



MANUAL DE

CONSTRUCCIÓN Y PROTOTIPADO

Sistema de Luthería Escolar por Indagación STEAM

Proyecto: **Sonidos de mi territorio**

Preservación del patrimonio musical de los Montes de María

Autores:

Enelis María Gómez Narváez

Javier Felipe Tovar Hoyos

Diego Andrés Chitiva Méndez

Maestría en Educación STEM para el Desarrollo Social

Universidad Santo Tomás

Lista de Materiales y Apropiación del Entorno

La arquitectura de este sistema de luthería prioriza materias primas de bajo costo, accesibles y sostenibles en el entorno rural:

Cuerpos resonadores: Tubos de Policloruro de vinilo (PVC) de alta densidad y maderas locales recuperadas. Garantizan durabilidad frente a la exposición climática rural.

Membranas elásticas: Plástico de Poli tereftalato de etileno (PET) termo encogible. Sustituye temporalmente el cuero animal, ofreciendo alta resistencia a la fatiga mecánica por percusión.

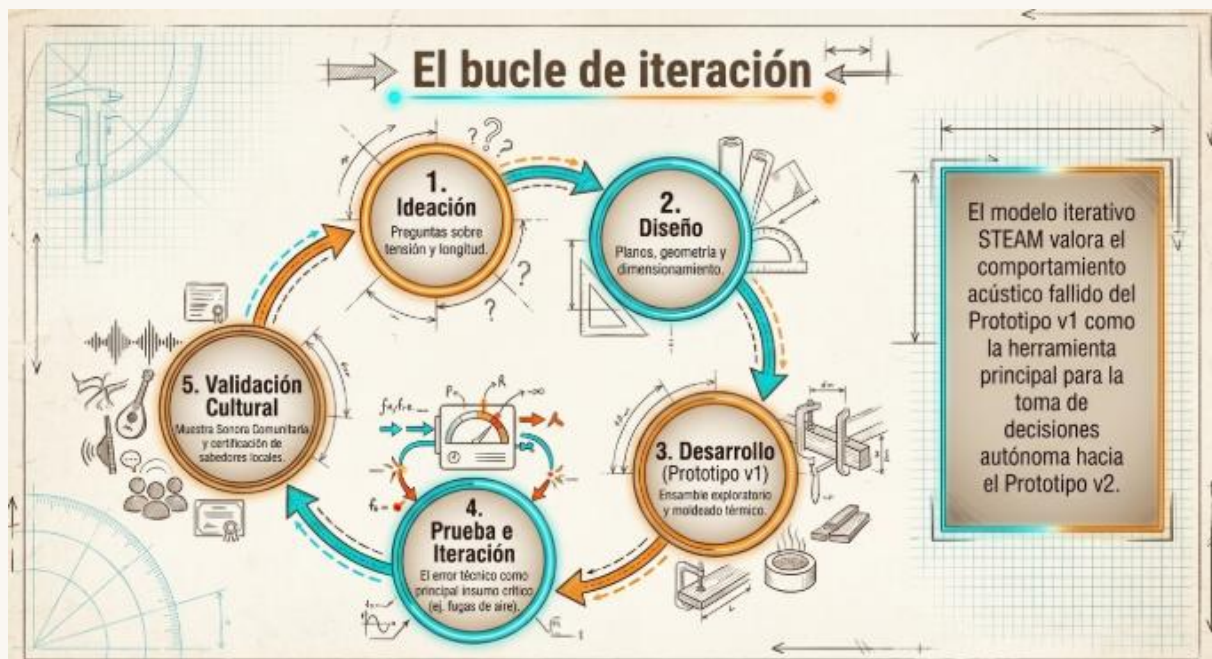
Masas internas (Idiófonos): Semillas secas locales, específicamente "Chirilla", para la modificación del volumen acústico.

Sistemas de tensión: Cordones y cuerdas sintéticas, adhesivos acústicos y cuñas de madera para el ajuste fino de la afinación.

Herramientas de taller escolar: Sierras de mano, cintas métricas, calibradores y fuentes de calor controladas (para el termo encogido del PET).



Ciclo de Ingeniería Escolar Adaptado



La construcción se desarrolla mediante un modelo iterativo que valora el error técnico como el principal insumo para el aprendizaje crítico y la toma de decisiones autónoma:

Fase de Ideación y Fundamentación: Identificar las tensiones acústicas del entorno. El estudiante formula preguntas de indagación sobre las variables físicas (ej. "¿Qué pasa si cambiamos la longitud del tubo sonoro o la tensión del plástico?").

Fase de Diseño y Medición: Trasladar el pensamiento abstracto a representaciones tangibles. Elaborar bocetos técnicos integrando principios de geometría, dimensionando los tubos de PVC y preparando el PET.

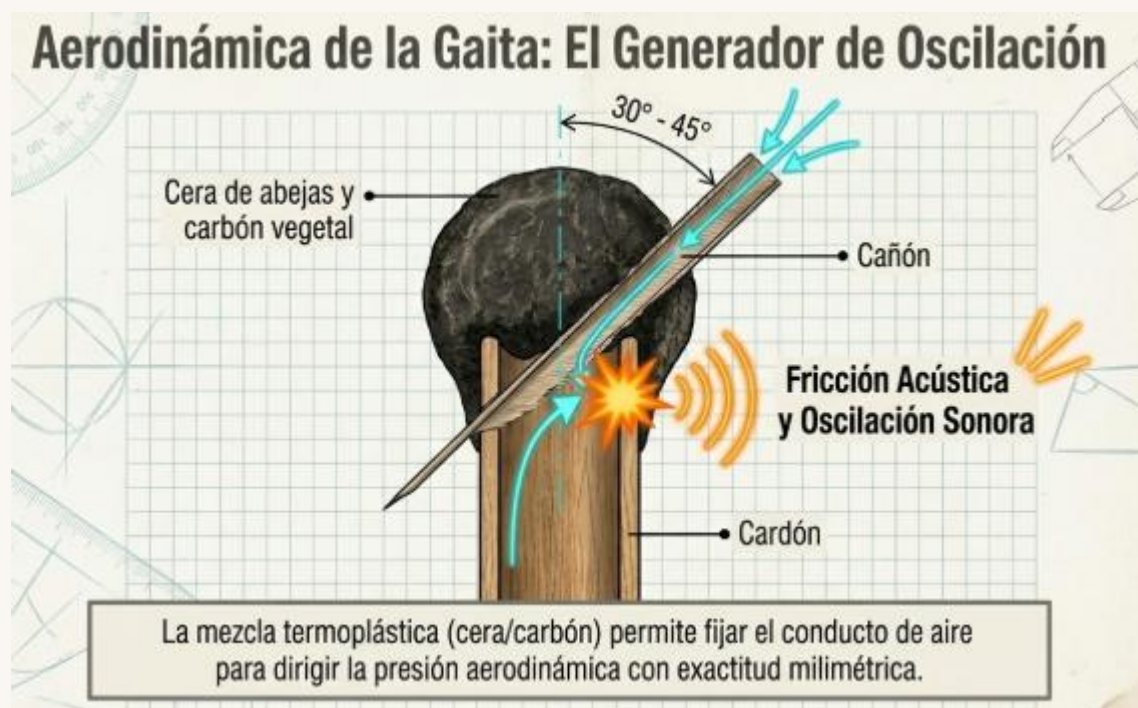
Fase de Desarrollo (Prototipo v1 - Exploratorio): Realizar el primer ensamble colaborativo. Aplicar calor al PET sobre los bordes del PVC para lograr el moldeado térmico e instalar los primeros cordones de tensión.

Material	Especificación STEAM / Uso
Cardón (tubo principal)	Aprox. 70-80 cm de largo. Debe estar completamente seco (física de materiales).
Cera de abejas y carbón vegetal	Mezcla termoplástica natural para la cabeza de la gaita.
Cañón de pluma (pato o pavo)	Conducto del aire (boquilla). Define la presión aerodinámica.

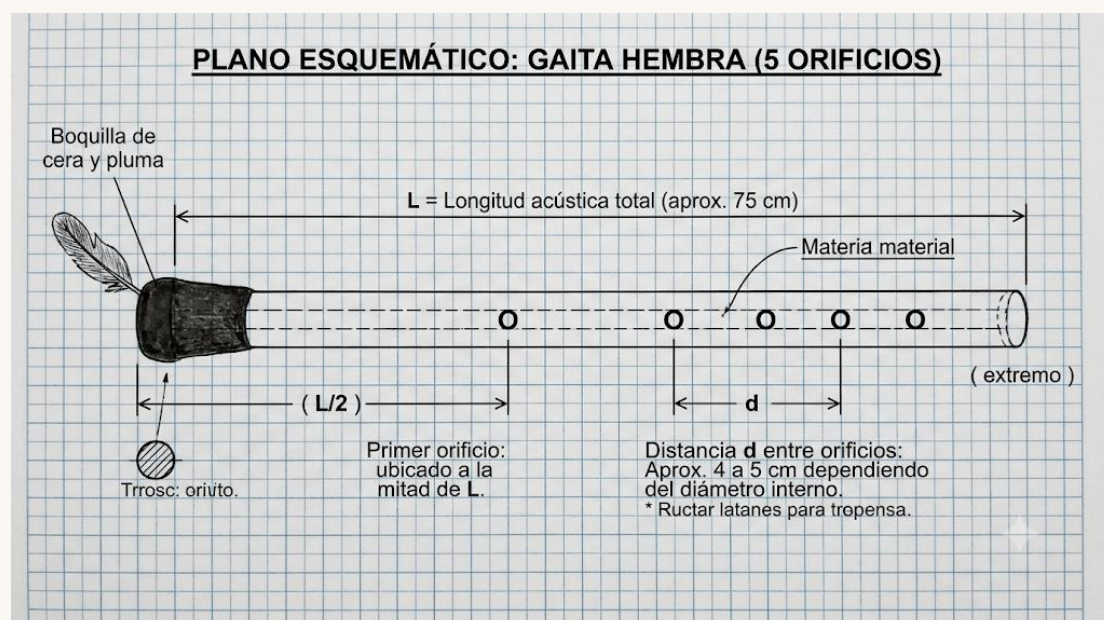
Limpieza del cardón: Extraer el interior blando hasta dejar un tubo hueco y liso, reduciendo la fricción acústica interna.

Preparación de la cabeza: Derretir la cera de abejas y mezclarla con polvo de carbón vegetal para endurecerla. Modelar sobre uno de los extremos.

Inserción del cañón: Atravesar la cera fresca con la pluma en un ángulo agudo (aprox. 30° - 45°) para dirigir el flujo de aire hacia el borde cortante del tubo, generando la oscilación sonora.



Medición y perforación: Utilizando el plano acústico, medir y marcar la posición de los orificios. Para la hembra son 5 orificios; para el macho, 2. Perforar con un hierro caliente.



Pruebas y ajustes: Soplar y comprobar la resonancia. Si el sonido es muy grave, ensanchar ligeramente los orificios (ajuste de frecuencia).

El Taller de Ensamble y Afinado

Reglas de Calibración:

- Macho = 2 orificios / Hembra = 5 orificios.
- **Ajuste iterativo:** Si la resonancia es demasiado grave durante la prueba, se ensanchan los orificios con hierro caliente para elevar la frecuencia.

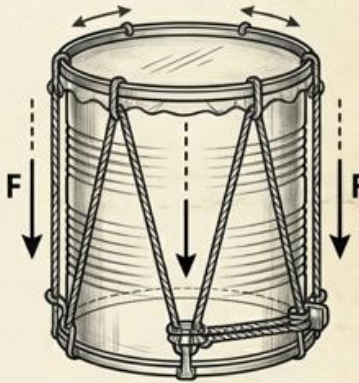


Limpieza del Cardón:
Extracción del interior blando para reducir la fricción acústica interna.

Cálculo de Orificios: La distancia de perforación es una función matemática de la longitud útil del tubo.

Tambor Llamador y Tambora

Membranófonos



Variable: Tensión de membrana.

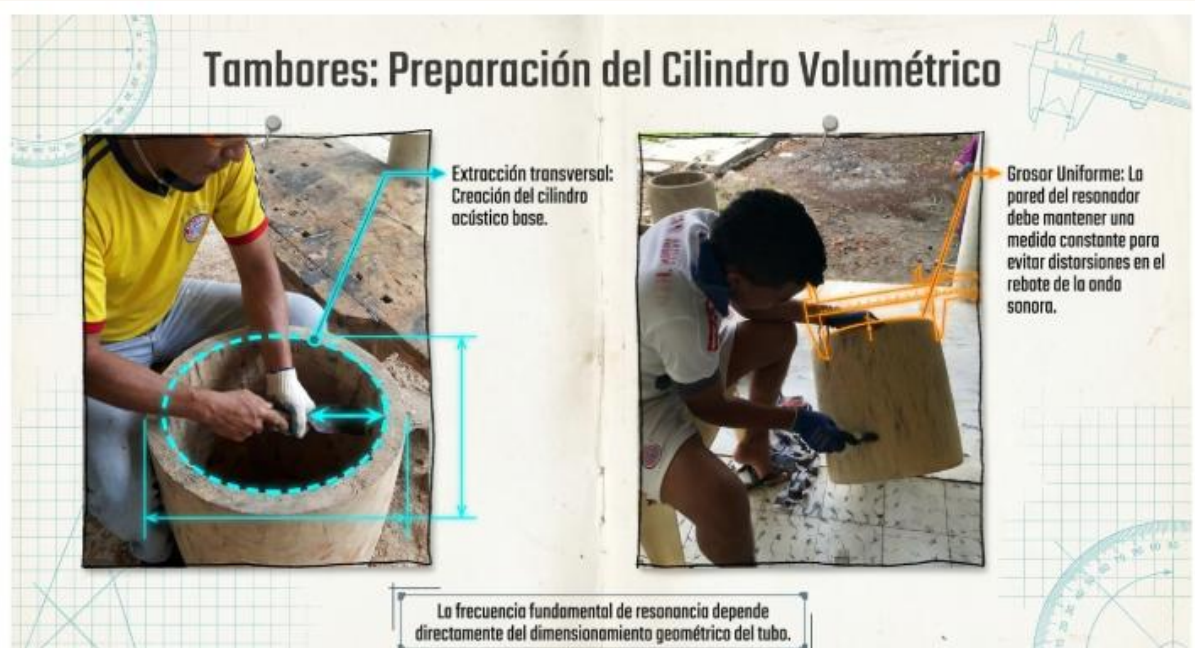
Principio: La calibración de la tensión afecta directamente la altura del sonido y la frecuencia de resonancia.

Instrumentos membranófonos. La frecuencia fundamental de la membrana circular se modela determinando la relación entre la tensión aplicada al parche, la densidad superficial del material y el radio del tubo.

Material	Especificación STEAM / Uso
Tronco de madera o PVC	Cilindro ahuecado o tubo de alta densidad. Resonador (Dimensiones variables).
Cuero curtido o PET	Membrana de resonancia. Requiere preparación para flexibilidad.
Aros de bejuco y cuerdas (pita)	Sistema de tensión mecánica cruzada.
Cuñas de madera	Ajuste fino de la tensión.

Esquema de Tensión Cruzada: Se proyecta un patrón en "V" o zig-zag alrededor del cilindro que distribuye la fuerza aplicada uniformemente sobre el área de la membrana. Al manipular iterativamente esta tensión mediante el acortamiento de las cuerdas o las cuñas, se elimina la inestabilidad tonal y se eleva el brillo tímbrico.

Ahuecado / Preparación del resonador: Vaciar la madera o cortar el PVC garantizando que el grosor de la pared sea uniforme para evitar distorsiones.



Preparación de la membrana: Remojar el cuero o alistar el PET para facilitar el moldeado.

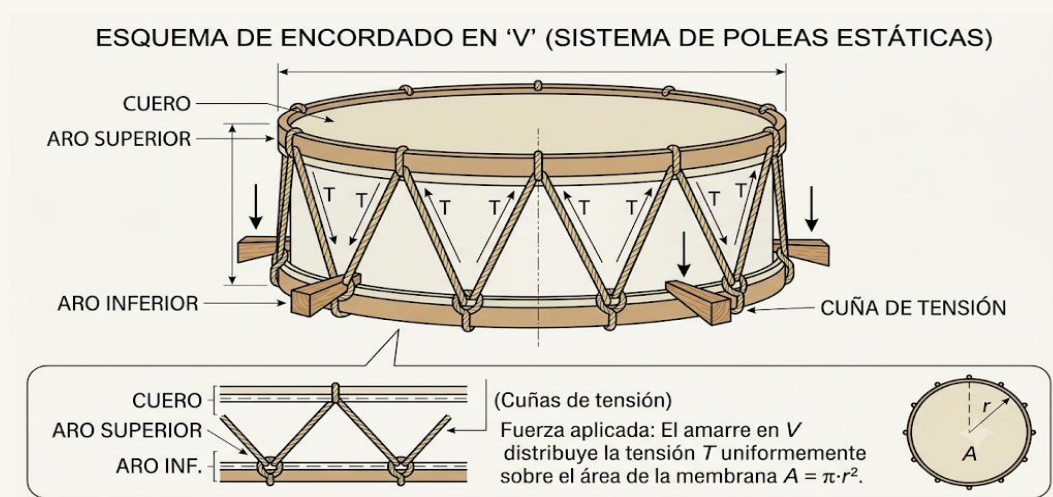


Ensamblaje de los aros: Fijar la membrana sobre el parche superior utilizando un aro interno y uno externo de fijación.

Encordado: Pasar la cuerda en forma de "V" o zig-zag entre el aro superior y el inferior.



Tensado (Calibración): Insertar cuñas de madera y golpear hacia abajo para incrementar la tensión geométrica, elevando el tono del tambor.



Maracas Tradicionales (Idiófonos)



El volumen acústico y el timbre son definidos por la cantidad y masa de los elementos percusivos en relación con el volumen de la caja de resonancia. Se calcula el volumen interno del cuerpo geométrico vacío para determinar la proporción exacta de masa necesaria, evitando la saturación acústica y garantizando un nivel de decibelios armónico.



Material	Proceso de Construcción (STEAM)
Frutos de Totumo (Crescentia cujete)	Selección y secado: Elegir totumos esféricos. Perforar la base y extraer la pulpa. Hervir y secar al sol para curar la corteza (endurecimiento estructural).
Semillas secas (Achira, capacho, chirilla)	Calibración sonora: Introducir semillas. La relación volumen interno vs. cantidad de semillas (aprox. 1/3 del volumen) determina el brillo del sonido.
Mango de madera	Ensamblaje: Tallar un cilindro de madera que atraviese diametralmente el totumo. Sellar las juntas para evitar la pérdida de energía acústica.

Idiófonos de sacudimiento. El volumen acústico y el timbre son definidos por la cantidad y masa de los elementos percusivos en relación con el volumen de la caja de resonancia.

