



**Instituto Departamental de Bellas Artes**  
**Interpretación Musical con Énfasis en Viola**

**Elementos de percepción háptica y visual sirven para la creación de un concierto multisensorial orientado a la población con discapacidad auditiva.**

**Trabajo Fin de Pregrado**  
**Presentado por: Aurora Zafra Castaño**  
**Director: Magíster Juan Guillermo Ossa Jiménez**

**Ciudad: Cali**

**Fecha: 17/08/2021**

**Firmado Por:**



Esta obra está bajo una **licencia de Creative Commons Reconocimiento-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.**

Aurora Zafra Castaño:

© 2021.

## **Dedicatoria**

Esta investigación está dedicada a todas las estudiantes y profesoras que buscan acortar las brechas de la inequidad en nuestra sociedad, a quienes indagan en los rincones olvidados de nuestra sociedad, y no ignoran los llamados de ayuda. A las madres y padres que valerosamente se esfuerzan por entender las diferentes realidades de los niños y niñas que acompañan. Finalmente, a todos quienes han tenido que esforzarse para lograr encontrar una comunidad que les respete y proteja, una identidad que no les discrimine y una lengua en la que puedan expresarse sin temor ni censura.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Alexandra Sandoval y al personal docente del colegio Maria Nuria Sacasas por permitirme el espacio para trabajar con los y las estudiantes de esta institución, que participaron con entusiasmo de todas las actividades planteados. También a los profesores de la Asociación de Sordos del Valle (Asorval) que en sus cursos de Lengua de Seña Colombiana me permitieron tener no solo un acercamiento a este bello idioma, sino que me abrieron las puertas a una cultura nueva, mostrándome la belleza de esta, que pasa muchas veces desapercibida en nuestra ciudad y en nuestro país. A la Mawis, que siempre me ha apoyado, a quien me acompañó en el bello proceso de esta investigación, aportándome perspectivas diferentes y que me ayudó a la fabricación de varios de los elementos utilizados en este trabajo. Finalmente, agradezco al Conservatorio Antonio María Valencia, y al Instituto Departamental de Bellas artes, que a través del semillero Grupo Músicas del Pacífico Sur GIMPAS, me ofrecieron el apoyo que se requería para poder desarrollar esta ambiciosa propuesta; A mis compañeros y compañeras de esta institución y del semillero, quienes me acompañaron en este proceso, con sus ideas y perspectivas.

## Resumen

En la presente investigación se responde a la pregunta ¿qué elementos de la percepción háptica y visual sirven como insumo para la creación de un concierto multisensorial orientado a la población con discapacidad auditiva, con el fin de potenciar espacios de inclusión a través de la música? Con el fin de determinar la pertinencia de los elementos hápticos, se utilizó el criterio de clasificación y percepción de la información propuesto por los investigadores Alexandra Dulic y Keith Hammel. La investigación concluye que: las membranas de plástico flexible, los instrumentos de madera con una caja de resonancia, los elementos de plástico y madera; así como los software, que permiten generar asociaciones músico-visuales, son elementos de la percepción háptica y visual que sirven como insumo para la creación de conciertos multisensoriales.

**Palabras clave:** Multisensorial, Discapacidad auditiva, Conciertos incluyentes, Interculturalidad.

## **Abstract**

This research answers the question: What elements of haptic and visual perception serve as input for the creation of a multisensory concert oriented to the hearing impaired population, in order to enhance spaces of inclusion through music? In order to determine the relevance of the haptic elements, we used the criteria of classification and perception of information proposed by researchers Alexandra Dulic and Keith Hammel. The research concludes that: flexible plastic membranes, wooden instruments with a resonance box, plastic and wooden elements; as well as software, which allow the generation of musical-visual associations, are elements of haptic and visual perception that serve as input for the creation of multisensory concerts.

**Keywords:** Multisensorial, Hearing disability, Inclusive concerts, Interculturality.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.2 PREGUNTA PROBLEMA.....	7
1.3 OBJETIVO GENERAL.....	8
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
1.5 METODOLOGÍA.....	8
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>9</b>
2.1. REVISIÓN DE FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....	9
2.1.1. <i>Libros y artículos sobre música visual</i> .....	9
2.1.2. <i>Libros y artículos sobre exploración háptica</i> .....	11
2.2. BASES TEÓRICAS.....	14
2.2.1. <i>Multisensorialidad</i> .....	14
2.2.2. <i>Simbiosis de sentidos en el arte: Música Visual</i> .....	16
2.2.3. <i>Exloración Háptica</i> .....	17
2.2.4. <i>Acercamiento a culturas segregadas: Comunidad sorda en Colombia</i> .....	20
2.2.5. <i>Interculturalidad</i> .....	21
<b>3. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>23</b>
3.1 ENCUESTO CON LOS ESTUDIANTES DEL COLEGIO MARIA NURIA SACASAS.....	23
3.1.1 <i>Primer Encuentro</i> .....	26
3.1.2 <i>Segundo Encuentro</i> .....	28
3.2 EXPLORACIÓN Y ANÁLISIS DE SOFTWARES.....	31
3.2.1 <i>Vxsu</i> .....	31
3.2.2 <i>Sonic Visualiser</i> .....	32
3.2.3 <i>Pure Data</i> .....	32
3.2.4 <i>Open Cubic Player</i> .....	33
3.2.5 <i>Pendulum Squencer</i> .....	33
3.2.6 <i>Veed</i> .....	34
3.2.7 <i>Music Visual Tone Painter</i> .....	34
3.2.8 <i>Synesthesia</i> .....	35
3.2.9 <i>Python</i> .....	35
3.3. POSIBILIDADES DE PROGRAMACIÓN MAGIC MUSIC VISUAL PARA EL APOYO DE UNA PROPUESTA MUSICAL MULTISENSORIAL.....	38
3.3.1. <i>Posibilidades de programación en los niveles de asociación y percepción de la información bajos</i> .....	39
3.3.2. <i>Posibilidades de programación en los niveles de asociación y percepción de la información medios</i> .....	42
3.3.3.. <i>Posibilidades de programación en los niveles de asociación y percepción de la información alta</i> .....	46
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	<b>54</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>57</b>
<b>6. ANEXO I Consentiemeinto Informado de los Acudientes</b> .....	<b>63</b>
<b>7. ANEXO II Transcripción de la Canción Hijo de la Luna</b> .....	<b>64</b>

<b>8. ANEXO III Material Audiovisual de Apoyo .....</b>	<b>74</b>
8.1 VÍDEO ENCUNTROS COLEGIO MARÍA NURIA SACASAS .....	74
8.2 VÍDEO VISUALIZACIÓN DE LA CANCIÓN HIJO DE LA LUNA .....	74

## Índice de figuras

Figura 1. Réplica del plato de Chladni .....	24
Figura 2. Membrana de plástico flexible .....	25
Figura 3. Instrumentos acústicos .....	25
Figura 4. Reacción a la réplica del plato de Chladni .....	26
Figura 5. Exploración a la guitarra electroacústica.....	27
Figura 6. Recepción háptica a través de membrana flexible .....	27
Figura 7. Percepción háptica a través de instrumentos de madera .....	28
Figura 8. Asociación casua-efecto de la vibración a cuerpos aledaños .....	29
Figura 9. Primera asociación nivel bajo .....	39
Figura 10. Primera asociación nivel bajo, reacción a estímulo sonoro.....	39
Figura 11. Variación 1 de la programación del nivel bajo, reacción al estímulo sonoro .....	40
Figura 12. Variación 2 de la programación del nivel bajo, incluyendo <i>Trails</i> , reacción al estímulo sonoro.....	41
Figura 13. Programación 1 para el nivel medio, reacción a un sonido piano .....	42
Figura 14. Programación 1 para el nivel medio, reacción a un sonido mezzoforte .....	43
Figura 15. Programación 2 para el nivel medio, reacción al movimiento sonoro .....	44
Figura 16. Programación 2 para el nivel medio, reacción a notas graves y agudas que se repiten.....	45
Figura 17. Programación 3 para el nivel medio, reacción a movimiento sonoro y matices. ....	46
Figura 18. Programación 1 para el nivel alto, reacción al estímulo sonoro leve .....	47
Figura 19. Programación 1 para el nivel alto, reacción a un estímulo sonoro constante e ininterrumpido.....	48
Figura 20. Programación 1 para el nivel alto, reacción a rango dinámico .....	48
Figura 21. Programación introducción de la canción <i>Hijo de la luna</i> . ....	50
Figura 22. Programación bajos en pizzicato de la primera estrofa de la canción <i>Hijo de la luna</i> .....	51
Figura 23. Programación para movimiento melódico reaccionando al acorde de Fa#m.....	52

## 1. Introducción

La música visual es una expresión artística que busca el sincretismo entre la música y diversas expresiones pictóricas o plásticas, esta tendencia ha estado usualmente relacionada con el movimiento artístico homónimo que surgió en la década de los 70', que se dio con las nuevas exploraciones tecnológicas cuyo fin era incluir estas nuevas invenciones a propuestas artísticas; sin embargo, la posibilidad estética de integrar elementos tanto plásticos como musicales es mucho más antigua. Registro de ideas de instrumentos que combinasen el color y el sonido hay desde el renacimiento, e instrumentos que pretendían lograr esta simbiosis hay desde el s. XIX, por ejemplo el *Pyrophone* de Frederick Kastner que data de 1870, y el artefacto para pintar música de Bainbridge Bishop de 1877 (Peacock, 1988). Con el auge de nuevas tecnologías, esta tendencia artística se ha enriquecido buscando nuevas formas de lograr una asociación entre dichos elementos.

Contraria a esta tendencia artística que lleva siglos, la disciplina que explora lo háptico es realmente reciente, surge entre las décadas de los años 80' y 90', como una exploración tecnológica para nuevas máquinas y dispositivos que requerían tener contacto directo con las personas que los utilizaran, posteriormente, se vio la necesidad de indagar en esta nueva propensión tecnológica con más profundidad. “Haptics refers to sensing and manipulation through touch<sup>1</sup>” [Háptico hace referencia a la sensación y manipulación a través del tacto] (Srinivasan, 1995, p.1). La investigación de este fenómeno sensorial es cada vez más extensiva y busca ser aplicable no solo a tendencias tecnológicas actuales como es el caso de las realidades aumentadas, los ambientes virtuales, sino que pretende que se incluyan en ramas como la medicina y las artes. La presente investigación tiene como fin determinar

---

<sup>1</sup> Todo aquello que se puede detectar y manipular a través del tacto [traducción hecha por la autora].

qué elementos tanto de la música visual como del fenómeno háptico, son pertinentes para apoyar un discurso musical en un concierto para personas con discapacidad auditiva.

### **1.1 Justificación.**

El proyecto es pertinente dentro del contexto de las problemáticas de inclusión social para personas con discapacidad auditiva, donde la música puede potenciar nuevas estrategias que propicien una educación que tenga en cuenta las exigencias educativas especiales. Es relevante ya que la música puede operar como un factor que detone procesos de cambio, para mejorar la calidad de vida de la población con discapacidad auditiva de la ciudad de Cali. Está acotado al caso de la Institución Educativa Asorval María Nuria Sacasas. A través del estudio de metodologías, observación participante, entrevistas abiertas y técnicas para la recuperación de información en bases de datos científicas, será viable la realización de la presente investigación.

### **1.2 Pregunta problema.**

¿Qué elementos de la percepción háptica y visual sirven como insumo para la creación de un concierto multisensorial orientado a la población con discapacidad auditiva, con el fin de potenciar espacios de inclusión a través de la música?

### **1.3 Objetivo general.**

Determinar qué elementos de percepción háptica y visual sirven para la creación de un concierto multisensorial orientado a la población con discapacidad auditiva.

### **1.4 Objetivos específicos.**

- Evidenciar qué estrategias metodológicas son utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje para la población con discapacidad auditiva.
- Aportar estrategias de desarrollo artístico para la población con discapacidad auditiva de la ciudad de Cali.

- Potenciar espacios de inclusión a través de la música.

### **1.5 Metodología.**

La presente investigación es descriptiva ya que pretende exponer mecanismos o estrategias que permitan la creación de un concierto multisensorial, cuyo público objetivo son los estudiantes del colegio Asorval María Nuria Sacasas. Ya que el acopio de los datos no es cuantificable, es una investigación cualitativa. Con relación al tiempo es una investigación transversal. En la primera fase, los datos se recolectarán a través de la observación de los encuentros con los estudiantes. En la segunda fase, se hará un acopio y un análisis de diversos softwares, en los que se elegirá una herramienta que permita la simultaneidad entre el estímulo musical y visual. En la tercera fase, se expondrán diferentes posibilidades de programación que permitan el apoyo una propuesta musical multisensorial, según los criterios planteados para la segunda fase.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Revisión de fuentes bibliográficas.

#### 2.1.1. Libros y artículos sobre música visual.

De las diversas corrientes artísticas que han tratado este tema una de las que históricamente ha tenido más fuerza es la música visual. Dentro de los documentos sobre este tema se encuentra el libro *Digital Harmony, On the Complementarity of Music and Visual Arts* publicado en 1980, en él, se describe uno de los primeros acercamientos a la música visual con animación digital. En esta investigación Jhon Whitney presenta los resultados para lograr animar los movimientos musicales en tres diferentes planos: el armónico, el melódico y el rítmico; la propuesta de Whitney es graficar estos movimientos estableciendo parámetros para ellos dentro del plano cartesiano, con el fin de evitar caer en las abstracciones interpretativas que puedan presentarse.

Ocho años después, en 1988 en la revista *Leonardo*, volumen 21 No. 4, páginas 397-406 fue publicado el artículo *Instruments to perform Color-music: Two centuries of Technological Experimentation* en el cual se hace un recuento histórico de los primeros experimentos que tenían como fin ilustrar de alguna forma elementos del discurso musical, ya fuera la armonía, melodía o el ritmo. Además, se describen algunos inventos sobresalientes como por ejemplo el “clavecín ocular” que fue fabricado en el s. XVIII por Louis-Bertrand Castel y que asignaba a cada nota del clavecín un color particular, el objetivo era que las notas tocadas en el clavecín tuvieran una representación visual inmediata. Este documento evidencia que la idea de unir la música y las artes visuales no es reciente.

En 2009 el artículo *Visual Music Instrument* publicado en la revista *IJART* volumen 2, de la universidad *Brittish Columbia*, escrito por Aleksandra Dulic y Ketih Hamel se

presenta la propuesta de crear un instrumento visual, el cual se interrelaciona en tres niveles de codificación visual-musical, clasificándolos desde la información más evidente hasta la menos evidente para el espectador, logrando un sincretismo entre las dos propuestas artísticas, explorando las similitudes y diferencias que intrínsecamente presentan estos lenguajes, brindando una experiencia heurística. Dichos niveles clasifican la asociación y percepción de la información en: bajo, medio y alto. Los parámetros de codificación en música serían los descritos a continuación. Para el nivel bajo: frecuencia, amplitud de onda y posición de los instrumentos o fuente sonora. Para el nivel medio: notas, rango dinámico y modulación tímbrica (parámetros que hacen referencia al nivel del evento sonoro). Finalmente, los del nivel alto: fraseo, secciones y la orquestación (parámetros compositivos). En cuanto a la codificación visual, en el bajo nivel se distinguen: el punto, la línea, el plano, el vector, el color, la escala y la posición. En el nivel medio: forma, masa y profundidad (parámetro cinematográfico). Finalmente, en el alto: la secuencia y la sincronización de forma y movimiento (parámetro compositivo). Con los parámetros mencionados, de interrelación musical y visual, Dulic y Hammel presentan una propuesta en la que fusionan estas dos expresiones artísticas a un nivel profundo.

Posteriormente, en el año 2011 en *Transactions on Internet Research* se publicó el artículo *Visual and Aural: Visualitation of Harmonic in Music with Colour*, escrito por Bojan Klemenc, Peter Ciuha, Lovro Subelj y Marko Bajec. En dicho artículo se propone ilustrar las regiones armónicas de las obras musicales usando la herramienta de OpenGL<sup>2</sup>; la visualización toma un archivo MIDI de allí se hace el cálculo con datos previamente

---

<sup>2</sup> OpenGL is the premier environment for developing portable, interactive 2D and 3D graphics applications [OpenGL es el principal ambiente portable, para el desarrollo de aplicaciones gráficas interactivas 2D y 3D]. Recuperado de: <https://www.opengl.org/about/>

ingresados a partir de una asociación de colores con las 12 notas cromáticas de la notación musical occidental. El objetivo de esta propuesta es ilustrar las regiones armónicas de las obras de manera instantánea; además de ilustrar las regiones también logran ilustrar los matices dinámicos valiéndose de la intensidad de los colores proyectados.

Siete años después, en el 2018 se publicó el artículo *Composing Visual Music: Visual Music Practice at the Intersection of Technology, Audio-visual Rhythms and Human Traces*, en este trabajo se explora el diálogo entre arte y tecnología para lograr una propuesta innovadora y orgánica, sin limitar las posibilidades que ofrece la tecnología. En el mencionado artículo se exponen recursos y elementos que pueden resultar pertinentes para la realización de música visual, por ejemplo la sincronización de imagen y música, la cual puede ser: total (cuando el movimiento de la imagen va en directa relación con uno de los elementos del discurso musical: tempo, ritmo, melodía o armonía), o asincrónico (cuando el movimiento visual no está directamente relacionado con algún elemento del discurso musical), esto con el fin de generar diversas sensaciones en el espectador.

### ***2.1.2. Libros y artículos sobre exploración háptica.***

Hay diversas ramas de la ciencia que han indagado y profundizado sobre el sincretismo de la música y la precepción háptica, en el 2003 en *Journal of New Music Research* se publicó *Cutaneous grooves: composing for the sense of touch*, una propuesta innovadora que plantea la creación de un traje de cuerpo completo con doce transductores integrados a éste, ocho posicionados en la parte delantera y cuatro en la parte trasera. Este traje transmitirá las vibraciones que se generen a partir de una pieza musical pensada exclusivamente para la sensación háptica que se pueda experimentar con el mismo. La propuesta musical se diseñó pensando en el rango de respuesta a las frecuencias vibrotáctiles que puede experimentar un humano, y en el posicionamiento de los transductores en el

traje. Esta propuesta, no estaba dirigida a un público en particular, y resulta ser para cualquiera que quisiera vivenciar la experiencia.

Tres años después, en el 2006 se publicó en el *International Workshop on Haptic and Audio Interaction Design* el artículo titulado *An activity classification for vibrotactile phenomena*, escrito por Connor O' Sullivan y Ana Chang, quienes presentan una propuesta de clasificación y denominación para las experiencias hápticas. Esta clasificación consta de seis familias de textura háptica (denominado así por Sullivan y Chang), que son: temblores, vibraciones suaves, raspar superficies, texturas complejas, golpes y texturas vivas. Estas categorías de familias de textura háptica están inspiradas en las seis familias de clasificación de los ruidos publicada en 1913 por Luigi Russolo, por lo que los investigadores realizaron un paralelo con las seis familias de ruido y las seis familias de textura háptica, para denominar sensaciones que no son tan fáciles de describir. La idea de generar una clasificación para tener una referencia de denominación de las vibraciones se gesta ante la necesidad de crear un vocabulario más amplio, que permita referirse a las sensaciones hápticas de forma más detallada.

En el 2009, en la Universidad Nacional de Singapur se publicó el artículo *An enhanced musical experience for the deaf: design and evaluation of a music display and a haptic chair*, este artículo fue el resultado de la coalición de varias facultades de dicha universidad, y que tenía como fin, lograr la creación de una silla reclinable que con el posicionamiento de unos transductores en el respaldo y en la base de la silla, las personas con discapacidad auditiva podrían percibir diferentes frecuencias de algunos géneros musicales seleccionados previamente. Esta investigación que fue publicada por Suranga Nanayakkara, Elizabeth Taylor, Lonce Wyse y S. H. Ong resulta ser uno de los primeros

antecedentes de la ingeniería en cuanto al acercamiento de la música a la comunidad con discapacidad auditiva.

Más adelante, en el 2014, el artículo *Tactile Compositions: Configurations and Communication for a musical haptic chair* fue publicado en la University of Leeds, en dicho trabajo Joanne Armitage y Kia Ng, muestran la creación de un algoritmo que permita la configuración de una silla háptica, para que sea más coherente la asociación háptico-auditiva de la música. En esta investigación se muestra una primera composición titulada *Traum*, que fue pensada desde su creación, no sólo en la experiencia auditiva; sino también en la experiencia háptica que se podía ofrecer, esta pieza muestra desde el score las indicaciones para la experiencia háptica, y cómo éstas se relacionan con el discurso musical.

Este mismo año, se publicó en la revista *Brain Sciences* el artículo *Human brain basis of musical rhythm perception: common and distinct neural substrates for meter, tempo, and pattern* publicado por Michael H. Thaut, Pietro Davide Trimarchi y Lawrence M. Parsons, en este artículo se muestra una serie de experimentos háptico-visuales en los que se quiere determinar, cómo se procesa la métrica, el tempo y los patrones rítmicos en el cerebro de personas con entrenamiento musical, sin entrenamiento musical y con discapacidad auditiva. La serie de experimentos consistía en diferenciar métricas variadas en las que se incluían 4/4, 3/4, 5/4, 5/8, 7/8 y 9/8, patrones rítmicos de diversas canciones y diferenciar tempos variados. El resultado de esta investigación reflejó que el cerebro de una persona sin entrenamiento musical y con discapacidad auditiva interpreta esta información de igual manera, por el contrario solo el cerebro de una persona con entrenamiento musical lo interpreta diferente al intentar decodificar la información allí planteada.

En el 2018, se publicó el libro *Musical Haptics* editado por Stefano Papetti y Charalampos Saiti, en este se presentan varias investigaciones que exploran la influencia de la información háptica en diversos contextos musicales y cómo esta afecta a la percepción y experiencia de los mismos. En el libro se muestran diversos experimentos en los que de manera controlada, se modifica la cantidad de retroalimentación háptica que reciben en algunos casos músicos ejecutando sus instrumentos, y en otros, espectadores pasivos, evidenciando cómo éstos reaccionan a los diversos estímulos. De estas investigaciones se puede concluir que más de la mitad de los participantes (en todos los casos) consideraron apropiado y enriquecedor cuando había una mayor cantidad de información háptica, y particularmente cuando ésta reforzaba el discurso musical que se proponía en ese momento. De las diversas investigaciones recopiladas en este libro, hay algunas que pretenden determinar qué mecanismos tecnológicos podrían ser aplicados en conciertos en vivo, para mejorar la experiencia sensorial de éstos. Este libro resulta ser una puerta, para generar interrogantes respecto a nuevas formas de abordar conciertos y performances en un ámbito poco explorado hasta el momento, pero que podría convertirse, en una herramienta útil, en el futuro para mejorar la experiencia tanto de los espectadores como de los artistas en escena.

## **2.2 Bases Teóricas.**

### ***2.2.1 Multisensorialidad.***

“Multisensorial” es un término bastante reciente acuñado por la comunidad científica, principalmente por la rama de la neurociencia, para evidenciar las diferencias, entre diversos procesos neuronales, cuando hay más de un estímulo presente en la información que recibe el cerebro. En el capítulo *Multisensory Convergence: Where it all Begins* del libro *The New Handbook of Multisensory Processing* A. Meredith (2012) dice:

This expansion highlights the increased emphasis that the scientific community places on multisensory approaches and the recognition that, by virtue of its multisensory processes, the brain is able to glean more information from an event than would be predicted from the sum of its modality-specific contributions. [Esta expansión del incremento del énfasis que la comunidad científica pone en los acercamientos a lo multisensorial y el reconocimiento de que, por virtud en los procesos multisensoriales, el cerebro es capaz de recoger más información del evento que pudo haber sido predicho de la suma de sus contribuciones específicas de una modalidad (neuronal)]. (p. 13)<sup>3</sup>

Para esclarecer un poco, la multisensorialidad es un nuevo término que se refiere a los procesos neuronales que se dan cuando más de un sentido es estimulado por determinados factores, y que todas las personas pueden experimentar. El término nace por la necesidad de diferenciar este proceso de otros como la sinestesia, por ejemplo, que al contrario de la multisensorialidad es una habilidad catalogada como neuronalmente atípica (al ser una habilidad que poseen pocas personas, que vivencian la reacción de un sentido que no ha sido estimulado, cabe resaltar que esta es una habilidad que se da de forma innata) este término se ha usado de manera reiterada y errónea para referirse a información (de cualquier índole) que involucre más de un sentido. La sinestesia se define como “a condition in which stimulation of one sensory modality causes unusual experiences in a second, unstimulated modality” [una condición en la cual la estimulación de una modalidad linear causa experiencias inusuales en una segunda, modalidad que no se ha estimulado] (M. Hubbard. V.S Ramachandran, 2005, p.1), es decir la particular condición que poseen algunas personas de “ver sonidos” o “sentir colores”. La multisensorialidad es la posibilidad de poder estimular dos o más sentidos simultáneamente.

---

<sup>3</sup> Traducción hecha por la autora del trabajo.

### ***2.2.2 Simbiosis de sentidos en el arte: Música Visual.***

Aunque la ciencia ha dignificado este proceso con una palabra propia de manera reciente, en las artes desde hace muchos años se ha explorado e indagado la posibilidad de lograr una simbiosis entre dos o más expresiones artísticas, para crear una experiencia estética más completa. Una de las corrientes artísticas que ha estado en constante exploración de esta simbiosis ha sido la música visual. El término está usualmente relacionado con la tendencia estética homónima que se gestó desde comienzo del s.XX y se nombró así en los años 70', esta corriente encuentra sus precedentes en exploraciones que surgieron en paralelo al cine, animadores como Oskar Fischinger y músicos como John Cage son precursores de la misma. En el artículo *The Spirit inside Each Object: John Cage, Oskar Fischinger, and "The Future of Music"*, Richard H. Brown hace un recuento histórico de los hechos que llevaron a la breve colaboración de estos dos artistas, y cómo las ideas de los mismos impactaron, tanto a sus contemporáneos como a las futuras generaciones.

Fue con estas primeras exploraciones en la música visual, que se comenzó a gestar no solo el término (que surgiría hasta la década de los setentas con la incursión de ayudas tecnológicas asistidas por computadores), sino la conceptualización teórica para lograr una unificación ideal entre música y estímulo visual. El director Sergei Eisenstein fue uno de los primeros precursores en teorizar la unificación de estas dos expresiones artísticas. En el artículo *Foundations of a Visual Music*, Brian Evans expone de manera concisa, la síntesis de la teoría de Eisenstein que abarca desde las asociaciones más simples, como lo son el montaje métrico (que se refiere a la total sincronía entre música y estímulo visual en relación al tempo), hasta abordar las posibilidades para lograr una propuesta de contrapunto músico-visual.

Desde antes del surgimiento de la vertiente artística, antes incluso del mismo término “música visual” han habido exploraciones desde diversas ramas del conocimiento que han incursionado en la creación de una simbiosis músico-visual. Según Peacock (1988), estas exploraciones van desde la construcción de instrumentos (como el *Pyropehone* de Frederick Kastner, el *painting music device* de Baindbrige Bishop y *Colour-organ* de Alexander Rimington), hasta la teorización de relaciones entre el color (teniendo en consideración matiz, brillo, definición y saturación) y diversos elementos del lenguaje musical (altura, rango dinámico, textura y timbre), prestando particular atención a la asociación con la altura de las notas. Concuerta con lo anterior Caivano (1994) y además agrega que, el físico inglés Isaac Newton, fue uno de los primeros (de los que se tiene registro en occidente) en establecer una asociación entre estos dos elementos (color y altura), asignando a cada nota de la escala diatónica un color, siendo el Do-rojo, Re-naranja, Mi-amarillo, Fa-verde, Sol-azul, La-índigo, Si-violeta y termina en la octava Do-rojo. Este círculo diatónico que propone Newton, ha sido uno de los más usados para lograr una correspondencia estable, entre colores y alturas de notas, pero no es la única. Otra propuesta es la de Ralph Pridmore, quién desarrolló una ecuación para establecer una correlación precisa entre colores y alturas, pese a esto, después el mismo Pridmore acepta que su proposición está influenciada por valores subjetivos.

### ***2.2.3 Exploración Háptica.***

La música visual pese a sus comienzos tempranos de manera análoga ha evolucionado a la par de las nuevas tendencias tecnológicas, buscando expandir las posibilidades expresivas y estéticas que se puedan lograr. Al contrario de ésta, una corriente que ha surgido casi que a la par de nuevos descubrimientos tecnológicos de finales del s.XX, es la rama que explora lo háptico. Al igual que el término “multisensorial”, la palabra “háptico” pese a no ser un

neologismo, estuvo olvidada durante muchos años, y han sido las investigaciones de las últimas décadas las que la han puesto en uso una vez más.

En el libro *The Senses of Touch*, Mark Paterson (2007) hace un acercamiento al fenómeno háptico, desde la postura presentada por Aristóteles en el texto *De Anima*, (dónde este clasifica los sentidos siendo la vista el que se considera el sentido superior, y el tacto el más bajo), hasta indagaciones más recientes en este campo, donde se clasifican de manera cuidadosa los diferentes eventos sensoriales relacionados al tacto, diferenciando la kinestesia (sensación de movimiento del cuerpo y las extremidades), la propiocepción (sensación de movimiento del cuerpo, y la sensación de tensión muscular) y el sentido vestibular (sentido de balance, derivado de la información interna del oído); esta clasificación se establece con el fin de diferenciar y catalogar la información que se puede percibir desde el fenómeno háptico. En adición a este compendio de los eventos hápticos, Paterson hace una aproximación filosófica al mismo, expandiéndolo a las posturas fenomenológicas de Husserl y Merleau-Ponty que exploran lo háptico desde lo físico sensorial hasta lo metafísico, esta búsqueda con el fin de: “eventually revealing forms of ‘deep’ touch that invoke more affective and metaphorical forms of touching” [eventualmente revelar formas ‘profundas’ del tacto que sean apeladas de una manera más afectiva y metafórica] (p.17). Este recorrido referente a lo háptico, es un acercamiento histórico e ideológico a este fenómeno, que ha abierto posibilidades de explorar el mismo desde otras ramas del conocimiento, como lo son la neurociencia y la ingeniería.

En el artículo *What is Haptics?* Mandayam A. Srinivasan (1995) define háptico cómo: “Haptics refers to sensing and manipulation through touch. (...) Our working definition of haptics includes all aspects of information acquisition and object manipulation through touch by humans, machines or a combination of the two.” [Háptico se refiere a la sensación y

manipulación a través del tacto (...) Nuestra definición en progreso de háptico incluye todos los aspectos de adquisición de la información y la manipulación de objetos a través del tacto por humanos, máquinas o una combinación de los dos] (p.1), expandiendo la definición de lo háptico a nuevas instancias, la inclusión de la tecnología abre nuevas posibilidades para la exploración e indagación de este fenómeno desde diversas perspectivas (la música siendo una de ellas).

La creación de la silla háptica (Suranga Nanayakkara, Elizabeth Taylor, Lonce Wyse y S. H. Ong, 2009), que permite programar sensaciones hápticas que vayan en concordancia con el discurso musical o visual que se esté presentando, abrió las posibilidades de explorar el tacto desde otras perspectivas hasta ahora poco examinadas, la oportunidad de crear un discurso musical pensando no solo en la dirección de las notas, la textura o la estructura, sino re direccionando estos conocimientos y redescubrir los eventos sonoros desde la vibración en sí misma. La iniciativa de construir un discurso pensando en las posibilidades de la silla háptica lo encontramos en el artículo *Tactile Compositions: Configurations and Communication for a musical haptic chair*, en dicho trabajo Joanne Armitage y Kia Ng seleccionan un algoritmo con el fin de potenciar las posibilidades de la asociación háptico-visuales, que puede ofrecer una silla háptica. En esta investigación se muestra una primera composición titulada *Traum* que fue pensada desde su creación, no solo en la experiencia auditiva sino también en la experiencia háptica que se podía ofrecer; esta pieza muestra desde el score las indicaciones para la experiencia háptica y cómo éstas se relacionan con el discurso musical.

#### ***2.2.4 Acercamiento a culturas segregadas: comunidad sorda en Colombia.***

Estas nuevas posibilidades y exploraciones tecnológicas permiten acercarse a poblaciones que a lo largo de la historia han estado segregadas de expresiones culturales y artísticas, una de estas es la comunidad sorda. En Colombia, esta comunidad ha tenido y sigue teniendo un acceso muy limitado a expresiones artísticas de calidad y una alta deserción escolar debido a pobres políticas educativas que promueven mecanismos insuficientes y que van en contravía con el ejercicio de derechos fundamentales, como lo es la metodología no diferenciada.

Según el censo del Dane del 2015 había 134.770 personas con discapacidad auditiva en el país, y 21.665 en la ciudad de Cali. Pese a la gran cantidad de personas que conforman a esta comunidad, persiste la desinformación alrededor de la misma; por ejemplo con relación al idioma, el español es la lengua oficial en Colombia, es poco reconocido que hay otras 68 lenguas que se usan en el país, y una de ellas es la Lengua de Señas Colombiana. La Lengua de Señas Colombiana fue reconocida como el idioma propio de la comunidad sorda por la ley 324 de 1996, y aún hoy después de más de 20 años de reconocimiento como un idioma propio; existen varias instituciones a nivel nacional que no reconocen la Lengua de Señas Colombiana como un idioma, si no como un dialecto, lo cual no tiene en cuenta la identidad cultural de la comunidad sorda en Colombia.

Según Hernández (2006), “Aprender un idioma no es simplemente adquirir vocabulario y usar correctamente las estructuras gramaticales. Aprender un idioma tampoco implica solamente haber aprendido reglas para comunicarse correctamente en ese lenguaje en cualquier sociedad en donde se hable.” (p.1); para aprender un idioma, es necesario además, tener un acercamiento a la cultura, y una comprensión del contexto social donde se desenvuelve la misma.

### **2.2.5 Interculturalidad.**

El idioma es un meme de las comunidades que lo usan, encierra y a su vez refleja los valores del grupo en cuestión, “Una conscientización de posibles diferencias culturales es necesaria para llevar a cabo una interacción intercultural adecuada.” (Hernández, 2006, p.1). La interculturalidad está enmarcada dentro de los paradigmas sociológicos que abarca la pluralidad, cómo lo son la Multiculturalidad y el paradigma del Crisol (melting pot), es una propuesta que pretende plantear un modelo en el que dos o más culturas puedan interactuar y relacionarse de una manera respetuosa para todos los miembros que participan del evento. Sin embargo, se diferencia, de otros modelos planteados (desde la pluralidad), en varios aspectos, siendo algunos de los más notables el preponderar por las condiciones de equidad de todas las culturas o comunidades participantes, y no solo, de la cultura mayoritaria o predominante al momento de la interacción; otro es la relevancia que le da a la interacción de las culturas que conviven en un mismo espacio o hábitat, en el artículo *What is Interculturalism* Gerard Bouchard resalta que: “Contrary to the so-called communitarian mindset and for the sake of countering the risks of fragmentation ordinarily associated with multiculturalism, interculturalism aims for a strong interaction of diverse coexisting traditions and cultures” [Contraria a la tan llamada mentalidad comunitaria y por el bien de contrarrestar los riesgos de fragmentación ordinariamente asociados con la multiculturalidad, la interculturalidad está en búsqueda de una fuerte interacción de diversas tradiciones y culturas coexistentes] (p.15). “Movement, communication, dynamics, encounter between cultures” [Movimiento, comunicación, dinámicas, encuentro entre culturas] (p.1), en esta definición que ofrece C. Sarmiento (2014), se encuentra una síntesis de lo que el término abarca, podríamos establecer además que la interculturalidad “adds a new layer for addressing diversity through its attention to the bi-directionality that is needed in an authentic sharing of cultural contexts”

[añade a una nueva capa para la diversidad a través de la atención de la bi-direccionalidad que es una necesidad en un auténtico compartir de contextos culturales] (p.1)., como dicen L. Ponciano y Ani Shabazian (2012) en el artículo *Interculturalism: Addressing Diversity in Early Childhood*. En síntesis se puede definir que la interculturalidad pretende lograr un equilibrio equitativo en las condiciones que se presentan y encuentran las culturas, para fomentar la apertura de diálogos entre estas, con el fin de lograr un libre intercambio de saberes entre las mismas; esto sin que ninguna de las partes involucradas sea menospreciada o subvalorada, por el contrario buscando respetar y entender las singularidades propias de cada cultura participante. Con las nuevas técnicas, herramientas tecnológicas y exploraciones artístico-tecnológicas, se podrá fomentar un diálogo intercultural con la comunidad sorda caleña, para promover espacios artísticos y culturales en los que puedan participar libremente.

### **3. Marco Metodológico**

#### **3.1 Encuentro con los estudiantes del colegio María Nuria Sacasas.**

Para la realización de la presente investigación se trabajó con los estudiantes del colegio María Nuria Sacasas, que cuenta con 3 grupos/grados de estudiantes, estos grupos están organizados por rango de edad, de la siguiente forma: primer grupo estudiantes entre los 6 y 9 años; segundo grupo, estudiantes entre los 11 y 13 años; finalmente, el tercer grupo, estudiantes entre los 14 y 18 años. Para facilitar el manejo de los elementos háptico-visuales así mismo como permitir una exploración más cercana a éstos, se trabajó con cada grupo individualmente, y éstos a su vez, se dividieron en dos subgrupos.

Con el fin de lograr un acercamiento al fenómeno musical con esta población, se trabajó basado en los niveles de percepción y asociación de la información propuesta por Alexandra Dulic y Keith Hammel en el artículo *Visual Music Instrument* publicado en 2009. En éste, se plantean tres niveles de percepción y asociación de la información (bajo, medio y alto), siendo estos clasificados desde lo más evidente hasta lo menos notorio para un espectador; el criterio de selección de esta clasificación se debió a que permite explorar con profundidad todos los elementos del discurso musical, lo cual posibilita crear una relación de sentido desde el sonido hasta descubrir la música como una experiencia estética. Con la finalidad de crear esta relación de sentido y en concordancia con los niveles de asociación y percepción de la información ya explicados, se planearon seis encuentros, y en cada uno, se propusieron dos experimentos. El fin de dichos experimentos, era lograr: primero, un acercamiento al fenómeno del sonido y a la vibración desde la percepción háptica; después, una aproximación a diversos patrones melódicos y rítmicos con apoyo visual; por último, un acercamiento a los parámetros compositivos como la textura y la

orquestración, relacionándoles con estímulos háptico-visuales. Cabe aclarar que debido a la situación sanitaria del Covid-19, solo se pudieron llevar a cabo dos encuentros presenciales con los estudiantes del colegio.



**Figura 1.** Réplica del plato de Chladni [fotografía de la autora del TFP].

**Réplica del plato de Chladni<sup>4</sup>:** se utilizó una membrana plástica para facilitar y permitir el manejo de la misma; y como sustancia granular, se escogió escarcha fosforescente, para que contrastase con el color de la membrana. La base de esta réplica era un cilindro de plástico grueso no maleable, sobre el cual se posicionó una membrana de plástico

negro atada al borde de la base con un elástico grueso de color blanco; debajo de la membrana de plástico negra se posicionó un baffle pequeño de baja potencia que, por medio de conexión bluetooth se enlazó a un celular con el cual se activaban y variaban las frecuencias. El elemento granular que se escogió fue escarcha fosforescente de colores variados, para que contrastasen con el color negro de la membrana.

---

<sup>4</sup> Placa metálica bautizada así en honor al matemático alemán Ernst Chladni quien descubrió que al someter una placa metálica a vibraciones determinadas con una sustancia granular en su superficie, diversas figuras se formarían dependiendo de la frecuencia utilizada. Beléndez, A., Alvarez, M. L., Beléndez, T., Bleda, S., Campo Bagatin, A., Durá Domenech, A., & Martín García, A. (2010).



**Figura 2.** Membrana de plástico flexible [fotografía de la autora del TFP].

**Membrana de plástico flexible:** para facilitar la percepción háptica de las vibraciones, se usó un globo de fiesta R5. Esta membrana se ubicó sobre la superficie de un parlante, que a su vez fue situado en el suelo, para que estuviera al alcance de los participantes.

Con el fin de percibir las vibraciones, se posicionó

un bafle de tamaño medio de potencia mediana que, por medio de conexión bluetooth se enlazó a un celular con el cual se activaban y/o paraban las canciones; encima de este bafle se ubicó la membrana flexible.



**Figura 3.** Instrumentos acústicos [fotografía de la autora del TFP].

**Instrumentos acústicos:** se eligieron instrumentos cuyo cuerpo vibrara y resonara permitiendo el reconocimiento háptico por un tiempo indeterminado, y que permitieran una manipulación cómoda a los participantes. Bajo estos parámetros, se escogieron:

- 1) Guitarra electro-acústica de madera.
- 2) Viola 4/4 marca Greko.
- 3) Tamboras.

### **3.1.1 Primer encuentro.**

Apreciación háptico-visual de frecuencias: se exploraron las frecuencias de Do 4 a Si 5. El objetivo de este primer experimento era ver las figuras que se formaban sobre la membrana de plástico de la réplica de la placa de Chladni; así mismo, permitir el contacto con la vibración que se generaba al reproducir las frecuencias. En este primer experimento, los estudiantes se sentaron en círculo alrededor del plato de Chladni, se les permitió tocarlo y analizarlo (sin que estuviera activado ningún tipo de sonido), una vez se familiarizaron con el objeto y el material, se activó el parlante. Los participantes no se limitaron con exclusividad a la observación de las figuras que se formaban, también examinaron con detenimiento el movimiento de la escarcha y cómo esta vibraba cuando se activaba el sonido. La exploración háptica se dio de forma natural, una vez comenzaba el movimiento de la escarcha sobre la membrana, los estudiantes se interesaban por percibir el evento a través del tacto. Después de una exploración libre de la vibración continua por un periodo de tiempo indeterminado, se alternaron las frecuencias producidas por el bafle con momentos de silencio; ésto con el fin de evidenciar que este evento visual y táctil estaba relacionado a otro evento (sonido) que, aunque no se podía percibir estaba presente y era el que generaba la reacción en la membrana.



**Figura 4.** Reacción a la réplica del plato de Chladni [fotografía de la autora del TFP].

Reconocimiento de patrones rítmicos: se pretendía ver la reacción al estímulo de la vibración a través de una membrana flexible (globo de fiesta R5), y si se podían identificar a través del tacto los elementos de la percepción y asociación de la información baja, como el tempo y el ritmo.



**Figura 5.** Exploración libre de guitarra electro acústica [fotografía de la autora del TFP].



**Figura 6.** Percepción háptica a través de membrana flexible [fotografía de la autora del TFP].

El criterio para seleccionar las canciones con las cuales se iba a realizar dicho experimento, fue que presentaran ostinato rítmico de fácil distinción y reconocimiento. Se seleccionaron las canciones *We will rock you* y *Another one bites the dust* del grupo inglés Queen, *Get Lucky* del grupo de música electrónica Daft Punk y

por último *El monstruo de la Laguna* del grupo de música infantil Canticuénticos. Los participantes del experimento pudieron percibir diversos patrones rítmicos a través de la membrana flexible, distinguiendo diferencias notorias en las diversas canciones que se presentaron, así mismo, reaccionaron a los cambios de patrones rítmicos y de tempo, moviéndose y bailando en concordancia a los esquemas (rítmicos) que podían percibir a través de la membrana. De las canciones presentadas, la que tuvo una reacción más

evidente, fue *We will Rock you*, ya que mantuvo por más tiempo el interés de los participantes y provocó una respuesta más notoria.

### 3.1.2. Segundo encuentro.

Relación causa-efecto de la vibración a través de un cuerpo resonante de madera: se realizó un acercamiento a la vibración, para la exploración háptica, por medio del contacto directo con instrumentos de madera. Los participantes pudieron vivenciar la relación causa-efecto al pulsar las cuerdas de los instrumentos mencionados, al sentir la propagación de la vibración. En este experimento los participantes tenían, además del contacto directo con el cuerpo vibratorio, control sobre la fuerza y el momento en el que podían pulsar las cuerdas y percibir de manera inmediata su reacción causa-efecto en el cuerpo de madera al que tenían contacto. Varios aspectos fueron notorios en cuanto a la interacción de participantes con los elementos a trabajar, por ejemplo: se acercaron sin miedo y con naturalidad a los instrumentos, preguntaron dónde se

encontraba el arco de la viola y si se les podía enseñar posturas correctas para coger la guitarra, además preguntaron si era posible que se les enseñase alguna canción (seña: música) en la guitarra. La gran mayoría de participantes mostraron interés no solo en el aspecto háptico que se estaba



**Figura 7.** Percepción háptica a través de instrumentos de madera [fotografía de la autora del TFP].

vivenciando; sino también, en la posibilidad de poder aprender algún elemento o concepto de música formal, fuera una canción, acorde o posición en la guitarra o la viola.

Una vez concluido el tiempo destinado a este experimento, los participantes estaban reacios a dejar a un lado los instrumentos, y la mayoría solicitaron más tiempo de exploración de los mismos.



**Figura 8.** Asociación causa-efecto de la vibración a cuerpos aledaños [fotografía de la autora del TFP].

Relación causa-efecto de la vibración con estímulo visual: se planteó un experimento para que los participantes evidenciaran la causalidad entre el golpeado a una membrana y la vibración que se genera. Con este experimento, los participantes descubrieron que la vibración y la propagación de la misma,

se transmiten o afecta los demás elementos que están cerca de la fuente sonora. Dicho experimento, tenía como fin evidenciar que el fenómeno sonoro afecta a los cuerpos que están cerca de su fuente, percibiendo el evento de forma visual y no háptica, este objetivo se logró mediante la disposición de los elementos que se utilizaron, estos eran dos taboras que se posicionaron en los extremos laterales de una mesa plástica rectangular, y en el centro de la misma, se ubicaron seis vasos de plástico en los que se vertieron agua combinada con anilina vegetal de colores amarillo y azul. Se establecieron turnos en cada grupo para que tres personas pudieran simultáneamente acercarse y tocar alguna de las dos taboras. En cada grupo hubo un tiempo y una reacción diferente al captar cómo el golpe de la tambora afectaba el agua en los vasos, en el primer grupo (el de los estudiantes de menor edad), la relación causa-efecto se demoró unos 15 minutos aproximadamente; una vez establecida esta relación, los participantes preguntaban si esta reacción se alteraba al

cambiar el objeto con el que se golpeaba la tambora, al alentarles a experimentar de primera mano qué sucedía si cambiaban de objeto, intentaron con la mano, cuadernos, cartucheras y lapiceros, la conclusión a la que llegaron, es que afectaba la fuerza con la que respondía el agua; pero que ésta siempre se veía afectada por la vibración que generaban las tamboras, sin distinción del objeto con los que se tocaran. En los grupos 2 y 3, la toma de conciencia de la relación causa-efecto se demoró de unos 6 a 10 minutos, una vez descubierta su relación, sus interrogantes se vieron dirigidos a si la fuerza del golpe afectaba de manera proporcional al movimiento del agua en los vasos; al establecer la relación entre la fuerza del golpe y el movimiento del agua, se retaron entre ellos para determinar quién era capaz de mover de forma más notoria el agua en los vasos. En adición a la relación causa efecto que se podía percibir de manera visual en el movimiento del agua, en los tres grupos se descubrió que la mesa en la que estaban posicionadas las tamboras también reaccionaba a los golpes, al establecer esta relación, la mayoría de los participantes que estaban a la espera de su turno para tocar las tamboras, se acercaron a la mesa para percibir de manera háptica la vibración.

En la programación actual de la presente investigación se habían propuesto otros cuatro encuentros, que no pudieron ser realizados por la emergencia sanitaria por el Sars-Cov2; dichas actividades se explicitan a continuación:

1. Presentación de la segunda réplica de la placa de Chladni (en metal), con el fin de visualizar las figuras que se forman con los cambios de frecuencia.
2. Visualización de los niveles bajos de asociación y percepción de la información con el software *Magic Music Visual*, para distinguir que la acción de golpear la superficie de un objeto o pulsar la cuerda de un instrumento que genera una

reacción en el entorno, aun cuando no se tiene contacto directo con el instrumento y/u objeto que gesta esta acción.

3. Evaluación de los niveles de asociación y percepción medio y alto con el programa *Magic Music Visual*; se pretendía trabajar elementos del rango dinámico con instrumentos no formales; visualizar el cambio de frecuencia y cómo éste se percibía en el programa para introducir los elementos de la melodía y la armonía.
4. Creación en colectivo de una pieza musical (con cada uno de los grupos), aplicando todos los elementos vistos en las sesiones anteriores.
5. Muestra musical con todos los elementos de percepción háptica y visual presentados en los encuentros.

### **3.2. Exploración y análisis de software.**

Se analizaron diferentes software que permitieran una simultaneidad entre un estímulo auditivo y uno visual, para lograr niveles de asociación y percepción de la información medio y alto. Esto con el fin de explorar, elementos del lenguaje musical que trasciendan el nivel bajo, y lograr explotar géneros y estilos musicales cuyo elemento predominante no se encuentre solo en el aspecto rítmico, así como proponer composiciones musicales y performances con dichos elementos.

#### **3.2.1. Vsxu.**

Vsxu de la empresa Vovoid Media Technology, es un visualizador de audio que está planteado como un entorno de programación por módulos (Vsxu, 2020). Este programa permite visualizar la música y crear efectos gráficos geométricos (sólidos platónicos) tridimensionales en tiempo real, que según la programación que se realice, reaccionan a diferentes elementos del discurso musical; sin embargo, estos suelen estar casi siempre en el nivel bajo, ya que en esta asociación músico-visual, se destacan la reacción al tempo,

acento métrico o ritmo (casi siempre ostinato). La programación por módulos de este software es intuitiva y fácil de usar, está diseñada para su uso en concierto; pero, aún con estas facilidades para su utilización en un montaje en vivo, la estética y relación músico-visual es limitada, y no ayuda a explotar componentes del discurso musical que trasciendan del aspecto rítmico, además, los gráficos son simples y tienden a ser repetitivos.

### **3.2.2. *Sonic Visualiser.***

Sonic Visualiser es un software de licencia libre, creado por el centro de música digital de la Universidad Queen Mary de Londres (Sonic Visualizer, 2010), que permite visualizar y analizar audios. Este software es reconocido principalmente por dos funciones: *Waveform* (forma de la onda), que permite visualizar el pico de la onda; esta opción viene preestablecida con ciertos colores de contraste que con programación se pueden alterar así mismo como algunas opciones de visualización en relación al tiempo del estímulo auditivo. *Spectrogram* (espectrograma), esta función muestra los datos del audio en la frecuencia de dominio, y trae tres posibilidades de representación visual: *Plain* (plano), *Melodic Range* (rango melódico) y *Peak Frequency* (cumbre de frecuencia), que permiten contrastar los colores y delimitar un rango de frecuencia determinado según las necesidades que se tengan. Este programa permite estudiar las ondas de frecuencia de una forma práctica y dinámica; sin embargo no refleja de manera que sea fácil de distinguir, elementos específicos del discurso musical, ya que se limita a la representación de las ondas de la muestra auditiva total.

### **3.2.3. *Pure Data.***

Este programa es un lenguaje de programación visual (visual language programming), creado por Miller Puckette en 1990. Dicho software permite trabajar programación por objetos que posibilita la generación de sonido, vídeo y gráficos en 2D y 3D, éstos, se

pueden programar para que reaccionen simultáneamente o por momentos específicos. También permite reacción sonido-visual de forma instantánea para ser usada en conciertos en vivo, Puredata (s.f). Aunque la programación de este software es por objetos, no es sencilla de abordar, requiere de muchos comandos para poder lograr una programación que permita ser usada en conciertos en vivo, además, no es fácil obtener programaciones que faciliten examinar elementos del discurso musical diferentes al ritmo, el tempo o la métrica.

#### ***3.2.4. Open Cubic Player.***

Fue creado por Felix Domke, Fabian Giesen, Tammo Hinrichs y Rick Jagdmann, es un software de código abierto (*open-source software*), que permite crear animaciones y gráficos simples que reaccionan a un estímulo sonoro particular (Open Cubic Player, 2010). Este software, tiene la posibilidad de alterar sus códigos a conveniencia de las necesidades específicas que se tengan, lo que permite, por ejemplo, seleccionar elementos determinados del discurso musical y programar una secuencia para que tengan una reacción visual inmediata. Lo anterior, permite entrar a explorar otros elementos del discurso musical (más allá del ritmo, tempo o métrica); sin embargo, este programa es poco usado por músicos, ya que al ser programación estructurada, requiere de un conocimiento avanzado de lenguaje de programación, para poder utilizarlo de forma óptima.

#### ***3.2.5. Pendulum Sequencer.***

Esta aplicación creada por Gustavo Silveira permite establecer una simbiosis músico-visual, recreando el vaivén de un péndulo; cuando las cuerdas de los péndulos (que se programen) pasan por el punto cero o el centro de la pantalla, los puntos o “pesas” de los péndulos suenan. La programación de este software permite establecer tres relaciones: la altura que se corresponde al color que se seleccione, la duración (en relación a la frecuencia con la que se repetirá esta nota al pasar por el punto cero), que se establece con la longitud

de la cuerda y por último, el timbre de las muestras (sámpler) que se pueden emplear para las programaciones (Silveira. 2019). La animación de este software presenta una estética agradable que permite diferenciar el movimiento de los diferentes objetos que se programan y cómo estos tienen una reacción sonora; sin embargo, por las características que presenta, no ofrece ninguna asociación o información pertinente respecto al discurso musical, si se quitase el audio, la animación queda reducida a un vaivén incesante de péndulos que no ofrecen un contexto o permiten una interacción más allá de la animación programada.

### **3.2.6. Veed.**

Veed es un programa en línea y gratuito que permite crear animaciones simples en 2D para vídeos (Veed IO. s.f). Este programa reciente, se ha popularizado por los efectos que ofrece y la facilidad de uso; además, posee gran variedad de funciones que van desde la edición de vídeo, hasta la creación de contenido para redes. Ofrece también, funciones de asociación músico-visual, siendo la más usada el “*audiograma*”. De una manera sencilla y clara, este software permite crear animaciones simples que sean acordes a algún elemento del discurso musical (usualmente el ritmo). Sin embargo, sus posibilidades son limitadas, al estar orientado a la creación de contenido multimedia para redes, no ofrece la posibilidad de ser usado en presentaciones en vivo, además de esto, las animaciones al ser básicas, no permiten aprovechar elementos del discurso musical que trasciendan del aspecto rítmico.

### **3.2.7. Music Visual Tone Painter.**

Music Visual Tone Painter (synesthesia software) es un programa creado por el violinista Stephen Nachmanovitch en la década de los ochenta. Dicho programa, permite ver proyecciones de figuras geométricas bidimensionales que reaccionan a la señal de un controlador MIDI en tiempo real (Karlsen, 2001. Pag, 38); el software presenta figuras geométricas multicolores preestablecidas, el factor que se puede variar es el orden de

aparición de las mismas. Estas animaciones pueden ser relacionadas con el rango dinámico y algunos elementos rítmicos. Los factores como el timbre o la altura, no afectan las animaciones que se pueden visualizar en el programa. Music Visual Tone Painter fue uno de los primeros software de visualización musical que permite la interacción con el público. Cabe mencionar que tiene una desventaja notoria: no es compatible con sistemas operativos actuales, lo que limita su instalación y uso.

### ***3.2.8. Synesthesia.***

Synesthesia es un programa creado por la empresa Gravity Current para la visualización musical (Synesthesia. s.f). Este software trabaja con carpetas de programación a las que se puede acceder y modificar de forma sencilla, permite la creación de propuestas músico-visuales en tiempo real. Al finalizar la exploración del presente software, se evidenció que: las animaciones y texturas son limitadas en cuanto a lograr los niveles de asociación y percepción de la información planteados con anterioridad.

### ***3.2.9 Python.***

Python es un lenguaje de programación que al que el creador Guido van Rosum (s.f.) define como:

An interpreted, object-oriented, high-level programming language with dynamic semantic. It is high-level built data structures, combined with dynamic typing and dynamic binding, make it very attractive for Rapid Application Development, as well as for use as a scripting or glue language to connect existing components together. [Un interpretador, orientado a objetos, de alto nivel con semánticas dinámicas. Sus estructuras de datos integradas de alto nivel, combinado con escritura dinámica y vinculación dinámica, lo hacen (al programa) muy atractivo para un desarrollo rápido de aplicaciones, así mismo, como para escribir (guiones de programación) o como “pegamento” para conectar

elementos preexistentes (en diferentes aplicaciones)]. (Párr.1).Este programa es un lenguaje de programación que se ha utilizado para el desarrollo de aplicaciones, también puede ser usado con el fin de variar o modificar códigos ya existentes. Además, Python ofrece grandes beneficios, de los cuales se resalta que es un software libre, lo que permite tener acceso a este sin ningún inconveniente, y que es usado por una gran comunidad de ingenieros y programadores a nivel mundial, muchos de los cuales comparten en la red códigos o configuraciones específicas para uso libre, esto permite beneficiarse del ingenio y la experticia de otras personas, que hayan incursionado en la programación de códigos, que si bien no tienen la misma finalidad u objetivo que el que se busca, podría ser la base o una guía para lograr lo que se quiera desarrollar; sin embargo, pese a estas notorias ventajas, se requiere de tiempo para dominar la sintaxis del programa. En la presente investigación se indagó en foros y cursos que se ofrecen gratuitamente en las páginas: Python, Real Python, Code Academy y Hack in science, con el fin de aproximarse al lenguaje de programación de éste, así como para tener una comprensión general de la sintaxis del mismo. Al hacer este primer acercamiento al programa, se hizo notorio que dominar el lenguaje de programación de este software era muy ambicioso, y requiere una especial dedicación para lograrlo. Por lo que se re planteó el enfoque para abordar el software; como ya se mencionó, una de las grandes ventajas de este programa es la basta comunidad que lo usa y que comparte en foros o talleres páginas de códigos con objetivos específicos, esto permite el no tener que comenzar de cero y acercarse con rapidez a una finalidad particular, teniendo esto en consideración, se indagó en la página GitHub que es una de las comunidades más grandes para programadores, y se buscaron códigos que permitieran tener una reacción visual (en colores proyectados en la pantalla del dispositivo con el que se estaba trabajando) al estímulo de una fuente sonora; los códigos que se aproximaban a este

objetivo estaban disponibles para uso libre pero presentaban dos inconvenientes para su utilización: en primer lugar, se enfocaban únicamente al uso de señal MIDI para accionar el estímulo visual, lo que limitaba su uso, ya que requeriría de un instrumento con esta función (de preferencia un teclado), y no permitía el uso de otros elementos sonoros para una puesta en escena; frente a este inconveniente se intentaron modificar estos códigos con la finalidad de que pudieran funcionar recibiendo la señal de una entrada por micrófono a través de una interfaz, buscando así expandir las posibilidades de fuentes sonoras, sin embargo esto fue infructífero. En segundo lugar (y al haber determinado que sería mejor copiar los códigos de forma literal, para poder recibir señal MIDI), cuando se intentaron recrear todos los pasos especificados en la página, requería de una extensión de Python llamada *Python Games*, que es utilizada principalmente para el desarrollo de aplicaciones web, dicha extensión se lograba instalar con un comando que se escribe en el tablero principal de Python, aun cuando se indagó en diversos foros oficiales del programa, y después de un mes de intentos se falló en su correcta instalación, por lo que los códigos disponibles nunca pudieron funcionar de forma apropiada.

En conclusión, aún con las notorias ventajas que ofrece este software, la comprensión para su correcto uso requiere de tiempo de estudio, así como un dominio básico de programación, y en el caso específico de lo que se pretende lograr con la presente investigación, requiere además, de equipos apropiados para que la funcionalidad de las programaciones que se puedan usar (las que ya han sido creadas con anterioridad por otros programadores), no se vean limitadas a la hora de ser empleadas en presentaciones en vivo.

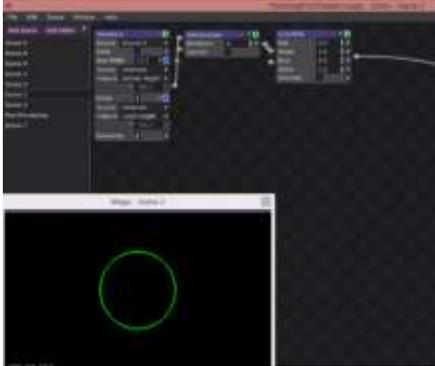
### **3.3 Posibilidades de programación Magic Music Visual para el apoyo de una propuesta musical multisensorial.**

Después de la revisión de diversos software, analizando las posibilidades que ofrecían para lograr una reacción visual a un estímulo sonoro, se determinó que, de los softwares analizados, el programa Magic Music Visual era el más versátil para este fin. Magic Music Visual es un programa creado por la empresa Color & Music, LLC, quienes se definen así mismos en su página como “an independent software company and consulting group specializing in real-time interactive multimedia” [una compañía independiente de software y un grupo de consulta especializado en (la creación) de multimedia interactiva en tiempo real]. (Párr.1).

Magic Music Visual es un programa que ha sido diseñado para músicos, Djs, artistas o intérpretes, con el fin de ser usado en presentaciones en vivo, por esto, su lenguaje de programación por módulos es muy intuitivo y fácil de usar, las posibilidades estéticas son amplias así como la selección de fuentes sonoras que se pueden usar, permite usar señales MIDI y también reconoce señales análogas de micrófonos o instrumentos conectados por línea a través de una interfaz. Además, permite descargar una versión de prueba (demo) que consiente explorar la mayoría de opciones que ofrece el software. Dicha versión fue la que se utilizó en la presente investigación, con el fin, de determinar si Magic Music Visual era pertinente para alcanzar el objetivo trazado, después de un análisis detallado de las posibles programaciones y cómo éstas podrían ser usadas para lograr una simbiosis músico-visual que permitiera explotar elementos del discurso musical del nivel bajo, medio y alto. Una vez evidenciada la pertinencia, se adquirió la licencia para la *Performer Edition* (edición de intérprete), la cual tiene acceso a todas las herramientas del programa.

### ***3.3.1 Posibilidades de programación en los niveles de asociación y percepción de la información bajos.***

En los niveles bajos de asociación y percepción de la información encontramos: frecuencia, amplitud de onda, posición de los instrumentos o fuente sonora, tempo, métrica y patrones rítmico-melódicos de fácil recordación. Este es el nivel al que es más fácil acceder, lo anterior se hace evidente en la cantidad de instrucciones que se requiere para esta primera asociación.

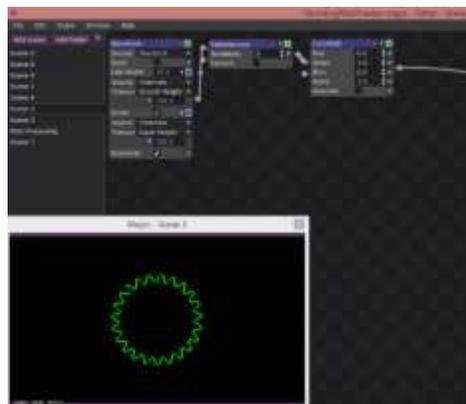


**Figura 9.** Primera asociación nivel bajo. [Fotografía de la autora del TFP].

La primera configuración tiene tres comandos: *Waveform*, que permite una reacción visual inmediata a un estímulo sonoro, *Kaleidoscope*, que determina la forma que tendrá la figura proyectada y *ColorRGB*, que establece el color que se le dará a dicha figura. Esta programación permite establecer

varias asociaciones músico-visuales, que se logran al identificar cómo el estímulo sonoro afecta a la amplitud de la figura proyectada, que puede ser mayor o menor dependiendo de tres factores determinantes: el primero es la distancia que separa la fuente sonora del fonoreceptor, al estar más cerca, la amplitud de la figura proyectada será mayor; el segundo, es la altura en cuanto a frecuencia, entre más alta sea la frecuencia mayor será la amplitud de la figura (sin lograr un reconocimiento claro entre las frecuencias específicas), por lo que con esta programación se logra visualizar la diferencia

entre graves y agudos siempre y cuando las distancias entre los ejemplos o muestras estén espaciadas una de la otra; el último factor es la intensidad, en éste, la amplitud proyectada es directamente proporcional con la recibida por la fuente sonora. Esta programación (figuras 9 y



**Figura 10.** Primera asociación nivel bajo, reacción a estímulo sonoro. [Fotografía de la autora del TFP].

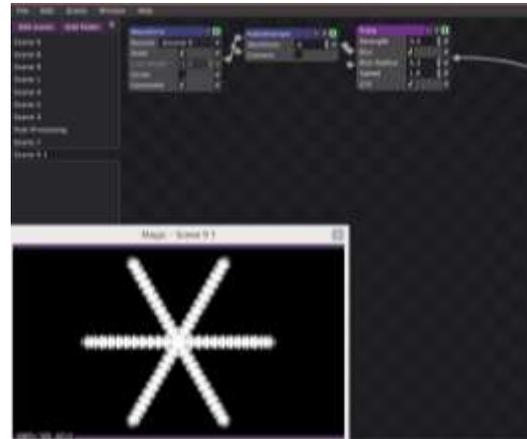
discurso musical (posición de la fuente sonora, altura e intensidad), sin lograr aún una diferenciación notoria entre uno y otro.

Con el fin de lograr que haya una diferenciación entre estos elementos determinantes del discurso musical, que se visualizan con esta programación particular, se pueden programar diferentes escenas (*scenes*), que se alternen a intervalos de tiempos periódicos, y que permitan resaltar el elemento particular que se desea mostrar. Para esto, se pueden contrastar los colores y formas que se programen, así como la definición de éstas (*Trails*<sup>5</sup>), lo que llevará a variaciones o alteraciones de la programación antes planteada; pero que en última instancia, logrará las mismas aproximaciones a los elementos del discurso musical expuestos. La alternancia de las escenas en la programación debe ser calculada con relación a la música que se está abordando, para que haya así una concordancia entre los periodos con los que cambia y los elementos que se visualizarán; si esta programación tiene como finalidad ser usada en una sesión de improvisación o invención en los que no hay una

---

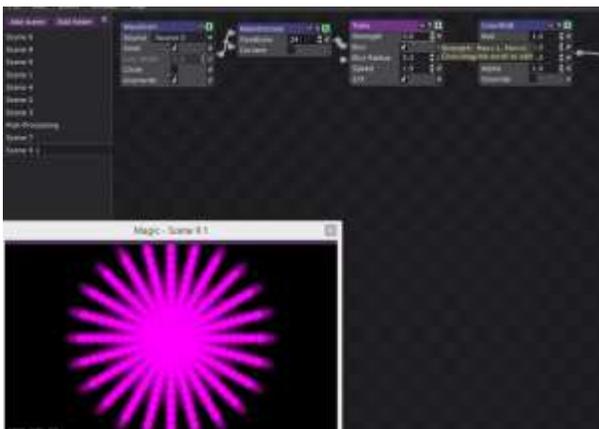
<sup>5</sup> Trail: to (allow something to) move slowly along the ground or through the air or water, after someone or something. [Permitir que algo se mueva lentamente en el suelo o a través del aire o del agua, detrás de alguien o algo]. Cambridge Online Dictionary (s.f).

música predeterminada, podrá ser usada, teniendo en consideración el tiempo de los cambios establecidos para las escenas, este se puede variar fácilmente, con la finalidad de que las mismas, no pierdan el propósito de apoyar el discurso musical. Las variaciones en la programación, incluyen las opciones: *Scale*, que permite especificar la ubicación de la figura que se proyecte en el espacio



**Figura 11.** Variación 1 de la programación del nivel bajo, reacción a estímulo sonoro. [Fotografía de la autora del TFP].

de la pantalla (usando el plano cartesiano como referente), *Trails*, que ofrece las posibilidades de difuminar o suavizar los bordes de las figuras y determinar con qué tanta fuerza (*strength*) se quiere visualizar este efecto, esta opción es útil para explorar el



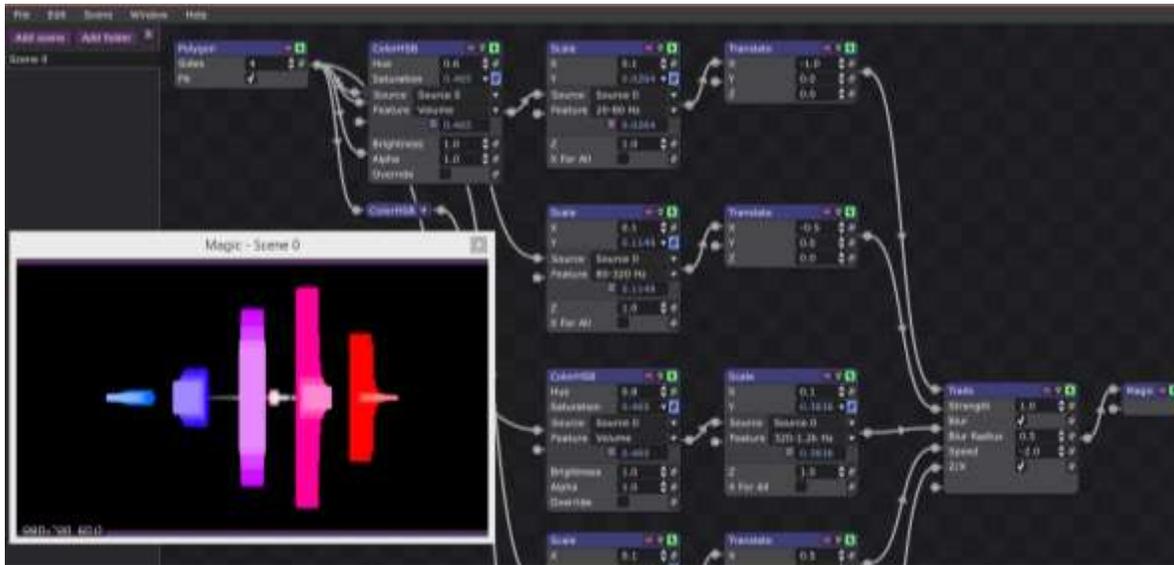
**Figura 12.** Variación 2 de la programación del nivel bajo, incluyendo la opción *Trails*, reacción a estímulo sonoro. [Fotografía de la autora del TFP].

elemento de la duración, ya que dependiendo de la fuerza que se le ponga, la duración del color proyectado será equivalente a la duración del sonido de la fuente sonora. Además de las figuras y colores que ofrece el software, éste da la opción de importar archivos, por lo

que podría complementarse esta programación con imágenes que se consideren beneficiosas para apoyar el discurso o para buscar una estética y/o ambiente con el que se quiera abordar dichos elementos musicales.



individualmente se le han asignado valores diferentes de difuminados (*Trails*), y diferentes amplitudes con el fin de que se pueda visualizar el *decay* (decaída) del sonido para lograr un acercamiento más exacto al efecto que produce el sonido.



**Figura 14.** Programación 1 para el nivel medio, reacción a un sonido mezzoforte.  
[Fotografía de la autora del TFP].

Esta programación es una extensión de la programación del nivel bajo, ya que presenta la misma lógica en la organización de los comandos, reacción simultánea al sonido que ofrece una forma definida (*Polygon*), color (*ColorRGB*), ubicación de las figuras (*Scale*) y finalmente la opción de difuminar los bordes de las figuras (*Trails*), la diferencia se presenta en la especificidad de los mismos, en particular en los valores que se le asignan a cada figura que se proyecta en la pantalla.

La segunda programación tiene como objetivo visualizar los cambios de alturas de una forma más precisa, con esta organización de comandos no se logrará una diferenciación exacta en las frecuencias; pero ilustrará de manera más acertada los cambios de las mismas, sin tener que recurrir a saltos extremos o muy notorios.





**Figura 16.** Programación 2 para el nivel medio, reacción a notas graves y agudas que se repiten. [Fotografía de la autora del TFP].

Para la modulación (o diferenciación) tímbrica, la cual, es el último elemento del discurso musical que se encuentra en este nivel de asociación y percepción de la información, se alternarán las escenas con las programaciones que se establecieron en este nivel y el nivel bajo. Para lograr esta asociación se puede proceder desde diversos elementos del discurso que se pueden variar, por ejemplo: los fondos, la textura, el brillo, la dirección (o ubicación) o la forma de los colores que se proyectan; el criterio de variabilidad de estos elementos obedecerán al criterio estético de la obra o ambiente sonoro que se quiera mostrar, para así diferenciar los dos o más instrumentos que se quieran destacar.

Las programaciones podrían combinarse para que en un instrumento se destaque un elemento del discurso musical en particular y en los otros instrumentos se resalten otros elementos, como se puede ver en la figura 16, en la que la programación permite diferenciar las alturas pero refleja más explícitamente el rango dinámico, en contraposición a ésta, se podría crear una escena con las mismas figuras, en la que se destaque con mayor



destacar los elementos de este nivel, las programaciones presentarán 2 o más escenas que podrán ser alternadas cuando se requieran resaltar los cambios de las frases y secciones así como enfatizar en un instrumento o grupo de instrumentos; los elementos visuales de estas escenas, tales como el color, la textura y/o los gráficos de las animaciones podrán variar según el criterio estético de la música que se vaya a abordar.

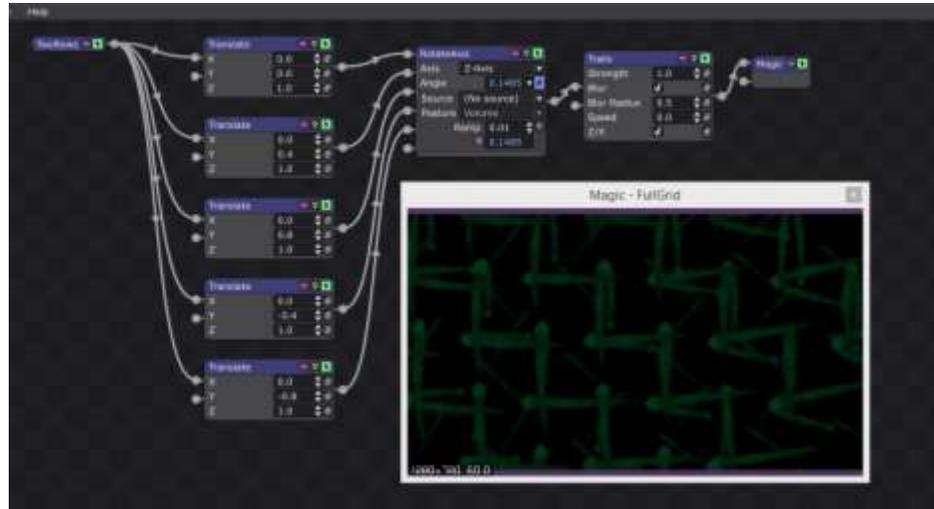


**Figura 18.** Programación 1 para el nivel alto, reacción a estímulo sonoro leve. [Fotografía de la autora del TFP].

La primera programación que se presenta en este nivel (figuras 17, 18 y 19), permite tener una reacción inmediata al estímulo sonoro generando una

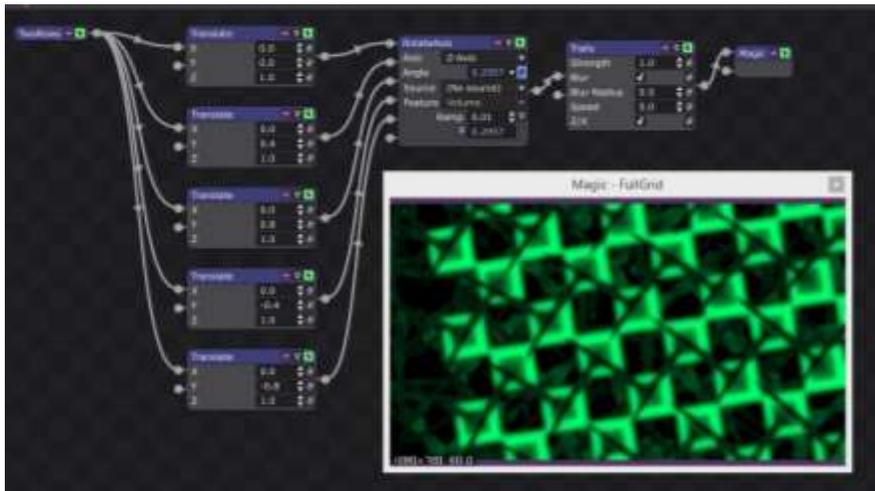
visualización que presenta dos elementos: el primero es la proyección de unas líneas de matiz oscuro (el color dependerá de la programación, sin embargo este elemento siempre tendrá los tonos más oscuros en la visualización) que se conectan formando movimientos elípticos (figura 18); el segundo elemento reacciona al rango dinámico, en éste, se pueden distinguir cuadrados de un matiz más claro (figura 19), cuyos tamaños serán directamente proporcionales a la intensidad del estímulo sonoro(a mayor intensidad más grande serán los cuadrados proyectados). Esta programación ofrece la posibilidad de visualizar estos dos elementos, de forma simultánea, lo cual es pertinente para destacar información de las frases de la pieza y/o canción que se esté exponiendo.

Con el fin de lograr el objetivo de mostrar el fraseo de una pieza determinada, esta programación



**Figura 19.** Programación 1 para el nivel alto, reacción a un estímulo sonoro constante e ininterrumpido. [Fotografía de la autora del TFP].

será una escena, que se contrapondrá a otra (u otras, dependiendo de la pieza musical), en la que, con esta misma programación se presentaron elementos de variación o contraste en los



**Figura 20.** Programación 1 para el nivel alto, reacción a rango dinámico. [Fotografía de la autora del TFP].

colores o dirección de los movimientos de las líneas, lo que permitirá evidenciar el cambio de las frases.

Para la visualización de los elementos restantes de este nivel (las secciones y la orquestación o instrumentación), y en consideración de que estos dependen de ejemplos musicales específicos, ya que varían según la pieza, periodo, región, género, etc; se

expondrá una propuesta de visualización de los elementos musicales de la canción *Hijo de la luna* (originalmente del grupo español Mecano) de la adaptación para orquesta de cuerdas, piano y cuarteto de voces masculinas del grupo coreano *Forstella*, creada para la intervención que realizaron en el programa de música KBS el 24 de mayo del 2020. El criterio de selección de esta canción y esta versión en particular se debe a la relevancia melódica y las texturas que se logran con el formato musical y vocal que presenta. En los elementos de la orquestación y las secciones, se resaltarán diferentes componentes de la información musical que se encuentran implícitos en éstos, y que estén relacionados con los niveles de asociación y percepción bajo y medio. Con el fin de entender la correlación entre los elementos del discurso musical que se quieren resaltar y la proyección visual de los mismos, se expondrá un breve análisis de la estructura de la canción.

Esta canción tiene dos secciones conectadas por un interludio instrumental y vocal (pero sin texto) y una coda; la primera sección presenta una pequeña introducción en el piano, a continuación entra la primera parte de la primera estrofa que es introducida por el contratenor, acompañado por las cuerdas en pizzicato donde predomina la voz del contrabajo quien está resaltando la nota fundamental de la armonía; después, las cuerdas se pronuncian con el cambio de pizzicato a arco en un matiz mezzopiano; la segunda parte de la primera estrofa es cantada por el bajo y el barítono, el acompañamiento de ésta, lo realiza el piano con una contramelodía sencilla y las cuerdas quienes hacen notas largas. Hay un pequeño crescendo antes de llegar al coro; en el coro, interviene primero el contratenor y luego en la segunda frase le acompaña el tenor, la parte vocalizada del coro (que imita un lamento) es cantada por las cuatro voces y finaliza con el tenor solo. En el interludio instrumental y vocal, hay dos cambios importantes, el primero es un cambio de textura, que en la primera sección fue homofónica coral, y en esta sección es polifónica; el segundo

cambio que resalta es el matiz, que en la primera sección se presentó entre el rango de piano a mezzopiano; aquí, se incrementa el rango dinámico, variando entre mezzoforte y forte. A este interludio le sigue la segunda sección donde tanto en la estrofa como en el coro intervienen las cuatro voces, el acompañamiento de las cuerdas está más presente en esta sección y va en crescendo constante, y finaliza con un piano súbito que da paso a la coda final; la cual, comienza con una melodía en las cuerdas y el piano, después entran las voces, quienes presentan la melodía de las estrofas con un matiz mezzopiano, y finaliza el piano solo.

Con el fin de destacar los elementos importantes o más relevantes de cada sección de esta canción, se usarán las programaciones ya presentadas en los niveles de asociación

anteriores; en la

introducción donde

está el piano solo, se

propone la

programación

de la figura 20, la

cual presenta una

reacción automática

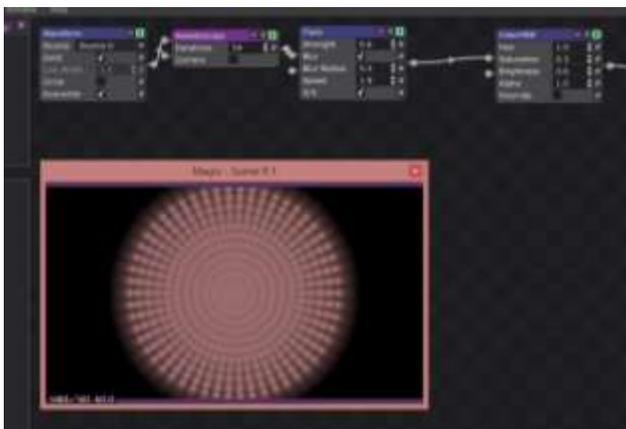


**Figura 21.** Programación introducción de la canción *Hijo de la luna* [fotografía de la autora del TFP].

al estímulo sonoro donde se destaca el rango dinámico; esta reacción visual anunciará el comienzo de la canción.

En el comienzo de la melodía se propone la programación de la figura 15, con la cual se logra resaltar el movimiento melódico que está haciendo el contratenedor, en la segunda

semifrase que se reitera, la visualización será del pizzicato que está haciendo el contrabajo (en el cual se distingue con claridad la armonía), para lo que se usará la



**Figura 22.** Programación bajos en pizzicato de la primera estrofa de la canción *Hijo de la luna* [Fotografía de la autora del TFP].

programación que se ve en la figura 21, ésta, reacciona con exclusividad al ataque del sonido; con el fin demostrar el cambio de altura (frecuencia) que presenta la melodía del

bajo, deberán crearse diferentes escenas con esta misma programación pero que presenten variación en los colores que se proyectan; los colores que se seleccionen para estas variaciones serán en concordancia con la paleta que resulte de la programación de la figura 15.

En el coro hay presencia de las cuatro voces, por lo cual se seleccionó una variación de la programación explicitada en la figura 15, con la se puede visualizar el movimiento melódico de las cuatro voces en simultáneo, como se aprecia en la figura 22. Alternando las configuraciones de las figuras 15, 21 y 22, se van a plasmar los elementos del interludio, con las configuraciones de las figuras 15 y 22 se crearon escenas en las que se les modificaron los colores del fondo por matices más oscuros, con el fin de contrastar con los expuestos en la primera estrofa. También, se alteraron el brillo y la saturación de las figuras que reaccionan al movimiento melódico con el objeto de generar un contraste entre las dos secciones y resaltar los cambios en el rango dinámico y de textura que se dan en estas

secciones, para este propósito se agregó el comando *Translate* que permite resaltar los matices de los instrumentos y las voces, se programaron las escenas yuxtaponiéndolas con el fin de percibir el contrapunto (en una escena las voces bajas y en otra las agudas).



**Figura 23.** Programación para movimiento melódico reaccionando a un acorde de Fa#m [fotografía de la autora del TFP].

En la segunda sección se alternaron la programación descrita en la figura 22, que destaca el movimiento melódico, con la de la figura 14, la cual genera la visualización del rango dinámico; esto con el fin de resaltar el crescendo y la textura de esta sección.

Se crearon dos escenas con la programación explicitada en la figura 22, en las que se seleccionaron dos colores para los fondos, para contrastar los momentos en los que hay intervenciones de una o dos voces con los que se presentan cuatro voces en simultáneo. Al final de esta sección se proyectará la programación de la figura 14, buscando destacar de forma notoria el súbito piano que se hace allí para comenzar la coda. En la sección final, se retomaron las escenas usadas en el interludio instrumental, en las cuales se destacan la textura polifónica y el rango dinámico (que en esta sección vuelve a ser piano). Para finalizar, se reiteró la escena inicial, que se aprecia en la figura 21 (se modificaron los colores con el objeto de visualizar los cambios de notas en la melodía del piano).

La visualización de estos elementos del nivel de asociación y percepción alto dependerán, como ya se había expresado, de la canción y/o pieza que se seleccione, en una canción

donde el elemento preponderante sea el ritmo o el discurso armónico, se deberán programar otras escenas en las que se puedan destacar estos elementos, por ésto, las programaciones usadas para esta canción procuraron reflejar los elementos más relevantes de la misma. Para sesiones de improvisación, se podrán programar secuencias de escenas que resalten la estructura de la canción sobre la que se va a improvisar.

#### **4. Conclusiones**

De los elementos de la percepción háptica y visual que se pueden utilizar para un concierto y/o presentación que esté orientada a la población con discapacidad auditiva encontramos: las membranas de plástico flexible, que dependiendo el grosor permiten identificar diferentes vibraciones a través del tacto; los instrumentos de madera, con una caja de resonancia, la cual permitió vivenciar la vibración en contacto directo con el cuerpo de los participantes, asimismo como establecer una relación causa-efecto con el pulsar de las cuerdas y la vibración de la caja resonadora; elementos de plástico, tales como mesas y vasos, que permitan asociar como la vibración afecta a los elementos circundantes; las sustancias granulares que con colores contrastantes a los de las membranas de plástico y/o placas de metal, permiten la visualización de frecuencias específicas; los softwares de visualización, que conceden acceder a elementos del discurso musical que no son fácilmente perceptibles por los espectadores (resalta el programa Music Magic Visual que permite generar diferentes programaciones con las cuales se pueden visualizar elementos del lenguaje musical de los tres niveles de asociación y percepción de la información).

Con las estrategias de enseñanza-aprendizaje se evidenció que al ser la Lengua de Señas Colombiana la primera lengua de esta población, resulta más favorable trabajar con grupos pequeños (de 7 a 10 estudiantes), con el fin de facilitar la visibilidad entre los participantes y que no se vea afectada la comunicación. También, se demostró que clasificar la información musical según en criterios de asociación y percepción de Dulic y Hammel, facilitó la organización de las actividades, lo cual permitió a los participantes experimentar diferentes elementos del lenguaje musical, a través del tacto y la vista, sin que estos se viesen abrumados por una serie de sensaciones, que para muchos resultaba ser inédita. Esta clasificación de la información permitió a los participantes establecer

relaciones causa-efecto con los objetos productores de la vibración, fueran estos parlantes o instrumentos, percibirles a través del tacto, reconociendo cómo la vibración afectaba a sus cuerpos y a los objetos circundantes; así mismo como identificar diferentes patrones rítmicos que eran perceptibles a través de las membranas de plástico flexible. Con relación al estímulo visual, la clasificación de percepción y asociación de la información facilitó la identificación de elementos del discurso musical que no resultan ser fácilmente perceptibles a través del tacto, por ejemplo la altura (cambio de frecuencia), que podía ser distinguible en las figuras que formaban las sustancias granulares sobre las membranas de plástico y metal respectivamente, de las réplicas de la placa de Chladni. Además esta organización de la información, permitió clasificar los softwares en relación a su utilidad para visualizar y diferenciar elementos del discurso musical, logrando así que los participantes pudieran explorar elementos estructurales e interpretativos de la música.

De las estrategias metodológicas se evidenció que: 1. El trabajo con grupos pequeños, permitió un acercamiento orgánico a los elementos que se presentaron, lo que facilitó la exploración individual de los mismos. 2. La exploración libre de los elementos (por parte de los estudiantes) antes de presentar la actividad que se iba a realizar con estos (los elementos), consintió el acercamiento desde la curiosidad, lo cual resultó en la participación total de los estudiantes con los que se trabajaron. 3. Permitiendo el descubrimiento de los fenómenos vibratorios (en el caso de los elementos hápticos que se presentaron), desde la experiencia de los participantes, para luego ofrecer una explicación a dicha vivencia, se logró la comprensión de fenómenos causa-efecto físicos que generan el sonido. Finalmente, con la organización de la información establecida en la presente investigación, se logró gestar un primer acercamiento a fenómenos constitutivos de la música, que luego, permitirán descubrir la música como lenguaje artístico.

La compilación de elementos al igual que la estructura que se plantea en esta investigación, resultan ser estrategias útiles para fomentar la enseñanza y el desarrollo artístico para la comunidad sorda en la ciudad de Cali. En los encuentros que se realizaron en el colegio ASORVAL, se descubrió el interés genuino de los estudiantes por acercarse a los instrumentos y elementos presentados, así como, por conocer más de estos y su contexto; se demostró que la organización de la información, partiendo de principios físicos básicos, permite un acercamiento orgánico a la música, y que con el tiempo puede ayudar a consolidar espacios artísticos incluyentes en la ciudad de Cali.

En el desarrollo de la investigación, se evidenció como los espacios de inclusión para la comunidad sorda en la ciudad de Cali, siguen siendo escasos y poco difundidos, esta propuesta resultó, como un primer acercamiento a la música, que aunque estaba acotado al colegio Maria Nuria Sacasas, involucró a los estudiantes, profesores, administrativos y algunos padres y madres de los estudiantes, con una respuesta favorable de todos los participantes; las actividades crearon una expectativa, no solo de seguir con las mismas, sino de vislumbrar como esta propuesta puede ser trasladada a escenarios locales, donde artistas en escena puedan usar las herramientas planteadas en la presente investigación, con el fin de permitir expandir el público que puede vivenciar y disfrutar de las propuestas artísticas y culturales en la ciudad.

Para finalizar, la presente investigación presenta un compendio de elementos, así como una propuesta de organización de la información, que pueden servir como insumo tanto en presentaciones o performance, como para clases de iniciación musical y/o artística que permita diversificar el público objetivo beneficiario de estas, preponderando a la inclusión de personas con capacidades diversas.

## 5. Bibliografía

- Alves, B. (2005). Digital harmony of sound and light. *Computer Music Journal*, 29(4), 45-54. DOI: 10.1162/014892605775179982.
- Armitage, J., & Ng, K. (2014). Tactile Composition: Configurations and communications for a musical haptic chair. In *ICMC*.
- Beléndez, A., Alvarez, M. L., Beléndez, T., Bleda, S., Campo Bagatin, A., Durá Domenech, A., & Martín García, A. (2010). Ondas estacionarias en una placa cuadrada: Figuras de Chladni. *Fundamentos Físicos de la Ingeniería*.
- Bremner, A. J., Holmes, N. P., & Spence, C. (2012). *The development of multisensory representations of the body and of the space around the body*. In A. J. Bremner, D. J. Lewkowicz, & C. Spence (Eds.), *Multisensory development* (p. 113–136).
- Bouchard, G. (2010). What is interculturalism. *McGill LJ*, 56, 435.
- Brown, R. H. (2012). The Spirit inside Each Object: John Cage, Oskar Fischinger, and "The Future of Music". *Journal of the Society for American Music*, 6(1), 83. ISSN: 1752-1963.
- Chin, D. (1989). Interculturalism, postmodernism, pluralism. *Performing Arts Journal*, 11, 163-175. DOI: 10.2307/3245434.
- Code Academy. (s.f). *Python*, Consultado en junio del 2020.  
<https://www.codecademy.com/catalog/language/python>
- Collopy, F., Fuhrer, R. M., & Jameson, D. (1999, September). Visual music in a visual programming language. In *Proceedings 1999 IEEE Symposium on Visual Languages* (pp. 111-118). IEEE.

- Current Gravity. (s.f). *Synesthesia*. Consultado el 29 de noviembre del 2020.
- <https://synesthesia.live/>
- Dannenberg, R. B. (2005). Interactive visual music: a personal perspective. *Computer Music Journal*, 29(4), 25-35. DOI: 10.1162/014892605775179964.
- Dervin, F., Gajardo, A., & Lavanchy, A. (Eds.). (2011). *Politics of interculturality*. Cambridge Scholars Publishing. ISBN: 978-1-4438-3414-8.
- DeWitt, T. (1987). Visual music: Searching for an aesthetic. *Leonardo*, 20(2), 115-122. ISSN: 1530-9282.
- Dulic, A., & Hamel, K. (2009). Visual music instrument. *IJART*, 2(1/2), 22-39.
- El Saddik, A., Orozco, M., Eid, M., & Cha, J. (2011). *Haptics technologies: Bringing touch to multimedia*. Springer Science & Business Media. ISBN: 978-3-642-22658-8.
- Evans, B. (2005). Foundations of a visual music. *Computer Music Journal*, 29(4), 11-24. DOI: 10.1162/014892605775179955
- GitHub. (s.f). *Video MIDI*. Consultado en julio del 2020.
- <https://github.com/svsdval/video2midi>
- Gunther, E., & O'Modhrain, S. (2003). Cutaneous grooves: composing for the sense of touch. *Journal of New Music Research*, 32(4), 369-381.
- Hack Science. (s.f) *Exercises*. Consultado en mayo del 2020.
- <https://www.hackinscience.org/exercises/>
- Hernández, E. M. (2006). La importancia de la conscientización de las diferencias culturales en la clase de idiomas para una comunicación intercultural efectiva. *Sincronía*.
- Hubbard, E. M., & Ramachandran, V. S. (2005). Neurocognitive mechanisms of synesthesia. *Neuron*, 48(3), 509-520. ISSN: 0896-6273.

- Jacobs, R. A., & Shams, L. (2010). Visual learning in multisensory environments. *Topics in cognitive science*, 2(2), 217-225.
- Karslen, K.M. (2001). The color-Music Connection: Philosophical, aesthetic and Scientific Perspectives. *California State University Dominguez Hills*. UMI: 1403542g
- Klemenc, B., Ciuha, P., Šubelj, L., & Bajec, M. (2011). Visual and Aural: Visualization of Harmony in Music with Colour. *Transactions on Internet Research*, 7(1).
- Koelsch, S. (2011). Toward a neural basis of music perception—a review and updated model. *Frontiers in psychology*, 2, 110. DOI: 10.3389.
- Lähdesmäki, T., Koistinen, A. K., & Ylönen, S. C. (2020). Introduction: What Is Intercultural Dialogue and Why It Is Needed in Europe Today?. In *Intercultural Dialogue in the European Education Policies* (pp. 1-20). Palgrave Macmillan, Cham. ISBN: 978-3-030-41517-4.
- Liu, Y. Baker, F. He, W & Lai W. (2019). Development, assessment, and evaluation of laboratory experimentation for a mechanical vibrations and controls course. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 47(4), 315-337. DOI: 10.1177/0306419018778040.
- Magic Music Visual. (s.f). *About Us*. Consultado en julio del 2020.  
<https://magicmusicvisuals.com/about>
- McKevitt, P., Mulvihill, C., & Nualláin, S. Ó. (2000). Language, Vision, and Music: Report on the Eighth International Workshop on the Cognitive Science of Natural Language Processing (CSNLP-8). *AI Magazine*, 21(4), 117-117. ISSN: 2371-9621.

- Miller, R. L. (2016). *Understanding the process of multisensory integration* (Doctoral dissertation, Wake Forest University). Nanayakkara, S., Taylor, E., Wyse, L., & Ong, S. H. (2009, April). An enhanced musical experience for the deaf: design and evaluation of a music display and a haptic chair. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 337-346). ACM.
- Open Cubic Player, (s.f). *Foreword*. Consultado el 28 de noviembre del 2020.  
<https://www.cubic.org/player/doc/>
- O'Sullivan, C., & Chang, A. (2006, August). An activity classification for vibrotactile phenomena. In *International Workshop on Haptic and Audio Interaction Design* (pp. 145-156). Springer, Berlin, Heidelberg. ISSN: 0730-7829.
- Platz, F., & Kopiez, R. (2012). When the eye listens: A meta-analysis of how audio-visual presentation enhances the appreciation of music performance. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 30(1), 71-83.
- Papetti, S., & Saitis, C. (2018). *Musical Haptics*. Springer, Cham.  
ISBN: 978-3-319-58315- 0
- Paterson, M. (2007). *The senses of touch: Haptics, affects and technologies*. Berg.  
ISBN: 978-1-84520-478-5.
- Peacock, K. (1988). Instruments to perform color-music: Two centuries of technological experimentation. *Leonardo*, 21(4), 397-406.
- Ponciano, L., & Shabazian, A. (2012). Interculturalism: Addressing diversity in early childhood. *Dimensions of Early Childhood*, 40(1), 23-29.

- Porras, G. D. X. (2016). *Resignificar para re-existir. Narrativas corporales de sordos usuarios de Lengua de Señas Colombiana, como práctica de resistencia al biopoder* (Master's thesis).
- Puredata, (s.f). *Documentation*. Consultado el 28 de noviembre del 2020.  
<https://puredata.info/docs>
- Real Python. (s.f). *11 Beginner Tips for Learning Python Programming*. Consultado en junio del 2020. <https://realpython.com/python-beginner-tips/>
- Sarmiento, C. (2014). Interculturalism, multiculturalism, and intercultural studies: Questioning definitions and repositioning strategies. DOI: 10.1515.
- Silveira, G. (2019). *The pendulum Sequencer*. Musicnerd. [musicnerd.com/single-post/2019/02/10/the-pendulum-sequencer](https://musicnerd.com/single-post/2019/02/10/the-pendulum-sequencer)
- Srinivasan, M. A. (1995). What is haptics?. *Laboratory for Human and Machine Haptics: The Touch Lab, Massachusetts Institute of Technology*, 1-11.
- Stein, B. E. (Ed.). (2012). *The new handbook of multisensory processing*. Mit Press. ISBN: 978-0-262-01712-1
- Social, I. O. (2009). población sorda colombiana. *Registro para la localización y caracterización de personas con discapacidad: Número de personas sordas que trabajan según sexo y actividad económica*.
- Sonic Visualizer (s.f). *Visualisation, analysis, and annotation of music audio recordings*. Consultado noviembre 25 del 2020. <https://www.sonicvisualiser.org/>

Thaut, M., Trimarchi, P., & Parsons, L. (2014). Human brain basis of musical rhythm perception: common and distinct neural substrates for meter, tempo, and pattern. *Brain sciences*, 4(2), 428-452.

Yildirim, I. (2014). From perception to conception: learning multisensory representations.

<https://urresearch.rochester.edu/institutionalPublicationPublicView.action?institutionalItemId=28512>

Veed. (s.f). *Music visualisation*. <https://www.veed.io/music-visualisation>

Velásquez, S. David, A. (2018). Material audiovisual sobre la enseñanza del tema de poleas para población sorda en Instituciones Educativas de inclusión.

Vsxu, Vovoid Media Technologies. (2020, 5 de junio). *About*.

<https://www.vsxu.com/about/>.

Watkins, J. (2018). Composing Visual Music: visual music practice at the intersection of technology, audio-visual rhythms and human traces. *Body, Space & Technology*, 17(1), 51-75.

Wells, A. (1980). Music and visual color: A proposed correlation. *Leonardo*, 101-107.

DOI: 10.2307/1577978

WikiPython (s.f) *Beginner's Guide*. Consultado en mayo del 2020.

<https://wiki.python.org/moin/BeginnersGuide>

Whitney, J. (1980). *Digital harmony*. Peterborough, NH: Byte Books. ISBN: 0-07-070015-X.

## 6. ANEXO I Carta de Consentimiento Informado de los Acudientes.

**Consentimiento Informado para Participantes de Investigación**

Mediante la Ley Estatutaria 1581 del 2012 y su Decreto Reglamentario 1377 de 2013, se dictan las disposiciones generales para la protección de datos personales, por lo cual, se autoriza el uso de la información registrada en la investigación "De los conciertos multisensoriales y los espacios incluyentes", que será conducida por Aurora Zafra Castaño, estudiante de la facultad de música del Conservatorio Antonio María Valencia en el Instituto Departamental de Bellas Artes, Cali. La meta de este estudio es realizar exploraciones sensoriales con el fin de recopilar y analizar las reacciones de los estudiantes ante el estímulo de las vibraciones presentadas en los ejercicios.

La participación en este estudio es voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en el.

Desde ya le agradecemos su participación.

---

Yo Martha Lucia Garcia con número de cédula 66 999 014  
acudiente de Michael Angel Garcia  
Permito su participación en las exploraciones sensoriales que se realizarán.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a Aurora Zafra Castaño al teléfono 323-319-9877.

Martha L. Garcia  
Firma del acudiente

## 7. ANEXO II Transcripción de la Canción Hijo de la Luna

Score

### Hijo de la Luna

José María Cano  
(Transcripción de la versión de Forestella)

**Intro**

Voces

Voces

Instrumental

**1**

V

V

I

The score is divided into two systems. The first system, labeled 'Intro', shows an instrumental introduction for 8 measures. The top two staves are labeled 'Voces' and contain whole rests. The bottom two staves are labeled 'Instrumental' and contain a melody in the treble clef and accompaniment in the bass clef. The chords for the instrumental introduction are F#m, E, D, C#7, F#m, E, D, and C#7. The second system, labeled '1', shows the vocal entry. The top two staves are labeled 'V' and contain a melody in the treble clef and accompaniment in the bass clef. The bottom two staves are labeled 'I' and contain a melody in the treble clef and accompaniment in the bass clef. The chords for the vocal entry are F#m, E, D, C#7, F#m, E, D, and E.

17

V

V

I

A C#m F#m E D E F#m E

Detailed description: This system contains measures 17 through 24. The vocal line (V) features a melody in the treble clef with a key signature of two sharps (F# and C#). The piano accompaniment (I) consists of chords in the right hand and a bass line in the left hand. The chords are labeled as A, C#m, F#m, E, D, E, F#m, and E.

25

V

V

I

A C#m F#m E D E F#m C#m

Detailed description: This system contains measures 25 through 32. The vocal line (V) continues the melody from the previous system. The piano accompaniment (I) continues with the same chord progression, with the final two chords labeled as F#m and C#m.

33

V

V

I

D E F#m C#m D E F#m E

Detailed description: This system contains measures 33 through 40. The vocal line (V) is mostly silent, with some notes appearing in the final measures. The piano accompaniment (I) features a more active bass line and chord progression, with chords labeled as D, E, F#m, C#m, D, E, F#m, and E.

41

V

V

I

D C#7 F#m E D E A C#m

49

V

V

I

F#m E D E F#m G#7 C#m B

57

V

V

I

A G#7 C#m B A G#7 C#m B

63

V

V

I

A G7 C#m B A G7 C#m F#m

73

V

V

I

C#m F# C#m D7 C#7

81

V

V

I

F#m C#7 F#m C#7 F#m C#7 F#m C#7

V

V

I

89

Gm D7 Gm D7 Gm D7 Gm D7

V

V

I

97

F#m C7 F#m C7 F#m C7 F#m C7

V

V

I

105

F#m C7 F#m C7 F#m C7 F#m C7

V

V

I

113

F<sup>♯</sup>m E D C<sup>♯</sup>7 F<sup>♯</sup>m E D E

V

V

I

121

A C<sup>♯</sup>m F<sup>♯</sup>m E D E F<sup>♯</sup>m G<sup>♯</sup>7

V

V

I

129

C<sup>♯</sup>m B A G<sup>♯</sup>7 C<sup>♯</sup>m B A G<sup>♯</sup>7

137

V

V

I

C<sup>♯</sup>m B A G<sup>♯</sup>7 C<sup>♯</sup>m B A G<sup>♯</sup>7

145

V

V

I

C<sup>♯</sup>m F<sup>♯</sup>m C<sup>♯</sup>m F<sup>♯</sup> C<sup>♯</sup>m D7 C<sup>♯</sup>7

7

153

V

V

I

F<sup>♯</sup>7 C dim7 F<sup>♯</sup>7/C<sup>♯</sup> C<sup>♯</sup>7 F<sup>♯</sup>7

161

V

V

I

A#dim7 G#7 C dim7 C#7 C#7/G# F#m E/G# A

169

V

V

I

Bm F#m G#7 C#7sus4 C#7 F#m

8

177

V

V

I

F#m E D C#7 F#m

185

V

V

I

E D C#m F#m E D E A

193

V

V

I

C#m F#m E D E F#m E A

201

V

V

I

C#m F#m E D E F#m D

209 *rit.* **Coda**  
*a tempo*

V

V

I

E F#m D E F#m E D

217 *rit.*

V

V

I

E F#m E D E F#m

## **8. ANEXO III Material Audiovisual de Apoyo**

### **8.1. Vídeo encuentros colegio ASORVAL María Nuria Sacasas.**



<https://www.youtube.com/watch?v=jDo66RXhoFU>

### **8.2 Vídeo visualización programación de la canción Hijo de la Luna.**



<https://www.youtube.com/watch?v=dOFesQWLxrg>