formar sus propias creencias acerca del caso de estudio que en algunas situaciones se trata de personas, un grupo de personas únicas o un proceso particular; en principio, la utilización base del enfoque cualitativo, está más cercano al objetivo general del presente trabajo de investigación.

Alcance

El alcance al que procura llegar este proyecto es exploratorio, pues busca investigar un campo con información escasa dentro de la comunidad científica en el país, como es el caso de la lutería en percusión sinfónica, proponiendo una solución innovadora en la que se planea a partir de la información recolectada y construir una marimba sinfónica de estudio cinco octavas, adicionalmente, el proyecto pretende dejar información que funcione de base para futuras investigaciones relacionadas⁵⁰.

Indagar sobre una perspectiva innovadora, se puede sostener a partir de la recolección de antecedentes en construcción de marimbas para estudio. Sus características, retos y oportunidades para elegir los lineamientos a imitar dentro de la exploración y elaboración de la marimba sinfónica para práctica. La aplicación de este proceso arrojará entre sus conclusiones “conceptos promisorios” como base hipotética para próximas exploraciones y a su vez, mejora del resultado.

⁴⁹ Herman Van de Velde, “SISTEMATIZACIÓN. Texto de Referencia y de Consulta.”

⁵⁰ Roberto Hernández Sampieri, *Metodología de La Investigación*.

De esta manera, se reposará en un solo lugar, el conocimiento recopilado para construir un modelo que cumpla con las características esenciales de la marimba sinfónica para práctica cinco octavas.⁵¹

Diseño metodológico

Este proyecto se basa en la sistematización de experiencias que propone Oscar Jara⁵² en su libro “Metodología de la investigación”, porque se considera óptimo el gran aporte que ofrece a las investigaciones basadas en la experimentación de campos poco abordados debido a que la capacidad de registrar permite la reflexión y la búsqueda de puntos de mejora.

En el texto *Sistematización: Texto de referencia y de consulta*⁵³ la promoción de proyectos de desarrollo por naturaleza suele requerir sistematizar las experiencias vividas, aunque los investigadores suelen abordar el tema con preocupación. En la Latinoamérica popular surgió la sistematización y curiosamente, los procesos investigativos suelen adolecer de sistematizaciones de experiencia nutridas y concretas. El texto nombra la disposición a cuestionar el modo en que se llevan a cabo los pasos, desarrollar capacidades autocríticas para mejorar el resultado. Acepta la complejidad del proceso de sistematización, al reconocer el rigor metodológico que es necesario mantener para terminar el proceso a cabalidad y de allí surge la necesidad de adecuar la metodología constantemente.

Sistematizar es una actitud ante la vida, es por esto necesario crear una propicia concepción de la sistematización. Pero en la parte técnica metodológica, se sostiene en preguntas concretas que le permitirán al investigador iniciar un trabajo de sistematización. Apreciar las condiciones necesarias requeridas antes de iniciar un proceso de sistematización, para lograr exponer al público la lógica contenida en esta investigación.

En cuanto al texto de Oscar Jara,⁵⁴ expone otra razón que complejiza la sistematización de la experiencia. En principio, no se cuenta con una definición profunda, lo que provoca una confusión entre términos como la clasificación de la información o el ordenamiento de datos.

⁵¹ Roberto Hernández Sampieri.

⁵² Jara, *La Sistematización de Experiencias*, 2018.

⁵³ Herman Van de Velde, “SISTEMATIZACIÓN. Texto de Referencia y de Consulta.”

⁵⁴ Jara, *La Sistematización de Experiencias*, 2018.

Con respecto a quién debe realizar el ejercicio, Jara expresa que no se tiene claro dentro de la comunidad investigativa sobre quién, en el mejor de los casos desarrolla el ejercicio, una persona externa o el responsable de la investigación o puede hacerse como un trabajo colectivo.

El concepto que regala el autor acerca de la sistematización de experiencias se conecta con una práctica que merece diferenciarse de otras, ya que no se relaciona con enfoques positivistas; sino más bien con un enfoque dialéctico e interpretativo que hay que aplicar sin intención crítica para poder incluir vertientes del pensamiento para dar como resultado aproximaciones al conocimiento y transformación sobre la práctica misma.

Tipo de investigación

La investigación aplicada Para Vargas⁵⁵ recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren nuevos, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que procede del recuento de la experiencia, de una forma rigurosa, organizada y sistematizada y que antecede a la lectura interpretativa del proceso, con el fin de ofrecer un referente comprensible de la expresión “investigación aplicada”. Se recopilan algunas de las ideas de Padrón como comenta Hernández⁵⁶, la expresión se propagó durante el siglo XX para hacer referencia, en general, a aquel tipo de estudios científicos orientados a resolver problemas de la vida cotidiana o a controlar situaciones prácticas, haciendo dos distinciones: a. La que incluye cualquier esfuerzo sistemático y socializado por resolver problemas o intervenir en situaciones. En ese sentido, se concibe como investigación aplicada tanto la innovación técnica, artesanal e industrial como la propiamente científica. b. La que sólo considera los estudios que explotan teorías científicas previamente validadas, para la solución de problemas prácticos y el control de situaciones de la vida cotidiana.

Con respecto al concepto “Investigación aplicada”⁵⁷, De Oliveira toma mano de los conocimientos adquiridos; mientras se adquieren nuevos conocimiento en la práctica, en función

⁵⁵ Vargas, “LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA.”

⁵⁶ Hernández, “DR. JOSÉ PADRÓN GUILLÉN: UNA VIDA DEDICADA A LA INVESTIGACIÓN. APORTES A LA FORMACIÓN DE INVESTIGADORES Y A LAS TEORÍAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN.”

⁵⁷ Cristina Maciel de Oliveira, “INVESTIGAR, REFLEXIONAR Y ACTUAR EN LA PRÁCTICA DOCENTE.”

de la resolución de un problema o necesidad. Luego de haber implementado formas sistematizadas de conocer una realidad, intervenir y mejorar, para la autora, son aquellos estudios que se enfocan en resolver problemas sobre la cotidianidad, o se dedican a estudiar situaciones prácticas que incluyan intenciones de sistematización de información y posterior divulgación para mejorar alguna realidad social. Así es como se sostiene dentro del rubro “investigación aplicada” los procesos de innovación técnica, artesanal e industrial⁵⁸, así como aquellos ejercicios que exploran teorías validadas previamente, para ser reutilizadas en función de la resolución de un problema.

El presente trabajo se ajusta al concepto de investigación aplicada dado que pretende tomar el conocimiento práctico precedente y sumarlo al conocimiento producido en el proceso científico de fabricación de la marimba sinfónica de estudio cinco octavas, como una posible solución a un problema cotidiano de la población de la que el investigador hace parte.

Herramientas de recolección

Diario de campo

El trabajo de campo es una importante estrategia de investigación, ya que articula las propuestas teóricas con la experiencia empírica en la producción de conocimiento contextualizado. A menudo, para los estudios exploratorios con un sesgo cualitativo, humanístico y otras áreas de conocimiento, la escritura de diarios de campo se utiliza como herramienta metodológica porque registra y posteriormente analiza la experiencia del investigador y de los participantes⁵⁹.

En la investigación de intervención, la relación entre el investigador, los participantes y el fenómeno investigado se convierte en un aspecto importante de la producción de conocimiento⁶⁰ porque constituye la investigación misma. Utilizar el cuaderno de campo como herramienta de recolección de información permite conocer las percepciones de los investigadores. Este tipo de escrito incluye una descripción de los procedimientos de investigación, el desarrollo de las

⁵⁸ Cristina Maciel de Oliveira.

⁵⁹ Renata Fischer da Silveira Kroef, “Diário de Campo e a Relação Do(a) Pesquisador(a) Com o Campo-Tema Na RESUMO Pesquisa-Intervenção.”

⁶⁰ Roberto Hernández Sampieri, *Metodología de La Investigación*.

actividades realizadas y también los cambios realizados durante la investigación, además de ser una narración de las impresiones del investigador.

Pezzato y L'abbate⁶¹ afirman que la investigación que prioriza el trabajo de campo y la observación participante-observación, en el diario de campo se extendió como herramienta de investigación tras la obra de Malinowski, que proponen metodológicamente una gran cantidad de notas descriptivas.

Las estrategias de investigación como la investigación de intervención, utilizan la escritura de diarios de campo, situando en primer plano la relación entre el investigador y el campo de investigación; en un campo de estudio, implica actuar de forma implícita y ya no neutral. Esta metodología de investigación-intervención está fuertemente influenciada por el movimiento institucionalista.⁶²

El movimiento investigativo iniciado en Francia en la década de 1960 en el que uno de los objetivos de este movimiento se enfoca en proponer que toda investigación es una acción política⁶³, desde la elección de su tema hasta la difusión de sus resultados.

La metodología de investigación-intervención⁶⁴ se consolida frente a la noción moderna de ciencia. Para Oliveira el diario de campo también constituye una herramienta de intervención que provoca reflexiones sobre la propia práctica investigadora y sobre decisiones concernientes a la planificación, al desarrollo de métodos de análisis y la difusión científica.

El texto destaca la importancia del diario⁶⁵ y sus anexos como las entrevistas grabadas cuando son usadas como registro, porque el diario puede registrar sutilezas que sólo la transcripción de los archivos puede justificar. La atención del investigador a la propia experiencia, como al registro que esté perdiendo dentro de la experienciación, se considera una importante fuente de investigación⁶⁶, la comprensión que se logra al hacer la descripción de los procesos por medio del diario de campo y las impresiones del investigador, acompañado de registros que permiten seguir la atención del investigador en relación con los fenómenos estudiados.

Para ver el diario de campo diríjase al apartado de anexos.

⁶¹ Janet Beavin Bavelas, *Teoría de La Comunicación Humana. Interacciones, Patologías y Paradojas*.

⁶² Janet Beavin Bavelas.

⁶³ Luciane Maria Pezzato, "O Diário Como Dispositivo Em Pesquisa Multicêntrica."

⁶⁴ Carlos Muñoz Rocha, *Metodología de La Investigación*.

⁶⁵ Cristina Maciel de Oliveira, "INVESTIGAR, REFLEXIONAR Y ACTUAR EN LA PRÁCTICA DOCENTE."

⁶⁶ Andrea Díaz, "La invención en la Práctica del Maestro Comunitario."

Herramientas de análisis

Cuadro descriptivo

El análisis de la información se realizará por medio de un cuadro descriptivo en el que se alojará la información recolectada y puesta a prueba en el proceso de construcción del instrumento por parte del investigador que se reposa en el diario de campo.

El cuadro contará con tres columnas, la primera llamada características que delimitará los aspectos trabajados durante el desarrollo de este proyecto enmarcadas en las categorías de análisis y recolección de la información, la segunda columna llamada diario de campo extraerá la información resultante de la experimentación y la tercera hablará sobre las conclusiones provenientes de las dos columnas anteriores.

CARACTERÍSTICA	DIARIO DE CAMPO	CONCLUSIONES
Impacto de la escogencia de la madera en el proceso de construcción	<p>El pino fue favorable en varios sentidos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Es una madera que se consigue en la mayoría de depósitos en Bogotá. 2. Su bajo precio se ajustó al presupuesto. 3. Es más fácil de encontrar en tablonces de 2 y 3 cm de grosor secos. <p>los inconvenientes que presentan al trabajar con el pino son principalmente dos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La facilidad para rajarse mientras se trabaja. 2. La alta cantidad de nudos que tiene. 	<p>En la búsqueda de información sobre las características de la madera, no se encuentran textos definitorios que permitan la elección de una madera, en función de su calidad para afinación.</p> <p>No es posible comparar el pino utilizado en este proyecto con otras maderas debido a que no hay información académica con la cuál comparar la experiencia de trabajo con esta madera, sin embargo, la alta tendencia a rajarse que presentó la madera durante este proyecto me hace concluir que es una madera que puede hacer perder tiempo y recursos debido a que en medio de cualquiera de los procesos a los que debe ser sometida para la fabricación de las placas puede rajarse.</p>

Ilustración 24 Cuadro comparativo

Para ver el cuadro comparativo completo diríjase a los anexos

Población

A raíz de la naturaleza del proyecto, un cuestionamiento presentado por una población de la que el investigador hace parte, se toma como población la experiencia del mismo investigador desarrollando el instrumento, en donde algunas de las herramientas de recolección de información se basan en la autorreflexión sobre el diario de campo del trabajo realizado a lo largo del proyecto para llegar a conclusiones que puedan ser aplicadas en colectivos como expone Jara⁶⁷ en cuanto a la sistematización de las experiencias, que en este caso se componen del proceso de estudio, diseño y elaboración de la marimba de práctica, se hace pertinente que la población sobre la cuál se desarrollará este trabajo de investigación sea el mismo investigador.

⁶⁷ Jara, *La Sistematización de Experiencias*, 2018.

Resultados

El primer resultado de este proyecto de investigación es la marimba de práctica funcional que se presenta a continuación (haga click en la primer imagen para dirigirse a un video de la marimba)



Ilustración 25 Marimba de práctica funcional



Ilustración 26 Marimba de práctica funcional plegada

Otro de los resultados de este proyecto es el cuaderno de campo que contiene la información resultante de la experiencia registrada de la construcción de la marimba de práctica funcional con la aplicación de la información recolectada de fuentes tanto académicas como informales que puede ser utilizado como antecedente para futuras investigaciones en este campo poco abordado en el país.

Basado en la experiencia de construcción se delimita una lista de materiales y herramientas manuales y eléctricas (ubicados uno frente al otro para las herramientas que se utilizan para las mismas funciones) utilizadas para la construcción de marimba de práctica funcional.

Para ver la lista diríjase a los anexos.

Conclusiones

Con respecto a la pregunta de si es posible para un estudiante de percusión construir una marimba de práctica con un bajo presupuesto y cómo hacerlo se puede concluir lo siguiente:

En el presente trabajo se evidencia que sí es posible para un estudiante de percusión sin conocimientos previos de carpintería o lutería construir su propia marimba de estudio con un presupuesto de doscientos mil pesos colombianos, sin embargo, hay que tener en cuenta que se verá enfrentado a múltiples vacíos técnicos y de conocimiento que deberán ser llenados mayoritariamente bajo la reflexión de la práctica misma, debido a que no es fácil encontrar material reciente referente a los aspectos que se deben conocer para llevar a cabo la construcción del instrumento. Considerando lo anterior, es extremadamente importante ser conscientes y precavidos a la hora de utilizar las herramientas de carpintería, ya sean manuales como el formol y el serrucho o automáticas como lo son las sierras debido a que son herramientas que si no se utilizan conociendo algunos parámetros de seguridad pueden producir daños irreparables.

En Colombia se evidencia un gran vacío en la comunidad académica a la hora de generar proyectos investigativos relacionados con la lutería, aún más en percusión sinfónica que con una buena aplicación podría tener un gran impacto positivo en la comunidad de músicos del país y abrir una nueva posibilidad de oficio para muchas personas.

Con respecto a la construcción del instrumento puedo llegar a las siguientes conclusiones. En la búsqueda de información sobre las características de la madera, no se encuentran textos definitorios que permitan la elección de una madera, en función de su calidad para afinación.

No es posible comparar el pino utilizado en este proyecto con otras maderas debido a que no hay información académica con la cuál comparar la experiencia de trabajo con esta madera, sin embargo, la alta tendencia a rajarse que presentó la madera durante este proyecto me hace concluir que es una madera que puede hacer perder tiempo y recursos debido a que en medio de cualquiera de los procesos a los que debe ser sometida para la fabricación de las placas puede rajarse.

Es importante que la madera escogida no esté húmeda porque al momento de secarse se puede rajarse o doblar.

La madera que tiene muchos nudos hace más complejo y exigente el trabajo sobre todo si se realiza con herramientas manuales.

En el proyecto se realizó la afinación por orden de notas a lo largo de las 5 octavas, es decir, primero todos los do, luego todos los do# y de esa manera sucesivamente. Este sistema de afinación trajo bastantes inconvenientes debido a que no poseo un oído muy entrenado y era fácil confundirme con respecto a las octavas, que aunque parece algo fácil se vuelve más complejo por los armónicos.

Otro factor que afectó la calidad de la afinación de la marimba fue el tiempo de trabajo seguido. El oído se agota y debido a esto se pierde fiabilidad en la percepción de las alturas.

La planificación del tiempo, el presupuesto, el plan de acción, son herramientas excelentes al iniciar la construcción de una marimba sinfónica de estudio. Esto permitirá conocer anticipadamente, datos como el espacio disponible para construcción, base, entre otros.

Otra habilidad de gran ayuda para realizar este trabajo es saber cómo se hacen planos o bocetos.

La temperatura afecta de manera directa la afinación de las placas, a mayor temperatura más baja será la nota y viceversa.

La utilización de herramientas manuales requiere de un esfuerzo físico bastante alto, por esto, se recomienda hacer pausas para estirar y descansar entre las actividades, además, no trabajar durante tiempos muy prolongados.

El agarre utilizado por las marimbas de chonta para sujetar las placas es muy útil debido a que no necesita de maquinaria para hacerse. Sin embargo, trae complicaciones en la afinación y portabilidad del instrumento.

La utilización de la goma eva entre los listones de el mueble produce inestabilidad en la estructura.

La experiencia de construir la marimba de práctica funcional cambió mi manera de percibir el sonido, el instrumento y la música. Pude apreciar aspectos del sonido que anteriormente ignoraba por estar pensando solamente en la técnica o la obra sin darle la importancia necesaria a la materia prima del músico que es el sonido y la calidad del mismo.

Abrir la posibilidad de tener una marimba de estudio en casa por un presupuesto cercano a los doscientos mil pesos colombianos ha sido causa de motivación para el investigador de este proyecto y quitó una limitante que sintió durante todo su pregrado, adicionalmente, otros estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia y la Facultad de Artes ASAB de

la Universidad Distrital Francisco José Caldas han demostrado un vivo interés con respecto al resultado de este proyecto.

Bibliografía

- Alcántara, Germán. *La flor del café. Tradiciones de Guatemala*. Primera. Guatemala: Centro de Estudios Folklóricos, 1995. https://ls3.usac.edu.gt/revindex/articulos/editor5-r68_pi33_pfi52_ra6783.pdf.
- Andrea Díaz. “La invención en la Práctica del Maestro Comunitario.” 2015. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/5483/1/Granese%2C%20Andrés.pdf>.
- Bork. H. Suits. “Basic Physics of Xylophone and Marimba Bars,” 1995. https://www.researchgate.net/publication/243492369_Basic_physics_of_xylophone_and_marimba_bars.
- Bork, and Meyer. *Practical Tuning of Xylophone Bars and Resonators*, 1994.
- Buller, Brandon. “Designing and Building a Pipe Marimba.” Ball State University, 2011.
- Carlos Muñoz Rocha. *Metodología de La Investigación*. Oxford., 2015. <https://www.scielo.br/j/sausoc/a/DHWtPbhBJQ6gcJzhqSdrG9w/?format=pdf&lang=en>.
- Chaigne, Antoine. “Comparison between Modal Analysis and Finite Element Modelling of a Marimba Bar.” *Hirzel Verlag*, ACUSTICA . acta acustica, 85, no. 266 (1999): 9.
- Chajón, Anibal. *Géneros o corrientes musicales en boga en el siglo XX*. Colección breve. Vol. 25. Centro de Estudios Folklóricos, USAC, 2015.
- Cristina Maciel de Oliveira. “INVESTIGAR, REFLEXIONAR Y ACTUAR EN LA PRÁCTICA DOCENTE,” 2002. <https://rieoei.org/historico/deloslectores/467mACIEL.pdf>.
- Daniel Guisado Peralta. “NOCIONES SOBRE LA AFINACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN.” 2005.
- Figueroa, Matilde. “Motivación Para El Aprendizaje de La Música En Educación Primaria Mediante La Construcción de Instrumentos Musicales,” July 1, 2015.
- Herman Van de Velde. “SISTEMATIZACIÓN. Texto de Referencia y de Consulta.” *Centro de Investigación, Capacitación y Acción Pedagógica. Texto de Referencia y de Consulta.*, 2008.
- Hernández, Acacia. “DR. JOSÉ PADRÓN GUILLÉN: UNA VIDA DEDICADA A LA INVESTIGACIÓN. APORTES A LA FORMACIÓN DE INVESTIGADORES Y A LAS TEORÍAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN,” *Notas de investigación*, 24 (2019): 16.
- Janet Beavin Bavelas. *Teoría de La Comunicación Humana. Interacciones, Patologías y Paradojas.*, 1981. https://www.google.com.co/books/edition/Teoría_de_la_comunicación_humana/4AGIDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=autores+Pezato+y+L%27abbate++2011&printsec=frontcover.
- Jara, Oscar. *La Sistematización de Experiencias*, 2018.
- . *La Sistematización de Experiencias*, 2018.
- Jeff La Favre. “Identifying Lateral and Torsional Modes Methods,” n.d. https://www.lafavre.us/measure_modes.htm.
- Joaquín, Xavier. “EL VIBRÁFONO y LA MARIMBA: LA GRAN EVOLUCIÓN DE LA PERCUSIÓN EN LOS ÚLTIMOS AÑOS. EL VIBRÁFONO y LA MARIMBA, INSTRUMENTOS FUNDAMENTALES DE LA NUEVA MÚSICA PARA PERCUSIÓN.” Quodlibet, n.d.

- https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/10017/22179/vibrafono_joaquin_QB_1995_N3.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Lopez, Jose. "David Vela salvatierra. vida y obra," 2008.
- Luciane Maria Pezzato. "O Diário Como Dispositivo Em Pesquisa Multicêntrica," 2019.
<https://www.scielo.br/j/sausoc/a/DHWtPbhBJQ6gcJzhqSdrG9w/?format=pdf&lang=en>.
- "Marimba Profesional 5 Octavas by Keiko Abe YM6100 Yamaha," n.d.
<https://saxtodomusica.com/products/marimba-profesional-ym6100-yamaha>.
- Neguib, Sergio, Lina Gomez, and Guillermo Lopez. "Entornos Maker Para La Inclusión En El Aprendizaje Conceptual: Construcción de Instrumentos Musicales y Desarrollo Del Lenguaje Matemático," I+T+C Investigación, Tecnología y Ciencia, 2018.
- Pons, Cristian. "COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE LOS INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN EN LA ORQUESTA," 2015 2014.
<https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/252627/PF%20Cristian%20Pons%20Gil.pdf?sequence=1>.
- Renata Fischer da Silveira Kroef. "Diário de Campo e a Relação Do(a) Pesquisador(a) Com o Campo-Tema Na RESUMO Pesquisa-Intervenção," 2020.
<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/epp/v20n2/v20n2a05.pdf>.
- Rico, Andreu. "ARTICULACIÓN EN LA MARIMBA." *Instituto politécnico de Lisboa*, June 2014.
<https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/10102/1/1%20treball%20final%20dAndreu.pdf>.
- Roberto Hernández Sampieri. *Metodología de La Investigación*, n.d.
<https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>.
- Romero, Oscar. "Aproximación Metodológica a La Percusión Orquestal." Facultad de Artes- Pontificia Universidad Javeriana, July 2023.
https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/65268/attachment_0_Aproximación-Metodológica-a-la-Percusión-Orquestal.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Sachs, Curt. *The History of Musical Instruments*. 1. New York, n.d.
- Stevens, David. "Chronological List of Works." *The Gunther Schuller Society* (blog), 2024.
<https://www.guntherschullersociety.org/works>.
- Tascón, Héctor. "La Marimba de Chonta Tradicional Del Pacifico Sur Colombiano: Desafíos y Transformaciones." In *Itinerarios Transdisciplinarios. Prácticas Artísticas y Culturales En Iberoamérica / Colección Educación, Arte y Cultura.*, Primera. Nueva York, Cali: Editorial REDIPE, 2021.
- Torres, Marly. "Del Residuo a La Música. Construcción de Una Guitarra a Partir de Material Reciclado." Universidad Pedagógica Nacional, 2022.
- Vargas, Zoila. "LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA." *Universidad de Costa Rica* 33 (2009).
- Vela, David. *Noticias Sobre La Marimba*. Unión Tipográfica. Universidad de Texas, 1953.
https://books.google.com.co/books/about/Noticia_sobre_la_marimba.html?id=XIdaAAAAMAAJ&redir_esc=y.
- WILLIAMS, MICHAEL. "Mbira/Timbila, Karimba/Marimba: A Look at Some Relationships Between African Mbira and Marimba," n.d. <https://bmichaelwilliams.com/wp-content/uploads/2013/02/PNMBiraTimbila.pdf>.

Zeltsman, Nancy. *Aldridge from My Little Island. Marimba Solo*. 2nd ed., 2002.
<https://www.steveweissmusic.com/product/robert-aldrige-from-my-little-island/marimba-solo>.

Anexos

Anexo 1 - Diario de campo

22/03/24

Realicé la medición de la afinación de la marimba 5.0 octavas Anderpav que inicialmente presupuestada utilizar como modelo para la construcción de la marimba de práctica y noté que la afinación en la mayoría de placas alrededor de 40 Hz por encima en la afinación A=440 Hz y en algunas placas como (introducir placas) era mucho mayor el desfase.

Realicé la medición del tamaño de las placas en las dos marimbas de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, una de ellas marca Anderpav de 5.0 octavas cuyo teclado está fabricado en madera sapán y la segunda una Yamaha de 4.5 octavas cuya madera del teclado desconozco.; tomé estas medidas y las promedie junto con las medidas de la marimba LaFavre de teclado en madera paduk que encontré en internet. Las mediciones fueron las siguientes:

The image shows two pages of handwritten data tables. The left page is titled 'Marimba 4.5', 'Marimba 5.0', and 'Marimba 5.5'. It lists notes (C#, D#, E#, F#, G#, A#, B#) and measurements for different materials (Madera, Plástico, Látex, Resina) across various parameters. The right page is titled 'Marimba 4.5' and 'Marimba 5.0'. It lists notes (C#, D#, E#, F#, G#, A#, B#) and measurements for different materials (Madera, Plástico, Látex, Resina) across various parameters.

Me llama la atención que algunas de las placas en la marimba Anderpav no siguen con la secuencia en su tamaño y me pregunto si eso puede causar la irregularidad en la afinación.

También llama mi atención que el tamaño de las placas difiere en las tres marimbas y me pregunto si se deberá al tipo de madera que utiliza cada una.

Fuí a cotizar madera frijolillo - la madera con la que realicé las pruebas de fabricar dos placas, un de do 5 y un do 6 con éxito en la afinación - en dos depósitos de madera en la localidad Rafael Uribe. El trato por parte de las personas que me atendieron no fue el más provechoso en cuestiones de obtener información, en el primer local la persona expresó que la madera con la que trabajé no era frijolillo sino chingalé debido a que el frijolillo tenía una presentación menos pulida sin escuchar cuando le dije que yo la había lijado. Cuando le pregunté cómo la vendían me dijo que un tabla de 2.90 Mts valía 19.000 pero se negó a decirme el grosor y ancho de la tabla; en el segundo local simplemente se negaron a atenderme alegando que solo vendían la madera por bloques sin escuchar que yo necesitaba cantidades similares.

27/03/24

Continué con la cotización pero esta vez en el municipio de Soacha, aquí el trato fué muy diferente y enriquecedor. El vendedor brindó bastante información referente a las maderas, me explicó que la madera en la que trabajé sí era frijolillo, que es la madera utilizada para hacer los cajones en donde se vierte el cemento para hacer las vigas y columnas en las construcciones y que por esto es una madera que suele venir dañada, con partes podridas o con picaduras de gorgojo, expresó su disposición para que escogiera las tablas que quisiera de su bodega en búsqueda de las que no estuvieran dañadas pero me advirtió que muy probablemente varias saldrían con imperfecciones en la mitad. En cuestión de "maderas ordinarias" como él las llamaba me aconsejó el Chingalé, que tiene características similares al frijolillo pero las tablas no suelen venir dañadas ni con defectos, "es madera que se deja moldear mejor", se suele utilizar para hacer listones muy similares (a mi parecer) a los palos de balsa con los que se elaboran las maquetas pero un poco más resistentes. sin embargo, reparó en que no era una madera muy durable y esta fue la razón por la que no la escogí, teniendo en cuenta que se requiere para ser golpeada constantemente, el valor de estas tablas eran de alrededor de 16.000 pesos con una medida de 290 x 40 x 2 cm aprox. Tanto el frijolillo como el chingalé venían en un grosor aproximado de 2 cm lo que me hacía cuestionar si alcanzarían la afinación en las octavas 2 y 3 que tenían un grosor entre 3 y 2.3 Cm en las marimbas que se están tomando como referencia.

En medio de la charla surgió el nombre de la madera Sapán y el vendedor demostró su interés por esta madera expresando que la consideraba una gran madera en cuanto a fortaleza y durabilidad, el bloque tenía un valor de 100.000 pesos colombianos aproximadamente y saldrían alrededor de 3 tablas de un bloque. El valor de la tabla estaba alrededor de los 33.000 pesos colombianos que es el doble del valor de las maderas ordinarias pero teniendo en cuenta la mejoría en la calidad del material lo consideré como una muy buena opción. El inconveniente se encontraba en que las marimbas que he escuchado cuyo teclado está construido en sapán no suelen tener una muy buena resonancia o afinación, además de esto solo lo vendían por bloques y esto ocasiona que la madera esté muy húmeda y trabajarla en esta condición puede provocar que a futuro se tuerza, raje o pierda afinación, es por estos motivos que no escogí la madera sapán para la construcción del teclado. Al lado del chingalé había una tabla que me llamó la atención así que le pregunté qué madera era y me explicó que se trataba de pino, a su vez me dijo que el pino es la madera más económica después de las ordinarias pero que su calidad era muy superior, los inconvenientes que presentaba era que las tablas de pino traen muchos nudos y que era posible que se rajaran al momento de cortarlas, el valor de una tabla de 300x40x3 cm aprox. era de 26.000 y de una tabla de 250x40x3 cm aprox. era de 16.000. Los aspectos en contra de la madera es la posibilidad de rajarse en el proceso de cortado y la cantidad de nudos que presenta y me hace cuestionar cómo afectan al sonido, los aspectos que tiene a favor es que es durable y económica entre las maderas de mayor calidad que las

“ordinarias” y que tenían tablas de hasta 4 cm de espesor, es por estas razones que esta fue la madera que escogí para elaborar el teclado de la marimba de práctica.

Hacer las cuentas de cuantas tablas de pino necesitaría para construir el teclado fue complicado debido a que todas las tablas tienen medidas diferentes así que después de aproximadamente veinte minutos intentando calcular decidí que necesitaría alrededor de cinco tablas, dos de 300x40x 2cm y tres de 250x40x3cm por un valor aproximado de 100.000 pesos colombianos - todos los valores están aproximados porque no todas las tablas miden lo mismo y por consecuencia tienen valores diferentes - sin embargo en el depósito tenían unos retazos de trabajos anteriores en donde se encontraban dos paquetes de madera de 2cm con diferentes medidas de ancho y largo y un paquete de tablas de 4 cm de espesor, de igual manera con diferentes medidas en ancho y largo. Los paquetes de 2 cm tenían un valor de 15.000 pesos colombianos cada uno y el paquete de 4 cm tenía un valor de 25.000 pesos colombianos. Según las cuentas realizadas los retazos más una tabla de 250 x 3 cm sería suficiente material para poder construir todo el teclado así que eso compré por un valor de 50.000 pesos colombianos, adicional a este valor pagué 3.000 pesos para que cepillaran las tablas de 4cm dejándolas de 3 cm ya que 4 era muy grueso y desbastar 1 cm de madera con lija en las aproximadamente 24 placas requiere de mucho esfuerzo y tiempo, de esta manera toda la madera salió por 53.000 pesos.

Mi cuñado ofreció prestarme su taller para el corte de la madera así que después de la compra de la madera del teclado y teniendo un lugar en donde procesarla dí inicio a la fabricación del mismo cortando la madera a la medida de las placas, algunas las corté con serrucho por la facilidad de trabajarlos con trozos de madera más grandes y las partes más pequeñas las corté con una sierra de banco por su facilidad y precisión en el corte.



Como no todas las tablas tenían una misma medida decidí ir cortando las placas que cabían en cada tabla dependiendo de su tamaño y para llevar conteo de qué placas ya había cortado realicé una simple tabla con las cinco octavas escritas en donde marcaba cada tabla que iba siendo cortada.

C2 ✓	C3	C4 ✓	C5	C6 ✓	C7 ✓
C#	C#	C# ✓	C#	C# ✓	C# ✓
D	D	D ✓	D ✓	D ✓	D ✓
D#	D#	D# ✓	D#	D# ✓	D# ✓
E	E	E ✓	E	E ✓	E ✓
F	F	F ✓	F	F ✓	F ✓
F#	F#	F# ✓	F#	F# ✓	F# ✓
G	G	G ✓	G	G ✓	G ✓
G#	G#	G# ✓	G#	G# ✓	G# ✓
A	A	A ✓	A ✓	A ✓	A ✓
A#	A#	A# ✓	A# ✓	A# ✓	A# ✓
B	B	B ✓	B ✓	B ✓	B ✓

Sin embargo desconozco la razón por la que algunas tablas quedaron con las medidas erróneas así que tuve que re-assignarles una nueva nota; este proceso me tardó bastante tiempo. En el primer día de corte alcancé a cortar 25 tablas de 2cm de espesor y una de 3cm de espesor, aún me faltan 41 tablas siendo su mayoría de 3 cm que consumen un poco más de tiempo.

28/03/24

Hoy empecé a cortar las tablas restantes a las doce del mediodía, expliqué a mi papá y hermano la manera en la que sacaba las placas de cada tabla y ellos medían mientras yo cortaba; por esto, el proceso de corte de las placas fue mucho más rápido.



A las 6 pm ya habíamos terminado de cortar todas las tablas y notamos que la madera no alcanzó, nos faltaron cuatro placas de la octava 5. Debido a la larga distancia que debía recorrer para ir al taller, el tiempo que esto me conllevaba y teniendo en cuenta que las placas de la octava 5 no son muy grandes decidí que esas cuatro placas las cortarí en casa de mis padres con serrucho, así que empaqué todas las placas ya cortadas y las llevé para la casa de mis padres en donde continuaré con la fabricación de la marimba de práctica.

29/03/24

Teniendo la mayoría de las placas cortadas me dispongo a iniciar con el proceso de afinación y me pregunto si el lijado y el tratamiento que se le pueda realizar a la madera como aplicar tintas o lacas pueden afectar su afinación, es por eso que decido primero lijarla y aplicar algún tratamiento a la madera. La mayoría de las personas realizan el desbaste de la zona inferior de la placa con una lijadora de banco, pero como no cuento con una utilizaré formones para hacer este desgaste en la placa. Como nunca antes he utilizado un formón dedico parte del día a buscar tutoriales en internet respecto a la utilización de esta herramienta, otra parte del día la utilizo para establecer la metodología que aplicaré en la afinación de la marimba de práctica y utilizo las últimas horas del día para hacer una prueba de lijado de las tablas. Como parte de mi interés es comprobar si un estudiante de percusión puede fabricar su propia marimba de estudio sin necesidad de herramientas que no son comunes en las casas y que requieren de una inversión alta para ser adquiridas, probé cuánto tiempo tardaba y si era posible lijar a mano la placa B2. Dentro del proceso de lijado de la placa se incluye redondear los bordes. Tardé alrededor de 55 minutos lijando la placa y este es el resultado

Placa B2 antes de ser lijada a mano. Placa B2 después de ser lijada a mano





Considero que aunque es un proceso que toma bastante tiempo es posible de conseguir con resultados bastante buenos.

Luego de realizar la prueba de lijado a mano proseguí a lijar con una lijadora eléctrica rotorbital y el tiempo disminuyó considerablemente tardando en promedio 30 min en cada placa de la octava 2. Luego de lijar las primeras tablas me entra la duda de si el pino resuena lo suficiente porque aunque aún falta abrir el boquete inferior la sonoridad que tiene es bastante seca además de sonar muy agudo para la nota que debería alcanzar. Puede escuchar la placa destinada para el B2 dando [click aquí](#).

1/Abril/24

Hoy continué con el proceso de lijado de las placas, el tiempo de lijado ha disminuido en parte porque ya no estoy lijando el centro de la parte inferior de la placa debido a que en el proceso de afinación será removido

Adicional a esto creo que domino mejor la maquina y he ido creando una secuencia para el lijado:

1. Observo la placa y escojo cuál será la parte superior teniendo en cuenta si hay alguna raja o nudo que deba ser removido en el proceso de afinación; la cara con la raja o el nudo será la parte inferior.
2. Lijo la totalidad de la cara superior.
3. Lijo las esquinas de la cara inferior.
4. Lijo las dos caras de los bordes .
5. Redondeo los bordes de la que será la cara frontal y los laterales superiores.

Al inicio intentaba dejar redondeado en un solo paso el borde pero tardaba más tiempo y era más difícil dejar un resultado homogéneo en las superficies redondeadas, así que, decidí hacerlo en dos pasos que me han dado mejor resultado. El primero es desbastar las esquinas con una línea recta sin importar que queden ángulos marcados, el segundo es redondear esos ángulos pasando la lijadora con movimientos circulares obteniendo así los bordes redondeados más parejos y fáciles.

En el proceso de lijado de las tablas de la octava 2 tuve el inconveniente de encontrar en la placa correspondiente al Sol 2 dos rajadas bastante pronunciadas, no sé si se rajó en los tres días que lleva guardada o si no las ví al momento de cortarla. La aparición de estas dos rajadas aumenta mi preocupación respecto a la pertinencia del pino para la fabricación del teclado.

Placa G2 Rajada



De igual manera la placa designada al C2 presenta rajadas bastante profundas, esperaré que no aparezcan más rajadas en lo que resta del proceso de lijado de las placas y veré cómo afectan al sonido luego del proceso de afinación.

Finalizando el día terminé de lijar las 10 placas de la octava 2 con un promedio de 15 minutos por placa, teniendo en cuenta que a medida que aumenta la octava las placas son más pequeñas el tiempo de lijado de las placas restantes debería ser significativamente inferior.

2 de abril

Hoy tomé las medidas de la base del teclado de la marimba Anderpav así como de la marimba Yamaha de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, de igual forma volví a medir la afinación de la marimba Anderpav pero esta vez con el afinador configurado en A4=442 Hz y aunque sigue estando en general un poco alta el desfase se disminuye.

4 de abril

Continuando con el lijado de las placas caigo en cuenta de que las placas quedarán más pequeñas porque no tuve en cuenta el desgaste que sufren en el lijado, sobre todo si hablamos de placas que tienen grandes imperfecciones o marcas como la siguiente

Marca de sierra de banco



Por esto recomiendo dejar las placas aproximadamente dos milímetros más anchas a la hora de cortarlas.

Hoy terminé de lijar la octava tres y llegué hasta la placa del F# 4, en estas dos octavas el promedio de tiempo que tardo por placa es de 15 minutos, a diferencia de lo que pensaba las placas de la octava tres no tardaron menos tiempo en ser lijadas porque pulir las imperfecciones es lo que consume más tiempo independientemente del tamaño de la placa. Algunas de las placas tienen rajaduras que calculo que podrán ser quitadas al realizar el arco en el proceso de afinación de la placa.

Raja parte inferior placa



Fuí a comprar el formón en la tienda de cadena Easy del centro comercial centro mayor y conseguí un paquete de tres (de 13, 19 y 25 mm) por un valor de 29.990 pesos colombianos, sin embargo, a la hora de pagar se realizó un descuento y pagué 20.950 por los tres formones

Factura kit de formones



Formones de 25, 19 y 13 mm



Terminando el día utilicé los residuos de la madera que me sobró de las tablas de dónde corté las placas para fabricar la base en dónde apoyaré las placas para afinarlas rodeando el cuadrante con dos ligas de caucho.

Base para afinar placas



05/04/24

Comencé el proceso de afinación de las placas con una placa rajada con la que realizo todas las pruebas para evitar dañar una de las placas de la marimba siguiendo la recomendación de La Favre. Lo primero que hice fué dividir la placa en 7 partes iguales, de ese modo tengo una región central que es la más sensible al cambio de la nota fundamental de la placa y dos zonas a cada lado de la placa que son más sensibles al cambio de los armónicos de la placa, sin embargo, no cuento con una herramienta lo suficientemente sensible al sonido como para poder afinar los armónicos, sino que utilizo una aplicación para celular, por ende, no afinaré los armónicos sino simplemente las notas fundamentales de cada placa.

La primera prueba que hice fue comprobar qué tanto bajaba la altura de la placa si quitaba aproximadamente un milímetro de madera de la zona central de la placa y el resultado fue el siguiente.

en la medición que se realizó antes de desbastar la placa la altura resultante fue cercano a Mib5



Luego de desbastar el milímetro en el centro la nota bajó casi tono y medio llegando arriba de C5

Medición aplicación afinador

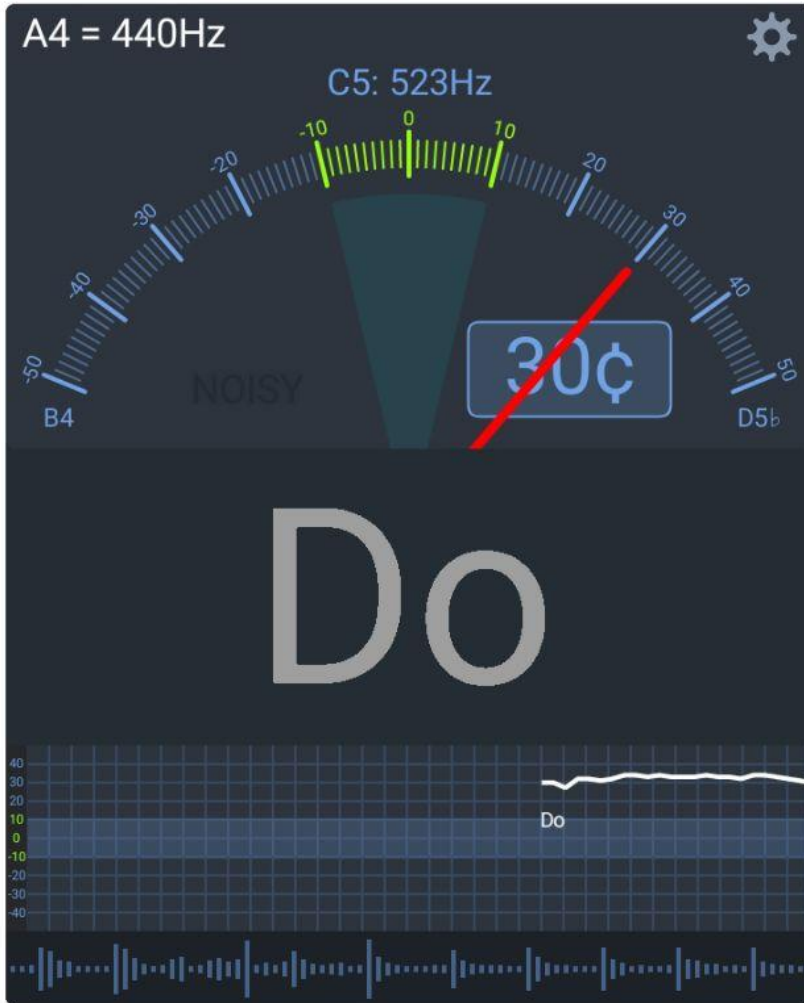
6:28 AM       72




Afinador

 REC

$\text{♩} = 80$



 00:00 - 00:00



mercado libre

ÚLTIMOS DÍAS

ABRIL, ¡PROMOS MIL!

HASTA 45% OFF

ENMOS

EN LOS 30 DÍAS SIGUIENTES

Aplicar hasta el 31 de mayo de 2020 en compras por menos de \$1.000.000. Ver condiciones de uso en [www.mercadolibre.com.ar/condiciones-de-uso](#)



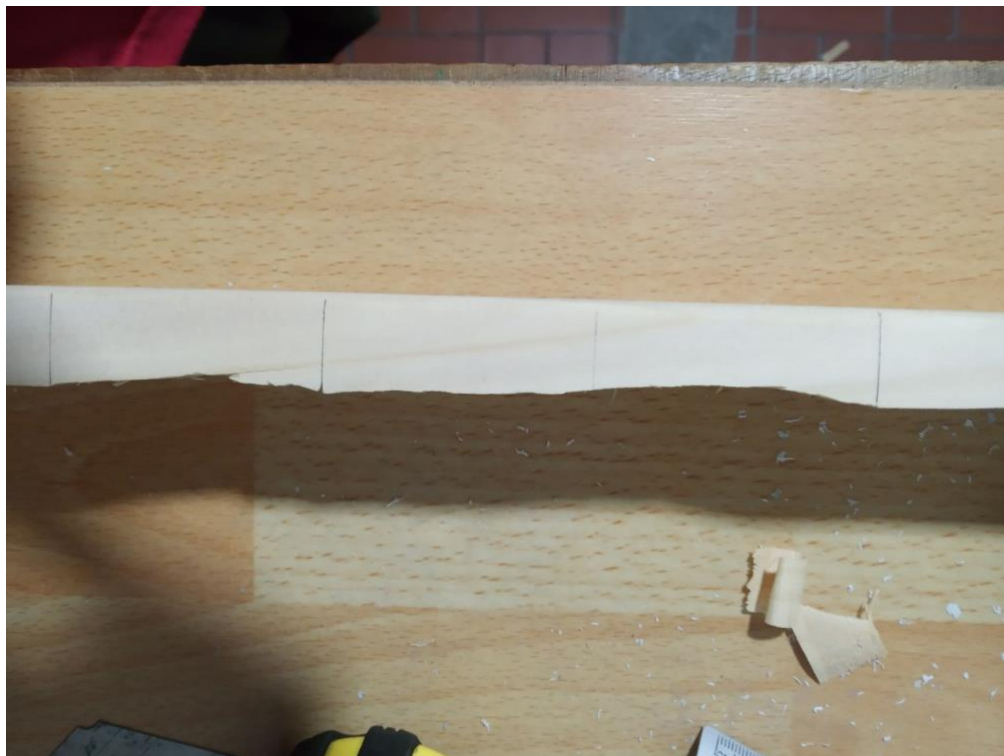
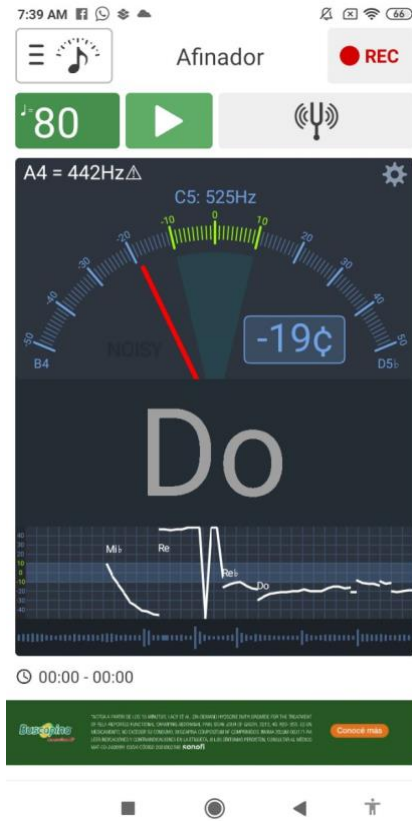
Sin embargo al desgastar los laterales de la placa el resultado no es el mismo, luego de desbastar en cada uno de los laterales de la placa aproximadamente un milímetro la nota no alcanzó a bajar ni medio tono terminando un poco abajo del C5

Medición aplicación afinador

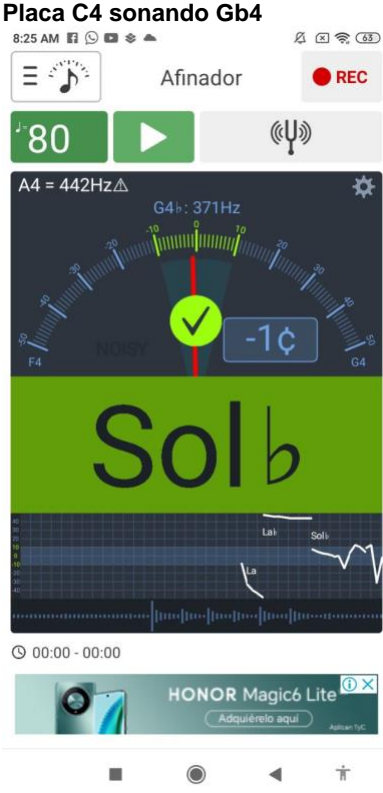


Luego de realizada esta prueba empecé a afinar la placa correspondiente a la nota C4. En la primer medición la placa estaba cercana a un Eb5 así que realicé un primer desbaste en donde quite una cantidad considerable de material tanto en el centro como en las zonas laterales llegando a un C5 y la placa se veía de la siguiente manera

Placa C4 sonando C5



La siguiente medición fue un Gb 4



La última medición con desbastes grandes llevó la placa a Eb4

Placa C4 sonando Eb4



Desde este punto realicé desbastes mucho más pequeños revisando constantemente la afinación para evitar llegar a una nota más baja que C4 y perder la placa, dejé la placa un poco alta para evitar que futuros procesos afecten su nota y sea imposible devolverla a la nota.

Los procesos restantes de las placas son sellar la madera y abrir el orificio por donde pasará el cordón para sostenerlas. Abrir los huecos para pasar el cordón es una tarea complicada sin un taladro de árbol el cuál no tengo, así que decidí que no abriré huecos a las placas sino que las sostendré utilizando el mismo sistema que utilizan las marimbas de chonta que rodean cada una de las placas con una cuerda; vea el amarrado de las placas dando click aquí. En cuanto al sellado de madera no quería utilizar alguna tintura o laca que cambiara el color de la madera y me preocupaba que pudiera cambiar el sonido de las placas, sin embargo, no sellar las placas las dejaría expuestas al polvo y podría desgastar los golpeadores de lana más de lo común, debido a lo anterior, probé sellar la placa de prueba con una capa de colbón que no cambia el color de la madera y seca muy rápidamente, la única preocupación era que cambiara la afinación de las placas; luego de aplicarla y esperar a que seicara volví a medirla y la afinación bajó considerablemente

Medición de la placa de prueba luego de aplicarle colbón



Pero recordé que la temperatura también cambia la nota de las placas y como se secó al sol la dejé enfriar y volví a medir con un resultado más similar a la afinación anterior a aplicarle el colbón.

Medición de la placa de prueba enfriada



Teniendo esto en cuenta utilizaré el colbón como sellante para las placas.

07/04/24

Inicié el diseño de la base de la marimba de práctica teniendo como objetivo la portabilidad y facilidad para guardar teniendo en cuenta que mide alrededor de dos metros y medio de largo y que en no tengo un espacio un espacio en la casa en donde la pueda ubicar permanentemente.

Lo primero fue escoger el material de la base. Podría ser metálica pero el costo del material y mi falta de conocimiento y herramienta para trabajar este material provocó que lo descartara, así que siendo coherentes con mis capacidades y aprovechando la herramienta de la que dispongo la voy a fabricar en madera.

Además de las limitantes que tengo en cuanto a conocimiento y técnica del trabajo de madera también evidenció la carencia en la habilidad de dibujar porque intenté hacer bocetos de los diseños pero me fue imposible así que tuve que imaginarme los diferentes tipos de bases que pensaba hacer. Esto es un problema no solo por no poder ver lo que pienso antes de fabricarlo sino porque no puedo compartir lo que estoy imaginando.

Pensé en una base con patas retráctiles pero requería de muchos pliegues que terminarían siendo complejos de empalmar y necesitaría de refuerzos para poder sostener el peso del teclado; el problema es que una base rígida ocuparía demasiado espacio.

Después de pensar diferentes formas en las que podría hacer una base que sea fácil de guardar decidí que lo mejor sería hacer una base plana para el teclado que se pueda apoyar

sobre cualquier mesa que ya tenga en la casa, de esa forma ahorro el espacio que ocuparía una mesa extra, pero el solo teclado sigue midiendo dos metros y medio de largo.

Lo primero es hacer por separado la base del teclado diatónico y la del cromático para tener dos bases más delgadas y manejables, luego pensé en separar las bases por la mitad, dejando las octavas dos y tres en una base y cuatro, cinco y seis en otra. De esa manera serían cuatro bases medianas que son más fáciles de guardar, el inconveniente es que no es común tener una mesa de dos metros y medio de largo en dónde ubicarla.

El diseño que estoy pensando hacer es el siguiente:

Dos bases separadas (una para el teclado cromático y otra para el diatónico) con una bisagra en la mitad que le permita doblarse cuando no se esté utilizando pero que sostenga la zona aguda con la gruesa permitiendo ponerla sobre una mesa más pequeña.

Finalicé el proceso de lijado de las tablas sin más novedades y continué con la afinación de las placas.

8/04/2024

Fuí a comprar las maderas que utilizaré para armar la base, 3 listones de pino de aproximadamente 4x4x300 cm. Cada uno por un valor de 8.000 pesos más 2.000 por cortarlos a la mitad

Listones para la construcción de la base



Continué con la afinación de las placas pero el proceso está siendo mucho más desgastante y demorado de lo que presupuestaba, en la octava 4 tardo alrededor de 15 minutos por placa y teniendo en cuenta que son 67 placas tardaría alrededor de 17 horas afinando todo el teclado, sin embargo, hay que tener en cuenta que entre más baja es la octava más grande es la placa y mayor desgaste necesita para alcanzar la nota deseada por lo que el tiempo total de afinado será mucho mayor.

Compré las cosas que me faltaban para armar la base que son las siguientes con sus respectivos precios en pesos colombianos:

- 32 tornillos de 3 pulgadas para madera \$4.000

- 2 brocas de 9/64 \$7.000
- 1 lámina de espuma Eva de 1x1.50 MTS \$35.000
- 2 rollos cáñamo de 50 metros \$10.000
- Pegante de caucho para espuma \$7.500
- 4 bisagras \$12.000
- 2 cajas de armellas x100 \$16.000
- 32 tornillos ¾ de pulgada \$3.200

Al volver a casa terminé de afinar desde C4 hasta C6 dejando todas las placas un poco por encima de la nota deseada para una vez estén listas todas poder afinarlas al tiempo buscando conseguir la mejor afinación que me sea posible.

Desgaste c7



Desgaste C7



9/04/24

Preocupado por el tiempo que me está tomando afinar las placas además del dolor de tendones que estoy sintiendo en los antebrazos por el uso prolongado del formón durante largas sesiones decido pedir prestada una sierra sinfín a un primo para realizar el desgaste de las placas desde B3 hasta C2

Corte del arco de la placa con sierra sinfín



El tiempo y esfuerzo se redujo mucho realizando el corte con la sierra, terminé las 24 placas más grandes en menos de una hora, no corté las placas más pequeñas, las pertenecientes a la octava de C6 a C7 porque supuse que siguiendo el patrón de un arco cada vez más pequeño requerirían de un arco muy pequeño y preciso difícil de lograr con la sierra. Sin embargo no es fácil, al menos para mí que era la primera vez que utilizaba una sierra de éstas, realizar cortes que me permitan ser cuidadoso con la afinación. Esto sumado a que el afinador no funciona bien en este rango de notas bajas me hizo tomar la decisión de realizar un corte que considero menor al que necesito para legar la nota y así posteriormente terminarlo con el formón para poder tener mayor precisión.

Después de haber realizado los arcos de las placas continuó con la fabricación de la base no sin antes ir a comprar un listón más que me hace falta.

Empiezo colocando los listones en el suelo y acomodo encima todas placas como deberían quedar ya finalizada la marimba de práctica para poder tomar las medidas de la base y posteriormente cortar.

Medición de la base



A la hora de comprar los listones procuré buscar los más rectos, sin embargo tienen cierta curva como se puede observar en la anterior imagen, por eso es importante tomarse el tiempo de medir cada placa antes de cortar y unir las diferentes partes de la base. Luego de acomodar las placas tomé las medidas de la base y me dispuse a cortar, unir y poner espuma sobre el borde de las dos bases más agudas de los teclados tanto cromático como diatónico.

Medición parte más ancha de la base aguda de las placas diatónicas



Para que las placas del teclado Cromático estén más altas de las del diatónico utilicé sobrantes de las tablas de dos cm que utilicé para las placas y las usé como cuña, adicionalmente puse goma entre los listones para evitar ruidos de madera contra madera a la hora de golpear el teclado con los masos.

Unión base cromática



Unión base diatónica



10/04/24

Comencé con la afinación de la octava desde C2 hasta B2 y la cantidad de armónicos sumado a la poca resonancia hace muy difícil entender qué nota está sonando y por ende saber si debo bajarla más o si ya está más abajo de lo requerido.

Escuchando las placas me doy cuenta de que antes de empezar a afinar están más bajas que la nota a la que deberían llegar, lo que quiere decir que quité más madera de la necesaria con la sierra sin fin, por lo que me veo obligado a sacar bocados de los extremos de la placa, este procedimiento sube la nota de la placa porque la hace más corta pero daña la calidad del sonido, sin embargo, es la única opción que tengo para poder afinar esta octava, esta misma técnica tuve que utilizarla en múltiples placas de la octava C6 a C7 debido a que las placas estaban muy por debajo de la nota requerida; no sé si sea debido a la naturaleza del pino que en esas medidas no logra la rigidez de otras maderas utilizadas más comúnmente en la fabricación de marimbas y xilófonos que tienen un registro una octava más alto.

Puede escuchar el resultado de la afinación conseguida en esta octava diatónica dando [click aquí](#)

Luego de afinar el teclado diatónico de la octava dos terminé de armar las cuatro partes de la base y las uní con las bisagras. Es importante en el proceso de unión de las partes con los tornillos tener muy fijas las secciones que se estén uniendo, esto porque al entrar el tornillo la madera tiende a moverse y ceder a la presión lo que ocasiona que las uniones queden desajustadas. En el primer intento tuve un descuadre muy grande por lo que tuve que sacar los tornillos e intentar meterlos de nuevo, pero esta vez manteniendo las partes lo más fijas posible,

sin embargo, el empate no quedó del todo recto; puede que la espuma que ha entre las uniones no ayude que el empalme sea más preciso.

Imagen de la unión de las dos mitades



En la imagen anterior también se puede ver como un tornillo se torció y rompió la madera, abrí los huecos con una broca antes de enroscar el tornillo a modo de guía por lo que no estoy seguro de por qué sucedió esto.

Finalizando el día terminé de afinar las placas con un gran resultado en las octavas de C4 a C7 pero con grandes dificultades desde B3 hasta C2 debido a la cantidad de armónicos que suenan en este rango. Para lograr afinar este rango de manera satisfactoria es necesario más estudio del comportamiento sonoro de la madera, por el momento solo puedo llegar a acercamientos armónicos de la nota deseada.

Finalizando el día volví a acomodar las placas en su lugar para poder medir el lugar donde irán las armellas que sujetarán el cáñamo que sostiene las placas para finalmente poner las placas y poder dar por finalizada la marimba.

Acomodación de las placas



Armellas



Sujeción de las placas



El costo total de los materiales utilizados en la fabricación del instrumento es de \$181.700 pesos colombianos. El valor de las herramientas dependerá de las que quiera utilizar cada persona en la construcción del mismo.

Anexo 2 - Cuadro descriptivo

CARACTERÍSTICA	DIARIO DE CAMPO	CONCLUSIONES
<p>Impacto de la escogencia de la madera en el proceso de construcción</p>	<p>El pino fue favorable en varios sentidos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Es una madera que se consigue en la mayoría de depósitos en Bogotá. 2. Su bajo precio se ajustó al presupuesto. 3. Es más fácil de encontrar en tablones de 2 y 3 cm de grosor secos. <p>los inconvenientes que presentan al trabajar con el pino son principalmente dos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La facilidad para rajarse mientras se trabaja. 2. La alta cantidad de nudos que tiene. 	<p>En la búsqueda de información sobre las características de la madera, no se encuentran textos definitorios que permitan la elección de una madera, en función de su calidad para afinación.</p> <p>No es posible comparar el pino utilizado en este proyecto con otras maderas debido a que no hay información académica con la cuál comparar la experiencia de trabajo con esta madera, sin embargo, la alta tendencia a rajarse que presentó la madera durante este proyecto me hace concluir que es una madera que puede hacer perder tiempo y recursos debido a que en medio de cualquiera de los procesos a los que debe ser sometida para la fabricación de las placas puede rajarse.</p> <p>Es importante que la madera escogida no esté húmeda porque al momento de secarse se puede rajarse o doblar.</p> <p>La madera que tiene muchos nudos hace más complejo y exigente el trabajo sobre todo si se realiza con herramientas manuales.</p>
<p>Desafíos de la afinación de las placas</p>	<p>En el proceso de afinación se dificultó debido a que el afinador del celular no logra identificar la nota fundamental entre los armónicos en las octavas 2,3,5 y 6. Este inconveniente con la aplicación de celular hace obligatorio realizar la afinación desde la referencia auditiva o “a</p>	<p>En el proyecto se realizó la afinación por orden de notas a lo largo de las 5 octavas, es decir, primero todos los do, luego todos los do# y de esa manera sucesivamente. Este sistema de afinación trajo bastantes inconvenientes debido a que no poseo un oído muy entrenado y</p>

	oído”.	<p>era fácil confundirme con respecto a las octavas que aunque parece algo fácil se vuelve más complejo por los armónicos.</p> <p>Otro factor que afectó la calidad de la afinación de la marimba fue el tiempo de trabajo seguido. El oído se agota y debido a esto se pierde fiabilidad en la percepción de las alturas.</p>
Las herramientas requeridas y las herramientas disponibles	Todos los procesos descritos en el cuaderno de campo fueron realizados tanto con herramientas manuales como con herramientas eléctricas.	Se puede elaborar con herramientas básicas como serrucho, mazo, destornillador, alicate, lija, bisturí. Si se va a elaborar de esta manera, es necesario hacerlo de manera responsable pues se requerirá tiempo y esfuerzo. La mayoría de procesos podrán hacerse más fáciles y rápidos si el próximo investigador accede a herramientas eléctricas.
Importancia del diseño al crear una marimba	En el proceso de fabricación de la marimba existió un trabajo de planificación, sin embargo, la falta de habilidades para dibujar imposibilitó realizar bocetos o planos del instrumento lo que dificultó la prevención de ciertos errores antes de la construcción.	<p>La planificación del tiempo, el presupuesto, el plan de acción, son herramientas excelentes al iniciar la construcción de una marimba sinfónica de estudio. Esto permitirá conocer anticipadamente, datos como el espacio disponible para construcción, base, entre otros.</p> <p>Otra habilidad de gran ayuda para realizar este trabajo es saber cómo se hacen planos o bocetos.</p>
Necesidad de ajustar las partes del proceso constantemente	A lo largo de la fabricación del instrumento fue necesario modificar procesos y en algunos casos partes fundamentales del instrumento como el soporte de las placas.	La planificación inicial traza una línea de trabajo que deberá modificarse dependiendo de las necesidades imprevistas que aparezcan en el momento del desarrollo del proyecto.
La temperatura en la afinación	Debido a que la afinación se realizó en diferentes días y a diferentes horas se pudo percibir	La temperatura afecta de manera directa la afinación de las placas,

	<p>cómo la temperatura afecta la afinación. El caso más notorio de esto fué la placa de prueba que luego de se dejara secando al sol bajó su afinación casi medio tono y luego de dejarse enfriar volvió a la afinación inicial.</p>	<p>a mayor temperatura más baja será la nota y viceversa.</p>
<p>Dolores durante el proceso de construcción</p>	<p>Al finalizar la construcción del instrumento de práctica se evidenció una alta fatiga mayoritariamente en las extremidades superiores debido al uso prolongado de herramientas manuales.</p>	<p>La utilización de herramientas manuales requiere de un esfuerzo físico bastante alto, por esto, se recomienda hacer pausas para estirar y descansar entre las actividades, además, no trabajar durante tiempos muy prolongados.</p>
<p>Sujeción de las placas</p>	<p>Las placas de las octavas 2 y 3 cambiaban a la afinación al apoyarse sobre la goma eva.</p> <p>Al momento de doblarse la base las placas presentan mucho movimiento.</p>	<p>El agarre utilizado por las marimbas de chonta para sujetar las placas es muy útil debido a que no necesita de maquinaria para hacerse. Sin embargo, trae complicaciones en la afinación y portabilidad del instrumento.</p>
<p>Mueble</p>	<p>El sistema de pliegue funciona bien.</p> <p>Las gomas entre los listones de las bases producen movimiento excesivo en el mueble.</p>	<p>La utilización de la goma eva entre los listones de el mueble produce inestabilidad en la estructura.</p>

Anexo 3 - Lista de materiales y herramientas

Herramientas

1. Formón / sierra sinfín
2. Mazo de goma
3. Alicates
4. Banco de mesa
5. Serrucho / sierra circular
6. Lijas #80 / lijadora rotorbital
7. Regla
8. Escuadra
9. Destornillador
10. Taladro
11. Aguja
12. Lápiz

Materiales:

En el caso de los materiales se realiza un aproximado debido a la alta posibilidad de pérdida de material por daños causados en el proceso de construcción.

1. 1.5 Mts 2 de la madera de 2cm de grosor (madera del teclado)
2. 1.0 Mts 2 de madera de 3 cm de grosor (madera del teclado)
3. 13.5 Mts de tiras de goma eva de 4 cm de ancho
4. 13.5 Mts de listones de madera de 4x4x4 (para el soporte de las placas)
5. 160 armellas
6. 8 tornillos para madera de 3"
7. 8 tornillos para madera de 4"
8. Colbón
9. 50 Mts cáñamo