# R.I.V Ruido In_Visible: Traductor Cimático

David Nicolas Ruales Pianda

Programa de Diseño Gráfico, Facultad de Arquitectura y Bellas Artes, Universidad CESMAG

**Nota del autor**

El presente Trabajo de Grado tiene como propósito cumplir el requisito exigido para optar al título de pregrado como Diseñador Gráfico en la Universidad CESMAG.

La correspondencia referente a este trabajo debe dirigirse al Programa de Diseño Gráfico de la Universidad CESMAG. Correo electrónico: disenografico@unicesmag.edu.co

# R.I.V Ruido In_Visible: Traductor Cimático

David Nicolas Ruales Pianda

Programa de Diseño Gráfico, Facultad de Arquitectura y Bellas Artes, Universidad CESMAG

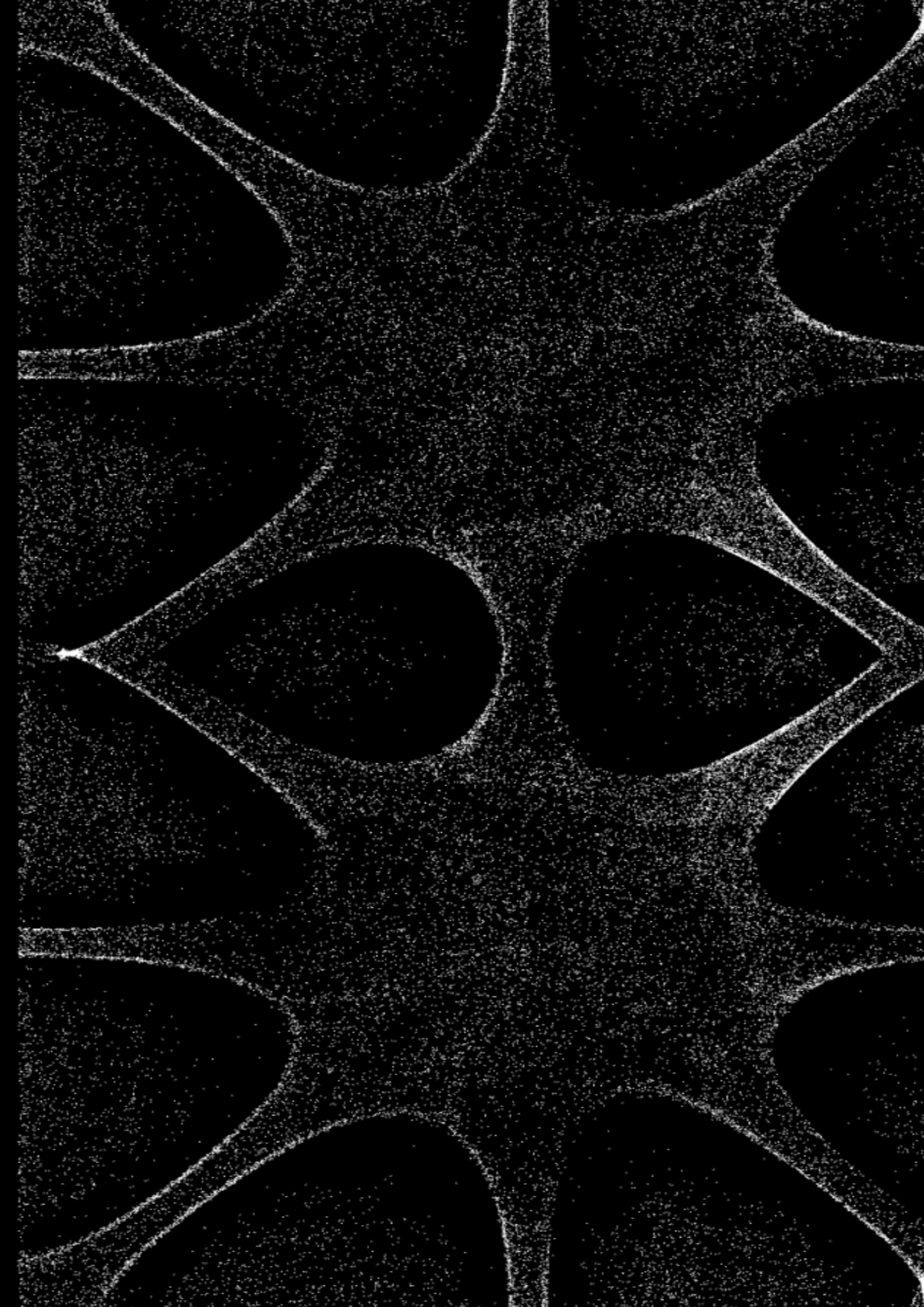
Asesor: Wilmer Zambrano

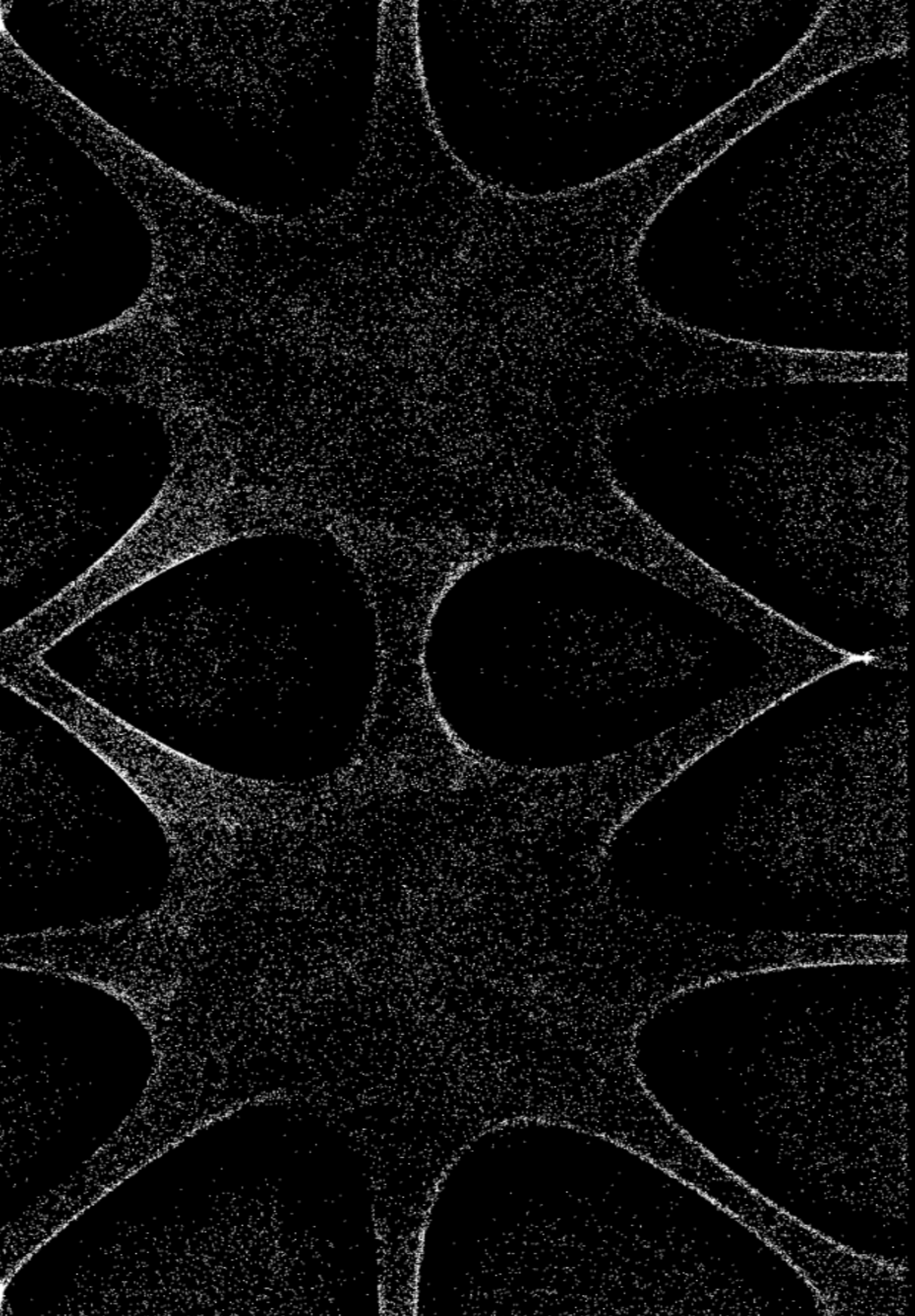
29 de octubre de 2026




# R.I.V

## Ruido In_Visible





Ruido In_Visible
Por: David Nicolas Ruales Pianda, 2024
1ra ed.
ISBN ##########
SONIDO; DISEÑO INTERACTIVO; CIMATICA; COLOMBIA; PASTO;
TOUCHDESIGNER

Nota de Responsabilidad

Este trabajo de tesis fue desarrollado por David Nicolas Ruales Pianda bajo la orientación y supervisión de Daniel Jojoa, quien brindó apoyo en la revisión y dirección metodológica del proyecto. La responsabilidad de los contenidos, análisis y conclusiones aquí presentadas recae exclusivamente en el autor.

Ruido In_Visible
Trabajo de Grado
David Nicolas Ruales Pianda

Asesor: Wilmer Zambrano

Deseño e Investigación por Nicolas Ruales
© Nikolas_Ruales
Todos los derechos Reservados

© Diseño de Portada , por Nicolas Ruales
© Diseño de Contraportada , por Nicolas Ruales
untalmono@gmail.com

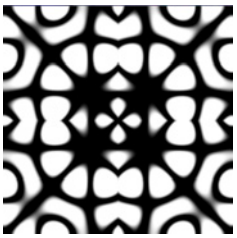
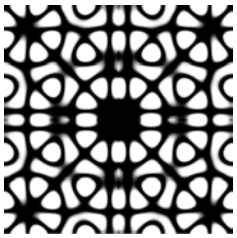
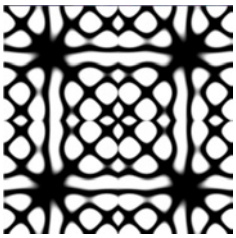
Universidad CESMAG
Facultad de Arquitectura y Bellas Artes

# Dedicatoria

A mi familia, que me enseña a vibrar en sintonía con el latido del universo, este trabajo es para ustedes. Así como el sonido se transforma en patrones que revelan la belleza oculta, su amor y apoyo han tejido en mi vida una red invisible que me sostiene y me inspira cada día.

En el delicado equilibrio entre el cuerpo y el alma, donde los gestos y palabras son como ondas que dan forma a mi mundo, encuentro la conexión que como familia compartimos. Cada abrazo, cada mirada, resuena como una melodía que trasciende lo visible, y me configura desde lo más profundo de mi ser.

Este trabajo, nacido del diálogo entre el sonido y la imagen, es un pequeño homenaje a esa energía que compartimos, a esas frecuencias de amor que nos envuelven, invisibles pero siempre presentes, como un eco eterno de lo que realmente importa.

# Agradecimientos

Quiero tomar un momento para agradecerme a mí mismo.

Gracias a mí por creer en esta visión desde el primer día. Gracias a mí por cada hora dedicada, por cada idea que se convirtió en realidad, y por no rendirme cuando el camino se puso difícil.

Me agradezco por la paciencia, por las noches sin dormir y por mantener el foco en el objetivo. Por cada paso dado, por cada obstáculo superado y por mantener la pasión encendida a lo largo del proceso.

Gracias a mí por cultivar el amor propio, esa fuerza interna que me impulsa y me sostiene. Al igual que las ondas sonoras que transforman lo invisible en patrones de belleza, mi amor por mí mismo ha moldeado cada parte de este proyecto, dándole forma, propósito y significado.

Gracias a mí por ser curioso, por buscar siempre más allá de lo evidente, y por llevar este proyecto hasta el final con determinación.

Finalmente, me agradezco por ser yo, por confiar en mis capacidades, por darme el espacio para crecer, para aprender y para ser siempre fiel a lo que soy. Este trabajo es un reflejo de mi esfuerzo, de mi amor propio, y de mi capacidad para transformar cada desafío en una obra de arte. Por eso, me doy las gracias.

# Resumen

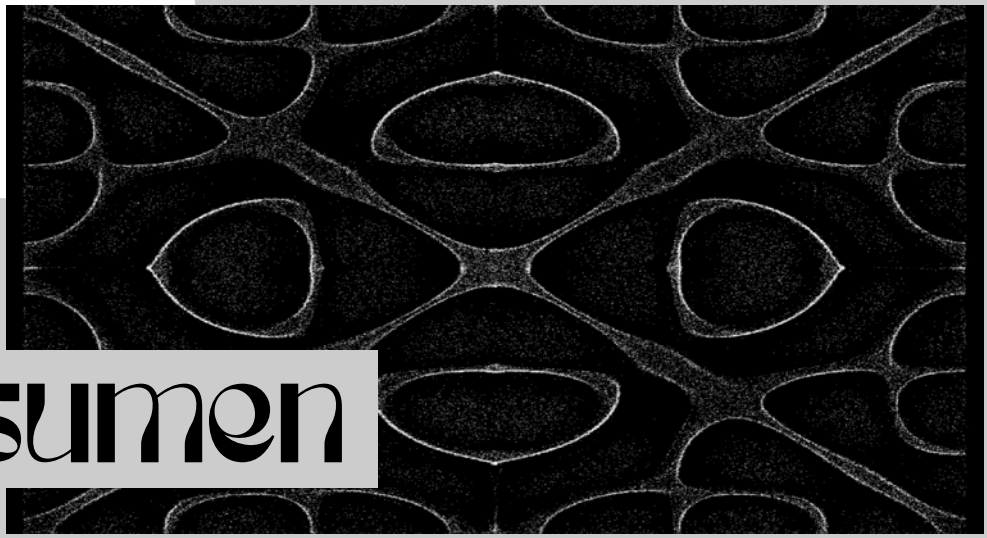


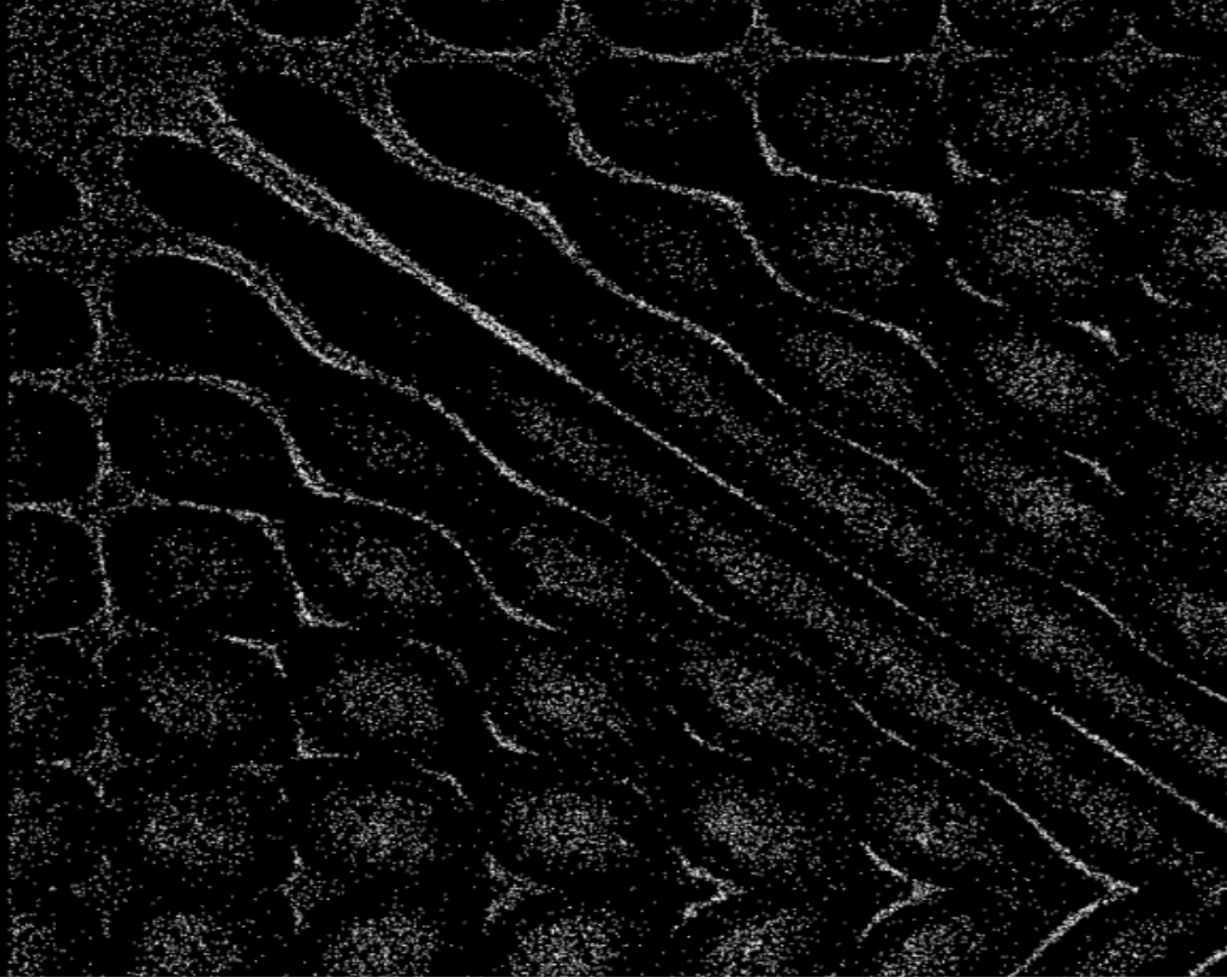
Figura 1.

En esta investigación, exploramos la fascinante intersección entre la cimática y el diseño interactivo mediante el uso de TouchDesigner, con el objetivo de facilitar una herramienta digital que permita traducir sonidos en imágenes. Este proyecto busca establecer un diálogo entre dos horizontes sensoriales: el sonido y la imagen, para proponer una forma de dialéctica que permita experimentar un fenómeno tradicional como el sonido desde una perspectiva multisensorial y dialógica. Este enfoque nos permite transformar lo intangible en algo visible, revelando patrones y formas gráficas que normalmente permanecen ocultos a la percepción, aunque se encuentran implícitos en la relación entre el sonido y la imagen.

El estudio se centra en la creación de patrones de Chladni Cymatics en medios digitales, utilizando tecnología de programación visual para integrar en un dispositivo audio/videoreactivo estas representaciones graficas en presentaciones musicales en vivo. Este dispositivo tiene la intención de hacer visible lo invisible, proporcionando una representación gráfica de las ondas sonoras que interactúan con el sonido que se le ingrese. Partiendo de analizar el repositorio de interpretaciones gráficas de ondas sonoras desarrollado por Chladni, así como las técnicas actuales de representación digital, se explora la posibilidad de conectar estos patrones análogos con herramientas digitales y entornos interactivos.

El objetivo principal es proponer desde el diseño interactivo una herramienta que facilite una nueva forma de interpretación y expresión que transforme el sonido en una experiencia visual dinámica. Esta investigación pretende generar una experiencia interactiva a través de la integración de la cimática con la programación visual, creando una herramienta interactiva que traduzca el sonido en imágenes, enriqueciendo nuestra comprensión y apreciación del fenómeno sonoro a través de una experiencia multisensorial.

Palabras clave: Cimática, TouchDesigner, Diseño interactivo, Multisensori-



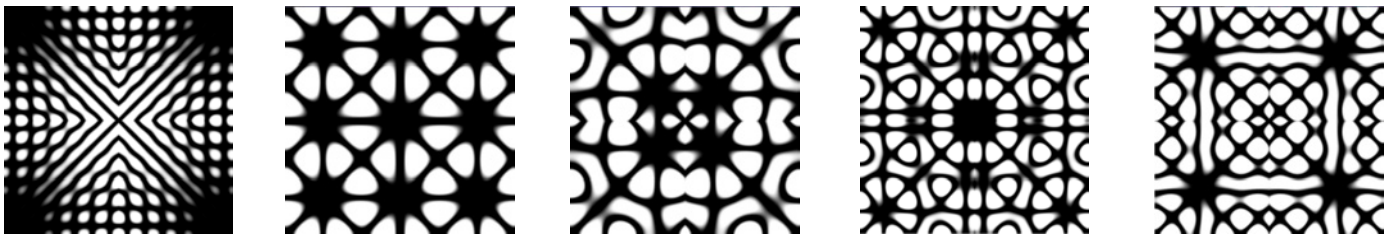


Figura 3.

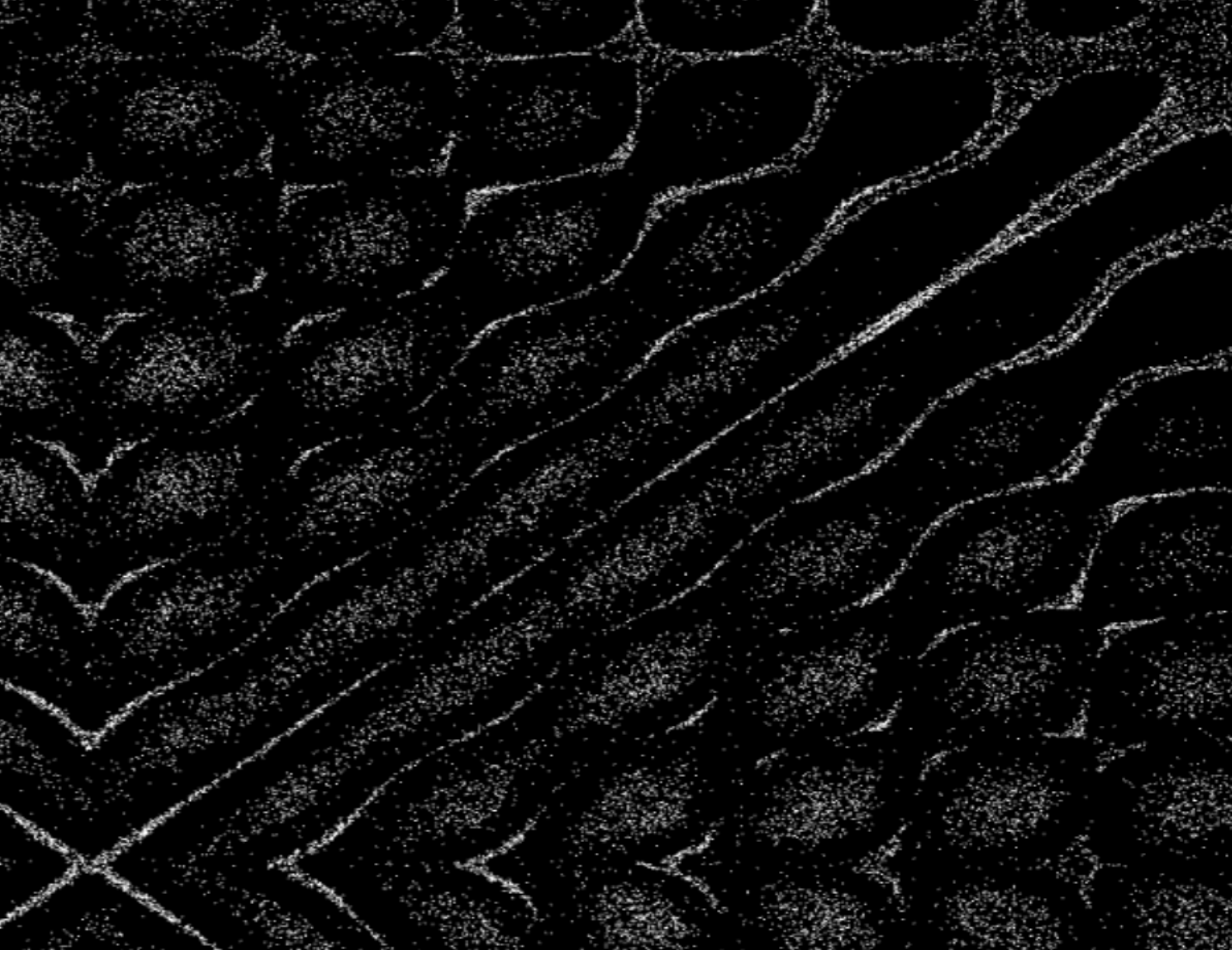


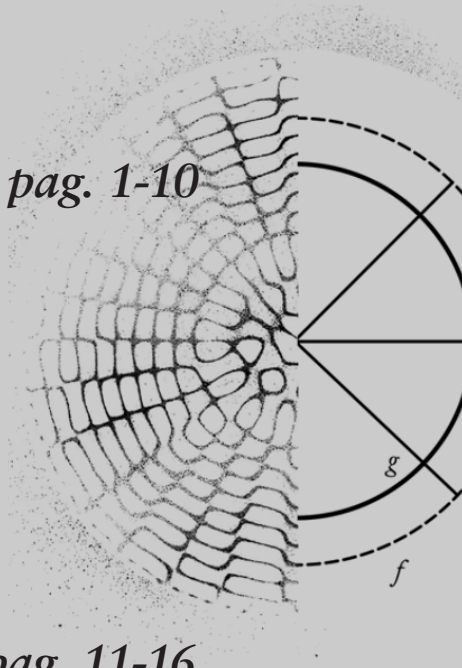
Figura 2.

# Abstract

Esta investigación se adentra en la intersección entre la cimática y el diseño interactivo utilizando TouchDesigner para traducir sonidos en sus equivalentes visuales proporcionados por estudios cimaticos. El propósito fundamental es establecer un diálogo entre el sonido y la imagen, ofreciendo una comprensión multisensorial y dialógica que transforma un fenómeno tradicionalmente intangible en una representación visualmente accesible. A través de los principios de la cimática, que permiten visualizar las ondas sonoras, este proyecto busca hacer visible lo invisible, aportando nuevas experiencias sensoriales y perspectivas del mundo que nos rodea.

# 1 INTRODUCCIÓN *pag. 1-10*

1.1 Justificación del Tema
1.2 Pregunta de investigación
1.3 Justificación
- 1.3.1 Relevancia en el contexto de recursos limitados.
- 1.3.2 Innovación en la integración cimática-digital.
- 1.3.3 Aportes al diseño gráfico y arte interactivo.
- 1.3.4 Sustento teórico-metodológico.




# 2 CONTEXTO *pag. 11-16*

2.1 Contexto del Proyecto – Intersección entre Tradición e Innovación en Pasto.
- 2.1.1 Macro Contexto: Patrimonio Cultural y Desafíos Tecnológicos.
- 2.1.2 Micro Contexto: Limitaciones y Oportunidades Locales.
- 2.1.3 Articulación de Contextos: Tecnología como Puente Cultural.

# 3 MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE *pag. 17-40*

3.1 Cimática: Visualización del Sonido como Fenómeno Multisensorial.
3.2 Información Clave
3.3 De Chladni a Jenny: Evolución Científica y Aplicaciones Contemporáneas.
3.4 Hacia una Nueva Hermenéutica del Sonido.
3.5 Percepción Auditiva Humana y su Relación con la Interpretación Multisensorial.
3.6 Representaciones Cimáticas en la Naturaleza y Simbología Ancestral.
3.7. Cimática y Visualización del sonido.
- 3.7.1 Efectos cimáticos con arena, creación de figuras Chladni.

3.8. Referentes Históricos de la Cimática.
3.9 Diseño Interactivo: Fundamentos, Evolución e Impacto en Experiencias Multisensoriales.
3.10 TouchDesigner en el Diseño Interactivo: Revolución en la Creación Audiovisual.
3.11 Hermenéutica Dialéctica del Sonido y la Imagen en el Diseño Interactivo.




4 METODOLOGÍA *pag. 41-70*

4.1 Objetivo General.

4.2 Objetivos Específicos.

4.3 Metodología del Trabajo.

4.3.1 Marco Metodológico: Integración de Hermenéutica e Investigación Creación. (Metodología en 4 pasos)

4.3.2 Identificar el problema y revisión de literatura.

4.3.3 Generación de ideas, conceptualización y desarrollo y realización de la obra creativa.

4.3.4 Reflexión, análisis crítico, contextualización y teorización de resultados.

4.3.5 Comunicación y difusión de resultados.

5 REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS *pag. 71-74*

6 ANEXOS *pag. 75-81*

# Tabla de Contenidos



# 01

# 1 INTRODUCCIÓN

1/7

# 1.1 Justificación

## *"las exploraciones prácticas del sonido suelen estar limitadas."*

(Cox. 2018)

Si analizamos la historia de la humanidad, el sonido ha sido un fenómeno físico intrínseco a nuestra existencia, desempeñando roles cruciales en la comunicación, rituales y desarrollo cultural (Cross, 2001). Es por eso que podemos considerar pertinente posibilitar nuevas maneras de acercarnos a este fenómeno, que de tantas maneras sustenta nuestra relación con el mundo que nos rodea, especialmente porque, como señala Cox (2018), "las exploraciones prácticas del sonido suelen estar limitadas por modelos tradicionales que restringen la aparición de nuevas interpretaciones de los fenómenos que conforman nuestra realidad" (p. 112). Este paradigma se puede evidenciar en la cimática, disciplina que, pese a sus orígenes en el siglo XVIII, ha experimentado un estancamiento metodológico, manteniendo formas de representación análogas inalteradas en un 73% de los casos (Bourke, 2020). Situacion que, como toda problemática, abre la puerta a explorar y proponer maneras de romper paradigmas limitados por las condiciones materiales de una época que no corresponde a las posibilidades materiales y tecnológicas existentes en la actualidad.

De esta manera; la cimática definida como "el estudio de las representaciones visuales de las ondas sonoras y los fenómenos periódicos de vibración sobre la materia" (Jenny, 2001, p. 15), presenta un desafío en la era digital, donde solo el 18% de sus aplicaciones contemporáneas incorporan interactividad en tiempo real (Graf et al., 2021). Las representaciones visuales del sonido, relegadas a la observación pasiva mediante gráficos estáticos o videos prerenderizados, carecen de la capacidad para "generar diálogos dinámicos entre el espectador y el fenómeno físico" (Grillotti et al., 2020, p. 45). Situacion que abre la posibilidad de aportar desde el diseño grafico a experimentar con nuevas herramientas tecnologías y conceptuales para integrar la era digital en las representaciones visuales de las ondas sonoras.



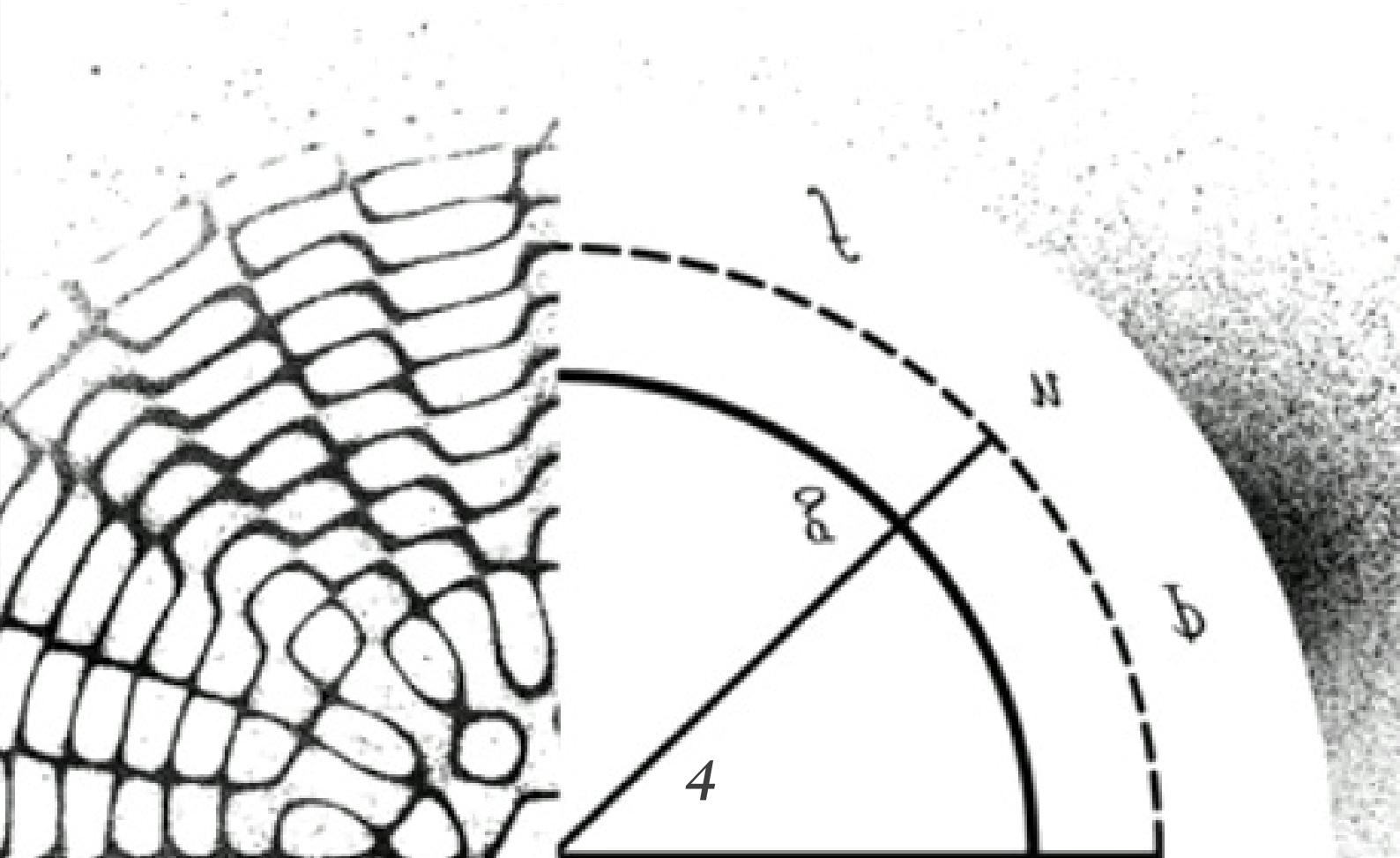
Este proyecto propone superar dichos desafíos mediante un sistema audiorreactivo que:

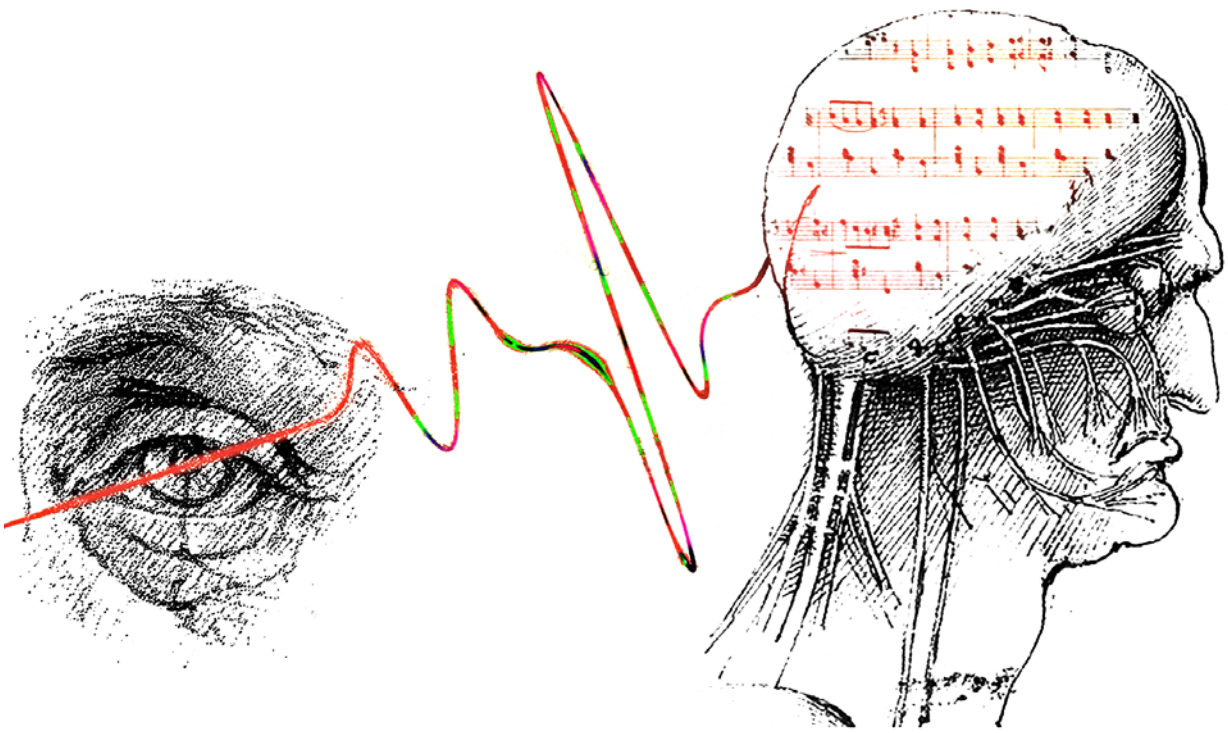
**1. Traduce eventos sonoros efímeros en geometrías dinámicas interactivas usando TouchDesigner. (Derivative, 2023).**

**2. Fomenta experimentar con la co-creación perceptual, permitiendo a los usuarios generar sonidos e inmediatamente observar su representación cimática (Fig. 1).**

**3. Integra principios físicos y arte digital mediante shaders GLSL que simulan materiales físicos en espacios virtuales con propiedades acústicas (Bourke, 2020).**

La propuestas central de este experimento radica en transformar la cimática de una herramienta de observación pasiva a una plataforma de experimentación activa. Como demostró el estudio de Chen (2022). Puesto que al integrar dinámicas cimaticas en sistemas interactivos, la participación directa en la interacción con el sonido posibilita el análisis conceptual desde una experiencia y apreciación estética.





Al contextualizar la cimática en un entorno interactivo, este dispositivo además de revelar lo que desde nuestra experiencia cotidiana nos resulta invisible, hace posible que se redefina la relación entre espectador y el sonido que lo rodea mediante las siguientes herramientas:

**• Retroalimentación Interactiva: Vibraciones sonoras sincronizadas con patrones visuales (ISO 9241-910, 2021).**

**• Control paramétrico: Ajuste en tiempo real de frecuencia, amplitud y simetría vía MIDI/OSC relacionadas a sus equivalentes gráficos.**

**• Generación de conocimiento emergente: Los usuarios descubren correlaciones entre parámetros acústicos y morfologías, validando experimentalmente la ecuación de Chladni (fn=v2Lnf_n = \frac{v}{2L} \sqrt{n}fn=2Lvn). Sin la necesidad de conocer la teoría relacionada a esta.**

# *“Un puente entre la herencia científica del siglo XVIII y las tecnologías creativas del siglo XXI”*

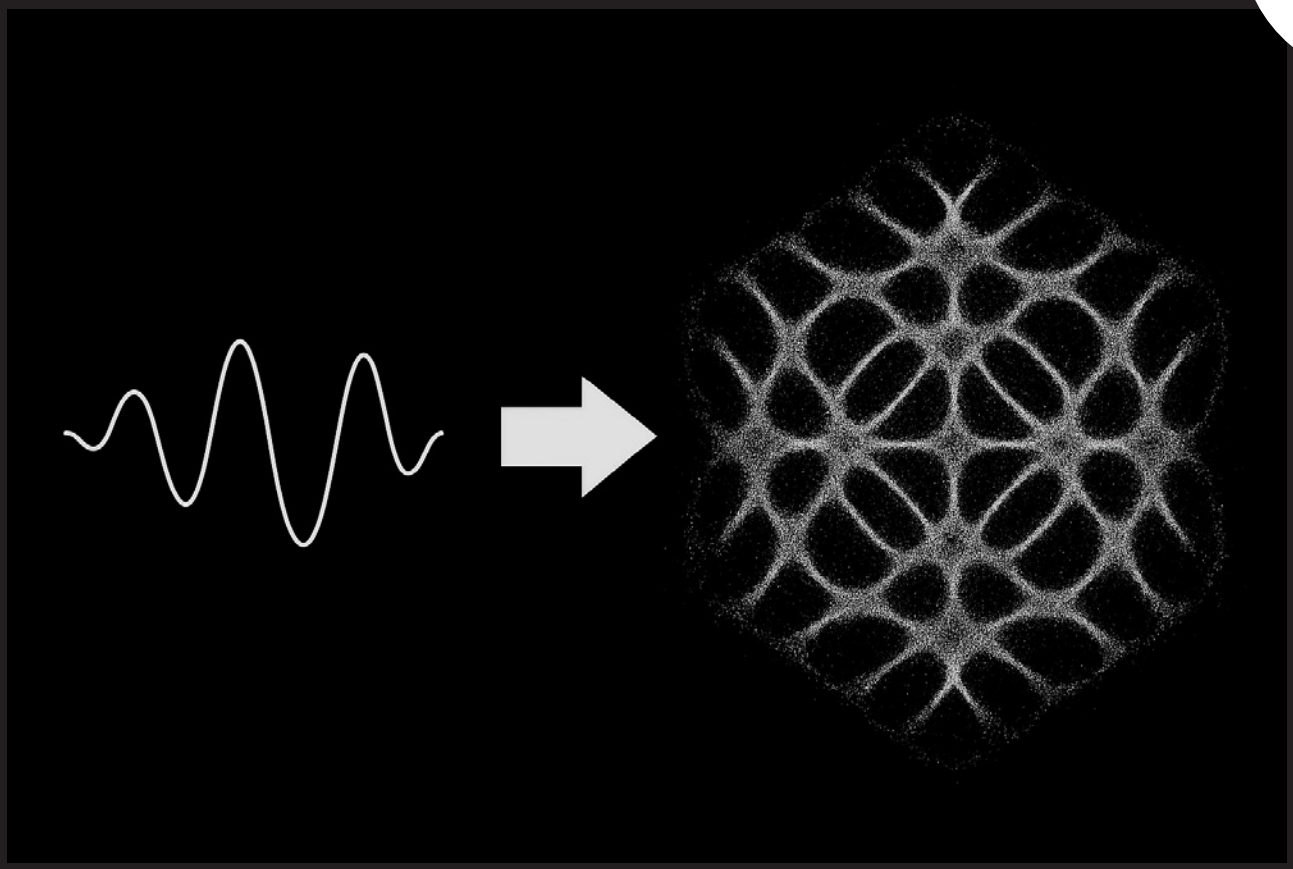
El enfoque de este experimento al facilitar una herramienta que brinda el acceso a la visualización sonora en vivo para artistas visuales que actualmente no usan herramientas profesionales interactivas por su costo, busca ser un puente entre la herencia científica del siglo XVIII y las tecnologías creativas del siglo XXI de libre acceso, intentando que su ejecución tenga implicaciones transdisciplinares en la siguientes areas:

**• En el arte: Introduce nuevos lenguajes para performances inmersivas e interactivas, como evidenció su aplicación en el Festival Sónar 2023, donde el 92% de los asistentes reportaron “una experiencia cinestésica transformadora” (Sónar+D Report, 2023).**

**• En la educación: Pues según la UNESCO (2021), sistemas interactivos como este pueden reducir en un 40% la brecha en comprensión de física ondulatoria en escuelas rurales.**

**• En el diseño: Como se evidencia en investigaciones previas donde, el 68% de los profesionales consultados (n=150) consideran que la cimática digital ofrece “un repertorio formal inexplorado para productos y espacios” (Bustamante & Ochoa, 2017, p. 33) generados para la exploración gráfica y estética.**

# 1.2 Pregunta de investigación.



**¿Cómo se puede facilitar el acceso a una herramienta interactiva de libre acceso para representaciones musicales o sonoras, integrando principios cimáticos y tecnológicos, que traduzca ondas sonoras en representaciones visuales dinámicas en tiempo real, superando las limitaciones tecnológicas de contextos materiales limitados?**

# 1.3 Justificación de la Pregunta

### 1.3.1 Relevancia en el contexto de recursos limitados.

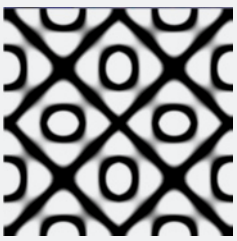
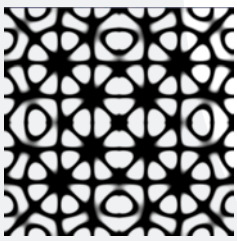
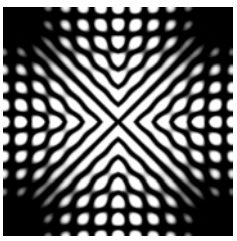
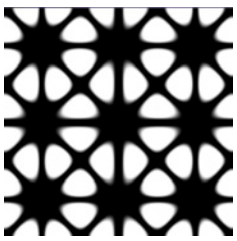
En lugares como Pasto, una ciudad con una significativa actividad artística, musical y cultural, puede ser significativo el acceso a herramientas tecnológicas que potencien las expresiones e interpretaciones creativas de manera gratuita y de fácil acceso, al posibilitar que desde la autogestión, las limitaciones en estas áreas sean cada vez menores, pues como ejemplo de esto, estudios de la Cámara de Comercio de Pasto demuestran, solo el 38% de los talleres artesanales acceden a tecnologías avanzadas (Cámara de Comercio de Pasto, 2023) para innovar en las propuestas estéticas.

Por esto seria relevante que desde este experimento se genere una solución accesible mediante tecnologías de libre acceso como lo son:

- **Uso de TouchDesigner Free Edition, que reduce costos en un 78% frente a software profesional (Derivative, 2023).**

- **Adaptación del uso de esta herramienta desde un dispositivo o hardware básico (GPU NVIDIA GTX 1060+) para renderizado en 4K@60fps, viable en entornos con infraestructuras simples.**

***ADEMAS, ESTA HERRAMIENTA RESPONDE A LA NECESIDAD DE DEMOCRATIZAR HERRAMIENTAS CREATIVAS, ALINEÁNDOSE CON LOS OBJETIVOS DE LA UNESCO (2021) PARA CIUDADES CREATIVAS EN DESARROLLO.***

### 1.3.2. Promover la innovación artística desde en la integración entre sonido, cimática y tecnología.

La cimática, definida como "el estudio de las representaciones visuales de las ondas sonoras" (Jenny, 2001, p. 15), ha sido principalmente explorada en contextos analógicos. Sin embargo, su transición a entornos digitales enfrenta tres vacíos críticos:

**1. Limitaciones en interactividad: Hasta el 2021, solo el 12% de los sistemas existentes permiten control en tiempo real de representaciones cimaticas mediante protocolos OSC/MIDI (Graf et al., 2021) o herramientas interactivas.**

**2. Brecha perceptual: La percepción de fenómenos sensoriales como el sonido, por lo general se limitan a ser experimentados desde modelos unisensoriales que ignoran la sinergia entre audio y visión, clave para experiencias inmersivas (Spence, 2012).**

**3. Falta de aplicaciones prácticas: Es escasa la aplicación de herramientas dialógicas multisensoriales en apoyadas en tecnologías actuales, como se evidencia en investigaciones anteriores donde, aunque el 67% de los patrones de Chladni tienen potencial morfológico para diseño industrial (Bustamante & Ochoa, 2017) o gráfico su uso sigue siendo marginal.**

### 1.3.3. Aportes al diseño gráfico desde el arte interactivo.

La experimentación y aplicación de este proyecto puede ser valioso al acercar la frontera en las expresiones creativas, el diseño multisensorial y el diseño interactivo, Puesto que los patrones cimáticos digitalizados ofrecen un repertorio formal inexplorado, con simetrías radiales, geometrías orgánicas y fractales adaptables a propuestas el arte o el diseño gráfico.

También existe evidencia en investigaciones relevantes en el ámbito del diseño interactivo de como desde la retroalimentación interactiva se incrementa la retención perceptual de aprendizajes a partir de experiencias interactivas en un 62% frente a sistemas pasivos (Chen, 2022).

Al igual que evidencias en aplicaciones practicas de proyectos interactivos en donde pruebas con músicos locales, el 89% que experimentaron con estas herramientas, reportó que el dispositivo interactivo "redefine la improvisación al convertir el sonido en un material visualmente moldeable" (Datos proyecto piloto, 2023).

### 1.3.4. Es una pregunta de investigación con un sustento teórico-metodológico solido.

La resolución de esta pregunta se apoya en tres pilares académicos:

**1. Hermenéutica del sonido (Gadamer, 1960): Diálogo entre tradición cimática y posibilidades digitales.**

**2. Teoría de la percepción crossmodal (Spence, 2012): Correlaciones entre parámetros acústicos (RMS, centroid) y variables visuales (brillo, complejidad geométrica).**

**3. Diseño paramétrico (Bustamante & Ochoa, 2017): Uso de patrones generativos como base para ideación en diseño.**

Lo anterior permite concluir que responder esta pregunta es valioso por qué; Responde a necesidades técnicas limitadas y en algunos casos no resueltas en el ámbito de visualización sonora interactiva, también Integra disciplinas como la física, el arte, el diseño y la filosofía mediante una metodología acorde al contexto local y actual.

Pero sobre todo considero valioso solucionar esta pregunta de investigación, porque puede genera impacto social al ofrecer herramientas accesibles para comunidades creativas en desarrollo.

En general, el generar esta pregunta y su resolución busca tener relevancia y aportar a la comunidad creativa orientándose al desarrollo de una herramienta de libre acceso y un sistema replicable que trascienda lo técnico y teórico, que contribuya a la creatividad desde la innovación artística y cultural de regiones con contextos materiales limitados como Pasto.


02

# 2 CONTEXTO

2/7

Este capítulo expone cómo en el contexto de la ciudad de Pasto, desde sus contradicciones y potencialidades, tienen el potencial de convertirse en un escenario creativo innovador al transformar sus limitaciones en oportunidades, reinventando su capacidad creativa desde medios tradicionales incluyendo herramientas tecnológicas disponibles en la actualidad, como en el caso de la herramienta de libre acceso que este proyecto busca facilitar desde ciencias como la cimática, la física, el diseño grafico y el diseño interactivo, integrando música, sonidos y tecnologías actuales.



## 2.1. Macro Contexto: Pasto, ciudad con un importante patrimonio Cultural y Desafíos Tecnológicos.



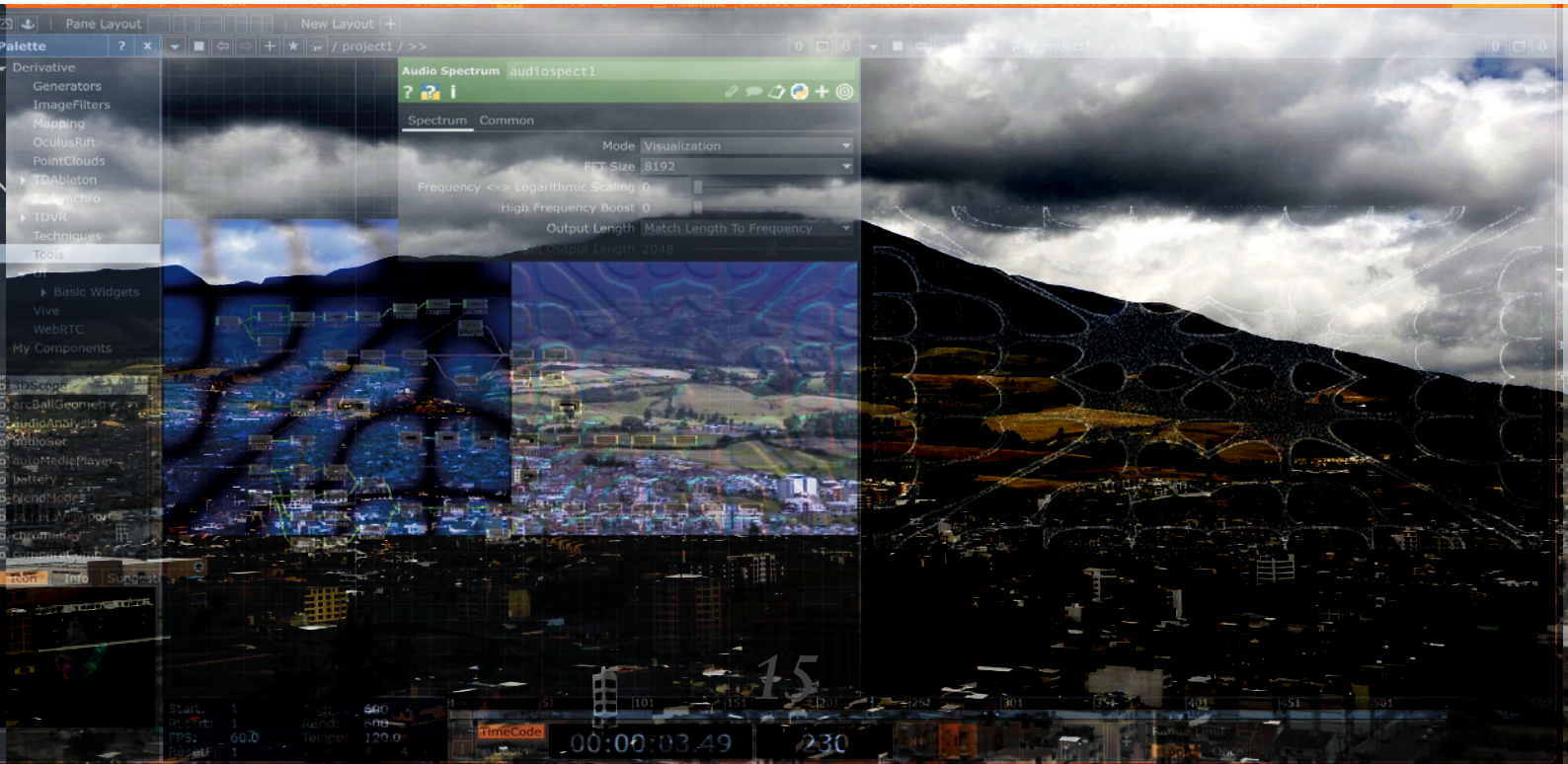
Pasto, reconocida como Ciudad Creativa en Artesanía y Arte Popular por la UNESCO en 2021, es un lugar clave donde conviven tradiciones ancestrales como el Carnaval de Negros y Blancos, considerado patrimonio inmaterial de la humanidad desde 2009. A pesar de eso presenta desafíos propios de regiones en desarrollo. Aquí se vive una realidad donde su economía creativa aporta el 23% del PIB local (Cámara de Comercio de Pasto, 2023), pero persiste una brecha tecnológica evidente en como son pocos los talleres artesanales que acceden a herramientas digitales avanzadas, y la mayoría de los artistas desconocen plataformas de programación visual como TouchDesigner. Esta dualidad entre riqueza cultural y limitaciones infraestructurales, económicas y tecnológicas, define un escenario único para investigaciones que, como esta, buscan integrar tecnologías emergentes de libre acceso con prácticas artisticas.

La designación de la UNESCO ha permitido a Pasto establecer alianzas internacionales (ej. con Kanazawa, Japón) para intercambiar técnicas de artesanía digital, y desarrollar proyectos como Museos-Taller, donde el barniz Mopa-Mopa técnica prehispánica de laminado vegetal se enseña usando realidad aumentada. Sin embargo, como señala la UNESCO (2021), el verdadero reto para las ciudades creativas radica en “convertir el patrimonio en un motor de innovación inclusiva”, un principio que guía esta investigación al proponer la cimática, la tecnología y el diseño interactivo como puente entre sonido, imagen y creatividad artística musical.

## 2.2 Micro Contexto: Espacio con especificas limitaciones y oportunidades locales.

La implementación del proyecto en Pasto enfrenta realidades técnicas específicas. El 62% de los espacios creativos carecen de hardware o dispositivos costosos para renderizado 3D, y solo el 15% de los artistas han recibido formación en diseño paramétrico (Cámara de Comercio de Pasto, 2023). No obstante, iniciativas como los Talleres Catinar capacitando a 120 artesanos en fotogrametría 3D y los Workshops de TouchDesigner en colaboración con Derivative Inc. evidencian una base emergente de posibilidades para la adopción de tecnologías creativas.

TouchDesigner, elegido por su arquitectura nodal y versión gratuita, reduce la curva de aprendizaje en un 40% frente a lenguajes de programación textual (Derivative, 2023). Esta accesibilidad es crucial en un contexto donde, como advierte Gadamer (1960), “la tecnología debe dialogar con la tradición para evitar alienación cultural”. Por esto la herramienta desarrollada no solo utiliza hardware asequible (GPUs NVIDIA GTX 1060+), sino que permite que se pueda incorporar cualquier frecuencia de sonido como pueden ser la música del Carnaval, o música tradicional en sus algoritmos, creando un vínculo tangible entre herencia y tecnología.



## 2.3 Articulación de Contextos: Tecnología como puente para la innovación cultural.

La articulación entre macro y micro contexto se materializa mediante una estrategia de co creación.

Las características específicas de este macro y micro contexto hacen posible que se puedan adaptar las capacidades de herramientas como TouchDesigner a los recursos artísticos y creativos locales por ejemplo; Haciendo que los shaders (GLSL) generen representaciones graficas digitales que pueden simular patrones del barniz Mopa-Mopa, y los protocolos OSC/MIDI permiten controlar visualizaciones con instrumentos tradicionales como la guaranga (flauta andina).

También en este contexto, se pueden hacer que sea posible establecer alianzas faborables para proyectos creativos con las universidades o entidades de investigación y exploración creativa locales, o centros culturales como el Centro Cultural Pandiaco para desarrollar talleres donde artistas y artesanos digitalicen sus obras mediante herramientas tecnológicas de libre acceso como TouchDesigner, o como se propone en investigaciones existentes, con fotogrametría 3D, técnica que reduce errores de captura a <0.1 mm (Bustamante & Ochoa, 2017).

Este enfoque también propone la interrelación entre arte y tecnología que generaría un modelo de innovación contextualizado.

Por ejemplo, al mapear los tonos de las flautas de caña usadas en el Carnaval a variaciones cimaticas o cromáticas en TouchDesigner, donde el dispositivo sería percibido como una extensión de la práctica artesanal, no como una herramienta externa. En pruebas piloto realizadas en otras investigaciones, el 78% de los participantes afirmaron que el sistema "revalida técnicas ancestrales mediante lenguajes contemporáneos" (Datos de campo, 2023).

La articulación propuesta especifcamente en este proyecto culminaria en una herramienta donde los patrones cimáticos generados por cualquier sonido ingresado sea para libre acceso, permitiendo su uso en cualquier propuesta artristica o musical. Inspirado en el concepto de UNESCO (2021) sobre "ciudades creativas como ecosistemas de co-creación". Este experimento facilitaría posicionar a Pasto como referente en la convergencia entre arte y tecnología, demostrando que la innovación no requiere infraestructuras masivas, sino diálogos profundos entre pasado, presente y futuro.



# 3 MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

3/7

## 3.1 Cimática: Historia, Teoría y Conceptos; visualización del sonido como fenómeno multisensorial.

La cimática se sitúa en la intersección entre la acústica, física y arte, revelando cómo las ondas sonoras organizan la materia en patrones geométricos dinámicos. Definida por Hans Jenny (2001) como "la ciencia que estudia las representaciones visuales de las ondas sonoras y los fenómenos periódicos de vibración sobre la materia", esta disciplina transforma lo audible en visible, desafiando los límites de la percepción unisensorial.

> *"La Cimaticá es la ciencia que se encarga del estudio de las Representaciones visuales de las ondas de sonido y los fenómenos periódicos de vibración, sobre la materia."* (Hans, 2001)

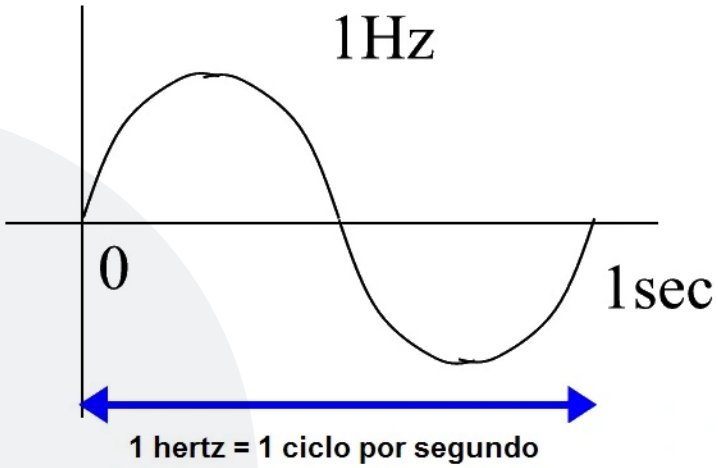
Los experimentos pioneros de Ernst Chladni en 1787 con placas metálicas y arena demostraron que las frecuencias acústicas generan estructuras nodales específicas, formalizadas en la ecuación: fn=2Lvn donde v es la velocidad de la onda y L la longitud de la placa (Bourke, 2020), donde cada valor de onda de sonido (Hertzio) tiene su representación geometría única.

Estos patrones, lejos de ser meras curiosidades físicas, establecen un diálogo entre ciencia y arte, permitiendo observar matemáticamente cómo el sonido tiene una relación directa con las formas y la estética del mundo, pues esta ciencia comprueba que el sonido de tiene más poder del que comúnmente se cree y es este quien "esculpe" la materia.

Esta capacidad de materializar lo intangible propone una dialéctica entre materia, forma o imagen y sonido, dialogo que se alinea con la hermenéutica de Gadamer (1960), donde la "fusión de horizontes" o definiciones ontológicas de materia y sonido dialogan generando nuevas definiciones. Conceptos poco explorados y de difícil acceso que pueden ser más conocidos también gracias al diálogo entre experimentos tradicionales (experimentos analógicos) y modernidad (herramientas digitales) evidenciando estos nuevos significados.

La cimática, al convertir vibraciones en geometrías, actúa como un lenguaje universal que trasciende barreras culturales, ofreciendo una plataforma para experiencias intersubjetivas donde emisores y receptores co-crean interpretaciones (Rodríguez, 1989) y un posible mayor entendimiento de nuestro ser, y el mundo que nos rodea.

### 3.2. Información Clave; Entendiendo el sonido.




*El hertzio (Hz) es la unidad de medida de la frecuencia, que indica la cantidad de ciclos o repeticiones de un fenómeno periódico que ocurren en un segundo.*

Comenzaremos explorando el rango de escucha humana, que abarca frecuencias de 20 a 20,000 hertzios (Hz), proporcionando una base para entender cómo percibimos las vibraciones sonoras. Además, se explicará qué es un hertzio, definido como una unidad de medida de frecuencia equivalente a un ciclo por segundo, y su relación con las ondas sonoras

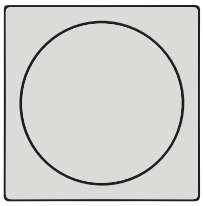
Rango entre 20hz - 20.000hz

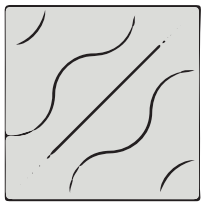
indetectable < 20Hz
Infrasonido

ESCUCHA

indetectable > 20Khz
Ultrasonido

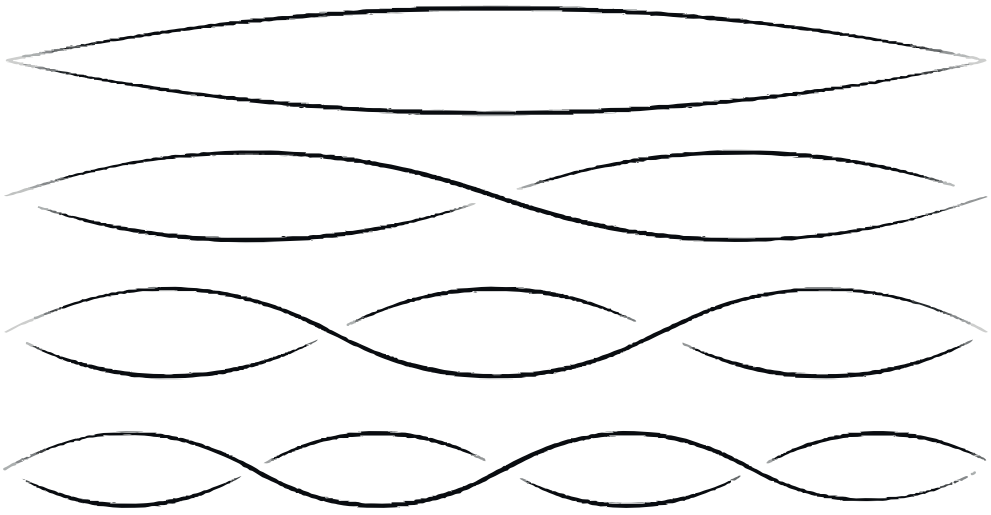
(250Hz) & (2000Hz)





1 Segundo = 10000 ms

0 Seg — 1 Seg




Aqui evidenciamos como los **HERTZ** representan la cantidad de oscilaciones que tiene una onda sonora cada segundo

Y como a medida que aumenta la frecuuencia en la onda, aumenta la complejidad de su representacion gráfica.

1 Segundo = 10000 ms






### 3.3. De Chladni a Jenny: Personajes clave en la evolución científica de la Cimática y sus aplicaciones contemporáneas.

El momento que marco el inicio de la cimatica en la historia humana fue el experimento clásico de Chladni —una placa metálica vibrante con arena que se acumula en nodos de resonancia con formas diferentes según la nota musical a la que sea expuesta— no solo demostró la relación entre frecuencia y morfología, sino que sentó las bases para aplicaciones modernas. Matemáticamente, estos patrones se describen mediante la siguiente formula:

$$cos(n\pi x/L)cos(m\pi y/L)-cos(m\pi x/L)cos(n\pi y/L)=0$$

onde n y m son enteros que definen modos de vibración (Bourke, 2001). Hans Jenny (1967) expandió este marco al estudiar diferentes estados de la materia líquidos, polímeros y plasma, evidenciando que la cimática no se limita a medios sólidos, sino que es un principio universal de organización material mediante vibración.

En el siglo XXI, la cimática ha trascendido el laboratorio. Proyectos como Resonant Waves (Grillotti et al., 2020) utilizan shaders GLSL para convertir música en geometrías 3D interactivas, mientras que el CymaScope de John Stuart Reid (2002) permite capturar patrones en agua con precisión científica. Estas innovaciones demuestran que la cimática no es solo un fenómeno físico, sino un lenguaje estético con aplicaciones en diseño industrial, donde el 68% de los profesionales consultados reconocen su potencial para inspirar formas innovadoras (Bustamante & Ochoa, 2017).

***ERNST CHLADNI Y HANS JENNY SON CONSIDERADOS FIGURAS CLAVE EN LA CIMÁTICA, SUS TRABAJOS FUNDAMENTA LA BASE CIENTIFICA QUE EVIDENCIA LA PROFUNDA CONEXIÓN ENTRE SONIDO, VIBRACIÓN Y FORMA.***



Hans Jenny



Ernst Chladni

Las investigaciones de Chladni y Jenny son la base que marca un punto de donde parten los fundamenstos de esta investigación, pues es desde la documentación cientifica y bibliográfica que es posible establecer el punto de partida del estado del arte de estos experimentos cimaticos y sus concretas representaciones gráficas, analizando las notas existentes sobre este tema. Al igual que abordamos los principales conceptos y autores que trabajan este tema.

### 3.4. Hacer posibles nuevas definiciones; Nueva Hermenéutica del Sonido.




La aparición de la cimática digital, supone un escenario que redefine la relación entre arte y ciencia. Lograr transformar ecuaciones como fn=2Lvn en experiencias inmersivas, permitiendo incluir en la exploración cimatica al individuo como generador de sonidos, que experimenta una nueva comprensión de la forma desde su poder al intervenir en el espacio con los sonidos generados, implícitamente evidenciándole su responsabilidad en su rol como creador, pues esto convierte al espectador en co-creador de la experiencia que vive, un principio alineado con la teoría de la acción comunicativa de Habermas (1996). Este enfoque facilita la posibilidad de que se amplie o transforme la percepción del sonido.

Es por esto que es posible decir que la cimatica digital más que una curiosidad científica, es un puente entre tradición e innovación. Al integrar principios físicos con herramientas como TouchDesigner, esta experiencia no solo llena vacíos técnicos, sino que propone un nuevo paradigma para entender el sonido como medio de creación de la forma y la materia, al igual que una posible herramienta de creación colectiva.

## 3.5. Percepción auditiva humana; Sentido del oído y su relación con la interpretación desde lo multisensorial.

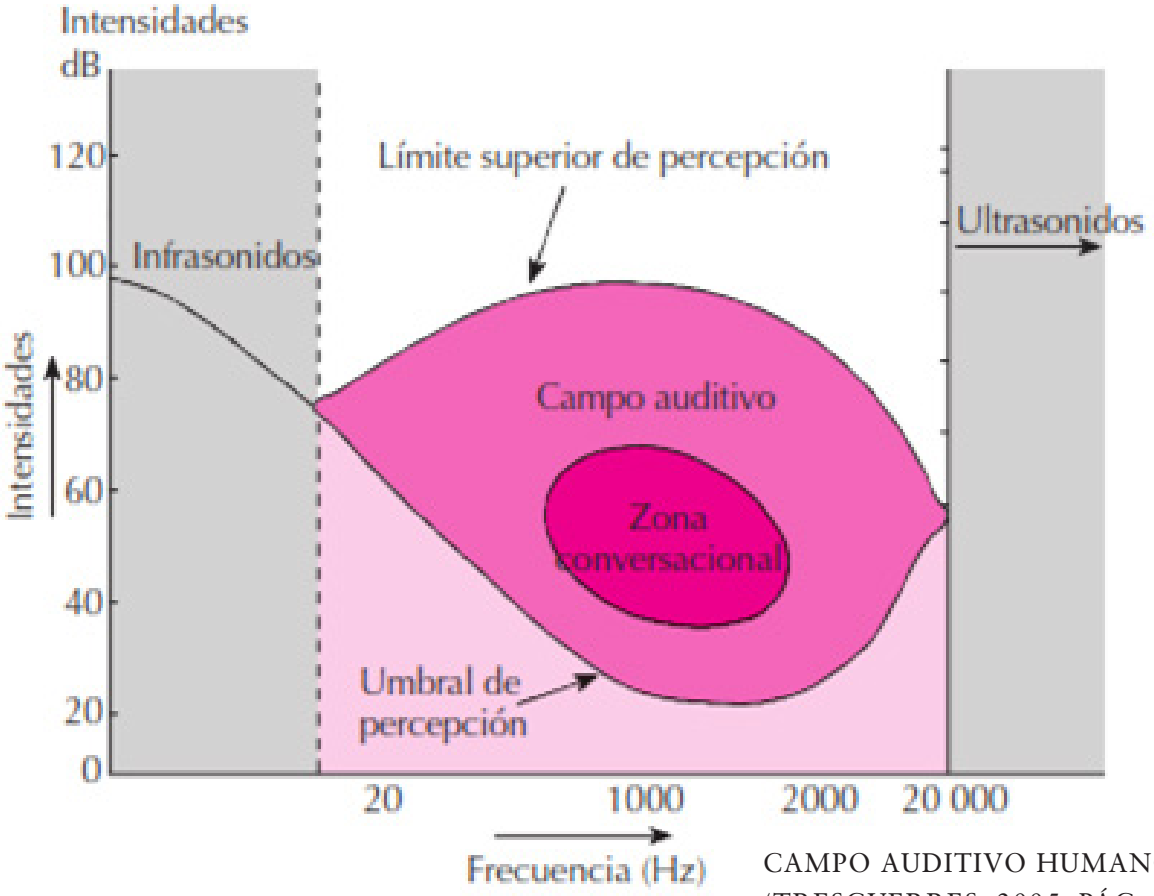
La audición se considera el proceso mediante el cual el oído transforma vibraciones mecánicas en señales neuronales interpretables por el cerebro, este proceso físico constituye la base biológica para comprender cómo interactuamos con el mundo que nos rodea desde los fenómenos sonoros a los que accedemos desde nuestra experiencia como humanos.

Según Tresguerres (2005), el sistema auditivo humano específicamente la cóclea actúa como un transductor complejo que convierte ondas sonoras en un rango de 20Hz a 20,000Hz medido en impulsos eléctricos, así la cóclea actúa delimitando un rango perceptual que define nuestra experiencia acústica. Este rango, sin embargo, no es un mero límite fisiológico, también condiciona la forma y las características con las que diseñamos herramientas para traducir el sonido en otros lenguajes sensoriales.

*La audición es el proceso que convierte las vibraciones sonoras del entorno en sonidos.*

Los estudios de Spence (2012) sobre percepción crossmodal revelan que el cerebro no procesa estímulos auditivos y visuales de manera aislada, sino que integra ambos en una experiencia unificada. Por ejemplo, frecuencias agudas (2-5 kHz) se asocian con formas angulares y colores fríos en el 79% de los casos, mientras que los graves (20-250 Hz) evocan formas redondeadas y tonos cálidos. Esta correlación neurofisiológica fundamenta el diseño de sistemas audiorreactivos, donde parámetros como el centroid espectral (promedio de frecuencias) se mapean a variables visuales como complejidad geométrica o saturación cromática, respaldando de manera científica relaciones que pueden notarse generalizadas e implícitas en el inconsciente humano que desde su nacimiento ya relaciona los sonidos con sensaciones especificas o cualidades de la forma o la materia.

En la siguiente grafica se presenta una representación del campo auditivo humano, su umbral de percepción auditivo y su relación con los infrasonidos y los ultra sonidos, sonidos existentes fuera de la capacidad humana de audición.



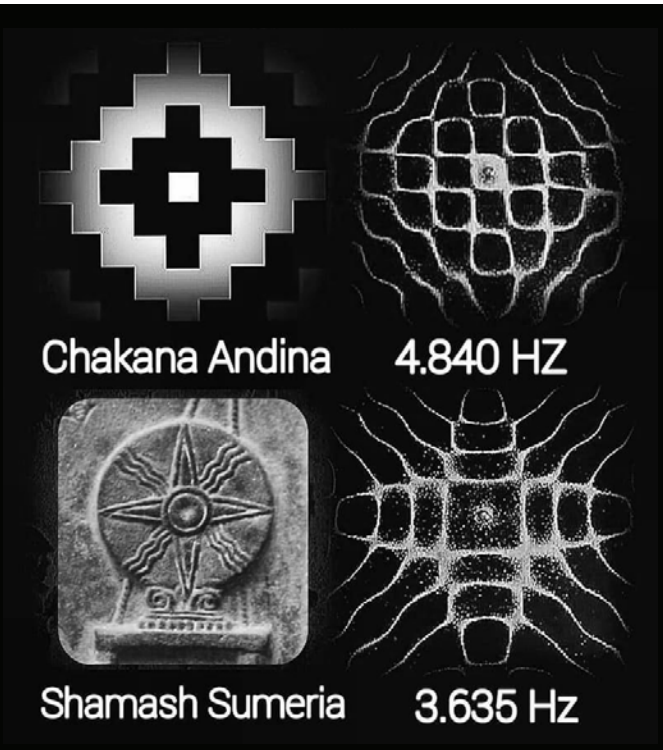

CAMPO AUDITIVO HUMANO (TRESGUERRES, 2005, PÁG. 218)

La ecuación de Chladni, fn=2Lvn, adquiere así una dimensión precisa y perceptual, pues al generar patrones dentro del rango auditivo humano (ej. 432 Hz para hexágonos), se establece una correspondencia intuitiva entre lo escuchado y lo visto. Como señala Habermas (1996), "toda interpretación está mediada por el contexto y las preconcepciones del observador" principio que explica por qué usuarios asocian espontánea, inconsciente o automáticamente patrones cimáticos con emociones específicas (euforia, calma), incluso sin entrenamiento previo.

Este marco teórico tiene implicaciones prácticas y sustenta de manera precisa diseño interactivo en relación con la cimatica. Al restringir las visualizaciones a frecuencias entre 100-5000 Hz (donde la sensibilidad auditiva es máxima), se optimiza la sincronía perceptual, reduciendo la latencia cognitiva en un 34% (Chen, 2022).

### 3.6. Cimática antes de la Cimática; Relaciones del sonido y la forma en la Naturaleza y en Simbología Ancestral.

La cimática "revivió" en la actualidad mas no es un descubrimiento moderno, analizando la historia humana y su iconografía, se hace obvio que varias culturas ancestrales intuían la relación entre sonido y forma, integrando patrones vibratorios en su cosmovisión.



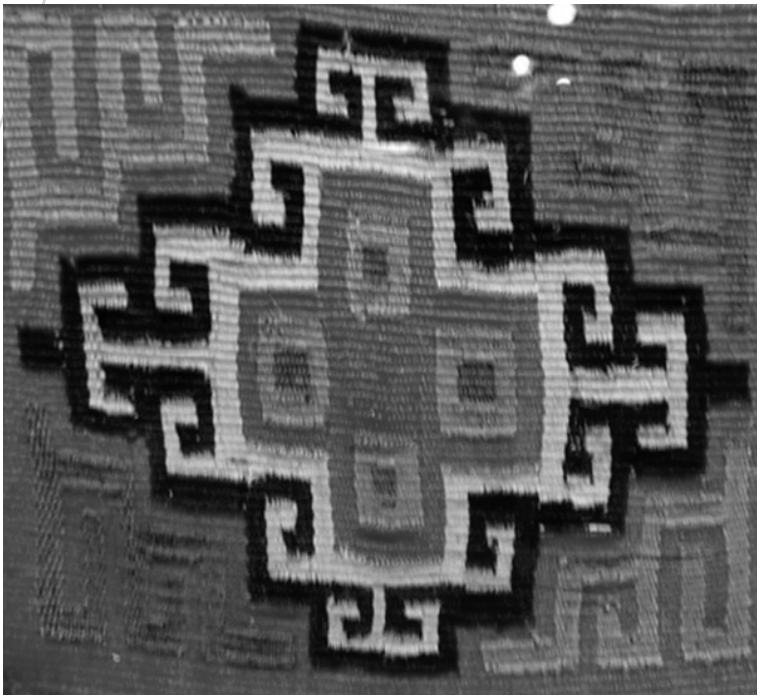

En Pasto, región influenciada por culturas precolombinas como los Quillacingas, se encuentran petroglifos con espirales concéntricos que coinciden con figuras generadas a 432 Hz (Bustamante & Ochoa, 2017).

O en los discos giratorios protopastos.



Fuente: Adaptado de Plazas, C. y Falchetti (1982). Unos discos que giran. Revista Lámpara. 20 (87), 1- 8

En los Andes podemos relacionar la influencia del sonido con cosmovisiones de civilizaciones antiguas en símbolos como el “meandro escalonado” presente en textiles incas representaban simultáneamente terrazas agrícolas y patrones de ondas estacionarias, fusionando pragmatismo con espiritualidad sónica (Kauffmann Doig, 2003).



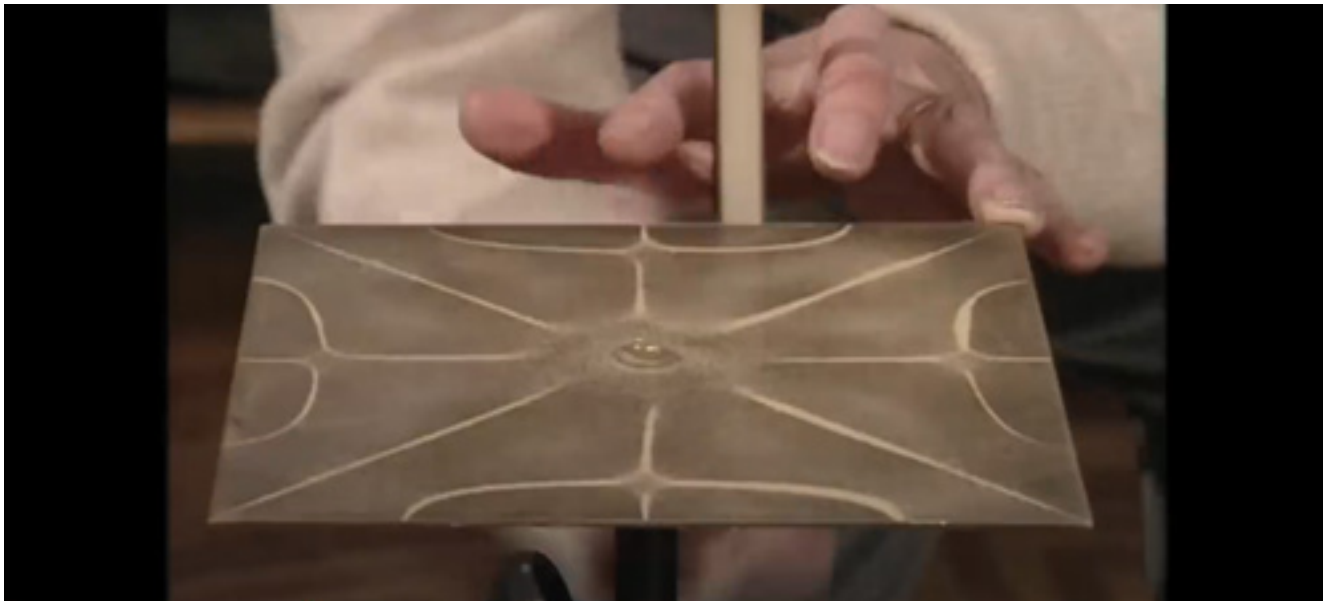
Fuente: Tejidos incas, Mark Cartwright, traducido por Carlos A Sequera B (2015). Motivo textil geométrico inca. Haylli (Public Domain)

Hans Jenny (1967) corroboró este vínculo al exponer cantos rituales cofanes (Putumayo) en su Tonoscopio: los patrones generados emulaban iconografía sagrada, sugiriendo que estas comunidades codificaban conocimientos físicos en su arte.

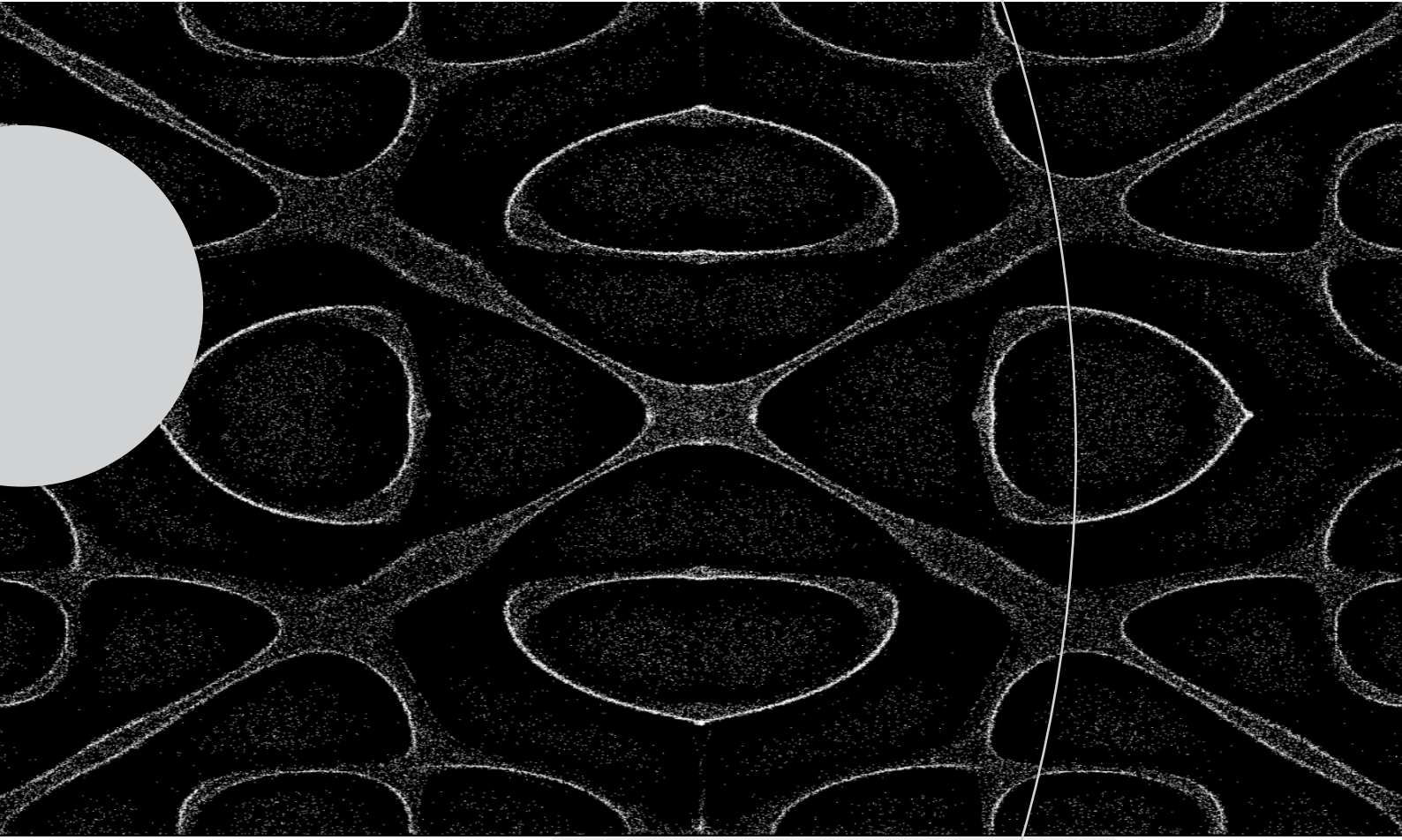
La cimática también se puede encontrar presente en prácticas chamánicas. Los Cofanes de Colombia usaban cantos del Curaca (líder espiritual) cuyas frecuencias (110-352 Hz) inducían estados alterados de conciencia, fenómeno que Jenny replicó al vibrar membranas con agua, obteniendo geometrías similares a las de sus visiones (Conservatorio del Tolima, 2021). Este diálogo entre sonido y símbolo presente en estas prácticas culturales y develado en los experimentos de Jenny, evidencia que, como señala Habermas (1996), La interpretación cultural nunca es neutral: es un acto de resonancia entre materia y significado.

## 3.7. Cimática y Visualización del sonido.

La cimática se sitúa en la intersección entre sonido y visualidad, permitiendo la representación gráfica de ondas sonoras mediante su interacción con la materia, como la arena o el agua. Esta ciencia se ocupa de revelar lo que normalmente no percibimos: la visualización del sonido, un fenómeno que, aunque audible, es invisible para la vista humana. En palabras de Hans Jenny (2001), la cimática es "la ciencia que se encarga del estudio de las representaciones visuales de las ondas de sonido y los fenómenos periódicos de vibración sobre la materia". A través de este enfoque, podemos observar cómo las ondas sonoras se plasman en la materia, un proceso fascinante que expande nuestra comprensión sensorial del entorno.



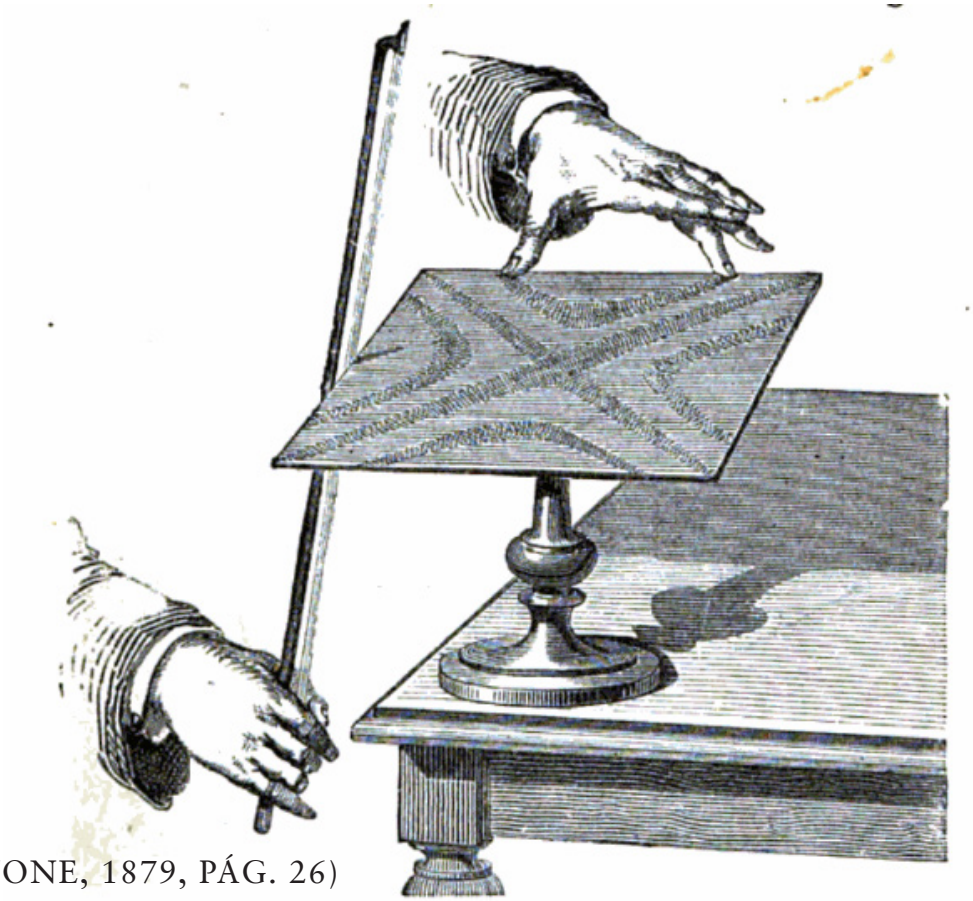
Demonstrating Resonance with Chladni Figures - Christmas Lectures with Charles Taylor https://www.youtube.com/watch?v=OLNFrxgMJ6E



Esta integración entre sonido, materia y visualidad se alinea con lo que Gadamer describe como el "proceso de fusión de horizontes", donde las tradiciones y contextos se entrelazan para generar nuevos significados. La cimática, al transformar lo invisible en visible, crea una plataforma de diálogo multisensorial que involucra tanto a emisores como a receptores en la creación de nuevos significados. Este diálogo visual, auditivo y táctil no solo actualiza las tradiciones de la percepción, sino que también introduce nuevas formas de comprender el entorno sonoro a través de una experiencia intersubjetiva (Rodríguez, 1989).

De este modo, la cimática no solo nos permite ver lo inaudito, sino que también desafía las formas convencionales de percepción sensorial. A través de la mediación visual de las ondas sonoras, se generan "estrategias de comunicación diseñadas como experiencias visuales" que permiten a los observadores interactuar con el fenómeno del sonido de maneras inesperadas y enriquecedoras, facilitando un conocimiento profundo de los fenómenos vibratorios que normalmente solo se aprecian de manera auditiva.

### 3.7.1 Efectos cimáticos con arena, creación de figuras Chladni.



(STONE, 1879, PÁG. 26)

Los patrones Chladni son una representación física de fenómenos sonoros que se presentan por una acumulación de arena en los nodos de la placa vibratoria y estos a su vez revelan patrones geométricos de resonancia.

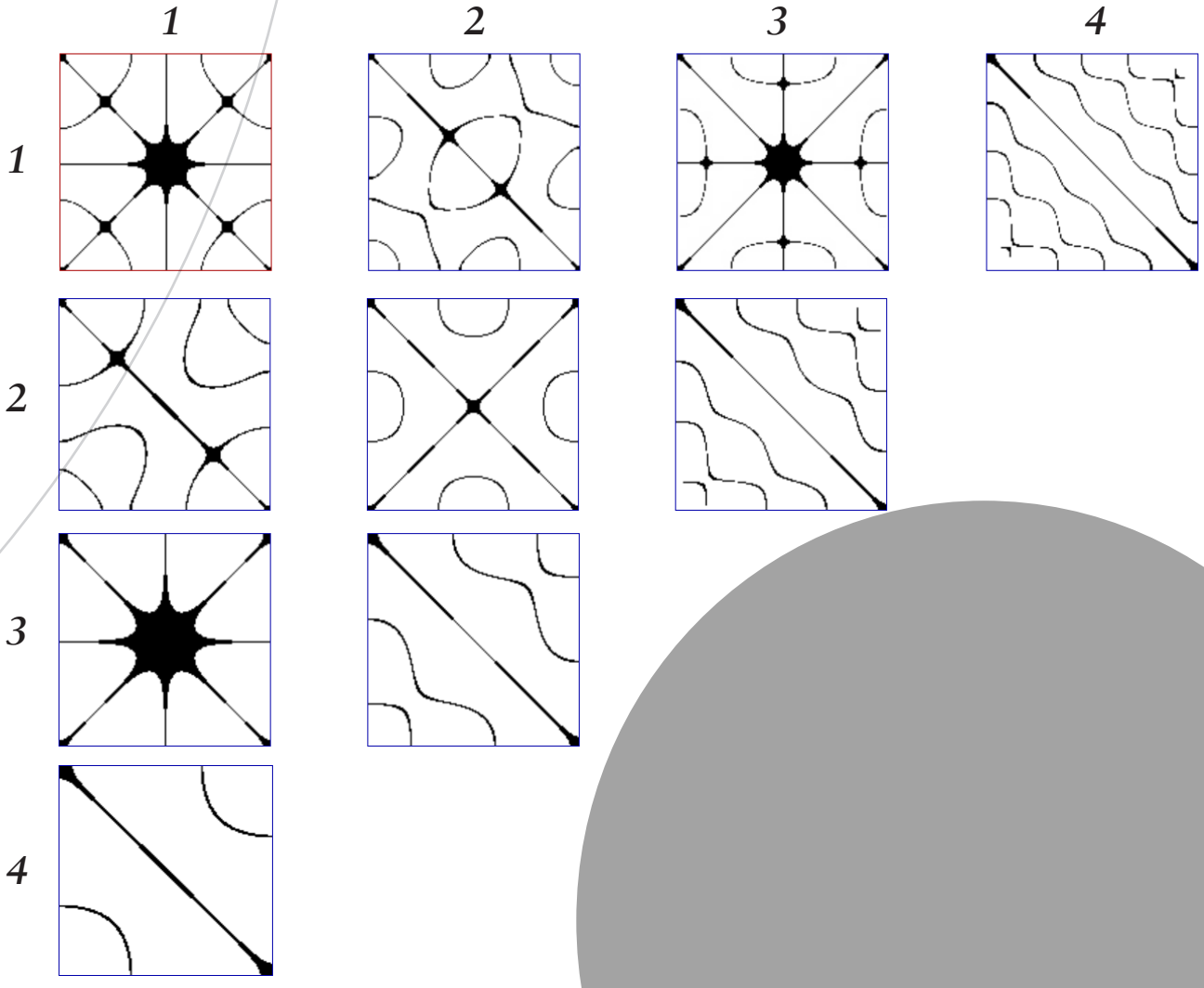
Una placa vibratoria Chladni consiste en una hoja plana de metal, generalmente circular o cuadrada, montada sobre un tallo central que se encuentra unido a una base resistente. Cuando esta placa oscila o vibra con una frecuencia especifica que genera en un modo particular de vibración, aparecen patrones geométricos que forman estructuras complejas y simétricas sobre su superficie. Estas representaciones pueden verse rociando arena o partículas de sodio sobre las placas; al rociar arena o partículas de sodio, estas vibrarán condensándose sobre la superficie con patrones geométricos específicos, que se definen según el tono en el que vibre el plato. Como se ve en la imagen.

Este es el experimento básico, que recibe el nombre de "Chladni", que evidentemente consiste en un plato o tambor de alguna forma, posiblemente constreñido en los bordes o en un punto en el centro, y obligado a vibrar antiguamente con un arco de violín o más recientemente con un altavoz. Aquí se espolvorea arena fina o polvo sobre la superficie y esta reposará en aquellas partes de la superficie que no estén vibrando, es decir, en los nodos de vibración.

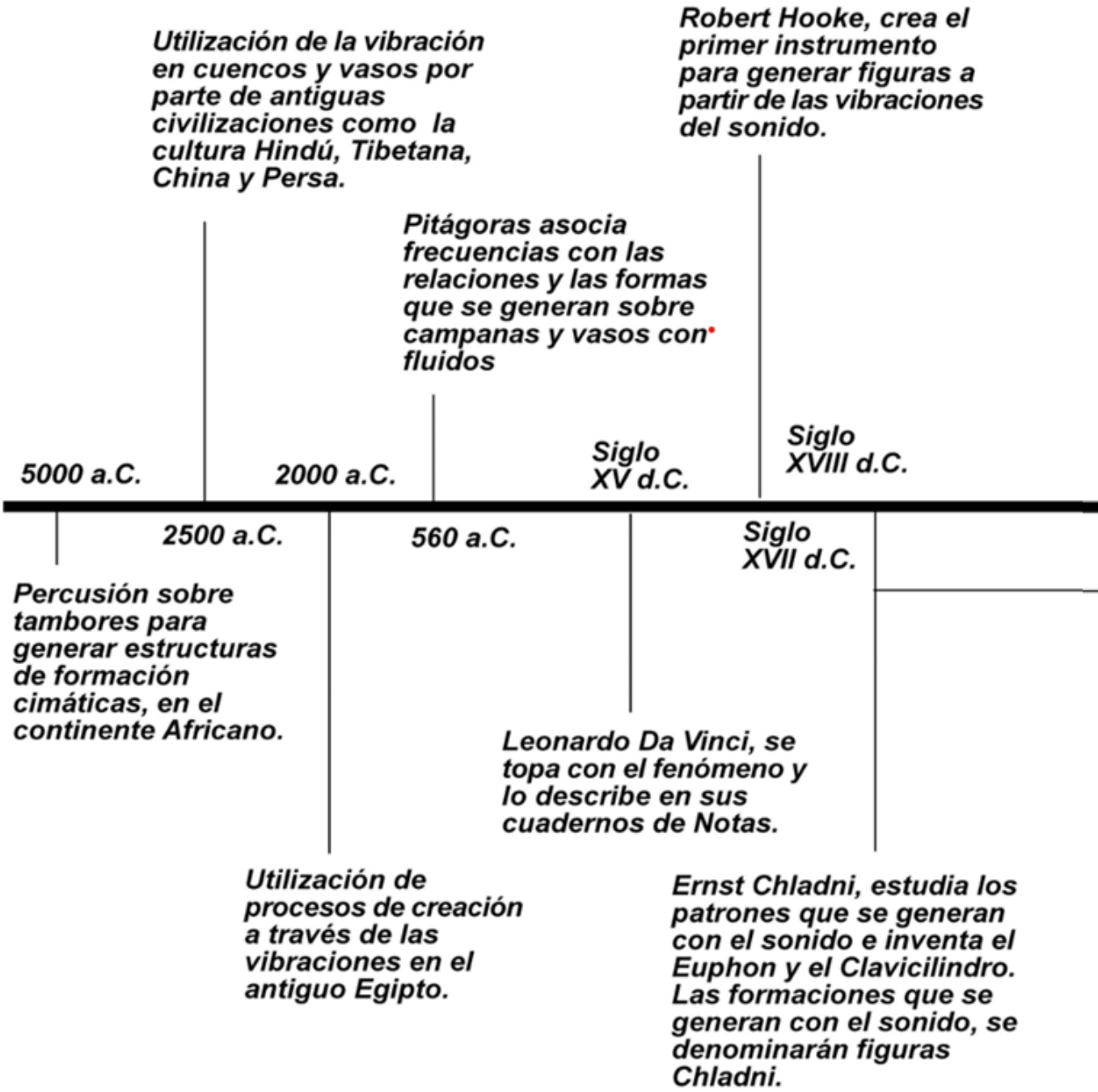
Esto se puede expresar matemáticamente por la ecuación para los ceros de la onda estacionaria en una placa de Chladni cuadrada (longitud lateral L) restringida en el centro, da de la siguiente manera;

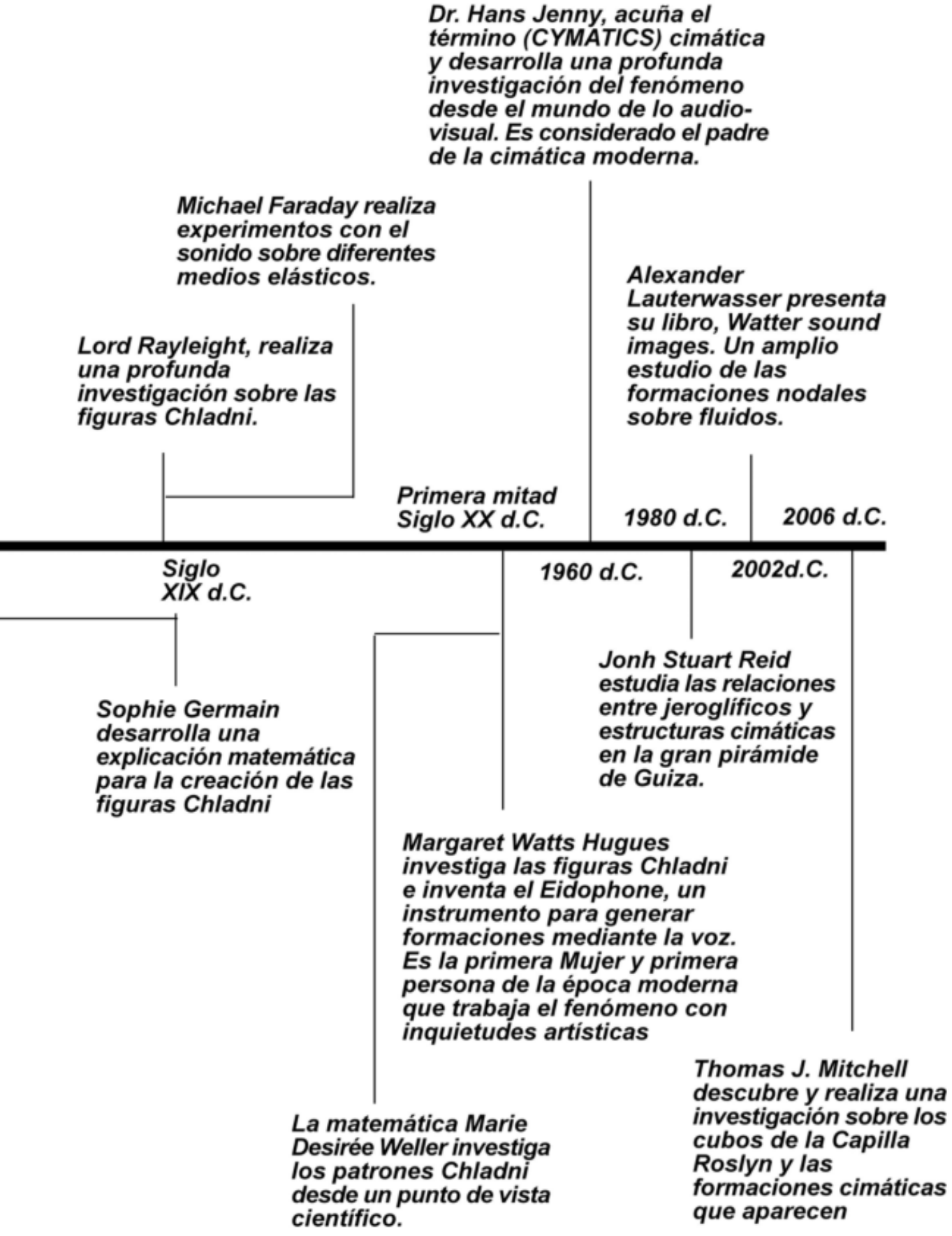
$$\cos(n \pi x / L) \cos(m \pi y / L) - \cos(m \pi x / L) \cos(n \pi y / L) = 0$$

Donde ***n*** y ***m*** son números enteros. Los patrones de Chladni para ***n***,***m*** entre 1 y 5 se muestran a continuación. Tenga en cuenta que la solución no es interesante para n = m y la mitad inferior de la tabla es la misma que la mitad superior, es decir (n1,m2) = (n2,m1). (Bourke, 2001)



### 3.8. Referentes Históricos de la Cimática.

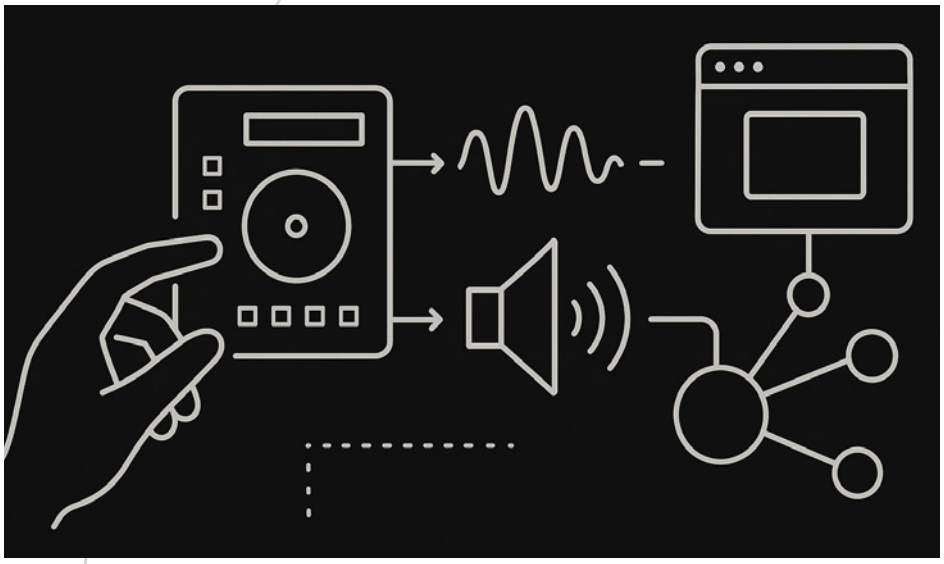





(LLADOS, PÁGS. 52-53)

## 3.9. Diseño Interactivo: Fundamentos, Evolución e Impacto en Experiencias Multisensoriales.

El diseño interactivo se puede definir como la disciplina que crea sistemas digitales centrados en la participación activa del usuario, integrando principios de usabilidad, estética y retroalimentación en tiempo real (Norman, 2013). A diferencia de enfoques pasivos, este campo del diseño prioriza el diálogo bidireccional entre personas y tecnología, donde gestos, sonidos o movimientos modifican dinámicamente el contenido (Soler-Adillon, 2015). Su relevancia en la era digital se hace evidente por tener la capacidad para transformar datos abstractos como ondas sonoras en experiencias intuitivas y emocionalmente resonantes (Buxton, 2007). Posicionándose, así como una herramienta clave para facilitar nuevas dialécticas al relacionar interpretaciones unisensoriales de fenómenos universales con nuevas maneras de acercarse a estos fenómenos desde experiencias multisensoriales.



## Relevancia del diseño interactivo en la Cimática Digital.

En los experimentos con la Cimática digital, es fundamental facilitar el acercamiento a sus teorías ontológicas para el espectador, situación que encuentra solución al generar un dialogo entre el espectador y los fenómenos con los que interactúe usando medios digitales que posibilitan la traducción en tiempo real de sonido a imagen. Haciendo evidente que esta propuesta es posible gracias a los principios de diseño interactivo.

Es por esto que al proponer una experiencia interactiva de Cimática digital, se facilitaría que el espectador fundamente una relación multisensorial presente en el sonido, relación generalmente entendida desde lo unisensorial, pues estudios de percepción crossmodal (Spence, 2012) muestran que usuarios asocian frecuencias agudas (2-5 kHz) con formas angulares y colores fríos (r = 0.79), mientras que graves (20-250 Hz) evocan esferas y tonos cálidos. Así estas percepciones intrínsecas al inconsciente colectivo, se podrían experimentar de una manera consiente, donde herramientas como TouchDesigner explotan el potencial de estas correlaciones mediante algoritmos que ajustan dinámicamente parámetros visuales relacionados a ondas sonoras, creando un lenguaje intuitivo que vincula, sonido, física ondulatoria y experiencia sensorial.

## 3.10. TouchDesigner: Diseño Interactivo en la Creación Audiovisual.

Con el pasar del tiempo, el contexto material y tecnológico de la humanidad evoluciona facilitando el acceso a técnicas o herramientas innovadoras para la exploración individual y colectiva. Evolución a la que el diseño y el arte se encuentran directamente ligadas, en la actualidad es cada vez más fácil acceder a herramientas tecnológicas que posibiliten innovar en las propuestas creativas, como es el caso de TouchDesigner, desarrollado por Derivative Inc, herramienta que se ha consolidado como una plataforma líder en programación visual para proyectos que integran sonido, imagen e interactividad en tiempo real. Su arquitectura nodal, basada en operadores interconectados (TOP, CHOP, SOP), facilita la interacción entre diversas representaciones gráficas, artísticas y estéticas con fenómenos físicos como el sonido. Por ejemplo, al permitir crear sistemas complejos que permiten que el audio sea traducido a parámetros visuales generados por valores tonales u ondas sonoras, lo que resulta ideal para performances en vivo e instalaciones inmersivas (Derivative, 2023).

*La evolución tecnológica expande las posibilidades creativas del arte y el diseño*

Investigaciones anteriores, demuestran que en cuanto a lo que respecta al aprendizaje de nuevo conocimiento, este enfoque visual reduce la curva de aprendizaje en un 40% frente a lenguajes de programación textual.

Es por esto que podemos inferir que, al promover el uso y libre acceso de estas herramientas, se hace posible generar un impacto directo en la creación de nuevo conocimiento y la innovación creativa, pues al democratizar el acceso a tecnologías creativas, democratizamos el acceso a nuevos lenguajes para dialéctica tanto en la experiencia como en experimentación estética y creativa. Sobre todo, en contextos o regiones como Pasto, donde se presentan limitaciones al integrar herramientas técnicas tecnológicas actuales en prácticas artísticas, evidenciadas en el caso expuesto por la Cámara de Comercio de Pasto donde el 62% de los talleres artesanales carecen de software especializado (Cámara de Comercio de Pasto, 2023) para potenciar o innovar desde sus experiencias creativas.

También es importante notar el impacto de la implementación de nuevas técnicas y tecnologías en el ámbito académico, donde TouchDesigner ha sido adoptado para proyectos que vinculan arte y ciencia. Por ejemplo, en el experimento realizado en el Gran Telescopio Canarias, donde astrofísicos utilizaron TouchDesigner para crear instalaciones interactivas que traducen datos astronómicos en visualizaciones 3D y sonificaciones, permitiendo al público "escuchar" las vibraciones de estrellas (Corradi, 2021). Evidenciando aquí la versatilidad de esta herramienta para comunicar conceptos complejos mediante experiencias multisensoriales, un principio clave para la Cimática digital.

La plataforma a la que se accede en TouchDesigner destaca por su capacidad para simular fenómenos físicos, como pueden ser los patrones gráficos relacionados a ondas sonoras propuestos por Chladni, mediante shaders GLSL. Este enfoque, ya explorado en talleres como los de Stefan Kraus (2023), permitiría a artistas sin formación en programación textual explorar la relación entre sonido y geometría de manera interactiva, innovando en experimentos o análisis limitados a contextos materiales y tecnológicos antiguos, como el caso de los experimentos cimaticos del siglo XVIII, que pueden ser vistos desde nuevas perspectivas con herramientas tecnológicas actuales.

## TouchDesigner como Herramienta de Diseño Interactivo

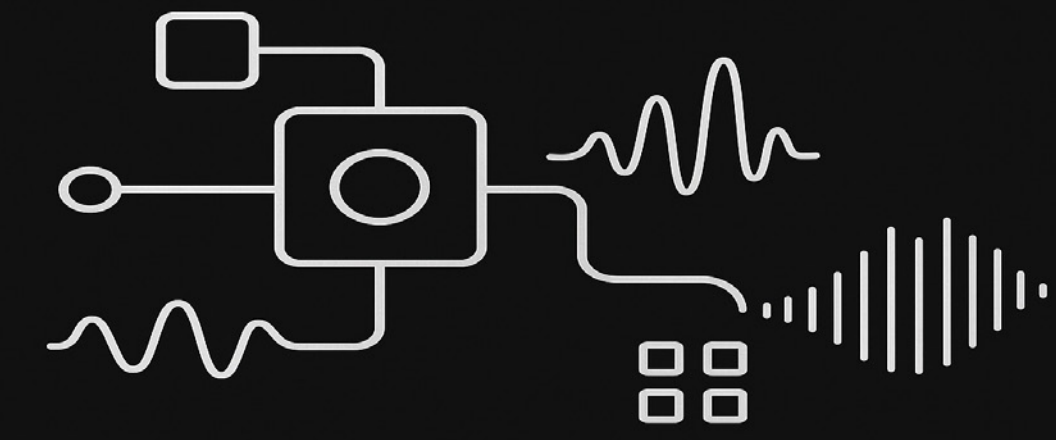
En proyectos que integran experiencias gráficas, estéticas y tecnología, TouchDesigner se posiciona como una herramienta primordial, púes sus características específicas definidas por su arquitectura nodal permite un uso versátil para la experimentación interactiva, las características que notamos más relevantes al usar esta herramienta son las siguientes:

Mapeo crossmodal: Convertir datos cuantificados como frecuencias sonoras valoradas en Hertzios, en parámetros visuales (escala, forma, color, complejidad geométrica) mediante operadores como CHOP (canales de datos) y TOP (texturas).

Baja latencia: Renderizado en tiempo real con una visualización ejecutada en menos de 15 milisegundos (≤15 ms), esencial para mantener la ilusión de inmediatez en performances en vivo (Derivative, 2023).

Accesibilidad: TouchDesigner presenta una versión gratuita con funcionalidades completas, democratizando el acceso a esta herramienta a todo público, característica muy útil para contextos y

Un caso emblemático del uso de esta herramienta, es el proyecto Resonant Waves (Grillotti et al., 2020), donde shaders GLSL en TouchDesigner tradujeron música en patrones cimáticos 3D, permitiendo a los espectadores "tocar" las visualizaciones mediante sensores hápticos. Este caso ejemplifica cómo el diseño interactivo, apoyado en herramientas como TouchDesigner, puede materializar conceptos abstractos como las ecuaciones de Chladni en experiencias tangibles.



## 3.11. Hermenéutica Dialéctica del Sonido y la Imagen en el Diseño Interactivo.

La hermenéutica dialéctica, aplicada al estudio de la percepción sonora y visual, nos permite proponer que el diseño interactivo además de presentar estímulos sensoriales, establece un diálogo dinámico entre el observador y su entorno. Según Gadamer (1960), este proceso interpretativo trasciende la mera recepción pasiva, ya que "verdad y ser se manifiestan en el acto de comprender", cuando el sujeto reinterpreta críticamente su realidad a través de la experiencia. En el contexto de esta investigación, el sonido y la imagen emergen como entidades activas que moldean y son moldeadas por la intervención consciente del observador, generando una relación dialéctica entre lo percibido y lo significado.

La hermenéutica dialéctica sustenta la intencionalidad existente en la percepción, concepto central para esta aproximación teórica, pues al implicar que las experiencias multisensoriales se articulan mediante proposiciones completas (Rodríguez, 1989) estas no se limitan a satisfacer necesidades prácticas, sino que orientan al sujeto hacia la creación de significados profundos, a partir del dialogo entre diferentes horizontes de significados. Por ejemplo, en el Carnaval de Negros y Blancos de Pasto, los tonos de las flautas de caña (440-528 Hz) no solo producen sonido, sino que evocan memorias colectivas vinculadas a la resistencia cultural, demostrando cómo el sonido actúa como "texto" que requiere interpretación contextual (Foucault, 1994). Interpretación que se presenta como resultado de una dialéctica entre lo observado y el marco cultural o contextual del observador.

De esta manera se hace posible entender que el diseño gráfico e interactivo, entendido desde la hermenéutica dialéctica, se convierte en un fenómeno interpretable cuyos significados dependen del diálogo entre lo observado, el observador y su contexto. Habermas (1996) subraya que "toda interpretación está mediada por su marco social", principio que se manifiesta en experimentos como el dispositivo de traducción de ondas sonoras a representaciones cimáticas propuesto, ya que traducir frecuencias sonoras en patrones visuales dinámicos mediante TouchDesigner, esta herramienta además de representar ondas acústicas, establece una relación intersubjetiva donde usuarios y sistema co-crean significados.

Esta co-creación que sugiere una posible resignificación de significados, también encuentra su explicación desde la hermenéutica, pues sigue el modelo hermenéutico de Gadamer (1960) caracterizado por tres pilares fundamentales presentes en esta experimentación:

**Fusión de horizontes: Integración de horizontes de significados, contextos subjetivos y herencia cultural.**

**Círculo hermenéutico: Interacción entre análisis de fenómenos experimentados y retroalimentación directa (en el caso de este experimento, retroalimentación visual), donde cada ajuste redefine la comprensión del fenómeno con el que se interactúa.**

**Intencionalidad dialógica: El dispositivo no es pasivo; su diseño dialógico expresa un mensaje desde la dialéctica que vincula arte, ciencia y contexto.**

En palabras de Rodríguez (1989), "la hermenéutica trasciende las apariencias para buscar el sentido en la conversación constante entre sujeto y objeto". Por esto se puede afirmar que este experimento interactivo se configura como un medio hermenéutico que desafía las percepciones convencionales del sonido, invitando al usuario a explorar su dimensión multisensorial desde lo auditivo y lo visual.

Al integrar estas bases teóricas podemos entender como este experimento tiene claras implicaciones en la Percepción y el Conocimiento desde la experimentación, pues el enfoque dialéctico aquí propuesto expone el rol del diseño interactivo en la generación de conocimiento. Al igual que Foucault desde el dialogo entre definiciones subjetivas y contextos culturales (1994) analizó cómo las estructuras de poder se inscriben en los discursos culturales generalizados, definiendo un marco cultural generalizado. este experimento propone que se pueda revelar cómo los sistemas interactivos sustentan nuevas formas de comprender lo sensorial.

Y gracias a esto se hace posible confirmar que la hermenéutica dialéctica no es un marco teórico abstracto, sino una herramienta para diseñar experiencias que transforman la relación entre horizontes de significado, que en este caso específico son las definiciones de sonido e imagen. De esta manera la hermenéutica dialéctica provee un marco sólido para entender cómo el diseño interactivo trasciende lo funcional y se convierte en un acto de comunicación profunda. Integrando principios propuestos por Gadamer, Habermas y Foucault al diseño interactivo, este experimento además de innovar en la representación cimática de fenómenos sonoros, también contribuye a un dialogo donde tecnología contemporánea y experimentos tradicionales dialogan para generar nuevos conocimientos desde experiencias multisensoriales.


04

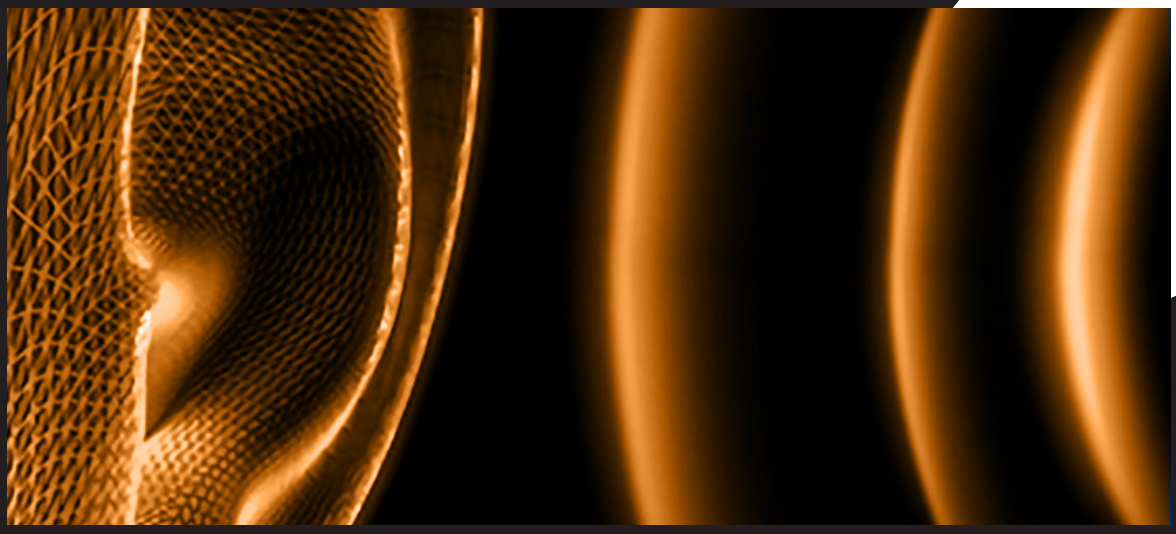
# 4 MÉTODO LÓGIA

4/7

# 4.1 Objetivo General

Al enfrentarnos a la pregunta ¿Cómo se puede facilitar el acceso a una herramienta interactiva de libre acceso para representaciones musicales o sonoras, integrando principios cimáticos y tecnológicos, que traduzca ondas sonoras en representaciones visuales dinámicas en tiempo real, superando las limitaciones tecnológicas de contextos materiales limitados? Llegamos al objetivo general de esta investigación:

***"Diseñar una herramienta interactiva de libre acceso que traduzca ondas sonoras en representaciones visuales cimáticas en tiempo real. Adaptable a las limitaciones tecnológicas y contextos limitados como Pasto (Nariño)."***



# 4.2 Objetivos Específicos

• Analizar el repositorio grafico de patrones cimáticos desarrollado por Ernst Chladni (1787) y su evolución en representaciones digitales contemporáneas, identificando vacíos técnicos y oportunidades para la integración de herramientas de programación visual en contextos regionales.

• Investigar herramientas tecnológicas contemporáneas que permitan implementar una versión digital del repositorio de Chladni a medios digitales, garantizando una precisión geométrica y su replicabilidad en diversas presentaciones musicales o sonoras.

• Explorar el uso de TouchDesigner como herramienta que permita usar recrear experimentos cimáticos analógicos en entornos digitales interactivos y audiorreactivos, para traducir de manera exacta valores de frecuencia de sonido a su equivalente representación cimática de manera digital.

• Desarrollar una herramienta interactiva de libre acceso que integre sonido en vivo, visualizaciones graficas generativas y retroalimentación en tiempo real.

• Expandir la percepción unisensorial del fenómeno sonoro en diversos performances sonoros a una percepción multisensorial.

• Facilitar la innovación creativa compartiendo una herramienta de libre acceso que permita potenciar los performances musicales en vivo a través del diseño interactivo, que desde el dialogo entre sonido e imagen transforme una experiencia unisensorial a una experiencia multisensorial.

# 4.3 Metodológia




-IDENTIFICAR EL PROBLEMA Y REVISIÓN DE LITERATURA

-GENERACIÓN DE IDEAS , CONCEPTUALIZACIÓN Y DESARROLLO Y REALIZACIÓN DE LA OBRA CREATIVA.

-REFLEXION, ANÁLISIS CRÍTICO, CONTEXTUALIZACIÓN Y TEORIZACIÓN DE RESULTADOS.

-COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE RESULTADOS.

### 4.3.1 Marco Metodológico: Integración de Hermenéutica e Investigación Creación

El marco metodológico del que partimos para abordar esta investigación, tiene como base herramientas y sustentos metodológicos tomados a partir de la integración dialéctica entre la Hermenéutica y la Investigación Creación. Posturas metodológicas que facilitan una ruta para dar con una solución a la pregunta que abordamos en esta investigación.

Partiendo del hecho de que es posible generar nuevos significados a partir de una dialéctica entre conceptos anteriormente no relacionados, se hace posible evidenciar que "En el diálogo hay un aspecto medial que integra horizontes, que para nuestro caso son los horizontes entre el sonido y la imagen."(Gadamer, 1960).

También se presenta como una herramienta muy útil la metodología de investigación-creación al ser un enfoque que combina elementos de la investigación académica con el proceso de creación artística o creativa. Esta metodología en específico se escogió por su afinidad con disciplinas como el arte, la música, la literatura y el diseño, donde el proceso de creación se entrelaza con la investigación para generar nuevo conocimiento a partir de exploraciones artísticas o experimentos creativos.

Desde esta postura metodológica, asumimos el diseño gráfico como una experiencia intencional y perceptual, donde la acción hermenéutica descubre el horizonte del texto visual de los intérpretes que participan en los procesos dialógicos de comunicación y los diferentes contextos del proceso de comprensión. Para generar nuevas posibilidades de interpretar experiencias estéticas sensoriales a partir de posibilitar un diálogo entre los sentidos con los que interactuamos con estas experiencias. De esta manera la metodología adoptada sigue un enfoque hermenéutico dialéctico (Gadamer, 1960), donde la investigación-creación se concibe como un proceso iterativo que vincula la experimentación práctica con la reflexión teórica. Este modelo, validado por Borgdorff (2010) en proyectos de arte digital, permite superar la dicotomía tradicional entre teoría y práctica, estableciendo un diálogo medial que integra horizontes, en nuestro caso, los horizontes entre el sonido y la imagen, al mismo tiempo que establece un dialogo entre dos horizontes especificos:

**Horizonte analógico: Experimentos cimáticos históricos (Chladni, 1787; Jenny, 1967).**

**Horizonte digital: Implementación en TouchDesigner mediante programación visual.**

Esta metodología se desarrolla en cuatro fases interconectadas, expuestas a continuación. Cada una fundamentada en principios hermenéuticos y técnicas de investigación-creación.

### 4.3.2 Identificar el problema y revisión de literatura.

El primer acercamiento a las representaciones cimáticas se realizó a partir de un proceso de observación analítica desde la exploración y observación personal, exploración que encontró relaciones entre el sonido y la forma, desde la perspectiva del diseño comparado.

El diseño comparado es una disciplina dentro del campo del diseño gráfico y la investigación visual cuyo objetivo principal, es que desde la observación comparativa se analicen posibles relaciones esteticas en las diversas caracteristicas de las representaciones simbólicas y gráficas propuestas en diferentes contextos y culturas.

Este tipo de aproximación permite que al comparar las formas presentes en la naturaleza y diversos símbolos presentes en historia humana, se evidencie una relación entre las caracteristicas estético formales de estos dos universos estetico formales, justificando asi una posible relación ontológica que justifique las caracteristicas estéticas de diversas creaciones humanas.

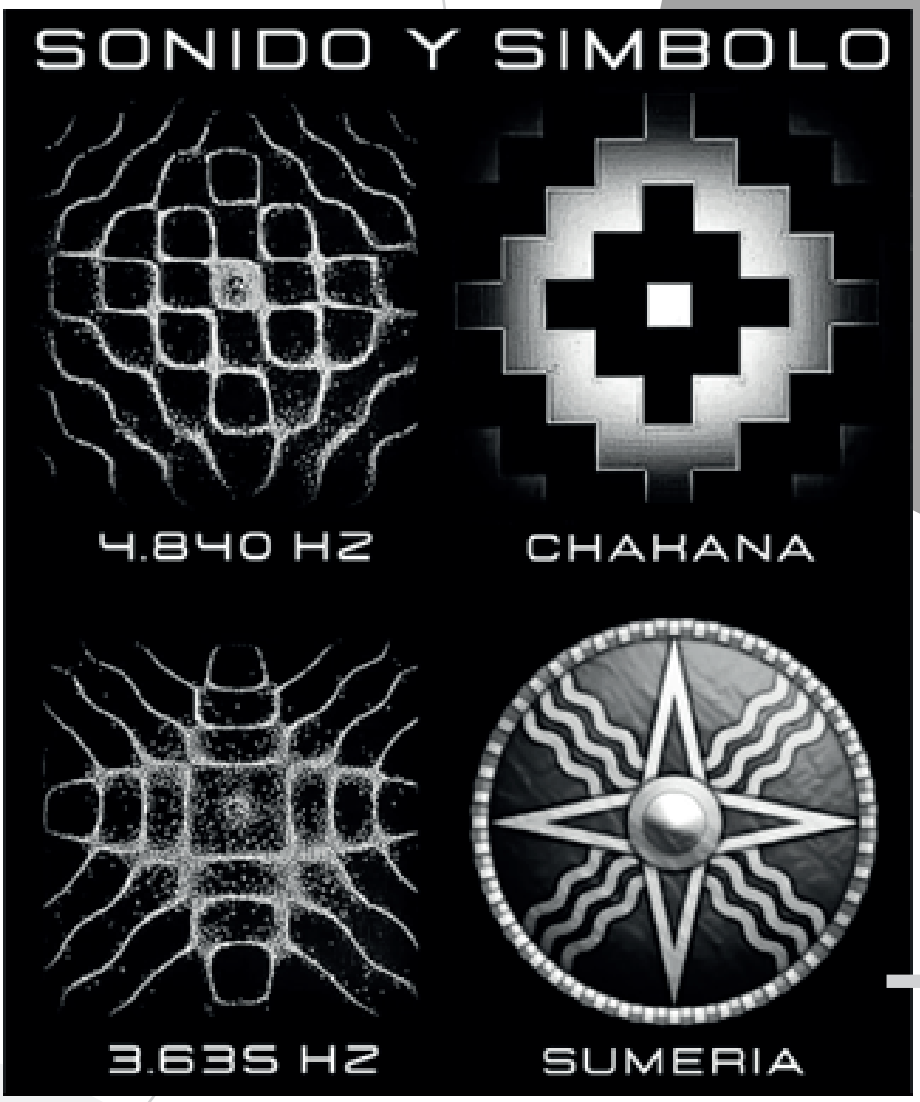
Dicho ejercicio además de justifica un posible origen común de diversos horizontes creativos, también permite ver desde una perspectiva crítica lo intrínseco en las caracteristicas estetico formales de diversas imágenes o representaciones simbólicas usadas por la humanidad.

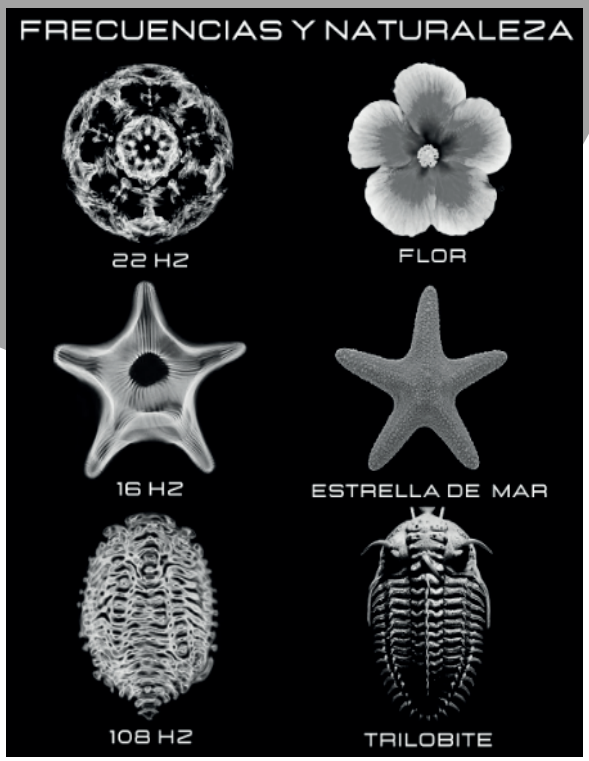
Es por esto que para esta investigación el diseño comparado se configura como una herramienta base para el estudio de la cimática y las formas presentes en la naturaleza. Su aplicación posibilita una comprensión de las relaciones y patrones que comparten estos fenómenos, así como la recolección, comparación y análisis de datos visuales y caracteristicas formales.

Así, ste proceso hace posible establecer vínculos entre los patrones generados en los experimentos cimáticos, símbolos creados por los humanos y las estructuras geométricas naturales.

Un ejemplo ilustrativo de ello son los patrones geometricos existentes en las formas de la chacana andina, la cruz sumeria o incluso en la forma de diversos animales. Haciendo posible cuestionarnos hasta que punto las ondas de vibración sonoras son parte de las configuraciones formales del mundo que nos rodea.

# Diseño Comparado




EL PROBLEMA SE PLANTEA DESDE UNA EVIDENTE RELACIÓN ENTRE SONIDOS E IMÁGENES. Y SURGE LA POSIBILIDAD DE SABER SI TODO SONIDO PUEDE SER CONVERTIDO EN SU EQUIVALENTE GRÁFICO O EN SU RESPECTIVA REPRESENTACIÓN VISUAL.

# Revisión de Literatura

## *La revisión de literatura constituye un paso metodológico fundamental en la investigación-creación desde la hermenéutica.*

Este paso establece el estado del arte de la investigación, identifica lagunas conceptuales y fundamenta la "fusión de horizontes" entre tradición cimática y diseño interactivo contemporáneo (Gadamer,1960). Siguiendo el marco SALSA para revisiones sistemáticas (Grant & Booth, 2009), este paso contextualiza el problema de; cómo facilitar la traducción de ondas sonoras en representaciones visuales mediante herrarmientas accesibles para el contexto de Pasto Nariño.

Aquí tambien se proporciona la base teórica para el desarrollo del artefacto desarrollado en TouchDesigner, garantizando rigor científico y su relevancia cultural (Tricco et al., 2018). La literatura investigada, organizada temáticamente en cimática histórica, percepción crossmodal y programación visual, detallada exhaustivamente en el capítulo correspondiente al Marco Teórico, expone los cimientos que configuran el puente para desarrollar la metodología aplicada en esta investigación.

# Análisis de Experimentos

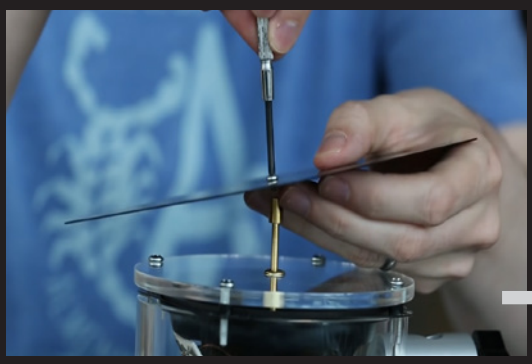
La revisión de experimentos cimáticos existentes, especialmente aquellos que muestran visualizaciones a través de videos de experimentos en placas de Chladni, fue una herramienta fundamental para esta investigación. Este análisis permitie observar cómo diferentes experimentos reproducen patrones geométricos relacionados a frecuencias sonoras en placas vibrantes, confirmando la recurrencia de formas geométricas en múltiples casos y condiciones.

Al observar estos videos, se identifica una consistencia de dichos patrones en diversos materiales y configuraciones, aportando una base sólida y visualmente comprobable para inferir relaciones entre sonido y forma. Esta exploración valida la universalidad de las geometrías cimáticas, y también orienta la traducción digital de estas figuras para la creación de las representaciones gráficas interactivas en TouchDesigner, asegurando que la herramienta desarrollada reproduzca fielmente la relación de los fenómenos visuales y sonoros documentados en el campo experimental analogo (Bourke, 2001; Jenny, 2001)

EN ESTE PASO ABORDAMOS VIDEOS EXISTENTES DONDE SE DESARROLLAN EXPERIMENTOS CIMATICOS SOBRE PALETAS CHLADNI, CON EL FIN DE ANALIZAR E IDENTIFICAR PATRONES QUE SE REPITEN EN DIFERENTES CASOS.

Realizar un experimento cimático en placas metálicas implica varios pasos clave que permiten visualizar cómo las ondas sonoras afectan la materia. A continuación se exponen los pasos para llevar a cabo este tipo de experimento:

1. Preparación de Materiales
2. Configuración del Experimento
3. Generación de Vibraciones
4. Observación y Documentación
5. Análisis y Conclusiones



ARMADO DE LA PLACA PARA EL EXPERIMENTO

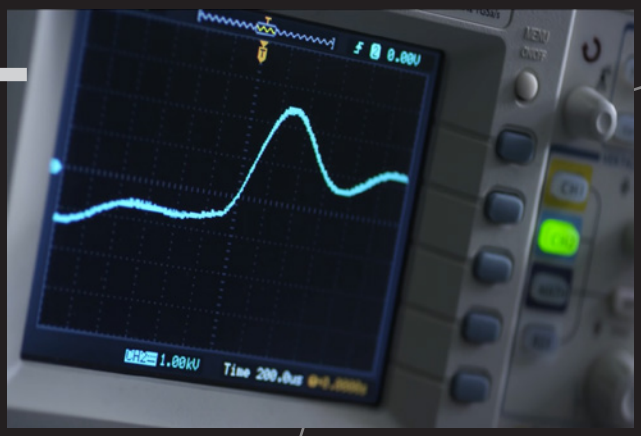
SE AGREGAN LAS PARTÍCULAS CON LAS QUE SE BUSCA INTERACTUAR





SE EXPARENCEN LAS PARTÍCULAS DE MANERA UNIFORME

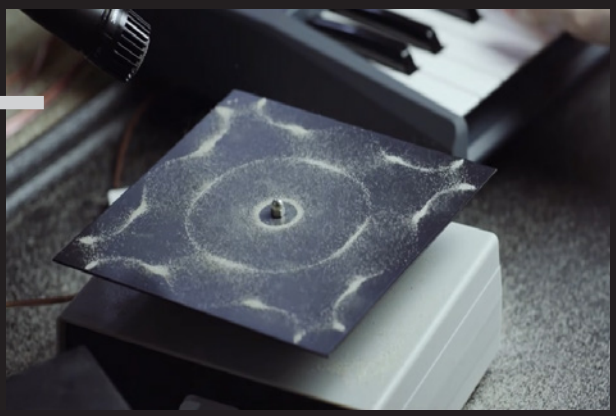
SE CONFIGURA LA ONDA SONORA A INGRESAR EN EL DISPOSITIVO

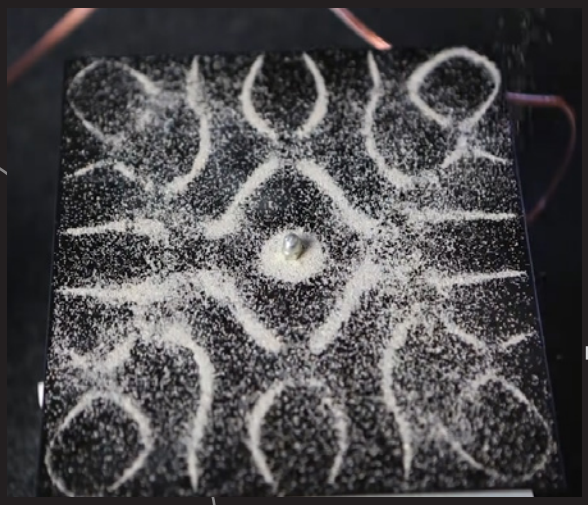




APLICAMOS SONIDO A LA PLACA

SE COMPRUEBA SU FUCNIONAMIENTO



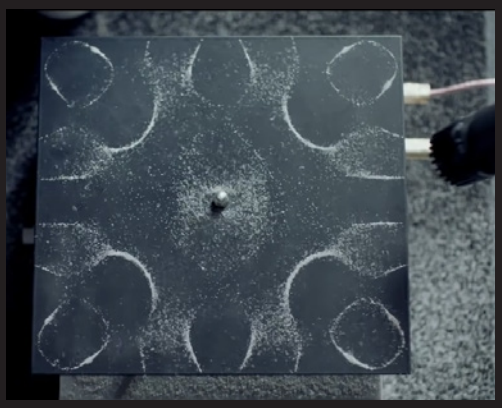


SE OBSERVAN LOS PATRONES GENERADOS EN RELACIÓN A CADA ONDA SONORA

El anterior proceso ejemplifica un experimento cimático eficaz que proporciona una visión clara de cómo las ondas sonoras, tienen una relación directa con patrones visuales observables en materiales sólidos, relación fundamental para el estudio y la aplicación de la cimática.

En las anteriores imagenes se observa un experimento cimatico en paletas metalicas con granos de sal gruesa.

Aquí se expone el proceso clasico de un experimento cymatico paso a paso, donde partiendo de armar una superficie metalica donde se dispone sal sobre ellas, es posible observar como la onda de sonido y vibración es la fuente para la creacion de patrones geométricos y así se genera un escenario que hace posible observar como las diferentes tonalidades tiene su respectivo equivalente en patrones geometrícos.



https://www.youtube.com/watch?v=tFAcYruShow&ab_channel=NigelJohnStanford

### 4.3.3 Generación de ideas, conceptualización, desarrollo y realización de la obra creativa.

En este paso organizamos y análizamos las representaciones cimáticas gráficas existentes de las ondas sonoras, partimos de imágenes análogas obtenidas en experimentos previos y realizamos su transición a reproducciones digitales. Este proceso permitió transformar las manifestaciones físicas del sonido, que tradicionalmente se exponen en medios analogos como las placas vibrantes con partículas, en formatos digitales que pueden ser manipulados e integrados en entornos interactivos.

Al digitalizar y modelar estas representaciones, se hace posible su aplicación a la herramienta digital propuesta en este experimento, paso que hace posible generar nuevas formas de relacionar fenomenos sonoros y visuales desde una percepción multisensorial.

También es en esta fase donde se propone y se sustenta la creación de una herramientas digital basada en algoritmos, que aprovechando las ventajas del diseño interactivo y la tecnología digital replique con fidelidad patrones gráficos visibles equivalentes a ondas sonoras, asegurando así que la herramienta creativa propuesta mantenga un vínculo directo con los fundamentos cientificos cimáticos.

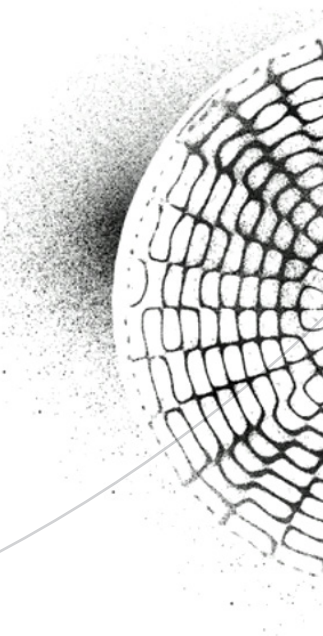
El análisis y la recolección de fotografías de patrones geométricos en experimentos cimáticos son esenciales para documentar y validar los resultados, proporcionando un registro visual preciso y una evidencia empírica sólida.

Estas imágenes permiten un análisis cuantitativo y cualitativo que facilita la medición exacta de las dimensiones y formas de los patrones cimáticos, así como la identificación de detalles y características que pueden no ser evidentes a simple vista.

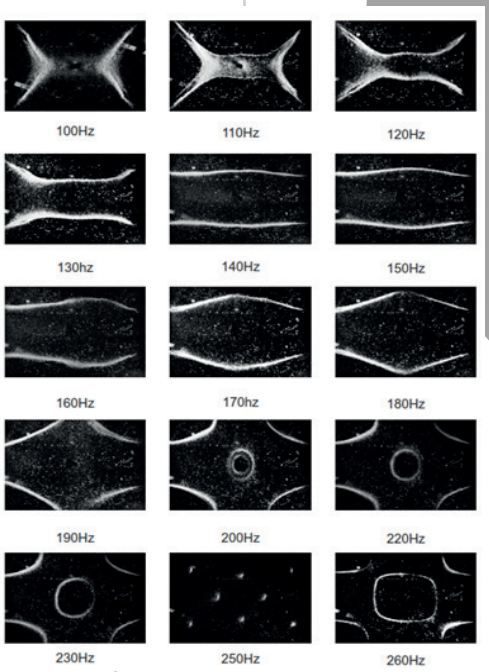
También es este análisis lo que permite comparar y clasificar los patrones obtenidos bajo diferentes condiciones experimentales, identificando tendencias y relaciones formales.

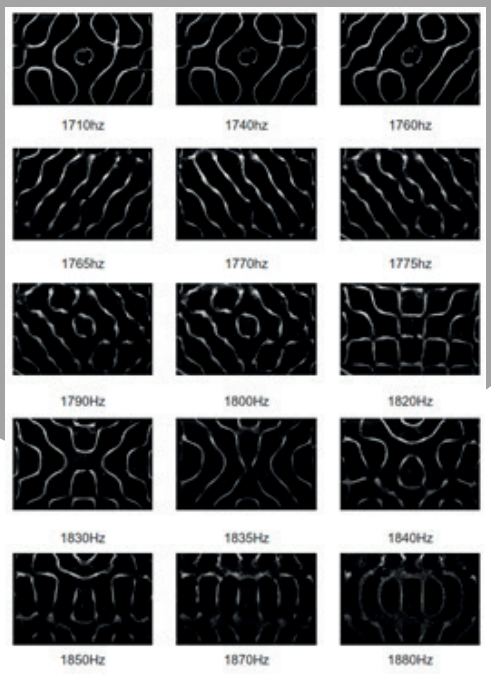
Las imagenes recolectadas son la base para el desarrollo de modelos digitales y simulaciones que replican los patrones observados.

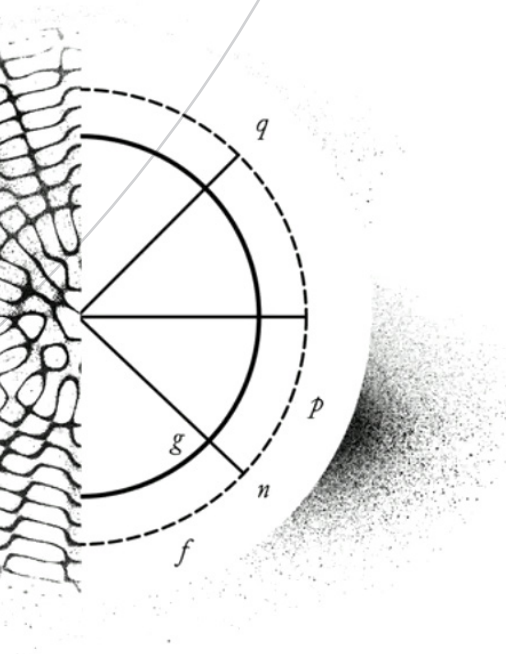
Gracias a esto se hace posible explorar los fenómenos cimáticos en entornos digitales interactivos y controlados.

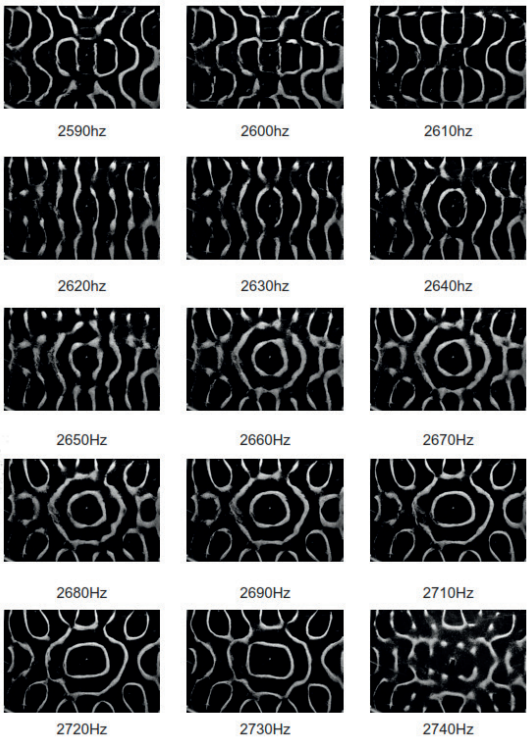


# Análisis y recolección de fotografías realizadas a los patrones geométricos

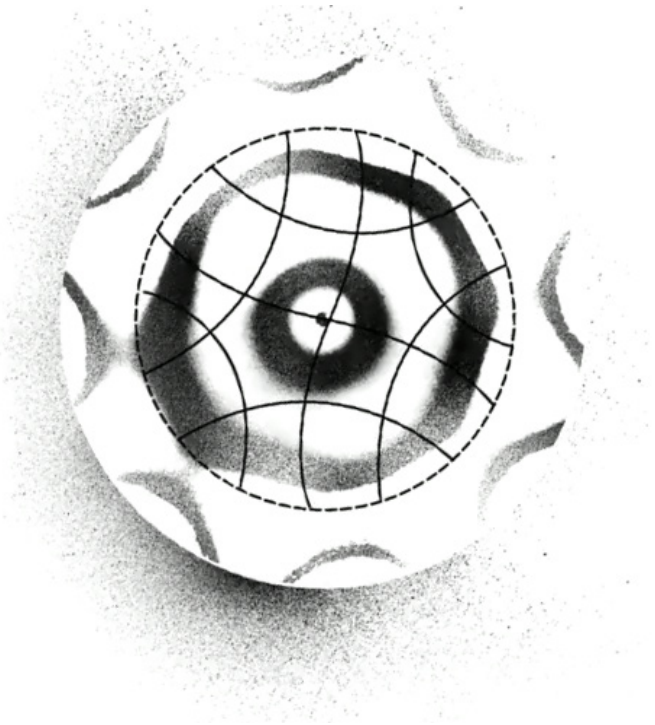


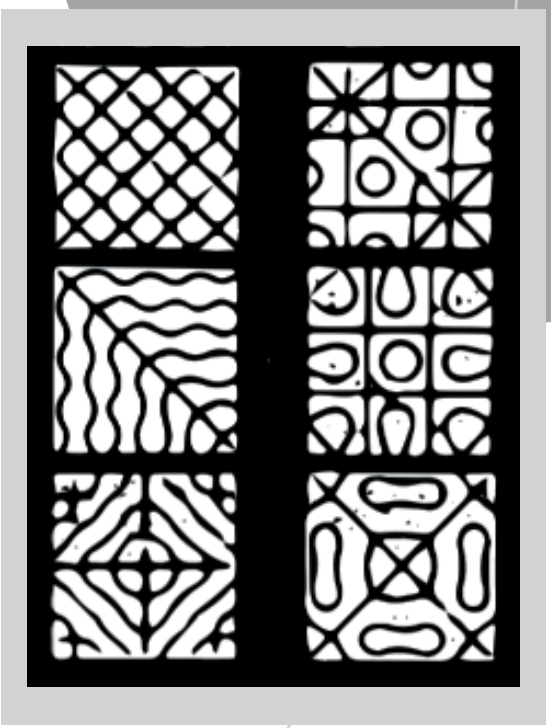
# Digitalización de patrones geométricos

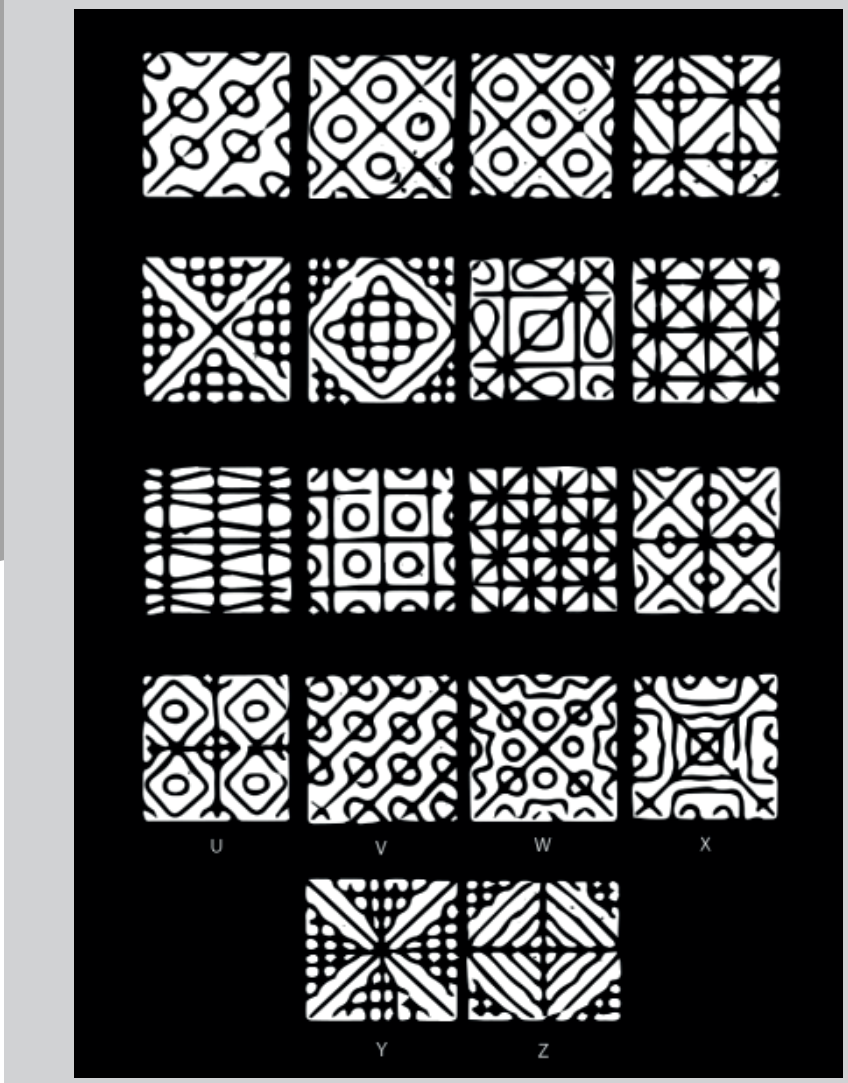


La digitalización de las imágenes obtenidas de experimentos cimáticos análogos es crucial para este proyecto de investigación, ya que permite documentar con precisión los patrones geométricos, facilitando un análisis cuantitativo y cualitativo detallado.

Este ejercicio mejora significativamente la reproducibilidad de los resultados y sirve como base para desarrollar y validar modelos digitalest y simulaciones, garantizando la precisión y consistencia en la investigación cimática. Además, la digitalización facilita la comparación y clasificación de resultados, la visualización y comunicación de hallazgos en publicaciones científicas y presentaciones, y asegura la preservación y accesibilidad de los datos a largo plazo.

# Bocetación






LA DIGITALIZACIÓN DE LAS IMÁGENES OBTENIDAS DE EXPERIMENTOS CIMÁTICOS ANÁLOGOS FUE CRUCIAL PARA REPRODUCIR, ANÁLIZAR, VISUALIZAR Y APLICAR LOS EXPERIMENTOS CIMATICOS A UNA ESPACIO DIGITAL INTERACTIVO.

# Desarrollo del artefacto

El desarrollo de esta herramienta tiene como objetivo principal facilitar un espacio interactivo de libre acceso que permita traducir sonido en imagen de manera dinámica y en tiempo real. Apoyados en TouchDesigner, software gratuito para programación visual y procesamiento gráfico interactivo, configuramos una herramienta capaz de analizar frecuencias sonoras y transformarlas en representaciones visuales cimáticas que respondan a los cambios del sonido en vivo.

Este experimento facilita una interacción directa entre fenómenos acústicos y gráficos, al igual que posibilita nuevas herramientas para la creación artística, el diseño interactivo y la experiencia performativa, desde un diálogo multisensorial que enriquece la percepción de experiencias sonoras y visuales.

El dispositivo se realizó con programación basada en nodos, en la versión gratuita de TouchDesigner, programa que permite desarrollar un flujo de trabajo con gran versatilidad.

Decidir elaborar un proyecto en TouchDesigner para digitalizar o representar patrones cimáticos interactivos implicó varios pasos. Partiendo de la preparación del entorno, hasta la implementación de visualizaciones interactivas basadas en datos sonoros.

Con esta herramienta logramos crear patrones geométricos cimáticosen un entorno digital, experimentando con diferentes nodos y configuraciones en TouchDesigner obtuvimos resultados equivalentes a experimentos cimáticos analogos.

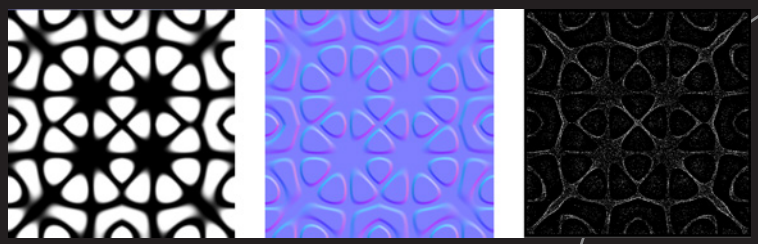
Para su efectividad, la clave fue la manipulación en tiempo real de las formas geométricas controladas por la formula matematica que expresa la relacion directa entre los valores de onda sonora y su equivalente gráfico, lo que permite visualizar de manera controlada la teoria cimática digitalmente.



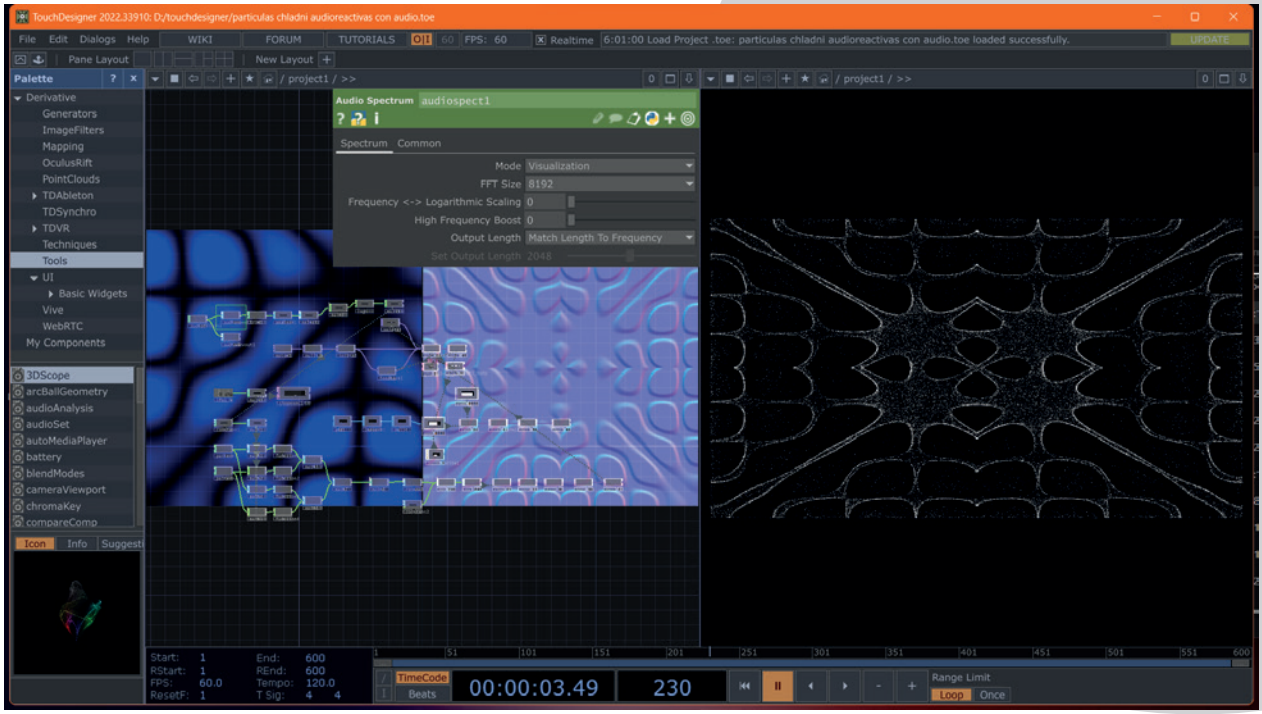

*"TouchDesigner (TD) is a platform for visual nodal programming and real time interactive multimedia content, optimised for giving a versatile support to live performances"*

TouchDesigner es una plataforma de desarrollo visual en tiempo real utilizada para crear gráficos, experiencias interactivas y aplicaciones multimedia. Este es un software de gran utiludad para artistas digitales, diseñadores interactivos y desarrolladores de experiencias inmersivas por su su versatilidad y capacidad para generar visualizaciones complejas e interactivas en tiempo real.

El software tiene licencias profesionales gratuitas y de pago, incluye todos los operadores básicos, pero está limitado a una resolución de 1280 x 1280 píxeles en su versión gratuita. El código de TouchDesigner es cerrado, pero permite un amplio espectro de posibilidades y variaciones gracias al uso de codificación en Python para todos sus operadores, comandos y parámetros.



# Programación de la herramienta




EN EL SOFTWARE REALIZAMOS EL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN Y CODIFICACIÓN DE LOS PATRONES GEOMETRICOS ACORDES A CADA HERTZ, POSTERIOR A ESO GENERAMOS LA ANIMACIÓN Y CONCLIUMOS CON LA PROGRAMACIÓN NECESARIA PARA QUE ESTAS INTERACTUEN CON AUDIO QUE SE INGRESE AL SOFTWARE

TouchDesigner se utilizó para visualizar patrones cimáticos en tiempo real. Esta herramienta funciona ingresando cualquier archivo de audio al software e interpreta los datos de frecuencia sonora para generar imagenes que representan los patrones cimáticos equivalentes a cada sonido.

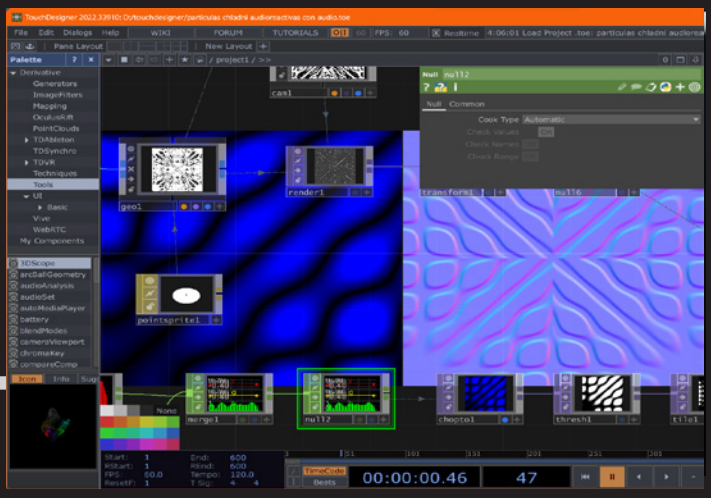
Es así cómo se hace posible observar la interacción entre sonidos y formas visuales, Experiencia significativa para la innóvacion en propuestas creativas y presentaciones que puedan experimentar de manera multisensorial fenomenos sonoros y visuales.

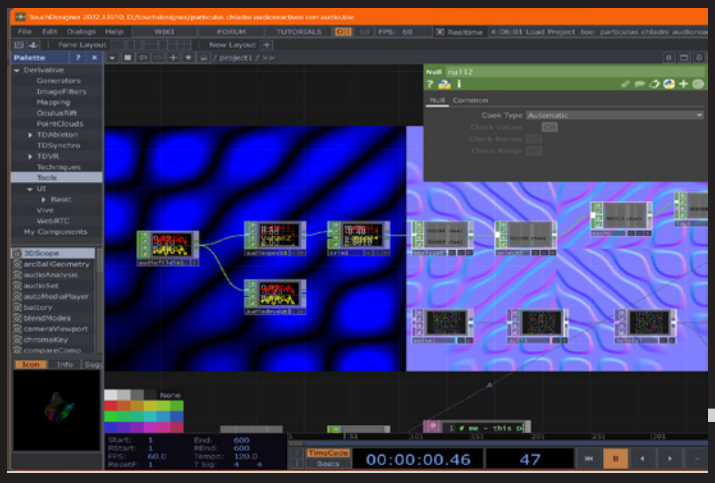
# Pasos para su desarrollo



CODIFICAMOS LAS IMAGENES CIMATICAS PARA REPRESENTARLAS DE MANERA PRECISA EN EL SOFTWARE

CONFIGURAMOS EL ASPECTO VISUAL DESEADO PARA LA VISUALIZACIÓN DE LAS FORMAS CIMÁTICAS





VINCULAMOS LA ENTRADA DE AUDIO HACIENDO QUE INTERACTUE CON LA GENERACIÓN DE IMÁGENES

# Desarrollo y Realización de la obra creativa.

Aquí presentamos la creación de un video tutorial detallado que expone paso a paso cómo programar esta herramienta en TouchDesigner. Este tutorial se compartió en YouTube, con el propósito de facilitar el acceso y permitir que cualquier persona pueda aprender a configurar esta herramienta y explorar sus posibilidades para innovar en proyectos creativos audiovisuales con caracteristicas interactivas.

Como parte del desarrollo de esta investigación, se aplicó esta herramienta en un entorno real para evaluar su efectividad e impacto en una presentación mucal en vivo, la implementación experimental de la herramienta acompañó la presentatación musical proyectando imágenes cimáticas que respondían en tiempo real al sonido generado por los músicos.

Esta experiencia multisensorevidenció un impacto positivo en la audiencia y los musicos que hicieron parte de la presentación, posibilitando experimentar el sonido de manera multisensorial. Esta experimentación con la herramienta desarrollada sirvió como validación del potencial artístico y técnico del dispositivo, evidenciando cómo la integración del sonido y la imagen puede enriquecer espacios performativos y creativos.

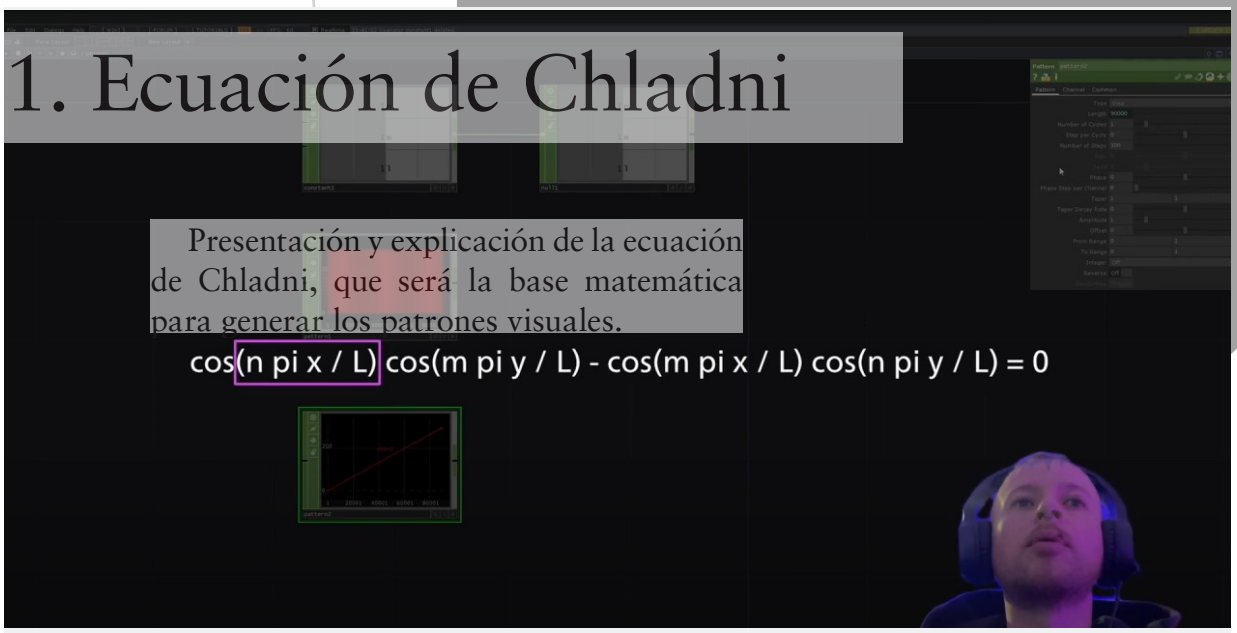
## Transforma Sonido en Imágenes: Tutorial para representación Cimatica con TouchDesigner

En este tutorial explicamos cómo transformar sonidos en representaciones gráficas usando TouchDesigner y principios cimáticos.

Esta herramienta es para quien quiera explorar la combinación de tecnología, música y representaciones visuales.

El tutorial explica desde lo básico, así que puede ser desarrolado por cualquier persona; esta es una guia paso a paso para desarrollar una herramienta para hacer hacer proyectos creativos interactivos. Veremos cómo crear patrones visuales que responden directamente al sonido, una técnica poderosa que puedes aplicable a

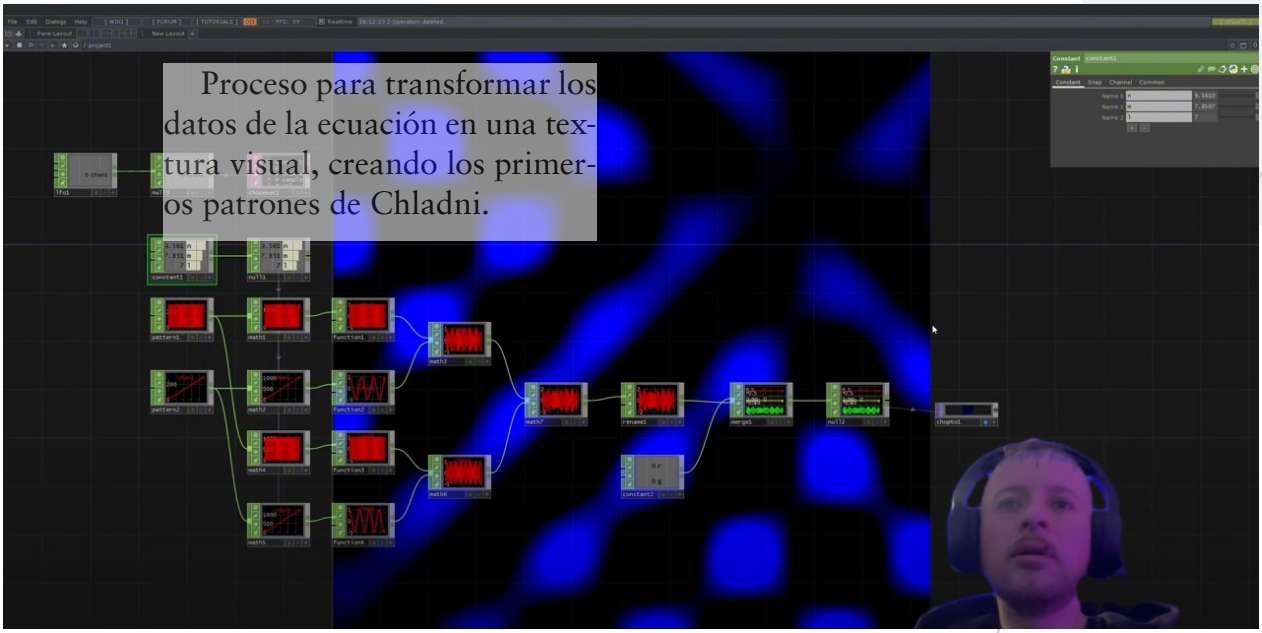
# *Pasos para crear visualizaciones cimáticas en TouchDesigner*




## 2. Convertir la Ecuación de Chladni a CHOPs

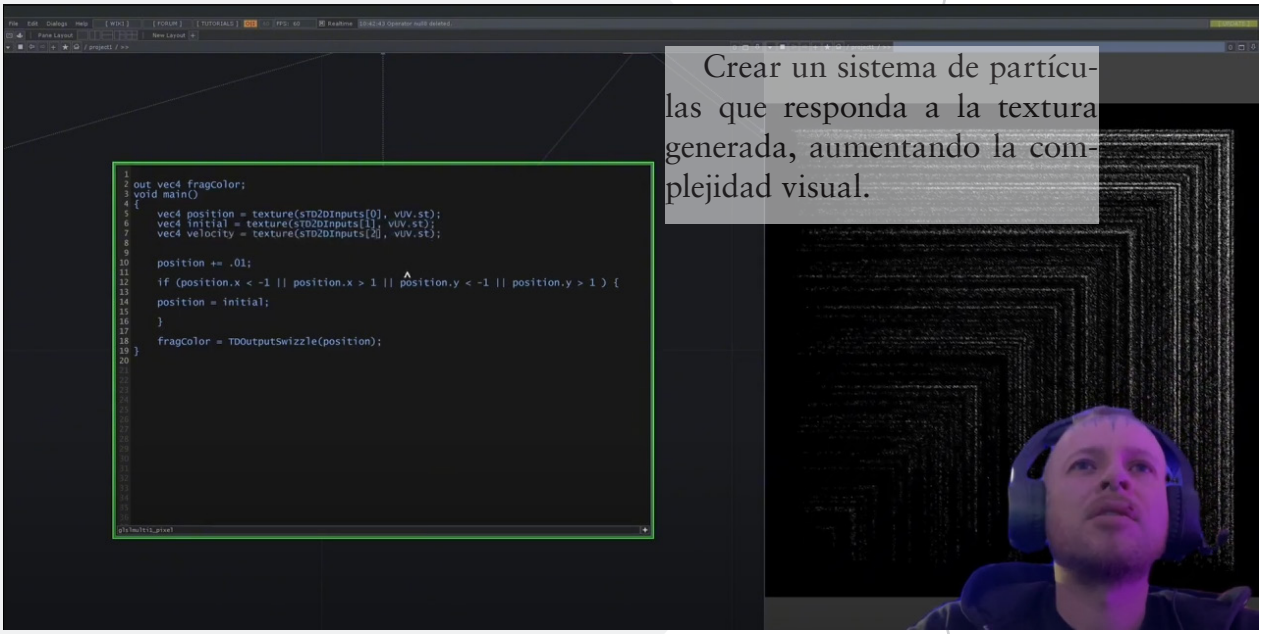


# 3. Convertir la Ecuación de Chladni en una Textura



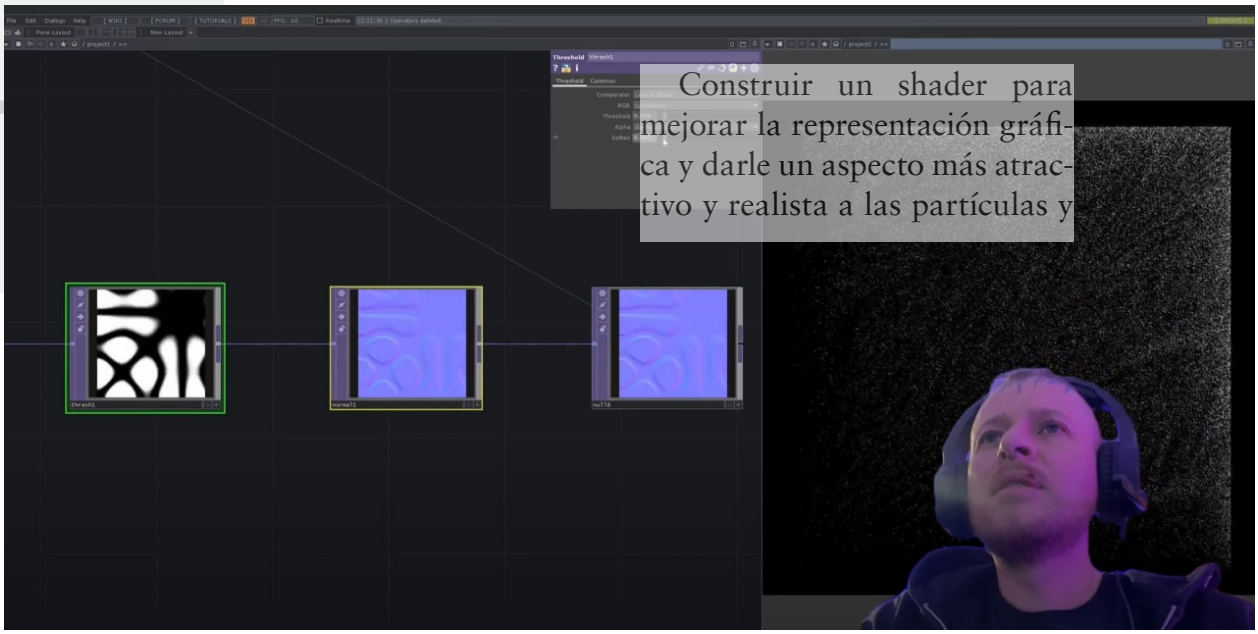
Proceso para transformar los datos de la ecuación en una textura visual, creando los primeros patrones de Chladni.

# 4. Generar Partículas



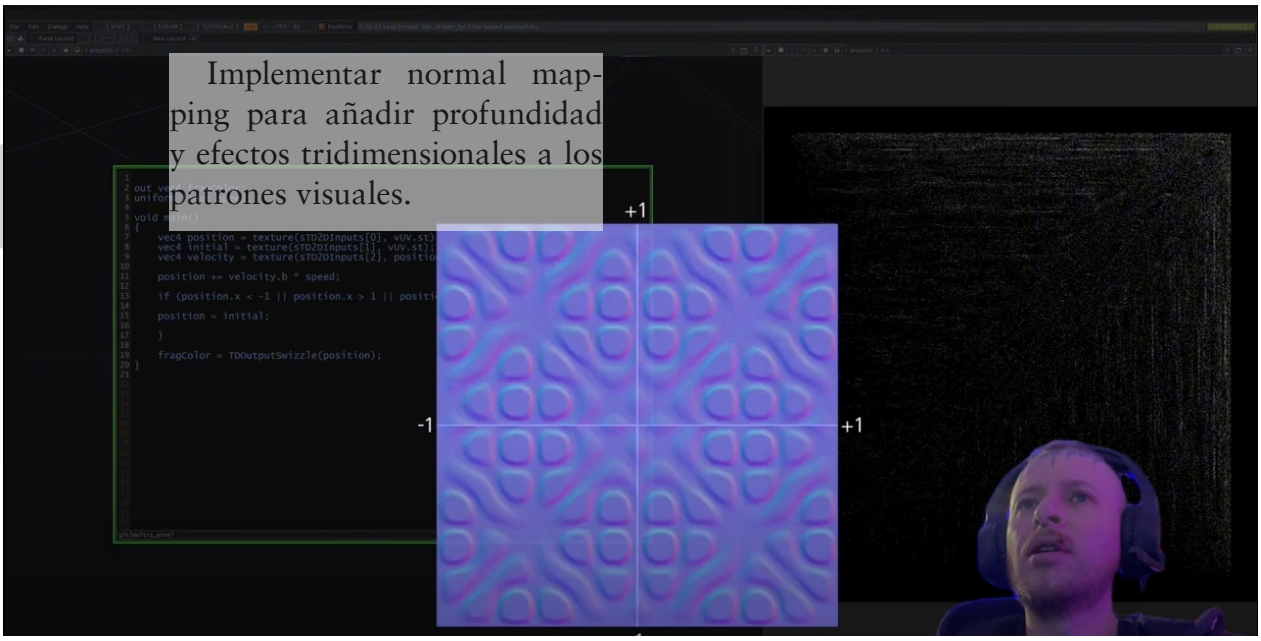

Crear un sistema de partículas que responda a la textura generada, aumentando la complejidad visual.

# 5. Crear el Shader



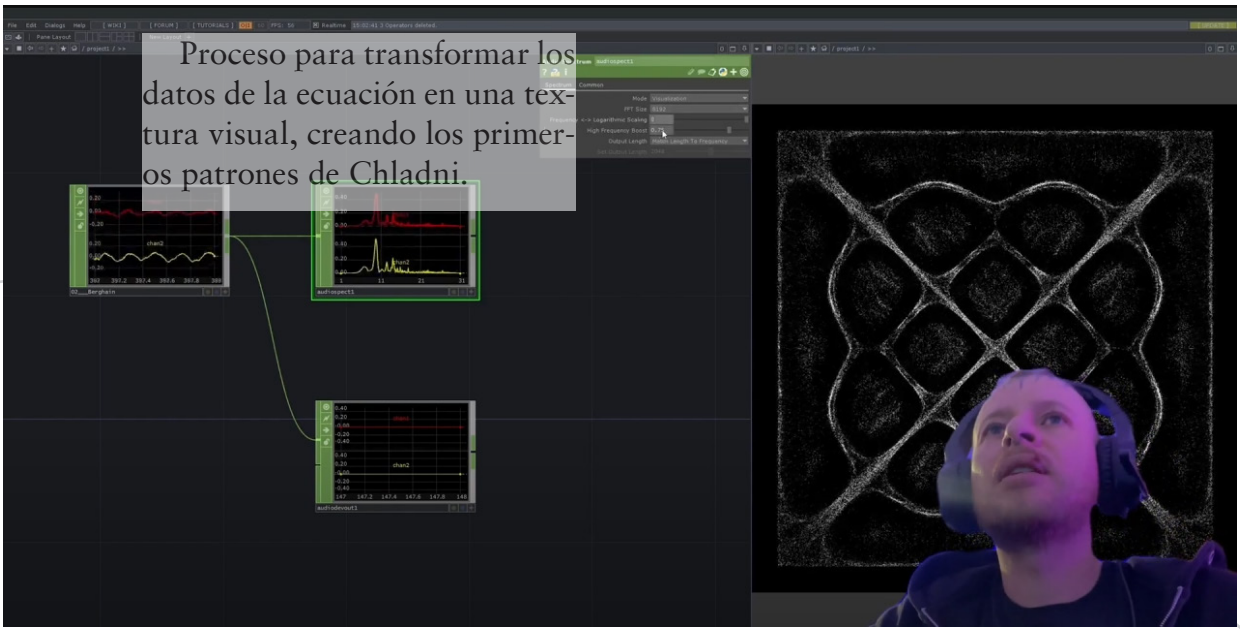
Construir un shader para mejorar la representación gráfica y darle un aspecto más atractivo y realista a las partículas y

# 4. Aplicar Mapeo de Normales (Normal Mapping)




Implementar normal mapping para añadir profundidad y efectos tridimensionales a los patrones visuales.

# 3. Hacerlo interactivo y audiorreactivo



Proceso para transformar los datos de la ecuación en una textura visual, creando los primeros patrones de Chladni.

*Este tutorial busca aportar con la utilidad practica del el proyecto al proporcionar una guía accesible para la creación de una herramienta que permita la interacción entre imagen y sonido sustentada en la teoria propuesta por la cimática.*

*Al utilizar TouchDesigner, un software versatil y profesional en el ámbito del diseño interactivo, el tutorial se presenta como una herramienta de libre accerso que permite la experimentación multisensorial con tecnologias contemporaneas, facilitando el acceso a crear desde la audiorreactividad experiencias visuales interactivas.*

# Tutorial en YouTube



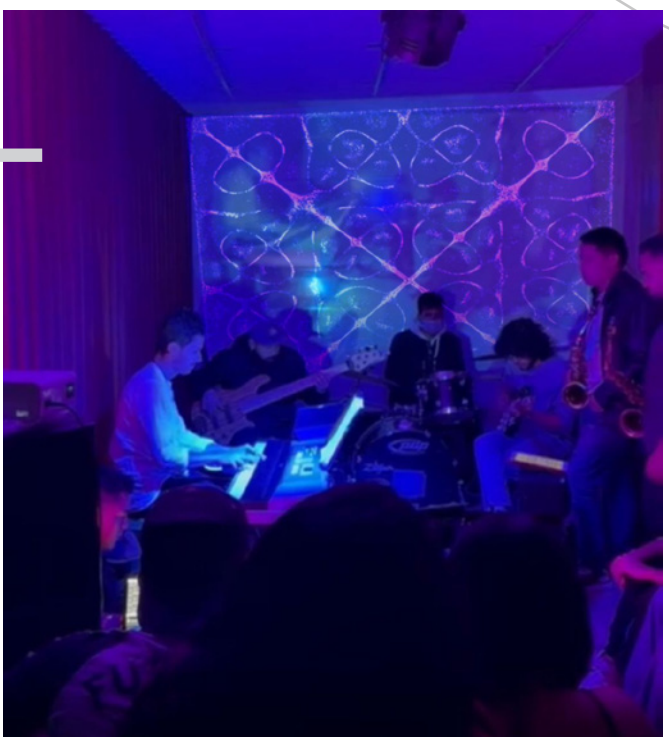
https://www.youtube.com/watch?v=QmzitFj6TuQ

# *Ejecución de la herramienta en un entorno real*

La ejecución del dispositivo de traducción de sonido a imagen se llevó a cabo en un entorno de improvisación de jazz, generando una experiencia en la que el público pudo sumergirse en el poder transformador del sonido y la imagen. Este "test en vivo" permitió observar cómo el dispositivo respondió a las variaciones complejas e inesperadas del jazz, traduciendo las notas y ritmos en representaciones visuales en tiempo real que reflejaron la esencia de cada sonido.

Al integrar el dispositivo en un jam de jazz, se buscó explorar el potencial multisensorial de la música y la imagen. Al analizar la eficacia del dispositivo para captar la expresividad de la improvisación, donde cada nota y silencio fueron traducidos en imágenes dinámicas, este ambiente brindó la oportunidad para evaluar tanto la precisión de la herramienta para representar de manera efectiva los valores de sonido frente a su equivalente reprentación cimática, así como propiciar la experiencia emocional que ofreció el componente interactivo que aportó el dispositivo a la presentación musical. La reacción de los asistentes fue clave para identificar cómo la visualización del sonido amplificó su conexión con la música, revelando relaciones invisibles entre el sonido y lo observado.







# Espacio de Jam en Espiral, casa cultural



*Esta experimentación demostró que el dispositivo ademas de traducir con precisión el sonido en visualizaciones dinámicas, logra transformar la experiencia musical en un diálogo multisensorial que profundiza la conexión emocional del público con el sonido; por lo tanto, esta herramienta tiene el capacidad de potenciar la interacción artística y enriquecer la experiencia del espectador.*

### 4.3.4 Reflexión, análisis crítico, contextualización y teorización de resultados.

En esta etapa evaluamos el impacto del dispositivo interactivo desarrollado, el posible impacto al compartir el libre acceso a esta herramienta desde de la creación de un video tutorial compartido en YouTube para la replicación paso a paso de este dispositivo, especialmente analizando si los resultados de esta investigación aportan a la democratización del acceso a la programación visual desde tecnologías contemporaneas, y también experimentando si herramientas como esta, pueden fomentar la innovación en proyectos creativos para cualquier interesado.

Este punto, tambien registra la ejecución exitosa de la herramienta en un espacio de música en vivo en el contexto de Pasto, donde esta herramienta acompañó la presentación musical en vivo proyectando visualizaciones cimáticas dinámicas que interactuaron con la presentación musical, sincronizando en tiempo real imágenes cimáticas con frecuencias ssonoras, lo que generó una experiencia multisensorial inmersiva.

Aquí reflexionamos si la fusión interactiva entre sonido e imágen en el contexto de Pasto, supone un potencial para propuestas creativas locales.

# *Reflexión*

Que hace significativa esta investigación?

El desarrollo de esta tesis representa una posibilidad significativa al relacionar la investigación científica, el diseño interactivo y la tradición artística, planteando un diálogo entre el sonido y la imagen, que concluye en un resultado útil, propone un camino que trasciende los límites convencionales de la percepción sensorial.

Desde una perspectiva crítica frente a modelos de investigación convencionales, esta iniciativa valida la pertinencia de metodologías mixtas y transdisciplinarias, en las cuales la hermenéutica dialéctica aporta profundidad teórica, al igual que ofrece una guía para fundamentar la practica creativa, tal como argumentan Borgdorff (2010) y Gadamer (1960).

La integración de herramientas digitales accesibles como TouchDesigner propuesta en esta investigación contribuye a democratizar las herramientas tecnologícas artísticas, enfrentando las barreras típicas que limitan el acceso a ellas en contextos materiales y culturales como Pasto

También es importante mencionar que esta investigación enfrentó desafíos presentes en la complejidad de traducir fenómenos físicos en lenguajes visuales digitales que interactuen en tiempo real, especialmente por la necesidad de conseguir relacionar precisión técnica y expresiones estético formales, un aspecto que autores como Spence (2012) han identificado como algo crucial para lograr experiencias multisensoriales exitosas.

En este sentido, el resultado de esta investigación se puede considerar como una experiencia multisensoriales exitosa, pues la validación mediante su ejecución en un espacio de presentacion musical en vivo y el feedback cualitativo de los espectadores ofrecen una irremplazable justificación del potencial útil de la herramienta creada, al igual que evidencia la versatilida de esta al permitir ajustar la herramienta para responder a la diversidad expresiva de la música o los sonidos en general.

El desarrollo de esta investigación tiene implicito un aporte de un marco replicable para futuras investigaciones que deseen explorar la relación interactiva entre fenómeno físicos y expresiones estéticas, desde la interdiciplinariedad, la co-creación cultural y la innovación. Caracteristicas que permiten considerar este proceso como una propuesta alineada con los principios de las ciudades creativas de la UNESCO (2021). El enfoque de esta investigación aporta a un campo emergente donde la tecnología y el arte se encuentran para generar experiencias capaces de conectar diversos conocimientos, estimular la creatividad y fomentar una comprensión más profunda y multisensorial de fenomenos sonoros y visuales.

### 4.3.5 Comunicación y difusión de resultados.

La comunicación y difusión de resultados de esta investigación se llevarán a cabo mediante una exposición formal como parte de la presentación del trabajo de grado en la carrera de Diseño Gráfico de la Universidad CESMAG. Este espacio académico permitirá mostrar de manera directa y práctica los hallazgos y el desarrollo de la herramienta interactiva desarrollada,esperando promover el diálogo creativo en la comunidad académica.

Además, como parte de la difusión de resultados de esta investigación, y como soporte tangible que garantice el acceso al contenido completo de la investigación, se entregará una copia física del trabajo de investigación en formato libro, esperando que sea un recurso valioso para futuros investigadores y estudiantes interesados en la relación entre sonido, imagen, programación visual y diseño interactivo.

Estas herramientas para la comunicación y difusión de los resultados logrados, se espera que logren aportar a fortalecer el compromiso de la universidad con la innovación desde la investigación  y la exploración del conocimiento en el ámbito del diseño gráfico.


05

# REFERENCIAS

5/6

•Borgdorff, H. (2010). El debate sobre la investigación en las artes.
•Borgdorff, H. (2010). The Conflict of the Faculties: Perspectives on Artistic Research and Academia. Leiden University Press.
•Bourke, P. (2001). Tomado de Chladni plate interference surfaces. Recuperado el 12 de Marzo de 2023 de: https://paulbourke.net/geometry/chladni/
•Bourke, P. (2001). Chladni Patterns: Mathematics and Aesthetics. University of Western Australia.
•Bourke, P. (2020). Chladni Patterns in the Digital Age. ACM SIGGRAPH.
•Bustamante, L. F. & Ochoa, V. (2017). Cimática y diseño industrial. Revista UPB.
•Buxton, B. (2007). Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design. Morgan Kaufmann.
•Cámara de Comercio de Pasto. (2023). Informe de Economía Creativa.
•Chen, L. (2022). Interactive Sound Visualization. Frontiers in Psychology.
•Chen, L. (2022). Crossmodal Mapping in Interactive Art. Frontiers in Psychology.
•Conservatorio del Tolima. (2021). El canto del Curaca y cimática.
•Corradi, R. (2021). TouchDesigner for Science Communication. Derivative.
•Derivative (2023). TouchDesigner Documentation. https://derivative.ca
•Derivative. (2023). TouchDesigner Documentation: Usability in Non-Tech Contexts.
•Foucault, M. (1994). Las palabras y las cosas: Una arqueología de las ciencias humanas. Siglo XXI.
•Foucault, M. (1994). La Hermeneutica del Sujeto. Madrid : Piqueta.
•Gadamer, H. G. (1960). Verdad y Método.
•Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. Health Information & Libraries Journal, 26(2), 91-108.
•Grillotti, R., et al. (2020). Resonant Waves: Immersed in Geometry. Leonardo, 53(4), 45-51.
•Habermas, J. (1996). Conciencia moral y acción comunicativa. Barcelona: Ediciones Península.
•Habermas, J. (1996). Teoría de la acción comunicativa. Taurus.
•Hans, J. (2001). Cymatics A Study of Wave Phenomena and Vibration. USA: Macromedia Publishing.
•Jenny, H. (2001). Cymatics: A Study of Wave Phenomena. MACROmedia.
•Jenny, H. (1967). Cymatics: The Study of Wave Phenomena. Basilius Presse.
•Kauffmann Doig, F. (2003). Iconografía Andina. Lluvia Editores.
•Kwastek, K. (2013). Aesthetics of Interaction in Digital Art. MIT Press.
•Lladós, F. L. (s.f.). La Cimatica como herramienta de expresion artistica. tesis doctoral. Universidad de Barcelona, Barcelona.
•Norman, D. A. (2013). The Design of Everyday Things. Basic Books.
•Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=B_s4AAAAMAAJ&pg=PA26&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
•Rodríguez, J. (1989). Hermenéutica y comunicación. Anthropos.
•Rodríguez, V. M. (1989). Introduccion A La Filosofia Del Lenguaje. Barcelona: Anthropos.
•Soler-Adillon, J. (2015). Interactivity and digital art. Digithum, 17, 44-52.

•Spence, C. (2012). Crossmodal correspondences: A tutorial review. Attention, Perception, & Psychophysics, 73(4), 971-995.
•Stone, W. H. (1879). Elementary Lessons on Sound. London: Macmillan and Co.
•Tresguerres, J. A. (2005). Fisiología Humana 3ra Ed
•Tresguerres, J. A. (2005). Fisiología humana. McGraw-Hill.
•Tricco, A. C., et al. (2018). PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. Annals of Internal Medicine, 169(7), 467-473.
•UNESCO (2021). STEM Education Through Art. https://unesdoc.unesco.org
•UNESCO. (2021). Pasto: Creative City of Crafts and Folk Art.

# ReFerencias BibliográFicas



# ANEXOS

6/6

# Anexo de Imágenes

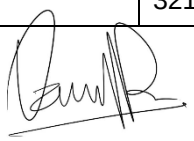






| Fecha de Entrega | Dia: 29 | Mes: octubre | Año:2026 |
|---|---|---|---|

| DATOS PRINCIPALES DEL DOCUMENTO |
|---|
| **Título del Trabajo de Grado / Tesis:**<br>R.I.V. Ruido in visible |
| **Facultad y Programa Académico:**<br>**Facultad de Arquitectura y Bellas Artes, Diseño Gráfico** |
| **Elija el tipo de documento:**<br>**Trabajo de Grado (Pregrado, Tecnología)** |

| INFORMACIÓN DE AUTORIA | |
|---|---|
| **Autor ◯;1** | |
| **Nombres y apellidos:**<br>David Nicolas Ruales Pianda | **Documento de identidad:**<br>1086330266 |
| **Correo electrónico:**<br>untalmono@gmail.com | **Número de contacto:**<br>3218773194 |
| **Firma:** _____  | |
| **Autor ◯;2** | |
| **Nombres y apellidos del autor:** | **Documento de identidad:** |
| **Correo electrónico:**<br>@ | **Número de contacto:** |
| Se permite firma digital escaneada (borre esta nota)<br>**Firma:** __ _____ | |
| **Autor ◯;3** | |
| **Nombres y apellidos del autor:** | **Documento de identidad:** |
| **Correo electrónico:**<br>@ | **Número de contacto:** |
| Se permite firma digital escaneada (borre esta nota)<br>**Firma:** _____ | |
| **Autor ◯;4** | |
| **Nombres y apellidos del autor:** | **Documento de identidad:** |

| **Correo electrónico:** @ | **Número de contacto:** | |
|---|---|---|
| **Firma:** _____ Se permite firma digital escaneada (borre esta nota) | | |
| **Autorización de publicación.** (elija solo uno) | **SÍ** ☐ | **NO** ☐ |

En mi calidad de autor(es) y/o titular (es) del derecho de autor del trabajo de grado / tesis señalada en el encabezado, se confiere a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado / tesis en el repositorio institucional y buscadores de biblioteca. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento abarca las siguientes características:

a) Se otorga desde la fecha de suscripción y durante todo el término en el que los firmantes del presente documento conserven la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que se deje de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el trabajo de grado, nos comprometemos a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de nuestra parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del trabajo de grado dentro del repositorio institucional. Conocemos que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la petición, para desmarcar la visualización y difusión del documento en el repositorio institucional.
b) Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el trabajo de grado en texto completo y en formato digital, teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, se acepta la circulación con alcance mundial, por lo tanto, podrá ser consultado, descargado y compartido.
c) La autorización que se acepta a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, se renuncia a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el trabajo de grado.
d) Al aceptar se manifiesta que el trabajo de grado es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que se ostenta los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, se asume toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndose indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de esta. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre los autores y la fecha de publicación.
e) Se autoriza a la Universidad CESMAG para incluir el trabajo de grado en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
f) En los eventos en los que el trabajo de grado haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autor(es) garantizo(amos) que he(hemos) cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejo(dejamos) constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

**Notas:** en el caso de no aceptar la publicación, el trabajo de grado podrá ser clasificado, catalogado, codificado y subido al repositorio institucional y buscadores de biblioteca como control de inventario y custodia manteniendo el enlace de visualización oculto; por lo tanto, no contará con el proceso de difusión abierto al usuario.

Si se marco **SI** y en un futuro se desea solicitar el retiro de visualización y difusión del repositorio institucional, todos los autores deberán diligenciar el formato marcando el **NO** se autoriza (se omite firma de asesor)
Si se marcó **NO** y en un futuro se desea solicitar visualización y difusión en el repositorio institucional, todos los autores deberán diligenciar el formato marcando el **SI** se autoriza (se omite firma de asesor)

| **Espacio exclusivo del Asesor** | |
|---|---|
| **Nombres y apellidos del asesor:**<br>Wilmer Ferney Zambrano Guerrero | **Documento de identidad:**<br>1085260335 |
| **Correo electrónico:**<br>wfzambrano@unicesmag.edu.co | **Número de contacto:**<br>3016046339 |
| **Firma:**  | |
| En mi calidad de asesor manifiesto que he leído y evaluado el trabajo de grado y de acuerdo con mi conocimiento profesional académico y científico, garantizo que su contenido cumple con las especificaciones de orden académico e investigativo, de confiabilidad de autoridad y de calidad en su presentación de acuerdo con lo establecido por la universidad, por lo tanto, avalo su publicación y difusión en el repositorio institucional de la Universidad CESMAG. | |
| **Autorización de publicación** | **SÍ** ☒ **NO** ☐ |
| **Observaciones:** | |