



FACULTAD DE ARTES
UNIVERSIDAD DE CHILE

Memoria para optar al título de Ingeniero en Sonido con Mención en Diseño y Producción
Sonora

The Body Talks

**Procesador de Efectos Digitales de Audio a través de la Expresión Corporal para
Performance Vocal y de Danza.**

Felipe Vásquez Mansilla.
Ingeniería en Sonido - Universidad de Chile.
felipe.vasquez.m@ug.uchile.cl
Profesor Guía: Javier Jaimovich.
Profesora Informante: Francisca Morand.
Mención Diseño y Producción Sonora.

Resumen

A lo largo de esta memoria se expone, describe y desarrolla la investigación y proyecto del diseño de un procesador de efectos digitales adaptativos de audio para la voz, el cual es controlado a través de la expresión y movimiento corporal de un intérprete en danza, utilizando el sistema de análisis Laban, para la realización de una performance.

El desarrollo de este proyecto se dividió en dos fases: una fase investigativa y una fase de diseño y desarrollo del sistema propuesto. En la primera fase se realizó un estudio teórico de todos los elementos que compondrían a futuro el sistema; desde la voz, el movimiento corporal, los gestos, la expresión corporal, la danza, el método de análisis corporal Laban, el mapping, los efectos digitales adaptativos de audio, entre otros. Además, complementándolo con el estudio del estado del arte desde los primeros indicios de la creación de interfaces interdisciplinarias que combinaran los movimientos, la danza y el uso del cuerpo, para controlar y generar nuevas formas de hacer sonido. Incluso, se realiza una revisión de los hardwares y proyectos referentes que se han utilizado y realizado en los últimos años.

La segunda fase de diseño y desarrollo del sistema propuesto, incluye secciones de captura de movimiento en tiempo real, utilizando Kinect de Microsoft y el software NI Mate 2 de Deliccode, para posteriormente, utilizar el Análisis Laban y softwares de programación (Max de Cycling), para realizar los cálculos de los factores del movimiento en tiempo real de un intérprete en Danza.

También, se incluyen secciones de captura de la voz del intérprete, secciones de Sonido/Audio, la inserción de efectos digitales en la voz utilizando Daws como Ableton Live, y el uso de efectos digitales, entre ellos, Delay, Reverberación, Distorsión, Paneo, entre otros.

A lo largo de estas secciones se estudia y explica el uso de herramientas y protocolos para el envío de información y control de parámetros de audio vía Wifi (Protocolo OSC), como también una constante revisión de las sesiones prácticas realizadas junto a la intérprete en Danza, María Paula Cuevas, para incluir mejoras progresivas en el sistema diseñado.

Gracias a esta investigación y proyecto realizado a través de la presente Memoria de Título, se pudo llevar a cabo un sistema que procesa y controla, en tiempo real, efectos digitales adaptativos de audio insertados en la voz de una intérprete, controlando parámetros a través de la expresión y movimiento corporal de la misma, mediante el Análisis Laban, para la realización de una performance.

De acuerdo con esto, se puede utilizar este sistema para la realización de performances contemporáneas de Danza y Canto, en busca de nuevas sonoridades y propuestas artísticas.

Palabras clave

Movimiento, Danza, Laban, Canto, ADAFx's, Kinect, Interfaz Musical Vocal.

Agradecimientos

Al profesor Javier Jaimovich por orientarme durante este proceso de Memoria, desde el comienzo hasta el último segundo, entregando críticas constructivas desde su experiencia, ideas para mejorar el proyecto y su interés en el mismo. Así también, a la profesora Francisca Morand por ser parte de este proceso, invitándome a sesiones de Danza y Canto y, junto al profesor, a sesiones del proyecto Emoveere.

Al departamento de Sonido de la Facultad de Artes de la Universidad, a Diego que estuvo siempre en el pañol cuando necesitaba equipos y sin ningún problema me los facilitaba para la realización de las sesiones prácticas. Al departamento de Danza, que nos facilitó salas para llevar a cabo las sesiones prácticas.

A María Paula Cuevas, Intérprete en Danza, por querer ser parte de esta aventura, apoyándome, dando ideas y siendo un personaje principal dentro de esta Memoria.

A mi familia, mi mamá, mi papá y mi hermano, por estar siempre presente en los momentos precisos junto a su apoyo económico, emocional e incondicional. Gracias por creer en mí, en mis conocimientos y aptitudes desde un comienzo.

A mis amigos y compañeros de carrera, por siempre entregar apoyo, ideas creativas, compartiendo conocimiento y haciendo que todos los años de la carrera fueran mucho más entretenidos junto a su lado. Mención honrosa a Isidora, Valentina y Angelo por estar todos estos años junto a mí.

A Fernando Audala por estar presente siempre cuando lo requería, con su apoyo, presencia y cariño incondicional, distrayéndome del estrés si así lo necesitaba, de las maneras que mejor sabe él.

A la música y al arte.

Gracias, la presente Memoria no sería la misma sin su presencia y apoyo.

Índice

Capítulo 1 - Introducción y Contexto.....	5
Objetivos.....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
Capítulo 2 – Marco Teórico.....	7
2.1 La Voz.....	7
2.2 Movimiento, gestos y análisis.....	8
2.3 Análisis Laban.....	9
2.4 Mapping.....	11
2.4.1 Mapping, gestos y expresión corporal.....	13
2.5 Efectos Digitales Adaptativos de Audio (ADAFx's).....	15
2.6 Discusión y Reflexión.....	16
Capítulo 3 – Estado del Arte y Referentes.....	18
3.1 Movimiento, expresión corporal y mapping.....	18
3.1.1 Antecedentes de hardwares utilizados en mapping.....	18
3.1.1.1 Communication Device - IBM (1962).....	19
3.1.1.2 Sayre Glove - Rauterberg (1997).....	19
3.1.2 Discusión.....	20
3.2 Dispositivos Referentes.....	20
3.2.1 Kinect – Microsoft (2010).....	20
3.2.2 MYO - Thalmic Labs Inc.....	21
3.2.3 Discusión y Reflexión.....	21
3.3 La música, la danza y el mapping como performance.....	22
3.3.1 Primeros antecedentes/acercamientos en performance.....	22
3.3.2 Proyectos, investigaciones y performances referentes.....	22
3.3.2.1 Scanglove - Kessous y Arfib (2003).....	23
3.3.2.2 SoniMime - Fox y Carlile (2005).....	23
3.3.2.3 MiMu Gloves - Imogen Heap, et al. (2011 - 2012).....	23
3.3.2.4 GeKiPe (2015 - 2017).....	24
3.3.2.5 Elemental (2020).....	25
3.3.2.6 The Body Electric (2021).....	25
3.4 Discusión y Reflexión.....	26

Capítulo 4 – Construcción de Dispositivo y Primeras Pruebas.....	28
4.1 Materiales.....	28
4.2 Metodo.....	29
4.2.1 Captura de Movimiento y Análisis Laban.....	30
4.2.1.1 Protocolo OSC.....	31
4.2.1.2 Primera Sección de Mapping: Movimiento.....	32
4.2.1.3 Uso de datos y cálculos.....	33
4.2.1.4 Cálculo de Factores de Movimiento del Análisis Laban.....	34
4.2.1.4.1 Cálculo Factor Tiempo.....	35
4.2.1.4.2 Cálculo Factor Espacio.....	36
4.2.1.4.3 Cálculo Factor Peso.....	37
4.2.2 Cadena Electroacústica.....	37
Capítulo 5 – Desarrollo de Procesador Vocal.....	39
5.1 Ciclo Exploratorio.....	39
5.1.1 Primeras Sesiones Prácticas junto a Intérprete.....	40
5.1.2 Discusión, Reflexión y Mejoras del Ciclo Exploratorio.....	42
5.2 Diseño de Mapping Sonoro.....	44
5.2.1 Segunda Sección de Mapping: Efectos Digitales Adaptativos Seleccionados..	44
5.2.1.1 Paneo.....	45
5.2.1.2 Distorsión.....	46
5.2.1.3 Pulsing Gate.....	48
5.2.1.4 Delay.....	50
5.2.1.5 Reverberación.....	52
5.2.2 Discusión y Análisis de Mapping.....	53
5.3 Diseño Interfaz.....	54
5.4 Triggers.....	55
5.5 Segundas Sesiones Prácticas junto a Intérprete.....	56
5.5.1 Resultados, Análisis y Discusión.....	57
Capítulo 6 - Conclusiones y Proyecciones.....	59
Capítulo 7 - Bibliografía y Referencias.....	62
Capítulo 8 - Anexos.....	67

Capítulo 1 - Introducción y Contexto.

A lo largo de la historia, la expresión corporal ha estado presente constantemente durante el desarrollo de las artes de la danza y el canto, debido al goce que le provoca al intérprete usar el espacio y su entorno a modo de expresión y manifestación, el cual le permite llevar a cabo dicho impulso de sentir y comunicarse, con él y otros (Lluch y León-Prados 2011). Es por ello que, la expresión corporal, al igual que otros lenguajes artísticos, permite transmitir emociones al público, con su propio lenguaje y vocabulario (Mallarino 2008).

Además, por otro lado, el avance tecnológico ha permitido que los límites creativos se expandan con los años, generando nuevas formas de crear arte. Muestra de aquello son las investigaciones y proyectos como SoundGrasp (Mitchell y Heap 2011) y Musical Interaction with Hand Posture and Orientation (Mitchell, Madgwick y Heap 2012), Elemental (Brizolara, Gibet y Larboulette 2020) y The Body Electric (Cotton et al. 2021), que entregan una clara representación de la constante inquietud y ganas de utilizar la tecnología con fines de interactuar con nuevas formas de expresión y creación artística, utilizando el cuerpo humano como medio de control para la elaboración de sonidos, efectos, y cumplir con dichos propósitos.

A modo de motivación personal, siempre he tenido un interés por las formas de crear arte a través del cuerpo, entre ellos está el teatro, la danza y el canto. Principalmente por la forma en que se pueden expresar sentimientos y lograr transmitir sensaciones al público a través del instrumento que todos poseemos: el cuerpo. Ocupar el cuerpo humano como plataforma de comunicación y expresión. Por lo mismo, siempre me he maravillado con artistas de la cultura popular y contemporánea que no sólo utilizan su música, si no también, todos los recursos tecnológicos y performáticos disponibles para desarrollar y llevar a cabo sus presentaciones, nutriendo de varias áreas artísticas las mismas, entre ellos David Bowie, Lady Gaga, Michael Jackson, Björk, entre otros.

Por otro lado, los últimos años me ha llamado la atención la forma en que el arte puede convivir con la tecnología, permitiendo expandir los límites técnicos y creativos, tanto de los compositores como de los intérpretes. Es por ello que, como futuro Ingeniero en Sonido, me gustaría no sólo buscar soluciones técnicas, sino proponer y diseñar nuevas formas de crear sonoridades, llevar a cabo visiones artísticas en conjunto a creadores y permitir crear el medio para ello.

De allí nace la idea de relacionar la expresión corporal de un intérprete en canto, junto a su desempeño vocal, para llevar a cabo una performance innovadora, combinando la tecnología y el arte. Y nace la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo capturar la expresión corporal de un intérprete en danza y canto para su uso en una performance con efectos digitales adaptativos en su voz?

Por lo tanto, el desarrollo de esta investigación y proyecto permite innovar en la implementación de la tecnología actual en una performance vocal. Además, busca la accesibilidad de este tipo de tecnología a intérpretes en canto y danza. Por otro lado, al llevar a cabo el proyecto, el uso de este sistema permite extender los límites creativos tanto sonoros como performáticos de los compositores e intérpretes y, finalmente, existe un

aporte a la especialidad en el uso de sensores eléctricos para propósitos artísticos.

Esta memoria está dividida en dos partes: una parte investigativa y una de diseño y desarrollo del proyecto y sistema propuesto. Es por ello que los primeros capítulos de Marco Teórico y Estado del Arte dan cuenta de los conceptos y áreas de trabajo, desde el estudio de la Voz, el Movimiento, el Mapping, los Efectos Digitales Adaptativos (ADAFx's) y el Análisis Laban, además de un conjunto de proyectos referentes a este estudio. Luego, en el Capítulo 4 comienza la segunda parte de esta memoria, que consiste en la construcción de un dispositivo controlador, junto a las primeras pruebas del flujo de señal y prototipo. Gracias a esto, en el Capítulo 5 se lleva a cabo el desarrollo del procesador vocal junto a todas sus partes, además de las sesiones prácticas realizadas junto a Intérprete en Danza. Finalmente, en el Capítulo 6 se encuentran las conclusiones de toda la investigación y el proyecto llevado a cabo durante esta Memoria de Título.

Objetivos.

Objetivo General.

Diseñar un procesador de efectos de voz en tiempo real basado en la expresión corporal de un intérprete en danza y canto durante una performance.

Objetivos Específicos.

Analizar e identificar características del movimiento y expresión corporal del intérprete a través de métodos de captura y extracción de parámetros espaciales de su cuerpo en tiempo real.

Desarrollar diseño de mapping de los parámetros capturados de la expresión corporal del intérprete a cualidades de la fuente sonora, además del control de parámetros de efectos adaptativos digitales de audio.

Implementar y evaluar la experiencia y resultado sonoro del diseño de mapping aplicado para el control de efectos adaptativos de audio a través de la expresión corporal del intérprete en una performance contemporánea.

Capítulo 2 – Marco Teórico.

Este capítulo tiene como objetivo contextualizar la presente investigación, definiendo, describiendo, categorizando y exponiendo una gama de conceptos que están presente a lo largo de este proyecto. Además, dichos conceptos se sustentan a través de previas investigaciones que ya han trabajado y desarrollado proyectos relacionados al área de la voz, el análisis del movimiento y expresión corporal, el uso de mapping y/o creación de interfaces musicales para una performance artística, y el desarrollo y uso de efectos digitales adaptativos de audio, esto con el fin de tener una base teórica para llevar a cabo el diseño de un procesador de efectos de voz en tiempo real controlado a través de la expresión corporal de un intérprete en danza y canto durante una performance artística, utilizando la tecnología de mapping y efectos digitales adaptativos de audio.

2.1 La Voz.

La voz es un instrumento que como humanos nos permite expresarnos y comunicarnos, además posee la característica de tener múltiples funciones y aspectos dependiendo del contexto en que se use. Este contexto puede variar desde un uso cotidiano (del día a día), hasta un acto específico como una performance vocal.

Francois Le Huche y Andre Allali (2003) en el libro *“La Voz”*, mencionan que es fundamental diferenciar la voz en sus diferentes contextos y manifestaciones para un estudio específico en dicha área. Estas manifestaciones se pueden clasificar en 4 puntos de vista, donde se estudia *“el instrumento vocal, la expresividad de la voz, las circunstancias de su utilización y, por último, en la intencionalidad de la persona.”* (Le Huche y Allali 2003, p.3).

Es debido a esto que, según los autores (Le Huche y Allali 2003), en cuanto al instrumento vocal aparecen varias categorías dónde se define la voz desde un punto de vista fisiológico y acústico (voz hablada, cantada, gritada, femenina, masculina, débil, clara, ronca, etc). Luego, según la expresividad, hay clasificaciones según los estados de ánimo, como por ejemplo, una voz tímida, suplicante, seca, sarcástica, enérgica, cálida, entre otras. (Le Huche y Allali 2003) Dicha categorización también establece las circunstancias donde se utiliza la voz y se estudia la ejecución vocal. Aquí aparecen ejemplos y categorías de la voz en diferentes contextos y espacios; voz para hablar en público, confidencial, espontánea, de lectura, a través de un micrófono, voz de cantante, entre otros. Finalmente, está la clasificación de la pragmática, donde se categoriza según la intencionalidad del vocalista y el tipo de acción. Se mencionan tres comportamientos principales: la voz proyectada, de expresión simple y de apremio (Le Huche y Allali 2003).

Es importante la descripción y clasificación de la voz, debido a que este instrumento y su interpretación es bastante particular en comparación a otros. Esto se debe a que el sonido producido por la voz, viene directamente desde el cuerpo humano; no se necesita de ningún elemento o herramienta externa para hacer uso de ella (Wu et al. 2016). Por la misma razón, esto provoca que sea un instrumento bastante empático, ya que la mayoría de los humanos la poseen desde la infancia y han vivido todos los años de vida junto a ella, permitiendo no

sólo ir refinando su uso, sino que, además, los receptores son capaces de percibir y entender significados más complejos que transmite la voz, como las emociones, la expresividad musical, la expresión corporal y los gestos que se utilizan al momento de su interpretación (Juslin y Laukka 2003). Las personas tienen experiencias íntimas con su voz, más aún, aquellas que se dedican exclusivamente al trabajo de este instrumento. Un instrumento bastante expresivo, tanto por su característica lingüística (significado) como por sus cualidades musicales (Holbrow, Jessop y Kleinberger 2014).

Para el desarrollo de esta investigación y proyecto, la voz se estudiará y analizará desde su perspectiva cantada, pasando por varios estados de la expresividad vocal. Luego, en cuanto a su contexto, se piensa en una voz de un cantante frente a un público, a través de un micrófono y de un comportamiento de voz proyectada. Esto se debe a que dicha clasificación hace referencia al sujeto (intérprete), propuesto para actuar frente a otro(s).

"Su auditorio ocupa evidentemente el primer plano de sus preocupaciones. (...) Olvidarse del público es extremadamente peligroso y compromete seriamente el éxito de la acción. No obstante, es frecuente que en el canto o en la actuación dramática no sea evidente la intención de actuar, aun cuando sea real; en estos casos predomina por entero el aspecto expresivo de lo que se canta o se interpreta."
(Allai, Le Huche 2003, p.5).

Así mismo como la voz está cargada de cualidades expresivas, el cuerpo del intérprete maneja su propio lenguaje para cargar y manifestar dichos elementos expresivos. Es por ello que el estudio de la danza contemporánea permite entender muchos de estos fenómenos humanos: la necesidad de expresarnos y comunicarnos corporalmente, las habilidades y el cuerpo como ente mediador, temas que se describen y categorizan en el siguiente título.

2.2 Movimiento, gestos y análisis.

De la misma manera que la voz tiene que ser clasificada y categorizada para su respectivo estudio, el cuerpo, que también se considera un instrumento; ya que se estudia como una herramienta o puente que permite comunicarnos y expresarnos a través de su propio lenguaje, tiene que ser puesto dentro de un contexto de estudio para entender su forma de actuar en él. (Mallarino 2008; Castañer Balcells et al. 2009; Lluch y León-Prados 2011; Pavez Candela 2015)

Según Claudia Mallarino en *"La danza contemporánea en el transmilenio"* (Mallarino 2008), el humano se mueve por dos motivos principales. El primero de ellos lleva consigo una explicación biológica, donde se justifica que dicho cuerpo está diseñado para moverse y que se depende de él para la comunicación con otros humanos y seres (Mallarino 2008). La segunda razón, y la que mantiene relación con este estudio, es la que la autora define como el "goce" (Mallarino 2008); el moverse dentro de un espacio para obedecer la necesidad de comunicarse, expresarse y llevar a cabo la satisfacción que le provoca al

intérprete hacer uso del espacio, de los medios disponibles y el entorno a modo de expresión y manifestación. Esto es lo que le permite desarrollar, finalmente, el impulso de sentir y comunicarse con él y con otros. (Lluch y León-Prados 2011)

Es debido a esto que, el concepto “*cuerpo en escena*”, mencionado por José Miguel Pavez en *Música, cuerpo en escena y computación afectiva* (Pavez Candela 2015), hace sentido con el contexto de la presente investigación, debido a que habla de un cuerpo “actuante” dentro de un ambiente escénico, con finalidad performativa, por lo tanto, expuesto a un público (Villegas 1996). Además, el cuerpo tiene la capacidad de entender la realidad y traducirla en varios lenguajes a modo de expresión, tanto verbal como no verbal, para construir múltiples versiones de la realidad y así desarrollar y extender las formas de expresión corporal (Mallarino 2008).

"El cuerpo es el ente mediador que le permite al ser humano construir sistemas de apropiación, intervención y modificación de la realidad, para inventar mundos posibles, ideados; para conjugar el verbo vivir en futuro y generar con su presencia oportunidades de pensar, sentir y actuar a través de lenguajes que comunican los discursos particulares de la sociedad y la cultura que habitamos." (Mallarino 2008, p.120)

Es por ello que, tanto la voz como la expresión corporal, al igual que otros lenguajes artísticos, permiten transmitir emociones, mensajes y comunicarse con un público, con su propio lenguaje y vocabulario (Mallarino 2008). Así mismo, la expresión corporal y la voz han estado relacionadas constantemente a lo largo de la historia, tanto en el desarrollo de la humanidad como en las artes de la danza y el canto. Esto se debe principalmente a la necesidad comunicativa, expresiva y de goce que le provoca al intérprete hacer uso del espacio y de los medios disponibles, como se mencionó anteriormente (Lluch y León-Prados 2011).

De esta manera, existen algunos análisis que permiten entender los movimientos y la expresión corporal antes mencionada. Para la presente investigación, se hace uso del Sistema de Análisis Laban, el cual relaciona dicha idea junto a conceptos del movimiento para su clasificación y pertinente estudio, para luego, ser aplicados en las siguientes secciones de la investigación.

2.3 Análisis Laban.

Rudolf Laban (1879 - 1958) fue un teórico y coreógrafo quién estudió el movimiento corporal asociado a aspectos emotivos y de la expresión emocional. Además, expresó que “*los esfuerzos de una persona se expresan visiblemente en el ritmo de sus movimientos.*” (Cámara y Islas 2007, p.112) Por lo tanto, a lo largo de los años de estudio sobre las cualidades del movimiento, junto a varios otros estudiosos, Laban pudo determinar que los impulsos nerviosos son los propulsores del esfuerzo (*effort*). Es de esta manera que, al análisis del movimiento que él comienza a desarrollar, lo titula teoría/método del esfuerzo.

Este posee diferentes factores del movimiento: tiempo, espacio, peso y flujo, los cuales permiten describir, diferenciar y producir los tipos de acción del cuerpo humano, los cuales estarían directamente relacionados a sus intenciones y las emociones (expresión emocional). (Cámara y Islas 2007)

Los factores del movimiento se pueden clasificar según:

- Tiempo: Rápido/Súbito o Lento/Sostenido.
- Espacio: Directo/Periférico o Indirecto/Flexible.
- Peso: Liviano/Suave o Firme/Fuerte.
- Flujo: Libre/Fluido o Conducido/Contenido.

A la combinación de los tres primeros factores se les denomina pulsiones, de las cuales permiten generar las ocho acciones básicas de la Eukinética (cualidad del movimiento). Gracias a estas ocho combinaciones se pueden producir y elaborar un sin número de combinaciones en el movimiento del cuerpo. El flujo no siempre se incluye debido a que, para producir las acciones básicas en el contexto de la danza o el deporte, solo es necesario las tres primeras (Cámara y Islas 2007). Es importante mencionar que dichas combinaciones contendrían la capacidad de expresión afectiva, las que podrían ser rescatadas gracias a un dispositivo tecnológico. Además, según el estudio de Masuda, Kato e Itoh (2010), se menciona una posible relación entre la emocionalidad y los factores de Laban en el movimiento. Sin embargo, Laban menciona que, si bien dichos movimientos pueden definir ciertos temperamentos y emocionalidades, estos no debían limitar sino ampliar la investigación del análisis del esfuerzo.

Factores del Movimiento			Nombre de la Acción
Tiempo	Espacio	Peso	
Lento	Directo	Fuerte	Presionar
Lento	Indirecto	Fuerte	Exprimir
Lento	Directo	Ligero	Deslizar
Lento	Indirecto	Ligero	Flotar
Rápido	Indirecto	Fuerte	Dar latigazos
Rápido	Directo	Fuerte	Golpear
Rápido	Directo	Ligero	Puntear
Rápido	Indirecto	Ligero	Sacudir

Figura 1: Cuadro rescatado del libro "Pensamiento y Acción" de Cámara e Islas, 2007, donde se observa la clasificación de las ocho acciones básicas.

Es necesario explicar que incluso Laban mencionaba que los movimientos y la Eukinética no tiene un directo y explícito vínculo a una emoción en particular, ya que esto puede variar mucho dependiendo del contexto en donde se desarrolle el movimiento, además del intérprete y sus cualidades subjetivas y personales, el escenario, el contexto cultural, entre otros factores externos. Además, es complicado configurar y exigir a una computadora que reconozca emociones a través del movimiento corporal y las vincule a parámetros

musicales únicos, cuando ni el ser humano puede realizar dicha acción mediante el factor mencionado. Sin embargo, si es posible clasificar e identificar mediante las ocho acciones básicas del movimiento, sus respectivos factores de Tiempo, Espacio, Peso, gracias al avance de la tecnología. Por lo tanto, es importante no dejar de lado las herramientas extra corporales que permiten extender dichos lenguajes de comunicación y expresión como, por ejemplo, la tecnología, que permite construir y desarrollar múltiples versiones de nuestra realidad, analizarla de mejor manera y permitir diseñar espacios interdisciplinarios; aplicando fenómenos corporales en otras áreas artísticas, como la composición musical, el control de sintetizadores y efectos de audio, gracias al uso de la tecnología y el mapping.

2.4 Mapping.

Los humanos han estado haciendo música con instrumentos por miles de años, y con el avance de la tecnología, dichos instrumentos se han vuelto electrónicos y digitales (Verfalle, Wanderley y Depalle 2006). Gracias a este avance, hoy es posible tocar, interpretar e improvisar el sonido en tiempo real de diferentes formas, con nuevas sonoridades y explorar nuevos métodos de interacción entre el instrumento y el intérprete (Kessous y Arfib 2003). Para llevar a cabo la manifestación artística de diseñar y tocar un instrumento, es importante el mapping; componente completamente necesario en un DMI (Digital Music Instrument) (Malloch 2013), ya que permite asignar parámetros de control a variables del instrumento. Además, el mapping es la asignación de una función a un control discreto, como también puede llegar a ser considerado una colección de variables de control que son accesibles a un espacio euclidiano (Nort y Wanderley 2006). Es importante tener en cuenta que, gracias al desarrollo de la tecnología, nuevos gestos musicales se han desarrollado y estos requieren nuevos gestos instrumentales, teniendo en cuenta la reorganización para permitir una interpretación (Kessous y Arfib 2003). Por otro lado, es necesario conocer cuál será el rol del mapping de esta interfaz, ya que varía mucho según la intención del diseño del instrumento y, es por ello que existen algunas clasificaciones que permiten determinar dicho rol e intención del diseñador, debido a que puede ser considerado parte de la composición como parte del mismo instrumento (Malloch 2013). Al hablar del diseño de mapping en una interfaz, siempre se tiene que mencionar el concepto de "intención", ya que es muy usual que, al momento de diseñar herramientas destinadas al arte, estas se vayan readaptando y re imaginando por las solicitudes y exigencias que requieren los intérpretes; secciones o funciones que no eran pensadas en un comienzo por el diseñador.

Otra de las consideraciones importantes al momento de diseñar la interfaz y su respectivo mapeo, es el público de destino. Esto se debe al nivel de experiencia que puede presentar el intérprete al usar la herramienta; puede poseer horas de entrenamiento y generar un buen entendimiento de la interfaz o, en cambio, si es que está destinado a un público amateur o para un contexto no prolongado, que permita entender inmediatamente cómo funciona, su uso y sus conexiones (Malloch 2013). Además, considerar otras características como si está pensado para niños, adultos, personas con experiencia previa, con discapacidades físicas o mentales, etc.

Otra de las variables a considerar, es el rol de la tecnología, ya sea protagonista o como herramienta. Esto se debe a que muchas performances involucran la tecnología como el centro de la presentación, más que en el resultado sonoro (Malloch 2013). Esto no involucra ningún problema, pero hay que ser conscientes de que es probable que el instrumento no tenga mucha longevidad en su uso y en su apreciación con el pasar del tiempo.

En cuanto a su topología, el mapping se puede clasificar según el tipo de arreglos entre los parámetros de la interfaz. El mapeo puede ser considerado "uno es a uno" (convergente), donde los parámetros de las fuentes de entrada son combinados de una forma para un parámetro de destino (Malloch 2013). Este tipo de mapeo limita el potencial expresivo de un instrumento, ya que el intérprete no logra una gran interacción y estimulación con la interfaz del artefacto, sin embargo, permiten un entendimiento rápido de los parámetros involucrados en el sistema (Nort y Wanderley 2006). También está el "uno es a muchos" (divergente), donde un parámetro de la fuente afecta a múltiples variables de destino, y de manera opuesta, el "muchos es a uno", donde varias fuentes de entrada afectan a un parámetro en cuestión. Finalmente, está el "muchos es a muchos", que se caracteriza por tener varios parámetros de entrada y salida interconectados de forma compleja entre ellos (Malloch 2013). El tipo de mapeo complejo es mejor a medida que las pruebas y prácticas se vuelven más complicadas y los intérpretes van mejorando su expertiz con el tiempo (Nort y Wanderley 2006). Por lo tanto, los mapeos simples pueden ser menos estimulantes para los intérpretes, pero tienen la cualidad de que facilitan la interacción rápida y fluida. Así que, otorgarle la suficiente información al usuario, pero limitada, mejora la experiencia de flujo en el intérprete (López, Svenns y Holzapfel 2021).

Por otro lado, el mapping puede ser estático o dinámico. Esto hace referencia a la dinámica temporal de las estrategias y conexiones durante el tiempo. Si se considera dinámico, sus escalas pueden variar en diferentes escalas: minutos, horas, entre presentaciones, etc. (Malloch 2013). Además, puede optar por características explícitas o implícitas. El primero de ellos hace alusión a que está explícitamente diseñado usando un algoritmo de machine learning. En el caso de un mapeo implícito, existen dos subcategorías; aprendizaje supervisado, donde las asociaciones de entrada y salida son entregadas por el sistema (diseñador entrega un gesto como resultado esperado), y un sistema supervisado, donde se utilizan estructuras dentro de los datos de rendimiento autónomo (Malloch 2013).

Además, otra de las características a considerar dentro del desarrollo de mapping en una interfaz e instrumento, es el factor de la expresividad, el cual ha sido utilizado en los nuevos instrumentos como si fuera una propiedad intrínseca. El término hace referencia a la idea que tiene el diseñador para que el intérprete se relacione y comunique musicalmente (expresarse) utilizando el instrumento (Malloch 2013). Además, no sólo es importante qué parámetros de control se asignan a los de sonido, sino que también, las trayectorias entre los ajustes preestablecidos son una fuerte determinante de la expresividad (Nort y Wanderley 2006). Joseph Malloch menciona que hablar de expresividad es inútil, ya que este fenómeno depende exclusivamente de las condiciones y el contexto donde se desarrolle la experiencia; el significado no está en el instrumento, sino en la mente del

ejecutante y la audiencia (Malloch 2013). Es por ello que el contexto dónde se vaya a utilizar una interfaz y un lenguaje de mapping específico, es tan importante.

2.4.1 Mapping, gestos y expresión corporal.

El desarrollo de sistemas interactivos electrónicos, digitales y mapping en danza se han desarrollado hace más de 50 años, sin embargo, han sido las últimas décadas las que han impulsado un crecimiento y expansión en esta área en cuanto a su conocimiento y práctica (Pavez Candela 2015).

Es importante tener en cuenta que la mayoría de las experiencias musicales performáticas cuentan con movimientos o gestos corporales, ya sea el baile, el canto, la actuación, entre otros (Fernandez et al. 2017). Incluso, hay teorías que apoyan la idea de que existe una constante unión entre los procesos mentales y la actividad corporal relacionada a la música, donde se describe la cognición musical como un "sistema de acoplamiento acción-percepción" (Leonard y Giomi 2020). Por lo tanto, la percepción del sonido tiene relaciones directas con el sistema sensoriomotor, generando tanto respuestas involuntarias, como conscientes en él (Leonard y Giomi 2020).

Dichos gestos musicales, pueden ser estudiados y analizados a partir de varios aspectos, siempre considerando la finalidad y la función de los mismos. Estos pueden ser a través de aspectos espaciales (movimiento dentro de la escena), funcionales (qué objetivos tienen dichos gestos), su uso performático (a modo de comunicación, control, etc), e incluso con fines artísticos metafóricos (los movimientos y gestos como signos) (Leonard y Giomi 2020). Incluso, se permite inferir que los movimientos corporales; los gestos, se pueden describir como puentes y mediadores entre la música y el desarrollo del significado musical. "*Los gestos musicales pueden interpretarse como la intersección entre acciones observables e imágenes mentales.*" (Fernandez et al. 2017, p.450). Por lo tanto, dicha conexión e interacción, permite que características musicales como la melodía, el ritmo, el timbre de un sonido y la armonía de la música, se reflejen en movimientos del intérprete y público (y viceversa en el caso donde dichos gestos afectan a las cualidades del sonido) (Fernandez et al. 2017). Durante los últimos años ya se han desarrollado múltiples aplicaciones de este fenómeno en los campos de la pedagogía del movimiento (Bolibar y Bresin 2012), composición musical (Brizolara, Gibet y Larboulette 2020; de las Pozas 2020), extender límites creativos (Cotton et al. 2021), control de efectos musicales (Verfaille, Wanderley y Depalle 2006).

El avance de la tecnología y el estudio, como en la creación de interfaces musicales, de control y el uso de sensores de medición corporal, espacial, en los últimos años ha permitido un desarrollo en el uso (y sus cuestionamientos) de los gestos en un contexto musical y performático (Fernandez et al. 2017).

Según Candela¹ (2015), en general se pueden encontrar tres tipos de interfaz para la tecnología de la danza y expresión corporal en la tecnología del mapping.

Primero están las que son conscientes del cuerpo y sus características fisiológicas; haciendo relación a las señales musculares, a la respiración, el ritmo cardíaco, ondas cerebrales, entre otras, además de la conciencia del intérprete en cuanto a su cuerpo, postura y movimiento; datos de inclinación, rotación, flexión (Pavez Candela 2015).

Están las que tienen como foco principal el espacio del intérprete; la escena/escenario, la presencia, cantidad de movimiento en una zona, cruces, etc (Pavez Candela 2015).

Finalmente, las que son determinadas según el tiempo; momentos de interacción en escena, transiciones, plazos, entre otros (Pavez Candela 2015).

Por lo tanto, al hacer uso de interfaces, es necesario entender que para que un movimiento o sonido se transforme en gesto (y viceversa), tiene que existir la presencia de un intérprete que puede estar involucrado en la producción del sonido o no, para que se genere dicho vínculo descrito anteriormente. Esto permite otorgar humanidad a los sonidos; expresividad (Malloch 2013) (generar vínculo expresivo), y que los gestos adopten un significado teniendo valor, ya sea comunicativo, de control metafórico, expresivo, etc. (Fernandez et al. 2017)

Generalmente, en performances donde la música toma un valor importante, como lo es la danza, la expresión corporal, el movimiento del intérprete tiene un efecto esperado para el espectador; por ejemplo, un movimiento rápido se asocia a un sonido veloz y/o con más energía (Wu et al. 2016). Incluso, se ha demostrado que sólo con el elemento sonoro, existen asociaciones de cómo se imagina el desarrollo y el movimiento del sonido como también el movimiento corporal, justificando que un factor primordial para esta imaginación, es el ataque del sonido, ya que se relaciona directamente a la velocidad imaginada del movimiento (Wu et al. 2016).

Por otro lado, es importante que las interfaces estén diseñadas y desarrolladas desde un punto de vista cooperativo entre el intérprete y la tecnología, ya que Stowell y McLean mencionan que el uso de estas herramientas en vivo, al igual que cualquier arte de carácter improvisatorio, provocan que el artista que hace uso de dichas herramientas esté bajo una presión para realizar algo llamativo e interesante en el momento, y que el diseño y programación de dichas interfaces pueda conducir a una falta de inmediatez en la forma que interactúa el artista (se relaciona) con la música (Salazar y Armitage 2018). Por lo tanto, en términos de la calidad de sonido y gestos corporales y musicales que se producen en la performance, no sólo importa qué cualidades de control (posición, movimiento, gestos, orientación, etc), estén mapeados a parámetros de sonido o efectos, sino que las trayectorias de dichos mapeos tienen un valor determinante en la expresividad entre el intérprete, la interfaz y el producto final (Nort y Wanderley 2006).

¹ El autor José Miguel Pavez Candela, aparece también durante el documento como José Miguel Candela, por cambio de apellido.

Es por ello que, en ciertos estudios (Leonard y Giomi 2020) se realizan capas jerárquicas del movimiento para el control de parámetros de sonido. Por ejemplo, se determinan como características de bajo nivel a señales físicas emitidas por los sensores para el cambio de un tono por el sensor de acelerómetro. Esto tiene directa relación al tipo de mapping mencionado anteriormente: uno es a uno, donde, por ejemplo, los datos obtenidos del acelerómetro afectan directamente en el factor del tono del sonido (Malloch 2013). Luego, las características de nivel medio como descriptores de movimientos estructurados (cantidad de movimiento, fuerza, intensidad), como algunos gestuales (giro, movimiento, repetitividad). Este tipo de nivel ya tiene mayor complejidad, y permite generar otros tipos de mapping que se mencionaron anteriormente, como por ejemplo, uno es a muchos, muchos es a muchos o muchos es a uno (Nort y Wanderley 2006). Finalmente, los de alto nivel que determinan las cualidades del movimiento, y estarán directamente relacionadas al género o estilo de danza/canto de la performance (Leonard y Giomi 2020).

Tiene que existir una co-participación constante entre el artista y la tecnología, para no generar lapsos de confusión del sistema que conlleven quiebres e interferencias en la performance; confusión y frustración tanto del artista como del público. (López, Svenss y Holzapfel 2021)

Tal como se ha ido mencionando a lo largo de este capítulo, el uso de la tecnología y el mapping ha permitido el diseño de interfaces de control para ambientes interdisciplinarios, donde, por ejemplo, el arte de la danza se relaciona con el control de aspectos y diseños sonoros y/o sintetizadores. Es por ello que, es importante para la presente investigación conocer sobre los efectos digitales de audio, debido a que serán parte del proyecto a desarrollar en los siguientes capítulos. Además, específicamente los de categoría 'adaptativos' son de interés en el estudio, ya que permiten realizar una directa relación con el control, uso y el mapping de dichos efectos en tiempo real durante una performance artística, esto se debe a que, al ser adaptativos, permiten controlar sus múltiples variables a través de fuentes de entrada que están siendo dinámicas en el tiempo.

2.5 Efectos Digitales Adaptativos de Audio (ADAFx's).

La creación y el desarrollo de efectos digitales de audio se ha llevado a cabo en gran parte de los últimos treinta años, para diversos propósitos, en los cuales se destaca la composición de música, los efectos especiales de sonido en películas y, lo que se relaciona con esta investigación; el procesamiento de señales de audio y la interacción en tiempo real con dichos efectos digitales (Verfaille y D 2002).

Los efectos adaptativos de audio digital, también conocidos como *ADAFx*, son efectos que permiten controlar parámetros que varían en el tiempo, de acuerdo a características extraídas desde la fuente de audio o de fuentes mapeadas a dichos controles (Verfaille y Arfib 2002; Wiley y Sons 2011). El principal objetivo de este tipo de efectos es otorgar un cambio de los parámetros a través del tiempo, permitiendo que dichas características no se mantengan estáticas y definidas a lo largo de toda la obra. Esto permite otorgarles vida y

expresividad a las fuentes sonoras, logrando obtener resultados de reinterpretación en el sonido final (Parameters, Verfaille y Arfib 2001).

Existen varios tipos de ADAFx, y estos se caracterizan según la señal de entrada de la que se extraen las características de los sonidos. El primero de ellos se denomina, efecto digital de audio auto-adaptativo, lo que quiere decir que las características se extraen de la misma señal de entrada. Por otro lado, están los efectos adaptativos o externo-adaptativos que, a diferencia del primer ejemplo, extraen características desde al menos una señal de entrada diferente. Luego, están efectos más complejos y/o combinaciones generadas entre ellos; por ejemplo, los efectos adaptativos de retroalimentación, que extraen características de la señal de salida, los efectos adaptativos cruzados que son una combinación de al menos dos externo-adaptativos y dos señales de entrada, donde cada señal es procesada usando características de la otra señal como control (Parameters, Verfaille y Arfib 2001).

Dichos controles pueden ser parte de una performance artística, sobre todo en casos donde artistas utilizan sistemas interactivos en tiempo real para el desarrollo de una presentación o performance en vivo (Wiley y Sons 2011). Además, agregar interacciones adaptativas en tiempo real proporciona una mayor interacción entre el control del efecto adaptativo y el intérprete, ya que esto le permite al artista explorar nuevas sonoridades, espacios musicales y gestuales de maneras que no ha podido hacer antes, debido a los límites que presentaba anteriormente un efecto de audio no adaptativo (Verfaille y Arfib 2002). Es de esta manera que, gracias al avance tecnológico, se pueden utilizar fuentes externas mapeables para el control de dichos efectos adaptativos. Esto logra extender los límites creativos, permitiendo interactuar con otras disciplinas artísticas como la expresión corporal y la danza; mapeando movimientos corporales a parámetros de efectos digitales de audio. Son justamente estas cualidades las que llaman la atención para que este tipo de efectos sean parte tanto de la presente investigación como del proyecto, ya que, al ser adaptativos, los parámetros de los efectos van variando según las decisiones y acciones del intérprete, generando una mayor interacción entre él y el sonido generado, además de una dinámica importante en la performance como tal. De esta manera, las sonoridades no se mantienen estáticas y/o definidas a lo largo de toda la presentación, generando resultados sonoros novedosos y diferentes en cada una de ellas y en el resultado final. Además, de la misma forma, es esta interacción entre el intérprete y el sonido lo que hace el vínculo interesante para que tome parte protagónica en el proyecto; la danza, el mapping, la performance y el sonido.

2.6 Discusión y Reflexión.

A lo largo de este capítulo, se ha expuesto, descrito y categorizado una variedad de conceptos importantes que se presentarán a lo largo de la presente investigación, con el objetivo de su buen entendimiento y para comprender el vínculo entre las diferentes áreas relacionadas, tanto artísticas como tecnológicas, y de esa manera, desarrollar y llevar a cabo el proyecto en cuestión, el cual pretende diseñar un procesador de efectos de voz en tiempo real, basado en la expresión corporal de un intérprete en danza y canto durante una

performance artística, a través del uso de la tecnología de mapping y efectos de audio adaptativos.

Por lo tanto, a modo de reflexión y resumen de este capítulo, es importante entender que los instrumentos como la voz y el cuerpo nos permiten no sólo comunicar sino también expresarnos y que, gracias al desarrollo de la tecnología a través de los años, nos ha permitido extender los límites creativos para llevar a cabo dichos objetivos (expresión y comunicación) a nuevas realidades. Además, extender dichos medios no sólo de manera independiente, sino relacionándolos entre ellos; la voz, el cuerpo y la tecnología para el control de efectos digitales adaptativos de audio en una performance artística.

En el siguiente capítulo de referentes, se hará una revisión general de los conceptos explicados anteriormente, pero aplicados y estudiados en el estado del arte, de manera histórica como en el contexto actual, con el fin de conocer cómo dichas relaciones se han ido desarrollando a lo largo de los años, permitiendo tener una mirada general de lo que se pretende lograr y llevar a cabo a lo largo de la presente investigación y proyecto.

Capítulo 3 – Estado del Arte y Referentes.

Durante este capítulo se exponen algunos referentes tanto teóricos como prácticos, donde la tecnología del mapping se aplica en contextos similares u en otros a los de la presente investigación, esto con el fin de contextualizar el estado del arte, el desarrollo e implementación de dicha tecnología y a modo de entender cómo los elementos expuestos en el capítulo pasado de marco teórico se aplican en proyectos de videojuegos, salud, entrenamiento físico y en contextos artísticos, performáticos, interfaces musicales, entre otros. De esta manera, rescatar y aplicar dichos conocimientos y prácticas en los futuros capítulos del presente proyecto.

3.1 Movimiento, expresión corporal y mapping.

El arte nace en sociedad a modo de expresión y comunicación, por lo tanto, no está ajeno a su contexto de creación. Es por ello que, con el avance de la tecnología en el mundo a través de los años, el arte de la danza, el canto y la performance ha sido parte de esta revolución. El desarrollo de nuevas tecnologías permite, tanto al artista como al público, ser parte de nuevos entornos comunicativos y expresivos que permiten la posibilidad de vivir nuevas experiencias creativas y formativas (Martín 2011), por lo tanto, es gracias a este avance tecnológico que, el arte de la danza y la expresión corporal pueden ampliar sus límites creativos y técnicos, llegando a interactuar con nuevas formas de realizar arte, como por ejemplo, la composición musical o el procesamiento de efectos digitales en una performance vocal, a través de los movimientos corporales.

Este fenómeno se debe principalmente a lo que Vesna Brzovic menciona en relación con la performance en la danza: *“Desde una perspectiva técnica ha sido necesario conocer el cuerpo para dotarlo de las posibilidades expresivas que la danza posee”*. (Brzovic 2021, p.13), y es justamente lo que la tecnología ha permitido a través de los años; conocer y extender las posibilidades del cuerpo humano.

3.1.1 Antecedentes de hardwares utilizados en mapping.

En cuanto a la tecnología y estrategias de *mapping* (mapeo) para el control gestual, hoy en día existen muchos mecanismos y formas de realizarlo para diversos propósitos; desde juegos interactivos, composición musical, control para entrenamientos físicos (Bolibar y Bresin 2012), arte audiovisual (Kronlachner y M Zmölnig 2012) y más. Incluso, es gracias a este desarrollo tecnológico y la exposición de los referentes mencionados a continuación, que herramientas como los efectos digitales de audio pueden ser controlados a través de gestos y puedan ser considerados performáticos; esto gracias a que su uso es una realidad hoy en día en el mundo de artistas visuales, en los compositores, ingenieros en sonido y más usuarios interesados alrededor del mundo (Verfaille, Wanderley y Depalle 2006).

3.1.1.1 Communication Device – IBM (1962).

A través de los años se ha evidenciado gracias a una gran variedad de proyectos (algunos expuestos dentro de este capítulo) una idea y necesidad particular de querer controlar interfaces y softwares a través del movimiento corporal. Incluso, uno de los primeros guiños a la idea de controlar interfaces tecnológicas a través del uso del cuerpo humano, fue el desarrollo del *Communication Device* (Robert y Nathaniel 1962) de la empresa estadounidense IBM en el año 1962. Esta interfaz de control se basaba en el uso de un guante que permitía a los operadores de computadores, escribir en aviones de alta aceleración sin problemas, durante la guerra fría. Luego, pocos años después, en 1965 ocurren ciertas reuniones entre artistas e ingenieros donde combinaron el arte y la tecnología a modo interdisciplinar (Martín 2011), utilizando entre ellas, el mapping como vínculo para crear obras. Dicho evento está relatado en el siguiente título, que tiene directa relación con la música, la danza y el mapping como performance.

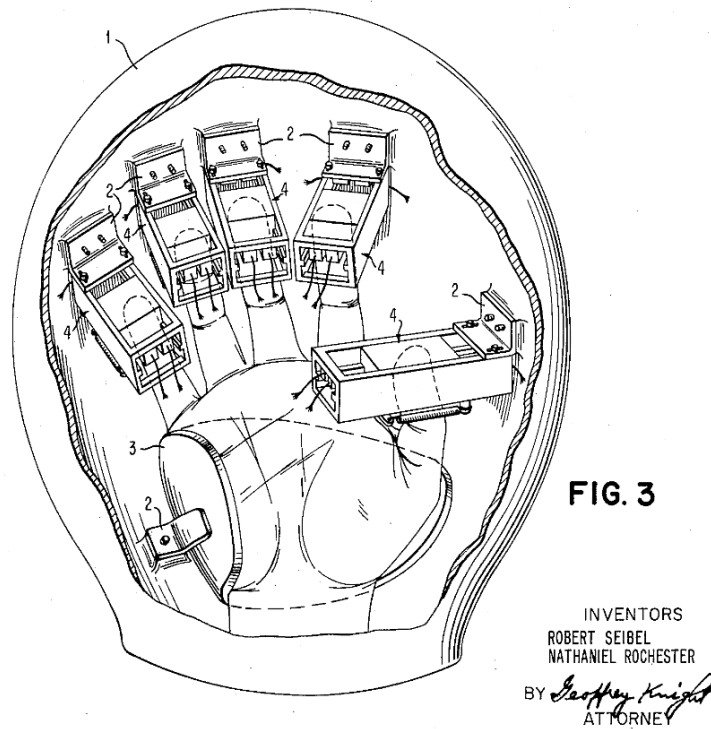


Figura 2: Diseño de Communication Device (Robert y Nathaniel 1962)

3.1.1.2 Sayre Glove – Rauterberg (1997).

Luego, años más tarde, en 1977 se desarrolló el *Sayre Glove* (Rauterberg 1997) en la Universidad de Illinois en Chicago. Este era un guante que tenía tubos flexibles colocados en la parte superior de la mano y en el otro extremo una fuente de luz enviaba la fotocélula al otro. Al momento de ir doblando los dedos de la mano y, por consiguiente, los tubos, la cantidad de luz recibida por el sensor variaba, alterando su voltaje. Esta tecnología se usó para el control de sliders (Torre 2013). Un primer acercamiento al control de variables utilizando mapping de tipo “uno es a uno” donde, tal como se describió anteriormente; una

fuente de entrada (variación del voltaje del sensor gracias a la luz recibida) controla un parámetro (sliders).

3.1.2 Discusión.

Si bien estos primeros acercamientos al control gestual y mapping de movimientos corporales no tenían algún fin comercial en particular, si eran innovadores y permitieron el desarrollo de dicha tecnología. Además, permiten observar una clara intención e inquietud de involucrar los movimientos corporales para el mapeo de controles en un hardware y/o software.

Luego, según Giuseppe Torre (2013), el desarrollo y el interés del mercado comercial en el control gestual en parámetros mapeables se llevó principalmente al área del entretenimiento en videojuegos y realidad virtual, más que al área artística y tecnológica del sonido. Es específicamente en esta área de entretención, que se puede observar una preferencia en el uso de guantes como interfaces en videojuegos; por ejemplo, *Power Glove* (Munchbach 2010), desarrollado por la empresa Mattel para la consola de videojuegos Nintendo en el año 1989 o *Space Glove*, desarrollado por Virtuality Inc. en el año 1991 (Torre 2013).

3.2 Dispositivos Referentes.

3.2.1 Kinect – Microsoft (2010).

En el año 2010, la empresa Microsoft lanza al mercado un innovador sensor llamado Kinect, diseñado principalmente para la consola de videojuegos Xbox 360. Este hardware cuenta con una cámara RGB, un sensor de profundidad 3D, un motor para ajustar la inclinación de la cámara, un arreglo de micrófonos y un procesador personalizado, que tal como explica José Miguel Pavez (2015), es sensible y preciso al movimiento del cuerpo en tres dimensiones, reconociendo incluso gestos faciales y de la voz. Después de un tiempo en el mercado, la empresa liberó un software que permitía desarrollar a los usuarios sus propias aplicaciones para usar los sensores en softwares de C++, C#, entre otros. Esto permitió que, tiempo después, muchos usuarios desarrollaran sus propias aplicaciones y no sólo en contextos de videojuegos, sino en otros; artísticos, performáticos, de salud, entrenamiento físico, y muchos más. Más adelante, la compañía lanza la versión Kinect v2, la cual incluye mejoras en el sistema, calidad de imagen y sensores. (Pavez Candela 2015; Bolibar y Bresin 2012; Kronlachner y M Zmólnig 2012)

3.2.2 MYO - Thalmic Labs Inc.

Luego, en el año 2013 la empresa canadiense Thalmic Labs Inc. lanza al mercado unos brazaletes llamados MYO (Visconti et al. 2018). Estos equipados brazaletes traen incorporado ocho sensores electromiográficos (EMG), que detectan los diversos estados de los músculos y células nerviosas, una unidad de medición inercial (IMU), además de giroscopio, acelerómetro, sensor de orientación, entre otros. A modo de configuración inicial, el sistema identifica diferentes poses y señas como mano abierta, puño cerrado, pellizco con los dedos, movimientos del brazo, rotaciones, etc. Además, transmite los datos a través del protocolo OSC vía Bluetooth al software que se desee utilizar. (Visconti et al. 2018; Brizolara, Gibet y Larboulette 2020; Arteaga 2015)

Al igual que el ejemplo anterior, dicho hardware permitió que con el pasar del tiempo, diferentes usuarios implementaran el artefacto como interfaz para usos prácticos como creativos; el control de automóviles de juguete, controlar presentaciones virtuales e incluso el control de prótesis de brazos. (Visconti et al. 2018)



Figura 3: Dispositivo Kinect v2. de Xbox 360.
Fuente: Microsoft.



Figura 4: Dispositivo Brazaletes MYO de Thalmic Labs Inc.

3.2.3 Discusión y Reflexión.

Esto observa un gran avance en las diferentes áreas donde se puede utilizar dicha tecnología, pero también es importante tener en cuenta que dichas herramientas no fueron diseñadas principalmente para los usos en los que se encuentra la presente investigación, sino que son adaptadas para que así sean. Por lo tanto, al ser un hardware y software desarrollado para otros fines, a veces se presentan limitaciones técnicas y creativas, ya que los contextos para los que fueron pensados sus usos aplicables, eran otros. Incluso, algunas de las mencionadas tenían como finalidad ser usadas en consolas de videojuegos, pero el desarrollo y el uso de la tecnología por parte de usuarios y creadores, permitió usarlos en diferentes proyectos, tanto para el análisis y lectura del movimiento de la mano para el lenguaje de señas (Grimes 1983) o la manipulación de objetos virtuales en espacios tridimensionales inmersivos («1980's Virtual Reality - NASA Video» 2009), e incluso, para mejorar la respiración en pacientes en el área de la salud (Siwiak, Berger y Yang 2009) . Sin embargo, dicha tecnología con la creación de otros hardwares permitió implementar estos avances en otras interfaces, plataformas y contextos artísticos, como por ejemplo, en

la creación de sintetizadores, performance y música. De todos modos, y tal cómo se puede evidenciar a lo largo de los referentes que se mencionarán a continuación, esto no ha presentado necesariamente una limitación a la creatividad de los proyectos e investigadores.

Por otro lado, estos dos dispositivos son de interés para la presente investigación, ya que tienen beneficios en cuanto a lo discreto que son en escena, lo poco invasivos para el intérprete que los utilice, la accesibilidad para la obtención de datos, softwares de control y el hardware en cuestión. Dichos beneficios y contraindicaciones, se irán mencionando a lo largo de los proyectos referentes en las secciones de discusión y reflexión de cada uno.

3.3 La música, la danza y el mapping como performance.

3.3.1 Primeros antecedentes/acercamientos en performance.

Por supuesto la inquietud de interactuar entre las diferentes disciplinas artísticas y la tecnología se ha ido desarrollando hace varios años, incluso, el bailarín y coreógrafo Merce Cunningham junto a John Cage, fueron pioneros en el uso de tecnología en la danza y la música, participando, por ejemplo, en un proyecto titulado *9 Evenings: Theatre and Engineering* en los años 1965 y 1966, en el cual un grupo de artistas e ingenieros realizaron obras interactuando dichas áreas. De ahí nacieron obras como *Variations V* («Variations V (1966) - Merce Cunningham Dance Company» 1996) y *Variations VII* de John Cage, en el cual, en la primera obra nombrada, se utilizaron doce tubos electrosensibles incorporados alrededor del escenario, y los sonidos se activaban gracias a los movimientos corporales de los bailarines en la escena (Martín 2011). Luego, dichos sonidos eran alterados o retrasados por los músicos. Cunningham mencionaba que se debía hacer uso de las nuevas tecnologías para experimentar justamente con los movimientos y ampliar la expresión corporal más allá del cuerpo (Martín 2011). Esto se puede evidenciar en trabajos colaborativos que hicieron entre Cunningham y Cage en, por ejemplo, *Beach Birds for Camera* en el año 1991. («Beach Birds for Camera (1993) - Merce Cunningham Dance Company» 1993)

De estos proyectos se rescatan el interés de relacionar interdisciplinariamente la tecnología, el sonido y la danza para la creación de una performance artística, donde la tecnología se utiliza como herramienta creativa para el diseño y desarrollo de ambas ramas artísticas. Además, otorgan una inspiración y acercamiento inicial para la presente investigación y proyecto.

3.3.2 Proyectos, investigaciones y performances referentes.

Por otro lado, y con el pasar de los años, el uso de dispositivos para el control gestual en el área de la performance musical se ha vuelto una constante en las últimas décadas, sobre todo en conferencias como NIME (NIMEconference [sin fecha]) desde el año 2001, ya que como lo indican sus siglas en inglés, buscan nuevas interfaces de control para la expresión musical (*New Interfaces for Musical Expressions*). En estos contextos, constantemente aparecen nuevas formas de control para el desarrollo de música. Los primeros exponentes

se centraban en la utilización de sensores de flexión, presión, táctiles, acelerómetros, movimientos rotacionales, posición y “actitud” (Torre 2013).

3.3.2.1 Scanglove – Kessous y Arfib (2003).

Uno de los primeros proyectos relacionados al control gestual en la performance musical en vivo, fue *Scanglove* en el año 2003 por Kessous y Arfib (Kessous y Arfib 2003). Este proyecto nuevamente contaba con la utilización de un par de guantes (tecnología que ya llevaba años de desarrollo y uso, como se mencionó anteriormente). En la mano derecha se encontraban sensores de flexión, los cuales estaban mapeados al control de tonos usando “*Mimophony*”, una aplicación del software Max («Cycling '74»), basado en el lenguaje gestual. Por otro lado, la mano izquierda contaba con sensores de presión, los cuales permitían activar el sonido de las notas.

3.3.2.2 SoniMime – Fox y Carlile (2005).

Luego, en el año 2005, se presentó nuevamente un diseño a través de guantes llamado *SoniMime* (Fox y Carlile 2005), los cuales contaban con acelerómetros 3D, que estaban conectados y mapeados vía OSC al software Pure Data (Torre 2013). Gracias a estos mapeos, a través del movimiento de las manos se lograba controlar un sintetizador que emulaba voces cantadas y los parámetros variables eran el volumen, la frecuencia y la cantidad de voces.

Como se puede observar, se aprecia una constante en las primeras plataformas de control gestual diseñadas, ya que fueron a través del movimiento de la mano, y no en otras extremidades o partes del cuerpo.

3.3.2.3 MiMu Gloves – Imogen Heap, Thomas Mitchell, Sebastian Madwick (2011 – 2012).

Ejemplo de ello es el trabajo realizado en los años 2011 y 2012 por la artista Imogen Heap junto a Thomas Mitchell y Sebastian Madqwick en proyectos e investigaciones como *SoundGrasp* (Mitchell y Heap 2011) y *Musical Interaction with Hand Posture and Orientation* (Mitchell, Madgwick y Heap 2012), los cuales fueron precursores para el desarrollo de una interfaz que permite hacer música y manipular efectos en tiempo real en una performance en vivo usando gestos y movimientos corporales.

Esta investigación sirvió para que años más tarde lanzaran al mundo su producto *MiMU Gloves* («MiMU»), los cuales son unos guantes con múltiples sensores que reconocen ocho posturas de las manos y permiten mapear ciertos efectos y acciones en una entrada de audio. Además, es compatible con varios softwares de edición y control de audio en vivo, como *Glover*, *Ableton Live*, *Apple Logic Pro*, entre otros. («How Imogen Heap Makes Music With Mi.Mu Gloves | Reverb» 2019)



Figura 5: MiMu Gloves. Fuente mimugloves.com



Figura 6: Ariana Grande utilizando en vivo los MiMu Gloves (2015).

Las diferentes posturas permiten grabar, reproducir (play, stop, reverse), agregar filtros (low-pass, cutoff), efectos digitales como reverberación, delay, entre otros. Reconocidos artistas lo han utilizado en performances en vivo, como Ariana Grande en su gira The HoneyMoon Tour en el año 2015. («experimenting w the mimu gloves» 2015; «Ariana Grande - Mimugloves and «Why Try» (Live in Anaheim 4-10-15)» 2015; «Nymaz 2021 Conference» 2021)

3.3.2.4 GeKiPe (2015 – 2017).

Otro de los proyectos donde se evidencia la participación de la música, el movimiento y el mapping en una performance es GeKiPe. Dicho proyecto e interfaz desarrollada en el 2015, consistía en la exploración y control de instrumentos virtuales a través del análisis de gestos, particularmente de percusionistas. Dicho proyecto se considera como interdisciplinario debido a que involucra a músicos, artistas visuales, ingenieros, programadores, generando un espacio creativo, de exploración y performático en tiempo real. Además, esta interfaz se diseñó para llevar a cabo una performance colaborativa denominada Sculpt, donde un músico percusionista junto a sus movimientos (capturados a través de cámaras infrarrojas de Kinect y sensores a través de guantes), controlaban los sonidos sintetizados junto a visuales previamente programados para ser controlados en tiempo real.

Por lo tanto, el uso de GeKiPe como controlador de sonido e imagen permite combinar los movimientos corporales, gestos musicales y expresiones audiovisuales para realizar performances colaborativas y de interacción entre diferentes disciplinas del arte.

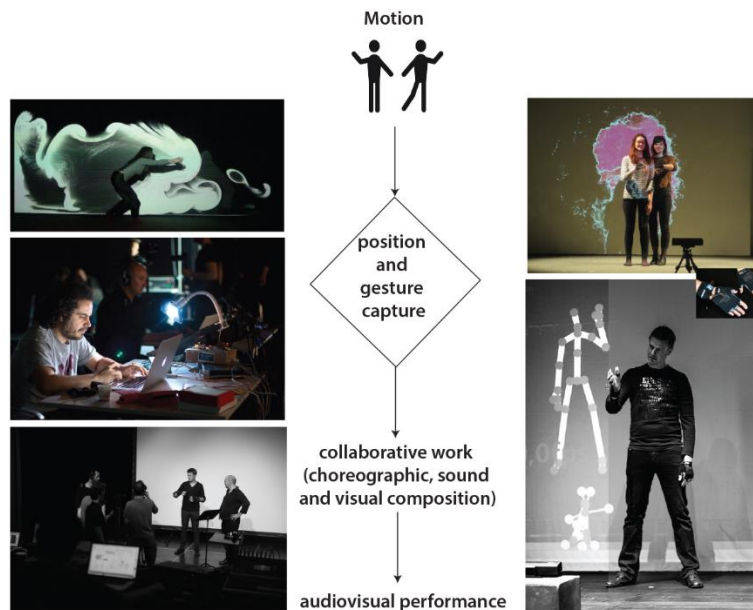


Figura 7: Imágenes de la performance de GeKiPe. (2015-2017).

3.3.2.5 Elemental (2020).

Por otro lado, una de las tecnologías utilizadas en los últimos años, es el uso de sensores electromiográficos (EMG). Uno de los productos que trabaja con dicha tecnología es el brazalete que ya se mencionó: Myo («Focals by North»). Este dispositivo es bastante útil para el propósito de una performance de danza, debido a su diseño ergonómico, el cual favorece una facilidad de conexión y libertad de cables, permitiendo que el intérprete no se vea obstruido por factores externos durante su presentación. Por ejemplo, en el proyecto Elemental (2020) (Brizolara, Gibet y Larboulette 2020), se utilizó dicho brazalete para el control y síntesis de sonidos meteorológicos, con la intención de ser utilizado en performances, música contemporánea y entretenimiento. Dichos sonidos y sus respectivos parámetros eran activados con los movimientos de los brazos, manos, muñecas, además del uso y control de efectos como pitch, speed, entre otros.

3.3.2.6 The Body Electric (2021).

Finalmente, uno de los últimos proyectos publicados con el uso de biosensores, fue The Body Electric en el año 2021, en la conferencia de NIME (Cotton et al. 2021). El proyecto consiste en el uso de un corset que tiene varios sensores y almohadas sensibles a la presión, las cuales se ubican en diferentes partes del torso de una cantante. Estos sensores capturan señales biológicas y los cambios físicos al momento de respirar durante el canto. Debido a que están conectados a través de un microcontrolador Arduino, se logran

comunicar mediante el protocolo OSC al software Max/Msp. Por lo tanto, al respirar, mientras se canta, en diferentes direcciones, velocidades y profundidades, el intérprete logra controlar un coro digital activado por el movimiento del cuerpo, el diafragma y sus músculos, usando psychoirrist-harmoniser1 en Max/Msp (Cotton et al. 2021).



Figura 8: Imágenes del corset utilizado en The Body Electric (2021).

3.4 Discusión y Reflexión.

Durante este capítulo, se expuso una variada cantidad de proyectos e investigaciones referentes al uso del mapping en diferentes áreas, desde la salud, hasta la composición musical. Lo importante de ello es que a pesar de que sean en contextos ajenos al de la presente investigación, en cada uno se pueden rescatar elementos interesantes para el desarrollo de ésta. Además, dichos referentes permiten entender el estado del arte en cuanto a la realización de proyectos y el interés artístico en las áreas de trabajo.

Por otro lado, se pudo evidenciar cómo a través de los años, ha estado la constante inquietud de interactuar y complementar la tecnología con disciplinas artísticas, para buscar nuevas formas de crear arte, interactuar interdisciplinariamente, diseñando atractivas performances con el uso de la tecnología tanto como herramienta como, en ciertos casos, siendo la protagonista.

A modo de recapitulación, los elementos que se pueden rescatar de los referentes mencionados anteriormente, son la interdisciplinariedad; trabajar en varias áreas, tanto tecnológicas como artísticas, para el diseño y desarrollo de una performance atractiva. De esta manera, al trabajar en estas áreas que a su vez se vinculan y complementan, se genera un proyecto y, con ello, una performance interesante, novedosa y atractiva tanto para los diseñadores como para el público en general, el cual le llamará la atención el cómo dichas áreas se complementan y trabajan juntas en tiempo real para llevar a cabo el trabajo del intérprete en escena.

Otro de los elementos a rescatar es el uso de hardwares no invasivos para él/los artistas en escena. Por ejemplo, el uso de Kinect es bastante atractivo en este proyecto, debido a que permite obtener datos del intérprete desde una distancia no invasiva o molesta, tanto para la escena como para el mismo bailarín. Esto permite un buen trabajo para las áreas en juego y que ninguna se vea perjudicada negativamente con el trabajo de la otra. Además, dicho hardware se puede encontrar fácilmente en el mercado, como también la tecnología para trabajar con él. Así mismo, el uso de los brazaletes MYO, los cuales no tienen mayor

peso, son inalámbricos y no aportan mayor distracción tanto visual a la escena como a la interpretación del artista. Sin embargo, hoy en día, se han dejado de comercializar oficialmente, por lo tanto, su accesibilidad se vuelve más compleja.

Por otro lado, de algunos de los referentes expuestos se puede rescatar el diseño performático de sus propuestas. Por ejemplo, los MiMu Gloves (2012), los cuales permiten al propio cantante controlar a través del movimiento de sus manos, efectos sonoros en su voz. Durante estas propuestas performáticas, el movimiento de las manos tiene que tomar un rol protagónico junto al canto, ya que de esta manera el público es consciente que dichos guantes permiten al artista manipular sonoramente su voz, controlar los efectos de audio, el timbre, la espacialización, entre otros parámetros. Así mismo, la propuesta performática de GeKiPe (2017), Elemental (2020) y The Body Electric (2021) también son una inspiración, ya que trabajan interdisciplinariamente con el mapping, la música y los visuales. Además en estos proyectos, con su estética particular, el performer tiene un rol definido y ambas unen todas sus ramas artísticas y tecnológicas para diseñar y desarrollar una performance atractiva para el público y para el arte a modo de contribución. Esta característica me parece sumamente atractiva al momento de observar y me sirve de referente e inspiración para este proyecto, lo que me lleva a pensar en cómo me gustaría vincular y trabajar con las disciplinas para el diseño de este proyecto.

Capítulo 4 – Construcción de Dispositivo y Primeras Pruebas.

Tal como se comentó en un inicio, el objetivo principal de la presente investigación y proyecto es desarrollar y diseñar un procesador de efectos digitales adaptativos para voz en tiempo real a través de la expresión corporal de un/a intérprete en danza y canto para una performance.

Para llevar a cabo dicho propósito, se necesitó analizar e identificar las características y cualidades del movimiento y expresión corporal del intérprete mediante métodos de captura y adquisición de datos; extracción de parámetros espaciales y cálculos de los movimientos y de la secuencia coreográfica o improvisativa. Es por ello que se diseñó un sistema, que permitió la captura de dichos datos y los respectivos cálculos en tiempo real, para luego llevar a cabo un análisis descriptivo de aquellos movimientos, con un análisis que permite tener una relación musical y corporal. Gracias a este paso, se pudo continuar con el objetivo número dos: Desarrollar un diseño de mapping de los parámetros capturados de la expresión corporal del intérprete, a cualidades de la fuente sonora, además del control de parámetros de efectos digitales adaptativos de audio. Por lo tanto, se diseñó un sistema que a través de un análisis del movimiento (realizado a partir de los cálculos y captura de los movimientos y expresión corporal del intérprete en tiempo real), se asignaron dichas variables a parámetros de efectos digitales de audio a controlar, insertados en la voz del intérprete.

Finalmente, se implementó y evaluó la experiencia y resultado sonoro del sistema aplicado para el control de efectos adaptativos de audio a través de la expresión corporal del intérprete en sesiones prácticas junto a la intérprete en Danza, María Paula Cuevas. Por supuesto, gracias al trabajo mutuo entre la intérprete, las sesiones prácticas, las mejoras en el diseño y las propuestas artísticas y creativas, se obtuvo un resultado satisfactorio del sistema. Luego de esta etapa, se fueron realizando constantes mejoras para realizar, en un futuro, una performance utilizando la propuesta del sistema diseñado.

4.1 Materiales.

Para llevar a cabo las tareas y objetivos mencionados, se necesitaron algunos materiales, herramientas, implementos técnicos y espacios inmobiliarios. En cuanto a hardwares requeridos, se hizo uso de la Kinect v2 junto a su respectivo trípode. Además, un notebook con un procesador y memoria Ram suficiente para realizar todas las tareas requeridas. Para este proyecto se utilizó un Notebook con 8GB de Ram y procesador AMD Ryzen 7. Por el lado del sonido, se hizo uso de un micrófono inalámbrico de cintillo con su respectivo transmisor y receptor, además de una interfaz de audio; en este caso se utilizó una interfaz Audient ID14. En cuanto al sistema de amplificación, se utilizaron monitores de estudio Yamaha HS7, para la amplificación en salas de ensayo, los cuales fueron facilitados por el departamento de sonido de la Universidad. También se hizo uso de Monitores Samson ResolvSE 8, cuando se trabajó desde el hogar. Por otro lado, se hizo uso de un monitor (pantalla externa) para trabajar con mayor facilidad y tener la visión de todos los softwares que se utilizaron al mismo tiempo. En cuanto al uso de softwares dentro del proyecto, se

utilizó la versión gratuita de NI Mate 2 de la compañía Delicode, la cual permite la captura de los sensores de la Kinect. Para la programación del sistema, se usó el software Max 8. Para la sección de Audio, se trabajó en el Daw (Digital Audio Workstation) Ableton Live 11, con la inserción de efectos digitales de audio (plugins) de la compañía Waves.

Licencias utilizadas: Max 8, Ableton Live 11 y Waves.

Finalmente, en cuanto a la infraestructura, se hizo uso de las salas del departamento de Danza de la Universidad, para los ensayos con intérpretes de dicha disciplina. Dichos espacios y equipos, se ven evidenciados en el Anexo 1; video de la sala de Danza utilizada junto a algunos equipos, posterior a una sesión práctica.

4.2 Método.

Para llevar a cabo los objetivos específicos del proyecto, lo primero que se realizó fue diseñar un esquema general del flujo de las señales para representar gráficamente el trabajo e ir avanzando en las diferentes secciones que componen el sistema. Dicho flujo está diseñado a partir de dos fuentes que trabajan en paralelo: baile y canto o análisis del movimiento y sonido, representado en la Figura 9.

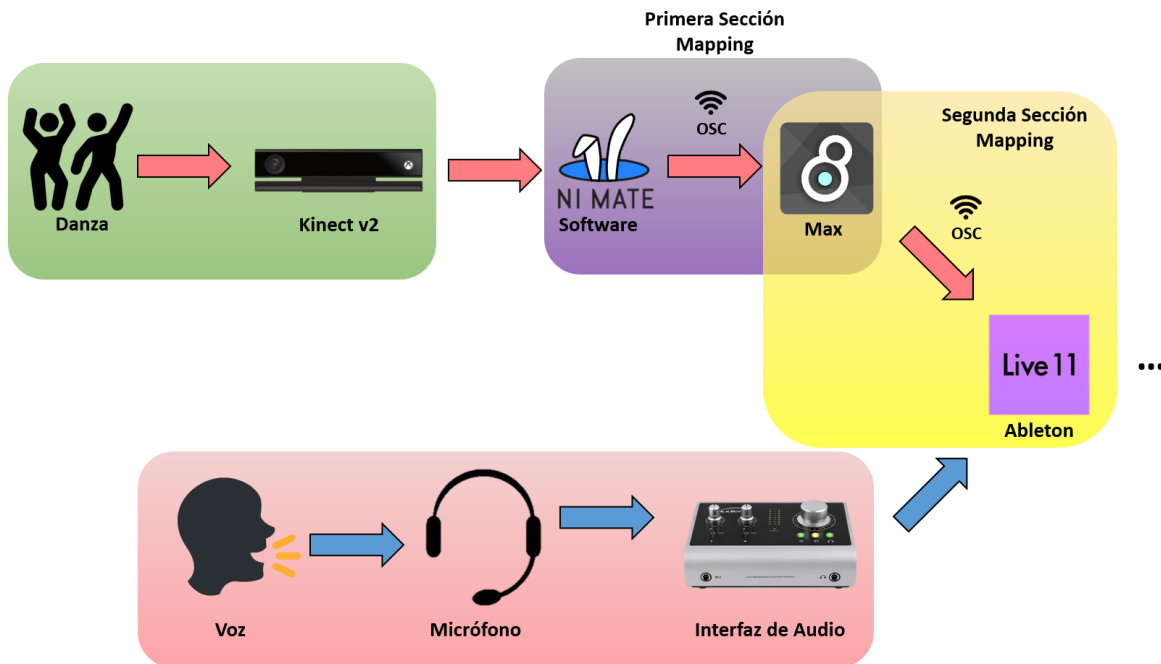




Figura 9: Flujo de señal del prototipo diseñado del sistema, el cual incluye sección de Baile, Sonido, Mapping, Efectos Digitales, Amplificación.

4.2.1 Captura de Movimiento y Análisis Laban.

Cómo se puede observar en la Figura 9, una de las primeras secciones del sistema y flujo de señal es la de Danza y su método de captura del movimiento, que precisamente está vinculado al primer objetivo específico, el cual consiste en analizar e identificar las características del movimiento y expresión corporal del intérprete a través de métodos de captura y extracción de parámetros espaciales de su cuerpo en tiempo real. Para ello, se utiliza el hardware Kinect v2. diseñado por la empresa Microsoft, que permite la detección de hasta 6 personas a la vez y tiene las características ya mencionadas en el capítulo de Marco Teórico (Hardwares y Proyectos Referentes). Gracias al uso de un trípode, se dispuso frente a la zona donde el intérprete lleva a cabo su coreografía o secuencia improvisatoria, encuadrando todo el sector de danza. Se hizo elección y uso de este hardware debido a lo poco invasivo que puede llegar a ser para el intérprete, ya que no tiene que estar conectado mediante cables a un sistema, sino que su cuerpo es capturado desde la distancia. Si bien tiene que estar atento de no salirse de la zona de captura, esta tarea se vio facilitada marcando el piso con cinta, para que el bailarín no esté pendiente del hardware en cuestión, sino de la zona donde baila, algo que se le hace mucho más familiar y cercano en su disciplina. Además, otra de las razones para haber elegido Kinect como sistema de captura de datos corporales, fue la fácil adquisición de ella en el mercado, incluso, a un precio accesible. Finalmente, su compatibilidad con los procesos que van a continuación del flujo de la señal, también fue un factor decisivo para su uso.

Para recibir información de la captura de datos a través de Kinect, se utilizó el software NI Mate 2, desarrollado por la compañía Delicode, que permite abrir y visualizar la cámara RGB integrada, el sensor de profundidad 3D e identifica el cuerpo humano que esté dentro del encuadre junto a sus múltiples extremidades y zonas corporales. Luego de eso, permite seleccionar de qué sectores específicos del cuerpo queremos recibir información espacial, lo que es bastante útil como un primer filtro para el proyecto en cuestión. Se hizo uso de este software, ya que permite interpretar con facilidad los datos capturados en valores numéricos que luego fueron analizados y trabajados en diferentes softwares, por lo que, tanto su compatibilidad con los siguientes procesos y protocolos de trabajo fueron

determinantes para su uso. Además, posee una versión gratuita y compatible con Kinect v2 de fácil adquisición.

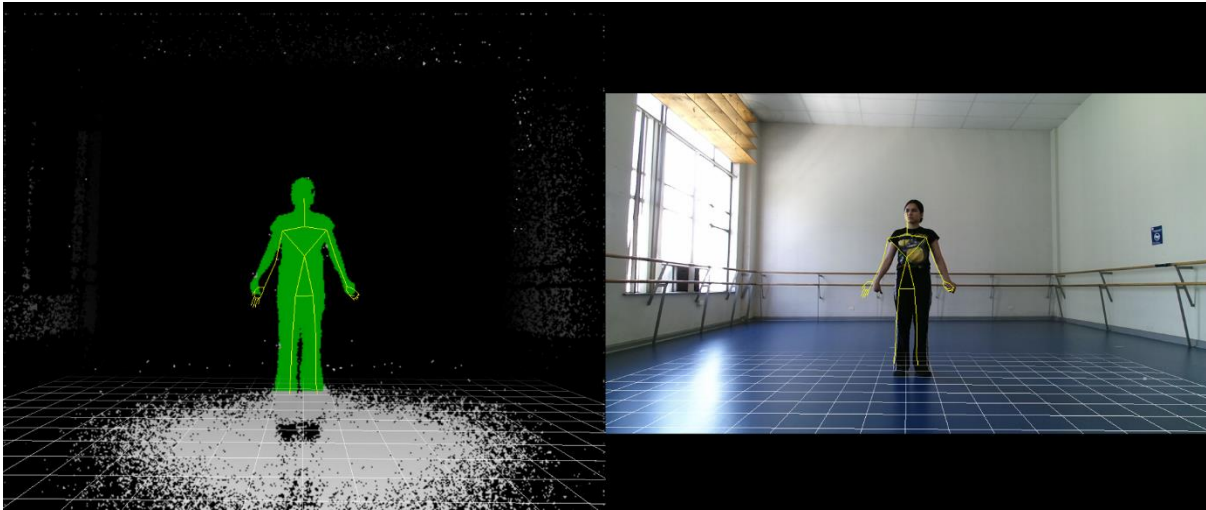


Figura 10: Captura de los sensores de profundidad (Depth) y RGB, respectivamente, capturando a María Paula en las sesiones prácticas.

4.2.1.1 Protocolo OSC.

Luego de realizar los pasos mencionados, se envió la información espacial de los tres ejes (x,y,z) de las zonas del cuerpo seleccionadas (mencionadas a continuación), a través del protocolo OSC a cualquier dispositivo que esté conectado a la misma red Wifi. En este caso, los datos se enviaron al mismo computador, el cual va a recibir los datos OSC, en el software Max 8 de la empresa Cycling (<https://cycling74.com>), en el parche diseñado principalmente para este proyecto.

Se toma la decisión técnica de hacer uso del protocolo OSC para envíos de datos de la Kinect hacia Max, como también de Max a Ableton (<https://www.ableton.com>), debido a su cualidad de rapidez y compatibilidad, ya que el envío de datos es muy fluido y casi instantáneo con respecto a lo que está ocurriendo en la escena, por lo tanto, todos los datos recibidos y los posteriores cálculos realizados serán en tiempo real, lo que en este sistema es una característica y factor importante a tomar en consideración, ya que el artista en escena controla lo que se está escuchando y ejecutando en el momento, por lo que, un retraso considerable puede afectar la fluidez de la performance y la continuidad de la misma. Además, dicho protocolo es un estándar en el control de parámetros de audio, de modo que, su compatibilidad con variados Daws hace que el sistema también pueda ser utilizado con el software que más acomode al usuario. Finalmente, otro de los factores decisivos para hacer uso de este protocolo, fue que transmite los datos vía Wifi, por lo tanto, si bien pueden ser transmitidos y recibidos por el mismo computador, también permite que una sección del sistema sea trabajada en una fuente de trabajo y otra sección sea desempeñada por otra. Esto es una característica muy útil del sistema en el caso que el rendimiento de algún computador no sea el suficiente para llevar a cabo todas las tareas, así estas puedan ser distribuidas en dos. Por ejemplo, una fuente de trabajo puede realizar

toda la sección de Captura de datos y Programación, y la otra puede llevar a cabo la tarea de Mapping y Audio.

4.2.1.2 Primera Sección de Mapping.

En el software Max, se diseña y desarrolla un parche que recibe los datos de los ejes espaciales de tres extremidades del intérprete. Dichas extremidades elegidas son la Mano Izquierda, la Pelvis y el Pie Derecho. Los primeros desarrollos del parche se trabajaron sólo con la extremidad de la Mano Izquierda, pero con el avance del sistema y flujo de señal, se fueron integrando las dos mencionadas. La decisión de aquellas extremidades se dio a partir de la idea de obtener parámetros de al menos tres diferentes alturas del cuerpo humano; la mano como un rango superior y medio, dependiendo de los movimientos a realizar por el intérprete, la pelvis como un eje central del cuerpo, y finalmente el pie como un rango inferior, el cual, nuevamente, puede ir variando según la secuencia coreográfica que se lleve a cabo.

Tal como se mencionó anteriormente, estos datos fueron enviados a través del protocolo OSC al software Max, para llevar a cabo la siguiente sección.

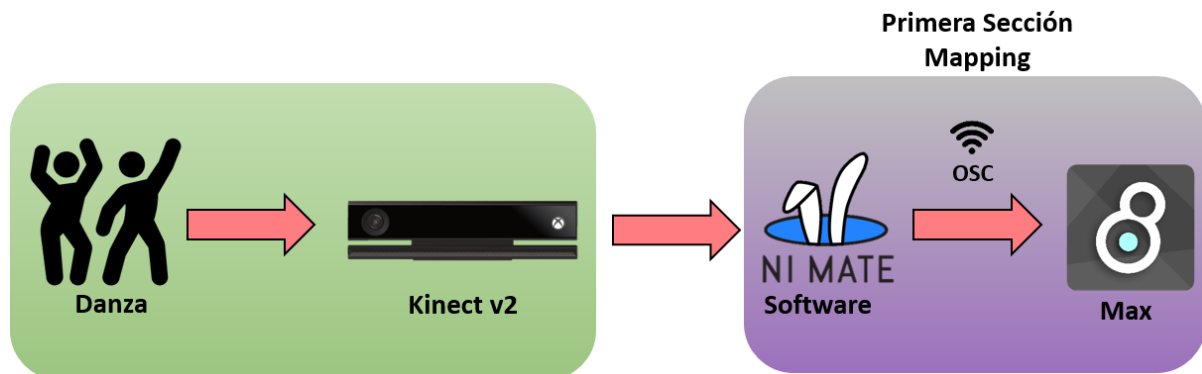


Figura 11: Representación gráfica del flujo de la señal descrito.

Es necesario dar cuenta que durante esta primera sección de mapping, se hace uso de diferentes tipos del mismo. Por ejemplo, desde el software NI Mate 2 a Max, se hace uso de un tipo de mapping llamado “muchos es a uno”, donde, tal como se describió en el Marco Teórico, se envían varios datos para controlar un parámetro o variable de destino; en este caso, se envían tres ejes (x,y,z) de una extremidad en particular, para luego llegar a un sólo valor numérico. De la misma manera, se utilizan mapeos de “uno es a uno”, mandando coordenadas de una extremidad, para luego controlar directamente solo un parámetro con un solo eje.

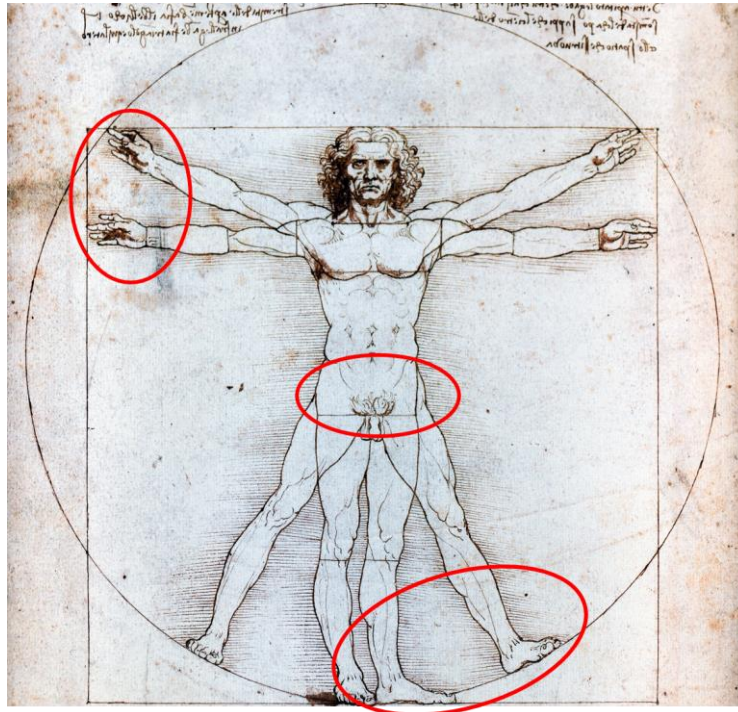


Figura 12: Hombre de Vitruvio de Leonardo da Vinci, donde se señalan las extremidades utilizadas en el sistema.

4.2.1.3 Uso de datos y cálculos.

La siguiente etapa consiste en la sección de cálculos y análisis de movimiento. Gracias a que se reciben los datos de las posiciones de las extremidades en sus 3 ejes, se puede calcular la velocidad y aceleración que presentan dichas partes del cuerpo durante la secuencia del intérprete, tal como se muestra en la Figura 13. Luego, a modo de análisis del movimiento, se toma la decisión de utilizar el Sistema de Análisis Laban descrito en el capítulo anterior de Marco Teórico. Teniendo en cuenta dichos antecedentes, aún es importante para el contexto del proyecto, definir y acotar ciertos parámetros y relaciones entre el movimiento y la expresión corporal, para luego generar el vínculo entre dicha expresión con parámetros auditivos en efectos digitales de audio. Es por esto que se toma la decisión de utilizar el Sistema de Análisis Laban, ya que permite generar un vínculo ya estudiado entre el movimiento y la expresión emocional con los conceptos de la Eukinética

(Tiempo, Espacio, Peso). Por otro lado, este análisis, a diferencia de generar mapeos directos (uno es a uno) de parámetros espaciales (x,y,z) a parámetros auditivos, se utilizaría para otorgar mapeos de tipo más complejos, como uno es a muchos y/o muchos es a muchos, lo que permite entregar cualidades y características enriquecedoras al sistema como la expresividad, la relación interfaz-intérprete, ya que este análisis posee dicha relación entre el movimiento y la expresión que se relaciona junto a lo musical.



Figura 13: Captura del parche en la sección del cálculo de velocidad y aceleración de los ejes x, y, z de la Mano Izquierda, en tiempo real.

4.2.1.4 Cálculo de Factores de Movimiento del Análisis Laban.

Gracias a la investigación y proyecto de Candela (2015), se rescataron algunos cálculos de los factores del movimiento de Laban, donde él utiliza las fórmulas de Kim et al. (2013) para medir el Tiempo, y con las de Samadani et al. (2013) para medir el Espacio y el Peso, acotando luego, dichos datos a rangos cómodos de trabajar y analizar. Además, mediante el acceso al documento y una reunión que se agendó con el compositor, se pudo realizar una analogía de los cálculos y parches que desarrollaron en el software Pure Data a Max.

De esta manera, se logra calcular los valores de Tiempo, Espacio y Peso en tiempo real de las tres extremidades seleccionadas.

4.2.1.4.1 Cálculo Factor Tiempo.

Tal como se observa en la Figura 14, se hace uso de las velocidades y aceleraciones en tiempo real de los tres ejes del plano (x,y,z) de la extremidad elegida, realizando la analogía del parche diseñado por Candela (2015) y la propuesta de las fórmulas propuestas por Kim y otros (2013). En este caso se está calculando el Factor Tiempo de la Mano Izquierda, pero el cálculo es idéntico para las otras extremidades.

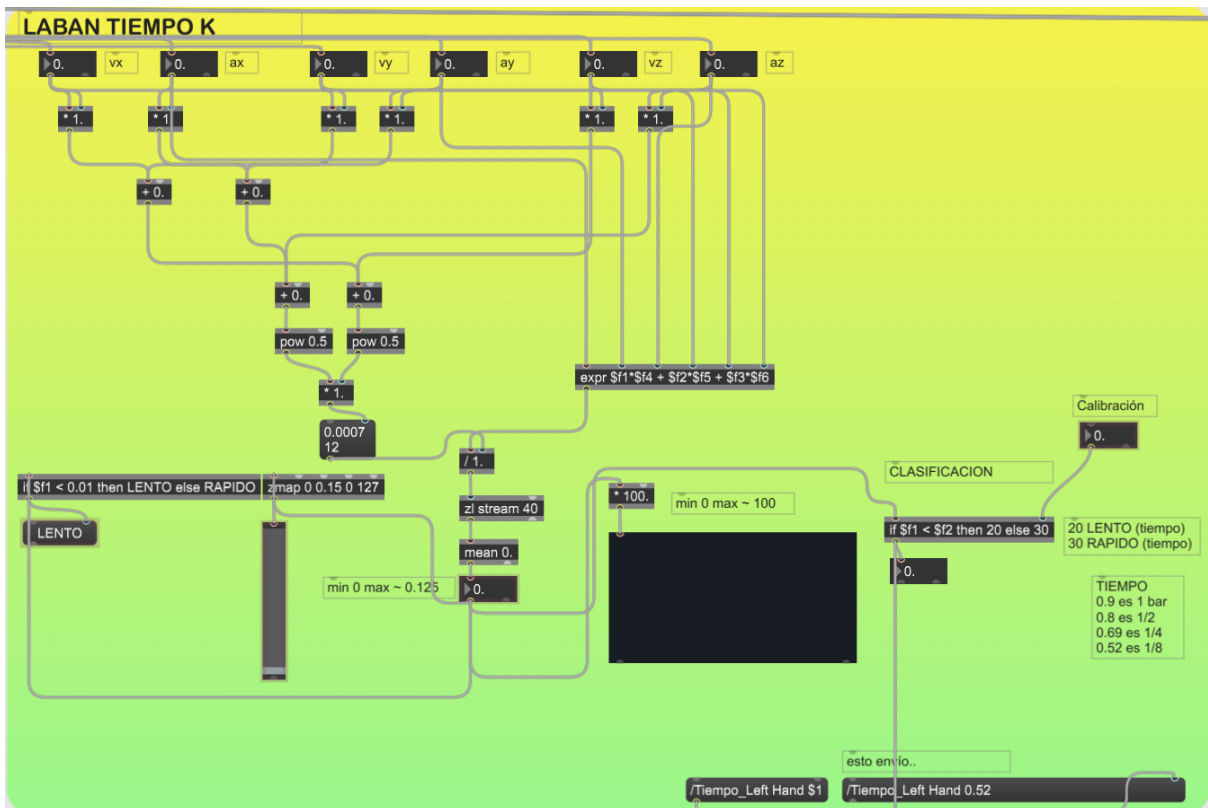


Figura 14: Captura del parche donde se realiza cálculo del Factor Tiempo en la Mano Izquierda y su posterior clasificación.

4.2.1.4.2 Cálculo Factor Espacio.

El parche desarrollado para el cálculo del Factor Espacio, se basó en las fórmulas de Samadini y otros (2013) y la analogía del parche diseñado por Candela (2015). En este se hace uso de las velocidades en los tres ejes (x,y,z) de la extremidad, el cálculo de la distancia euclidiana en cierta cantidad de tiempo, entre otras relaciones y técnicas de programación y cálculo en tiempo real.

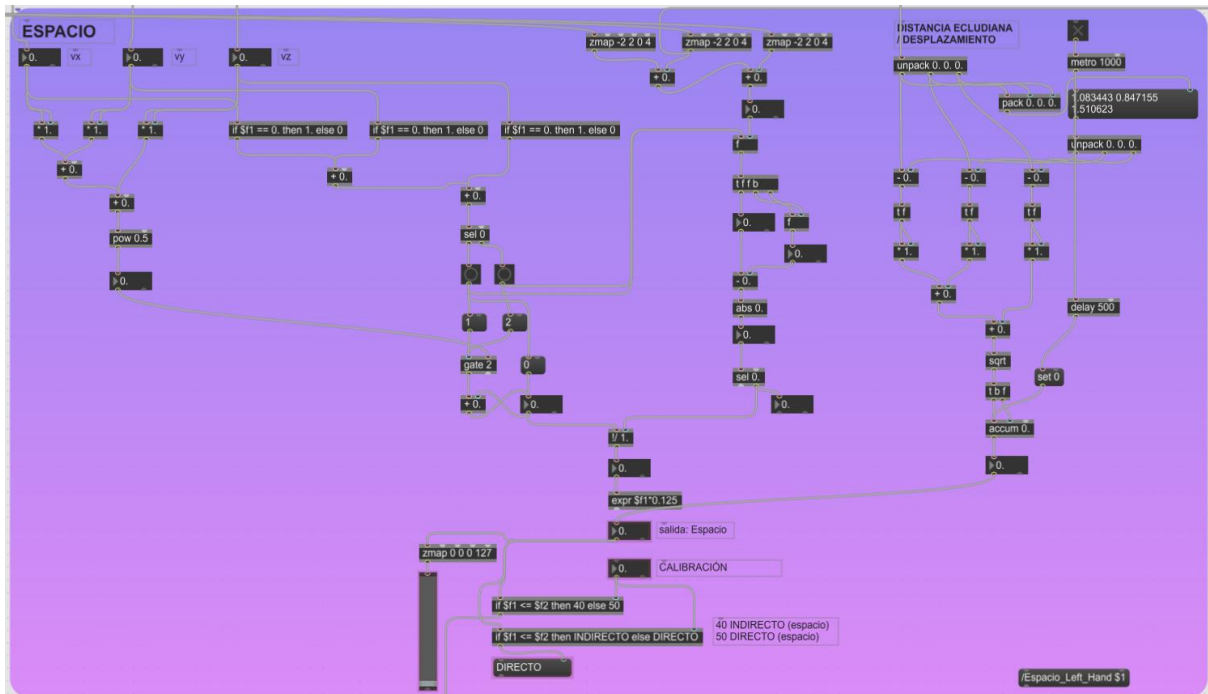


Figura 15: Captura del parche donde se evidencia el cálculo del Factor Tiempo de la Mano Izquierda en tiempo real, además de su clasificación.

4.2.1.4.3 Cálculo Factor Peso.

Como se puede observar en el parche desarrollado (Figura 16), se hace uso de las velocidades en los tres ejes de la extremidad (x,y,z), además del incremento en el eje y. Este incremento se debe a que el factor Peso está relacionado directamente con la fuerza de gravedad, por lo tanto, se trabaja con dicho eje ya que esta fuerza actúa directamente en él. Dicho cálculo es una analogía del diseñado por Candela (2015) y la propuesta de la fórmula de Samadani y otros (2013).

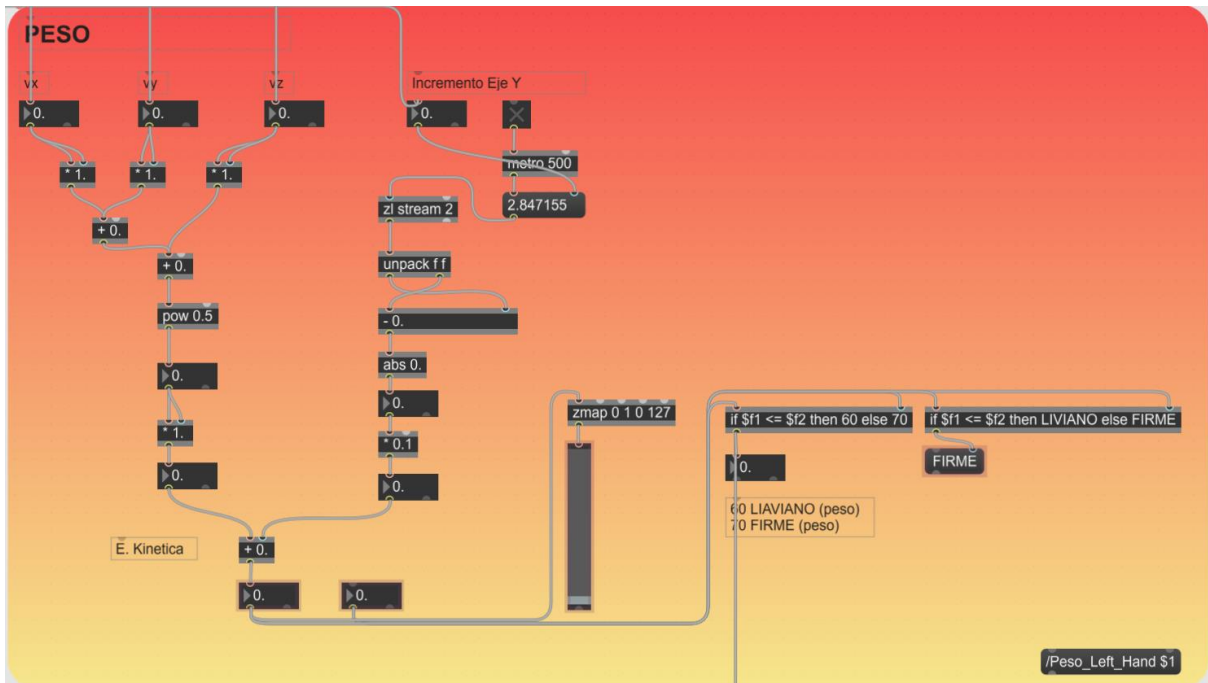


Figura 16: Captura del parche donde se realiza cálculo del Factor Peso en la Mano izquierda y su posterior clasificación.

4.2.2 Cadena Electroacústica.

Tal como se muestra en el flujo de la señal (Figura 9), paralelamente se trabaja con una fuente de Sonido; La Voz. Dicha fuente, generada por el/la mismo intérprete en Danza, es capturada a través de un micrófono inalámbrico de cintillo que, a través del receptor, envía la señal de sonido a una interfaz de audio. Luego, la señal de audio es insertada al Daw de preferencia, en este caso, Ableton Live 11. Se tomó la decisión técnica de utilizar dicho tipo de micrófono, ya que al intérprete no le limita de gran manera la movilidad y acción de su disciplina, además, permite una mayor posibilidad de hacer uso de sus extremidades que un micrófono de mano y/o alámbrico. Por otro lado, el uso de algún micrófono ambiental direccionado al intérprete, podría conllevar futuras retroalimentaciones cuando el sistema fuera amplificado. De esta manera, su voz puede ser capturada de manera más autónoma y sin interferir de gran manera en la labor del intérprete. Por otro lado, se elige dicho Daw, ya que es compatible con el software de programación utilizado (Max 8) y con el protocolo OSC, además, está diseñado particularmente para el trabajo de las señales en tiempo real,

por lo tanto, está desarrollado para tener latencias de audio muy bajas, lo cual es completamente adecuado para el tipo de trabajo que se buscó realizar en el proyecto actual. Luego, en el software de audio mencionado, se le insertan variados efectos a la voz, donde los parámetros serán controlados a través del movimiento y expresión corporal del intérprete (detallado en el siguiente título). Dichos efectos fueron determinados a partir de decisiones creativas iniciales, incluidas en el ciclo exploratorio, discutidas junto a la intérprete en las sesiones prácticas y buscando la sonoridad propia del sistema. Algunos de los procesos y efectos digitales son Reverberación, Delay, Distorsión, Pulsing Gate, Paneo y Ecuación. Finalmente, la señal de audio viaja nuevamente a través de la interfaz para ser amplificada por el sistema utilizado.



Figura 17: Representación gráfica del flujo de señal en la Sección de Sonido.

Capítulo 5 – Desarrollo de Procesador Vocal.

5.1 Ciclo Exploratorio

Teniendo en cuenta todas las consideraciones tanto técnicas como creativas, descritas anteriormente, se comenzó el ciclo exploratorio del sistema, el cual ayudó con el diseño de ideas iniciales, los primeros prototipos, nuevas ideas, mejoras técnicas, ideas para la performance, etc.

Uno de los primeros prototipos que fue determinante para el desarrollo del sistema, fue el uso del flujo de la señal completa en cuanto a su cadena electroacústica (pasando por todas las secciones). En este prototipo, se hizo uso de un micrófono dinámico en un atril que ingresaba la señal a través de una interfaz de audio y luego la señal era insertada al Daw, Ableton Live. Por otro lado, en cuanto a la sección de Danza, se hizo una captura y posterior análisis del movimiento de la Mano Izquierda. Esta captura se hizo a través de la Kinect v2. y el software NI Mate 2. Luego, a través del protocolo OSC, se hace envío de los ejes espaciales de la extremidad seleccionada y se envía al parche diseñado en Max. En este parche se realizó el cálculo de la velocidad y aceleración de la extremidad en sus 3 ejes, para luego realizar el cálculo del factor Tiempo. Luego, se realizó un análisis y escalamiento para trabajar con valores compatibles con el control de efectos digitales de audio, para enviar a través del protocolo OSC al software Ableton Live los datos, donde se hizo control de un efecto de Delay (H-Delay) de la compañía Waves, insertado en la voz, específicamente en el parámetro del tiempo de retardo/repetición (Delay BPM). Dicho prototipo se puede observar en el Video Anexo 3.

De esta misma manera, se comienza a diseñar y desarrollar parches e ideas de mapping, siguiendo las ideas iniciales que se mencionaron en la sección de sonido. Se destaca la prueba constante del cálculo de los factores Tiempo, Espacio y Peso, poniéndolos a prueba a diferentes velocidades y movimientos corporales. Es aquí donde se evidencian algunos problemas en la captura del cuerpo humano a través de la Kinect, cuando los movimientos y/o posiciones son muy complejas, por ejemplo, si las manos y piernas se cruzan entre ellas, existen giros rápidos o poses poco convencionales, teniendo en cuenta para lo que dicho hardware está diseñado (videojuegos).

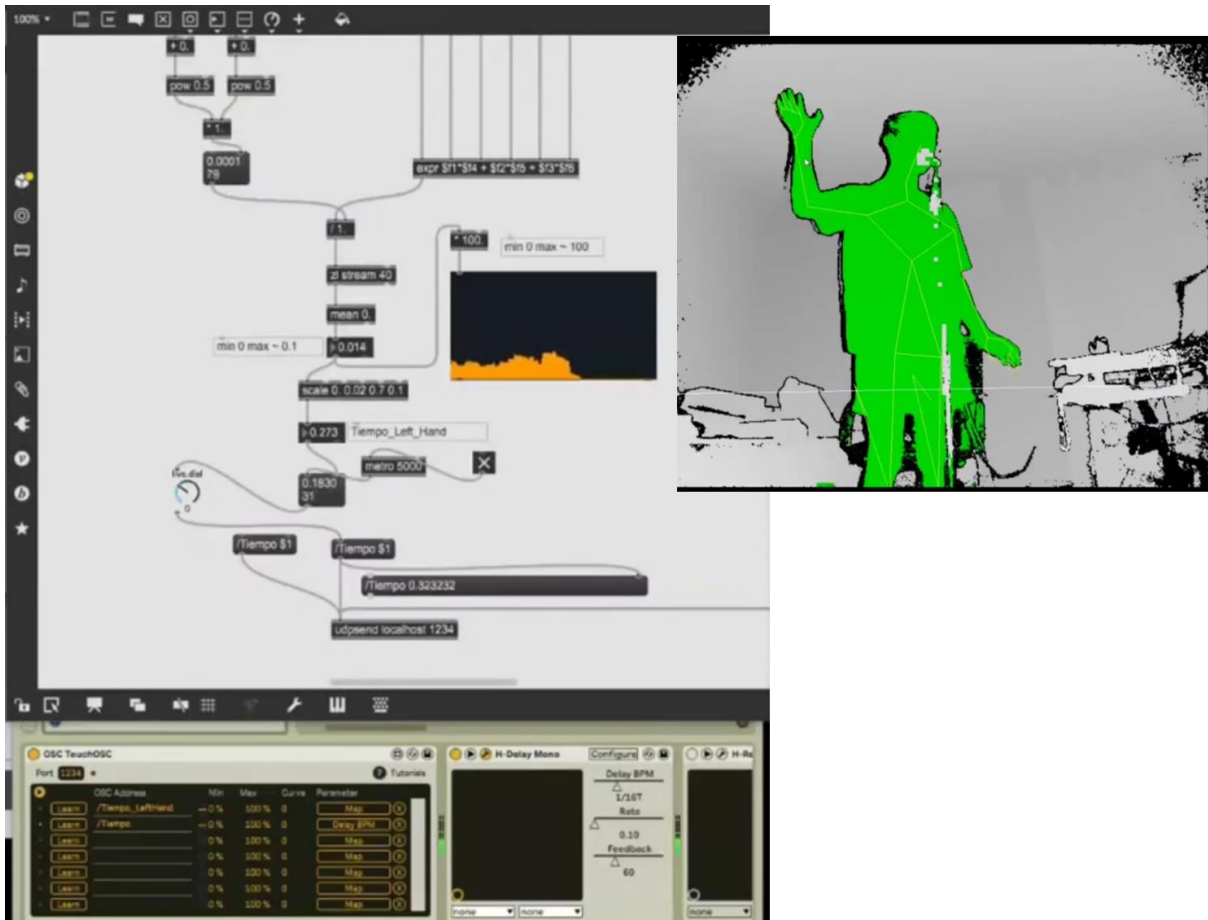


Figura 18: Captura de vídeo “Prototipo Inicial Factor Tiempo-Delay” del Anexo 3.

Al obtener un resultado satisfactorio de este prototipo inicial, se comenzó a desarrollar los parches para los cálculos de los otros factores, además de mappings más complejos e ideas de cómo clasificar los mismos para el posterior control de parámetros de los efectos digitales adaptativos. De esta manera, continuar con el ciclo exploratorio y con el inicio de las primeras sesiones prácticas junto a la intérprete en danza que me acompañó en este proyecto.

5.1.1 Primeras Sesiones Prácticas junto a Intérprete.

Luego de este primer proceso de diseño de prototipo, se realizaron las primeras sesiones prácticas junto a la Intérprete en Danza, María Paula Cuevas². Dichas sesiones, en aspectos generales, consistían en el montaje del sistema (prototipo) en una sala adecuada (generalmente de Danza), con música de fondo para que ella fluyera al momento de realizar improvisaciones. A la intérprete se le explicó en aspectos generales el funcionamiento del sistema, para luego comenzar con un análisis de los registros obtenidos. Estas primeras sesiones prácticas, sólo consistían en la sección de Captura y Cálculos, esto debido a que

² Autorización de María Paula Cuevas para hacer uso de su nombre, junto a la publicación de imágenes y videos en Anexo 11.

todavía no existía un trabajo profundo que poner a prueba para realizar toda la cadena electroacústica. Sin embargo, gracias al conocimiento entregado por la bailarina sobre el Análisis Laban, se realizaron secuencias improvisatorias en las cuales se iban trabajando las diferentes características de cada factor del movimiento. Por ejemplo, realizando secuencias combinando movimientos de Tiempo Lento, Peso Ligero y/o Espacio Indirecto.

De esta manera, se realizó un análisis cuantitativo sobre los valores numéricos que arrojaban los cálculos obtenidos, para luego comenzar con la clasificación de cada uno de ellos. Es así como a lo largo de las primeras sesiones en este primer ciclo exploratorio, se realizaron las clasificaciones de los movimientos dentro de la secuencia para que se registren los rangos de los resultados obtenidos y así, el sistema pueda identificar autónomamente qué tipos de cualidades del movimiento son. Por lo tanto, en resumen, se hace un análisis de los rangos de cada factor de movimiento, para luego asignar dichos rangos a automatizaciones para que el sistema pueda identificar autónomamente las cualidades en el momento que la intérprete haga secuencias de baile. Es por esta misma razón que, además, previamente a cada sesión se realiza una pequeña calibración del sistema para adecuarla al espacio y parámetros que capte la Kinect.

Se llevó a cabo la clasificación de los Factores de Movimiento del Análisis Laban, donde se hizo un análisis numérico de cada uno para luego realizar dicha clasificación. Para el factor del Tiempo, existen dos posibilidades, que sea de Tiempo Rápido o Lento. Es por ello que, a través del cálculo realizado en el parche, los valores numéricos obtenidos pueden variar entre 0 y 1 aproximadamente, donde los valores mayores o iguales a 0.3 ($x \leq 0.3$) son considerados de Tiempo Rápido, por lo tanto, los valores inferiores a estos, son de Tiempo Lento (estos valores se obtienen luego de varias sesiones prácticas, buscando un valor representativo al movimiento realizado). De la misma manera, en el factor Espacio, las opciones de clasificación son: Espacio Directo o Espacio Indirecto, donde los valores arrojados luego del cálculo reflejan que pueden variar entre 0 y 1, donde los valores mayores o iguales a 0.35 son de Espacio Directo, por lo tanto, los menores a este, serán clasificados como Espacio Indirecto. Finalmente, en el factor Peso, existen las posibilidades de que el movimiento (secuencia), sea clasificado como Peso Ligero o Peso Firme, donde los rangos varían entre 0 y 1. Es por ello que luego de haber realizado los cálculos en tiempo real, los valores mayores o iguales a 0.075, serán considerados de Peso Firme, y los valores inferiores a este, de Peso Ligero.

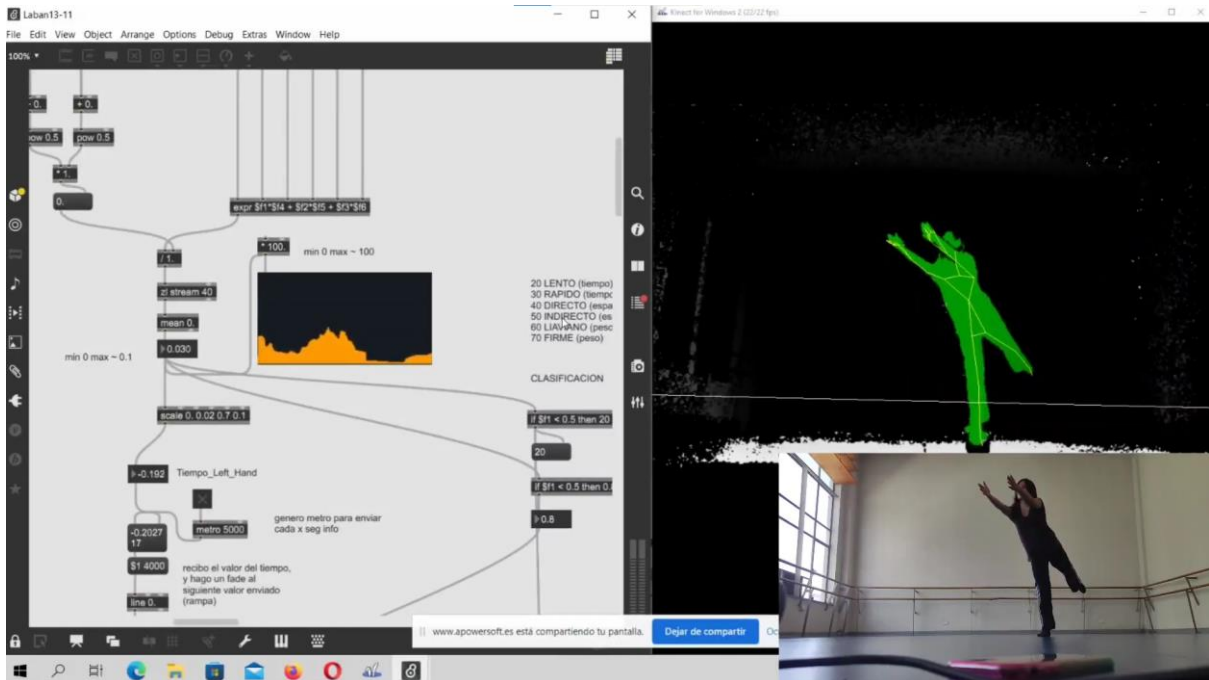


Figura 19: Captura de Video Anexo 4, donde se realiza sesión práctica junto a intérprete en Danza para realizar primeras mediciones.

5.1.2 Discusión, Reflexión y Mejoras del Ciclo Exploratorio.

Tal como se mencionó anteriormente, una de las primeras tareas que se evidenció en este ciclo, fue la necesidad de la calibración del sistema antes de cada sesión práctica. Esto se debe a que el espacio de la sala junto a sus dimensiones y la posición/ángulo de los sensores de la Kinect pueden variar, influyendo en la captura y futuros cálculos. Dicha calibración consistía en evaluar los rangos de cada factor de los movimientos de la intérprete. Por lo tanto, junto a su ayuda, se comenzaba a desarrollar una secuencia tanto coreográfica como improvisativa, poniendo a prueba la clasificación de cada factor, para así, determinar los rangos numéricos de cada uno. De esta manera, se lograba realizar la calibración exitosamente, para finalmente hacer uso del sistema sin inconvenientes. Además, se integró el uso de una cinta para marcar el piso y un trípode para fijar la altura y ángulo de la Kinect, de este modo, se logra tener mayor control de dichas variables que podían interferir en la captura y futuro procesamiento de los datos obtenidos.

Por otro lado, se dio cuenta al momento de las sesiones prácticas, que hacía falta una interfaz gráfica más amigable para entender los datos de manera más resumida y acotada, todos juntos en un lugar, para que de esta manera, realizar los análisis, la calibración y futuro uso, fuese mucho más rápido y sencillo. Por lo tanto, se diseñó en Max, en el Modo Presentación, una interfaz gráfica que resumía todo lo que estaba ocurriendo detrás del patch (parche), con todas sus conexiones, al momento del uso del sistema.

Así mismo, al ir avanzando en las sesiones prácticas, se observó que la cantidad de valores y resultados obtenidos era alta en comparación a la idea de prototipo realizado. Por lo tanto,

se tomó la decisión de realizar ponderaciones y promedios de las cualidades del movimiento entre las tres extremidades. Por ejemplo, si la Mano Izquierda y el Pie Derecho identificaban un Tiempo Rápido, y la Pelvis un Tiempo Lento, se realiza un promedio que determina que la secuencia coreográfica en tiempo real, incluye en general movimientos de cualidad de Tiempo Rápido. Esto no quiere decir que se descarte la idea inicial de observar cada extremidad de manera independiente, pero sirve para que el prototipo trabaje con menos valores al mismo tiempo y, luego, en las futuras secciones de mapeo del sistema, este trabaje con valores generales de lo que está ocurriendo en la secuencia del bailarín en tiempo real. Por lo tanto, se piensa en el desarrollo de ambos modos de trabajo, pero dándole prioridad al Modo de las Ponderaciones.

Finalmente, se da por concluido este primer ciclo exploratorio, llevando a cabo todas las reflexiones mencionadas anteriormente para mejorar el rendimiento, disminuir errores e incluir ideas creativas del sistema, poniéndolo a prueba en un par de sesiones prácticas junto a la intérprete en Danza. Dichos avances quedan evidenciados en el Anexo 5 y en la captura del mismo (Figura 20) donde, tal como se muestra, se diseñó el Modo Presentación, el cual incluye los gráficos de velocidad y aceleración de las tres extremidades utilizadas (Mano Izquierda, Pelvis y Pie Derecho), los valores numéricos de los factores de cada uno, además de *sliders* que representan dicho valor gráficamente y un mensaje que proyecta qué clasificación pertenece el movimiento según cada factor, además del promedio de cada uno.

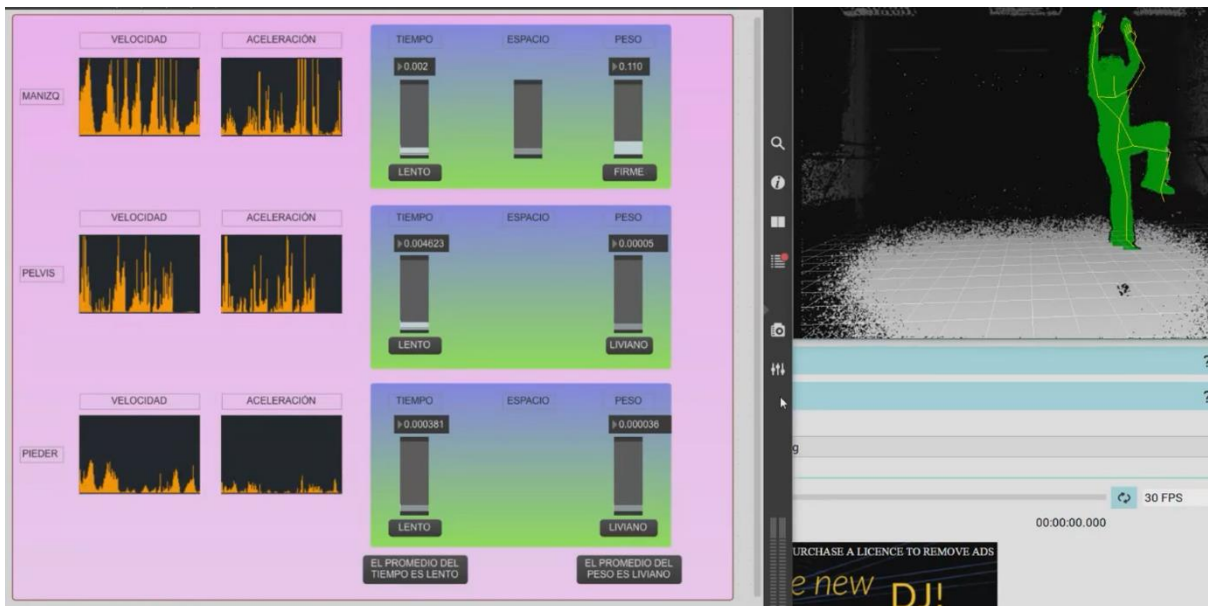


Figura 20: Captura de sesión práctica junto a María Paula Cuevas, donde se está analizando en tiempo real sus factores y cualidades del movimiento.
Link de Video: Anexo 5.

5.2 Diseño de Mapping Sonoro.

La segunda sección de mapping ocurre entre los softwares Max y Ableton Live 11. Dicho mapping toma la tarea de relacionar los cálculos y valores obtenidos de los Factores del Análisis Laban y el control de parámetros de efectos digitales adaptativos de audio. Para esto, se usa nuevamente el Protocolo OSC, mencionado anteriormente, donde se realizan envíos mediante Wifi, con etiquetas, sobre qué variables controlan qué parámetros en el Daw.

Para ello, se hace uso de la herramienta TouchOSC en Ableton Live 11, para que pueda ser insertada en el canal de la voz en el Daw, y así reciba la información desde Max, que posteriormente, se le asigna a cada variable de los resultados de los cálculos del análisis Laban, un parámetro de un efecto digital adaptativo de audio.



Figura 21: Representación gráfica del flujo de señal en la Segunda Sección de Mapping.

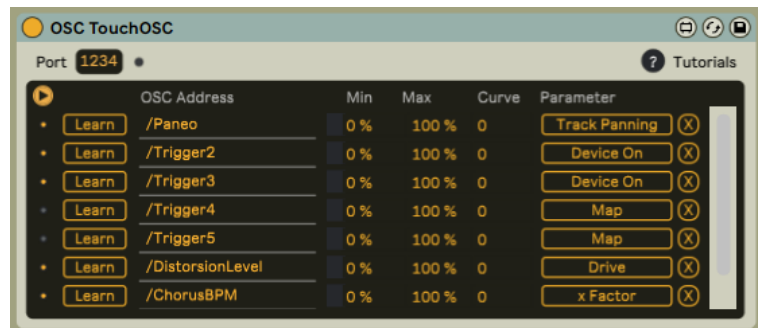


Figura 22: Captura de TouchOSC que permite recibir información OSC desde Max a Ableton Live.

5.2.1 Segunda Sección de Mapping: Efectos Digitales Adaptativos Seleccionados.

Las primeras ideas del prototipo del sistema, se basaron en una idea que nació a partir de la lectura del trabajo de Candela (2015). Él mencionaba que, para el diseño de su interfaz, relacionó los parámetros de Tiempo de Laban con el Tempo Musical, el Espacio con la panoramización de la fuente en el espectro cuadrifónico de su proyecto y, finalmente, el Peso con la Tesitura del sonido.

Para el presente proyecto se tomó la decisión creativa de utilizar efectos digitales adaptativos de audio (ADAFx's), esto debido a que este tipo de efectos permite que las características sonoras no se mantengan estáticas y definidas durante toda una performance u obra musical, lo que, tal como se mencionó en el Marco Teórico, permite dar vida y expresividad a fuentes sonoras, además de otorga una mayor interacción entre lo sonoro (la variabilidad del efecto adaptativo) y el intérprete, quien finalmente controla el sistema siguiendo sus percepciones y decisiones de orden sensible, lo que le da una dinámica única a la performance como tal.

Durante el diseño de este sistema, se hace principalmente uso de un tipo de efecto digital adaptativo de audio denominado “externo-adaptativo” que, como se mencionó anteriormente en el Marco Teórico, extraen características y variables desde al menos una fuente de entrada diferente a la del sonido, en este caso, de la captura y mapping del movimiento corporal y el Análisis Laban al cual se le somete.

5.2.1.1 Paneo.

Por lo tanto, tomando como referencia dichas relaciones y tomando en cuenta el trabajo previo realizado por Candela (2015), a modo de inspiración, se desarrolló la idea de vincular el factor Espacio con el paneo de la voz. Para el uso del efecto Paneo en la voz del intérprete en tiempo real, existen dos modos de uso habilitados. El MODO 1, hace uso de la variable del Factor Espacio. Por lo tanto, cuando este modo esté activo, si el Factor Espacio es Directo, el paneo de la voz estará centralizado (C). Sin embargo, cuando el Factor Espacio sea Indirecto, el paneo de la voz estará oscilando entre L y R, constantemente, en una velocidad de 1 a 2 segundos.

Por otro lado, cuando el MODO 2 esté seleccionado, habrá una relación directa entre la posición de la Mano Derecha en el eje x, con el paneo de la voz. Por lo tanto, este tipo de mapping y relación es mucho más directa.

En este caso, el mapeo va directamente al control de paneo del canal de entrada de la señal de la voz en el Daw (Ableton Live 11), por lo tanto, no se hace uso de un plugin/efecto externo insertado en el canal.

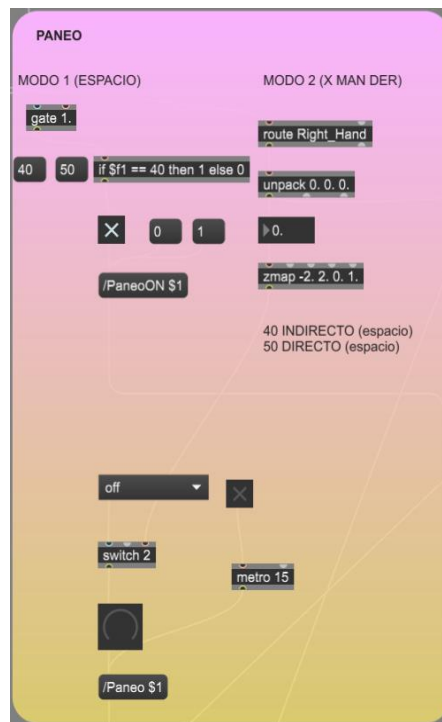


Figura 23: Captura de Patch en Max con la configuración de los Modos en Efecto Paneo,

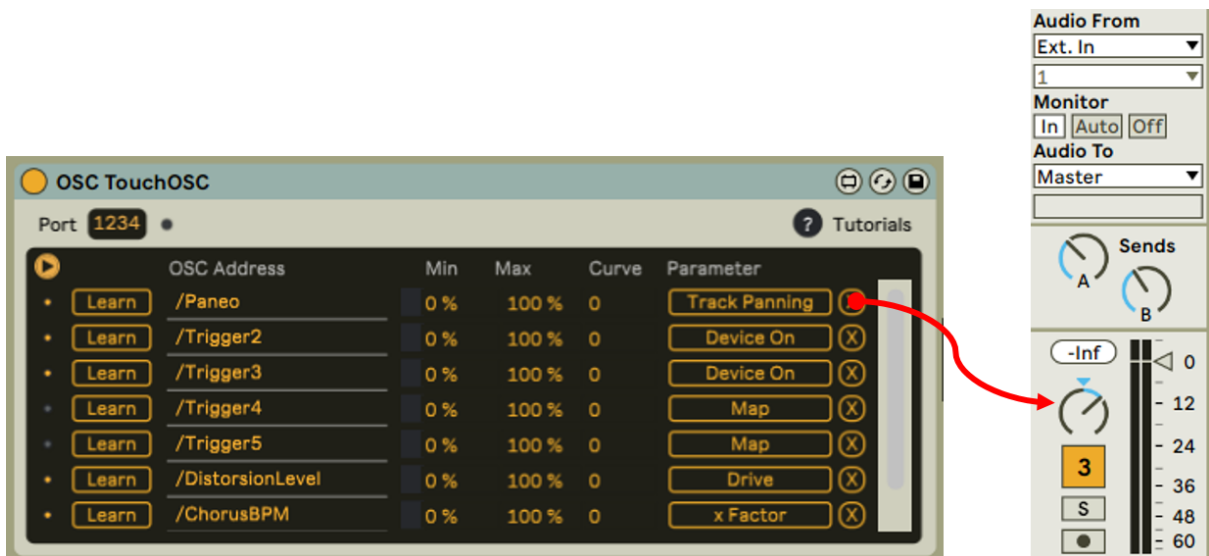


Figura 24: Flujo señal mapping: Recibe señal de Max en Ableton, y se mapea al paneo del track de voz.

5.2.1.2 Distorsión.

Se consideró el efecto de Distorsión dentro del diseño de este procesador, ya que a manera intuitiva y al ver las sesiones prácticas junto a la intérprete, nació la sensación que, al realizar movimientos con Factor Peso Firme, ocurría una analogía y relación a un sonido más fuerte, sucio, ruidoso (no limpio). De la misma forma ocurrió con el Factor Tiempo Rápido, aunque no de manera excluyente de que podía ser lo contrario, por lo mismo, fue interesante ponerlo a prueba en las posteriores sesiones prácticas y generó un buen resultado sonoro.

Para hacer uso del efecto de Distorsión, existen 3 modos de uso. Cuando el MODO 1 está seleccionado, el Factor Peso hace control del parámetro de Drive (distorsión) del efecto. Por lo tanto, cuando el Factor Peso sea Liviano, el efecto de distorsión será leve, específicamente de un 50%. Sin embargo, cuando el Factor Peso sea Firme, el efecto de distorsión será de un 100%.

En el caso que el MODO 2 esté seleccionado, el Factor Tiempo tomará control del parámetro de Drive del efecto. Por lo tanto, cuando el Factor Tiempo sea Lento, el efecto de distorsión será nulo, tomando un valor del 50% de Drive. No obstante, si el Factor Tiempo es Rápido, el parámetro de drive tomará un valor del 100%, obteniendo una distorsión total de la voz del intérprete.

Finalmente, en el caso que el MODO 3 esté seleccionado, el valor del Incremento del eje y en la Mano Izquierda, tendrá un control directamente proporcional en el valor del parámetro de Drive. Por lo tanto, si la altura de la Mano Izquierda está al nivel del suelo (cercano a

cero), la distorsión será la mínima, por el contrario, si la mano está cercana al nivel más alto capturado por la Kinect (cercano a dos), la distorsión será total, de un 100%.

Para el caso de este diseño sonoro, se hace uso del plugin desarrollado por la compañía Waves: MannyM Distortion.

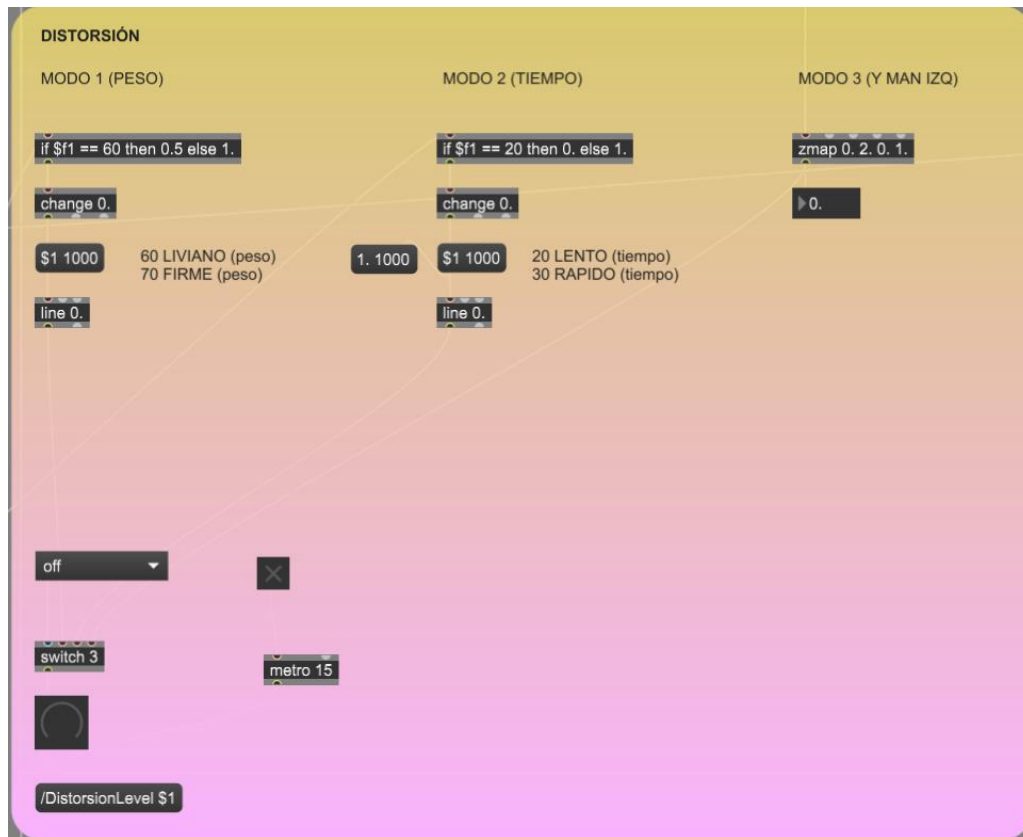


Figura 25: Captura de Patch en Max con la configuración de los Modos en Efecto Distorsión,

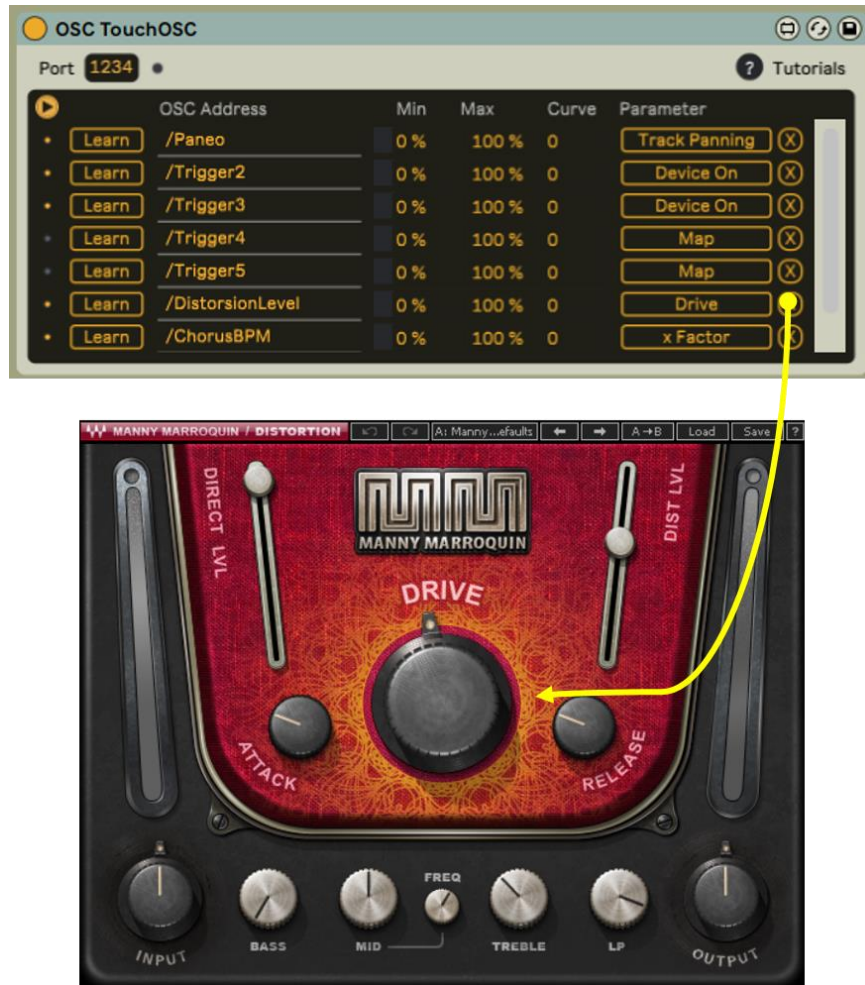


Figura 26: Captura de la interfaz gráfica del Plugin MannyM Distortion de Waves. Se hace uso del parámetro central: Drive, el cual es mapeado desde Max 8 a Ableton Live.

5.2.1.3 Pulsing Gate.

Este efecto tiene la idea original de ser una Gate que se abre y cierra constantemente a un ritmo que será controlado por el intérprete. Dicho efecto pertenece a un preset de un plugin de la compañía de Waves, llamado: MondoMod, Preset: Pulsing Gate. Fue interesante incluirlo dentro de este procesador de efectos, ya que se vinculó la idea de la velocidad y tiempo en que la compuerta (gate) se abre y se cierra, dejándose escuchar la voz, con el Factor Tiempo del análisis Laban. Por lo tanto, se obtuvo aquella relación de movimiento y sonido de manera rápida e intuitiva.

Para el control de este efecto, existen dos modos de uso. Cuando el MODO 1 está seleccionado, el Factor Tiempo tomará control del parámetro de qué tan rápido se cierra y abre la gate insertada en la voz; específicamente controla la multiplicación del BPM que está seleccionado por defecto en el plugin. Por lo tanto, cuando el Factor Tiempo es Lento,

la Gate se abrirá y cerrará lentamente, específicamente tomando un valor del $\times 0.25$ del BPM seleccionado. Sin embargo, cuando el Factor Tiempo es Rápido, la Gate tomará una velocidad rápida, de un $\times 1.25$ del valor del BPM.

Por otro lado, cuando el MODO 2 esté seleccionado, el eje x de la Mano Derecha tomará una relación directamente proporcional de la velocidad de la Gate. Por lo tanto, si la Mano Derecha se encuentra en el valor más cercano a la izquierda captado por el sensor (aproximadamente -2), tendrá una Pulsing Gate de una leve velocidad, sin embargo, si la Mano Derecha se encuentra lo más cercana al límite derecho captado por el sensor (aproximadamente 2), la velocidad de la Pulsing Gate tomará un valor rápido.

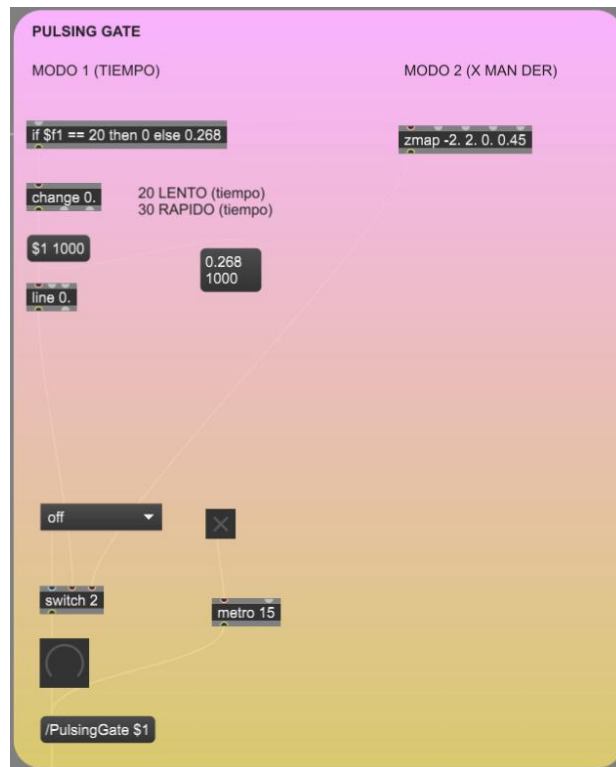


Figura 27: Captura de Patch en Max con la configuración de los Modos en Efecto Pulsing Gate,

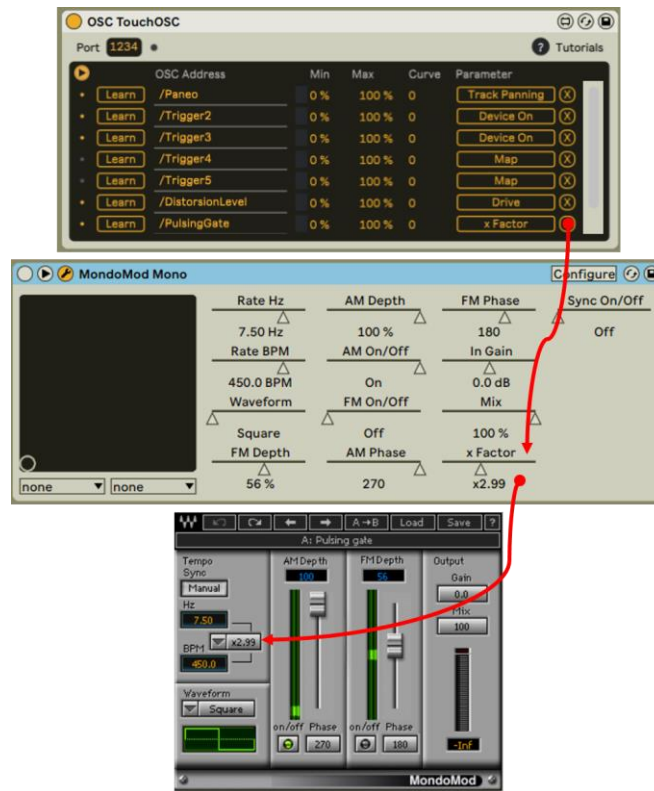


Figura 28: Captura de la interfaz gráfica del Plugin MondoMod de Waves. Flujo de Mapping desde Max a Ableton Live, se hace uso del parámetro BPM/x2.99

5.2.1.4 Delay.

El efecto de Delay es un efecto estándar dentro de los procesadores de efectos, debido a su uso en música contemporánea y popular, agregando espacialidad y relleno a la fuente sonora, en este caso, a la voz. Uno de los parámetros de control dentro del efecto es la velocidad de repetición de la fuente. Es por ello que se relacionó el concepto de Tiempo de Delay (BPM) con el Factor Tiempo del Análisis Laban.

Para el diseño de mapping de este efecto, se hace uso del Factor Tiempo de Laban con el parámetro de tiempo de retardo/repetición o BPM de un efecto de Delay, el cual se inserta en la fuente de la voz. De esta manera, se tomó la decisión de tener dos opciones de tiempo de Delay; el primer caso es cuando el factor Tiempo tome la cualidad de ser Lento, es aquí cuando el Delay va a tener asignado un valor de repetición de $\frac{1}{2}$ del compás. Por otro lado, cuando el factor Tiempo tome la característica de ser Rápido, este tomará un valor de repetición de $\frac{1}{8}$ del compás. El volumen del efecto en la mezcla estará determinado con el Incremento en el Eje Y. En este caso, se hizo uso del plugin H-Delay de la compañía Waves.

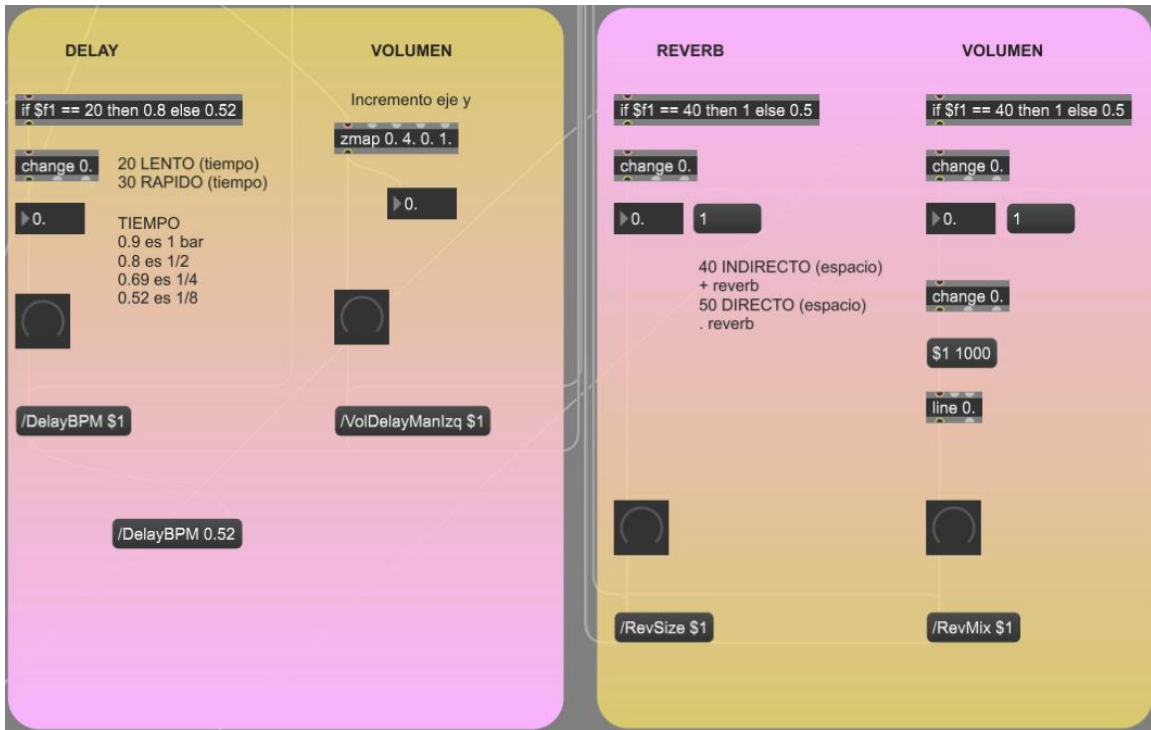


Figura 29: Captura de Patch en Max con la configuración de los Modos en Efecto Delay y Reverberación, respectivamente.



Figura 30: Captura del flujo de Mapping desde Max a Ableton, controlando el encendido/apagado del efecto y el parámetro de BPM.

5.2.1.5 Reverberación.

En el caso del efecto de la reverberación, el Factor Espacio toma protagonismo para su control. El Espacio se relacionó con el tamaño de la sala reverberante virtual y la presencia en la mezcla del efecto de Reverberación.

Cuando el Espacio es Directo, el tamaño de la sala reverberante es menor y la presencia del efecto en la mezcla es leve, en cambio, cuando el Espacio es Indirecto, el tamaño de la sala es mayor y el efecto toma protagonismo en la mezcla.



Figura 31: Flujo de Mapping desde Max 8 a Ableton Live, recibe señal Trigger para encendido/apagado, tamaño sala reverberante y presencia efecto en la mezcla.

La ventaja de incluir los Modos de algunos efectos, permite que el sonido y la manera de controlar los parámetros, sea mucho más personalizable para el usuario. Además, si se quiere trabajar con algunos factores del movimiento en específico durante una secuencia coreográfica o improvisatoria, este tipo de opción permite este trabajo en particular, ya que es seleccionable. Incluso, si existe el caso que sólo se quiere trabajar con un factor del movimiento, se puede seleccionar que todos los demás efectos y sus parámetros sean controlados con mapeos de tipo “uno es a uno”, es decir, mapeos directos y mucho más sencillos y fáciles de trabajar.

5.2.2 Discusión y Análisis de Mapping.

Es necesario dar cuenta que durante esta sección de mapping, se hace uso de varios tipos del mismo. Por ejemplo, se hace uso del mapping “uno es a uno”, al momento de elegir que sólo un eje de alguna extremidad, controle sólo un parámetro de algún efecto digital de audio. De la misma manera, se hace uso de mapping “uno es a muchos” (divergente), cuando con sólo un valor obtenido en los cálculos realizados, por ejemplo, en el incremento del *eje* y en el Factor Peso, se controlan varios parámetros de efectos digitales de audio. Así mismo, se hace uso del tipo “muchos es a muchos” cuando a partir de varios ejes de varias extremidades, se realizan cálculos para luego obtener varios promedios de los Factores del Movimiento, y la combinación de dichos factores controlen varios parámetros de efectos digitales de audio. Finalmente, también se hace uso del tipo de mapping “muchos es a uno”, cuando a partir de varios ejes de una extremidad, se controla sólo un parámetro de un efecto digital de audio. Sin lugar a dudas, el uso de diferentes tipos de mapping, le otorga una riqueza a este sistema, ya que permite un entendimiento rápido de los parámetros involucrados en el sistema, gracias a los tipos de mapping “uno es a uno”, pero también le otorga complejidad que, a medida que los ensayos y la práctica del intérprete junto a la interfaz van avanzando, este va mejorando en su uso, entendimiento y expertíz. Así que, este sistema otorga mapeos que pueden ser menos estimulantes, pero que tienen la cualidad de que facilitan una rápida y fluida interacción, pero también posee otros de mayor complejidad pero que le otorgan más potencial expresivo, tal como se estudió en el Marco Teórico de esta investigación y proyecto.

Por otro lado, se utiliza un tipo de mapping dinámico, ya que, al trabajar con variables en tiempo real, tanto las entradas de datos como las salidas, van variando constantemente según lo que ocurra en la performance y las decisiones del intérprete. Además, tiene características implícitas de aprendizaje supervisado, ya que se le entregan al sistema las asociaciones, valores y gestos esperados. Por ejemplo, al calcular cierta velocidad y aceleración de un movimiento, se realiza el cálculo de cierto Factor y se obtendrá un cierto resultado sonoro.

En cuanto a los gestos musicales utilizados durante el desarrollo y uso de este sistema, se encuentran de varios tipos, siempre considerando su finalidad y función. Por ejemplo, se incluyen gestos de aspectos espaciales, ya que incluyen movimientos dentro de la escena, por supuesto, del intérprete en Danza. Además, estos gestos son funcionales y performáticos, ya que tienen objetivo de comunicación y control de una interfaz, además de una finalidad estética/artística. Finalmente, se pueden considerar gestos con fines artísticos metafóricos, ya que se ven los movimientos y gestos como signos, debido a que se hicieron las relaciones de movimiento y control de cada parámetro de los efectos digitales de audio, lo que lleva a entender que algo significan dichos gestos. Recordemos que según Fernandez (2017), los gestos pueden describirse como puentes y mediadores entre la música y el desarrollo del significado musical.

5.3 Diseño Interfaz

Se realiza un avance considerable en cuanto a la interfaz gráfica presente en Max, donde se incluye la sección de calibración del sistema, que se mencionó anteriormente luego del análisis del prototipo. Además, se incluye la sección donde se pueden seleccionar los Modos de uso de los efectos, que se describieron recientemente. Finalmente, una sección de Triggers, que será descrita a continuación.

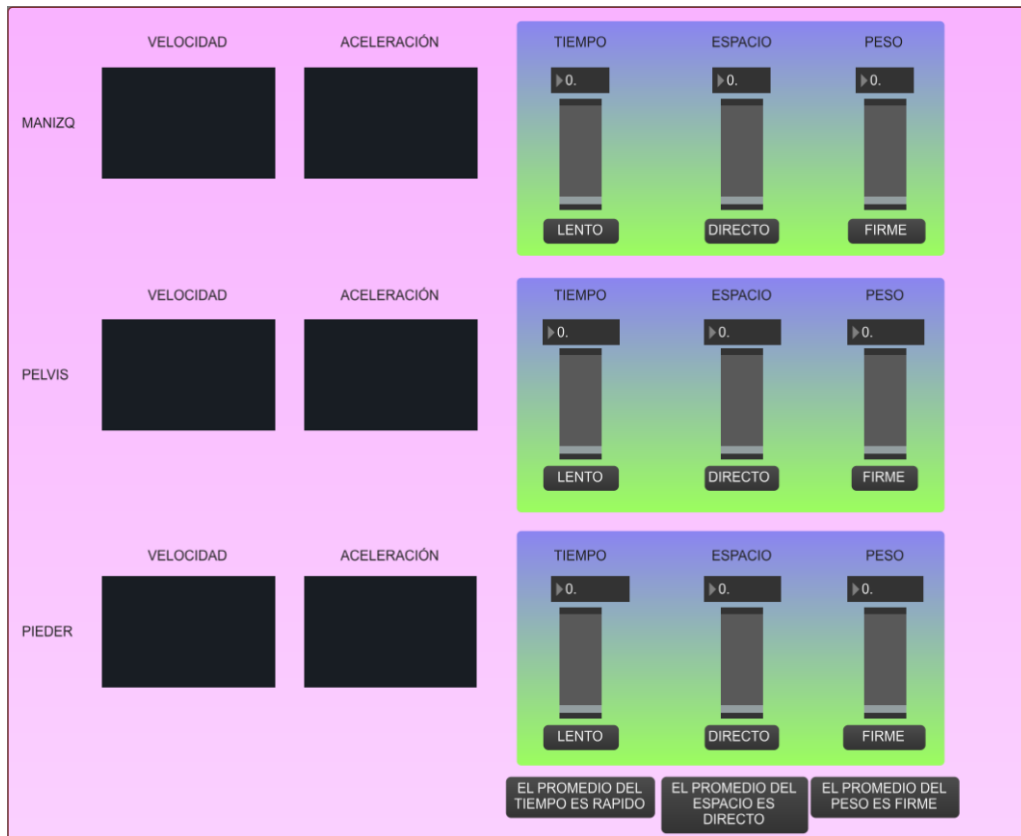


Figura 32: Diseño de la interfaz avanzada. Se evidencian los elementos descritos anteriormente y a continuación.

5.4 Triggers.

Para realizar un uso completo de las posibilidades técnicas que nos permiten los softwares utilizados, NI Mate 2 tiene la opción de habilitar Triggers. Los Triggers (*disparadores*, en español), permiten que una vez que sean accionados, emitan una señal para activar y/o desactivar cierto elemento dentro de nuestro sistema. En este caso, se hizo uso de esta herramienta, para que el intérprete pueda activar y desactivar en tiempo real, los efectos digitales de audio que se dispondrán para su voz, a manera de Toogle, lo que permite que se active el Trigger y no se desactiva hasta que vuelva a ser tocado. De esta manera, él posee un control directo en el momento de la escena, para accionar en las partes que él estime conveniente, dichos efectos. Por lo tanto, se disponen de 5 Triggers, uno para cada efecto disponible. El primer Trigger (desde izquierda a derecha), activa y desactiva la función del Paneo en la voz. Por lo tanto, una vez está activado, comienza el control del efecto de Paneo que fue descrito anteriormente (Ver sección 5.2.1). Si este se encuentra desactivado, la voz tendrá un Paneo central. Luego, está el Trigger 2, este activa y desactiva el efecto de Distorsión. A continuación, está el Trigger 3 que enciende y apaga el efecto de Pulsing Gate. Finalmente, los Triggers 4 y 5, activan y desactivan los efectos de Delay y Reverberación, respectivamente.

Además, esto permite que no todos los efectos estén funcionando constantemente en la voz del intérprete, lo que puede llegar a provocar un desorden en la performance, poco entendimiento de la interfaz y del sistema, por lo tanto, permite un mayor control de qué efectos están siendo activados y desactivados en el momento.

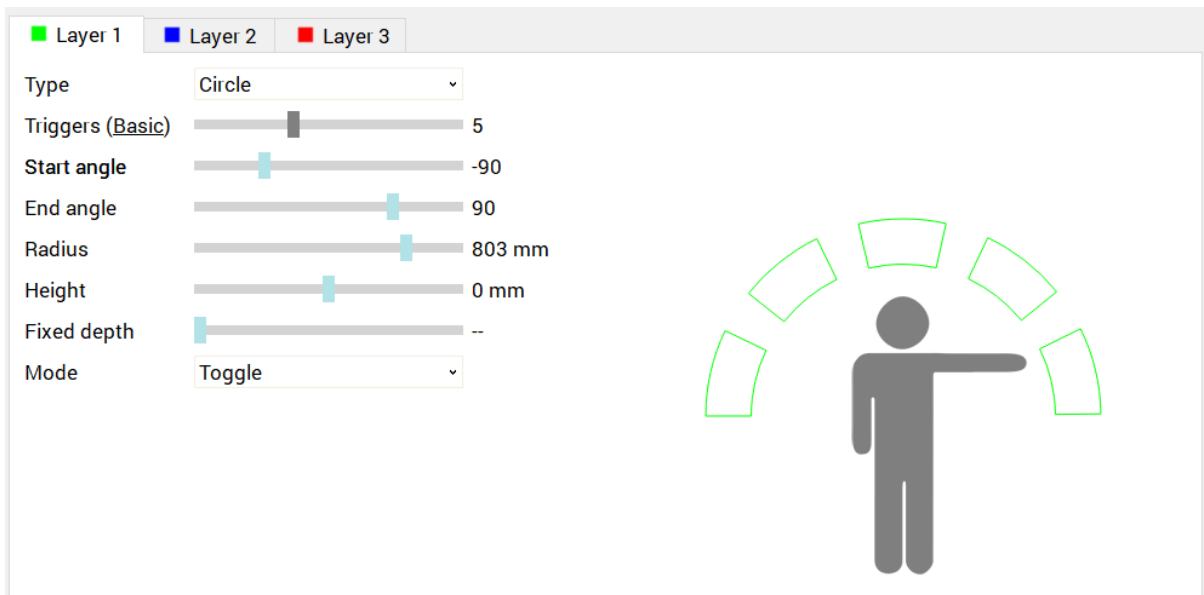


Figura 33: Captura de NI Mate 2, sección Triggers, donde se puede elegir la cantidad de Triggers, la posición y distancia.

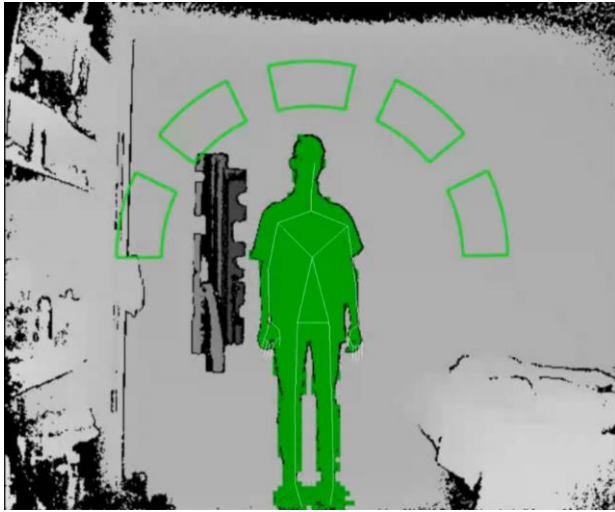


Figura 34: Usuario con 5 Triggers arriba de él.

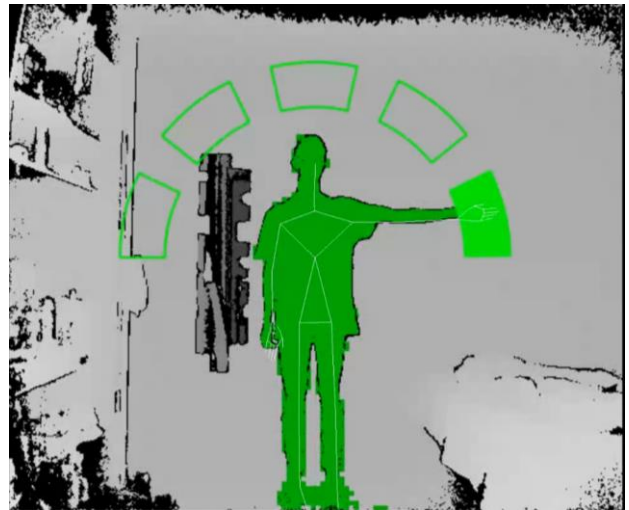


Figura 35: Usuario selecciona Trigger N°5.



Figura 36: Usuario selecciona Trigger N°2 y N°5.

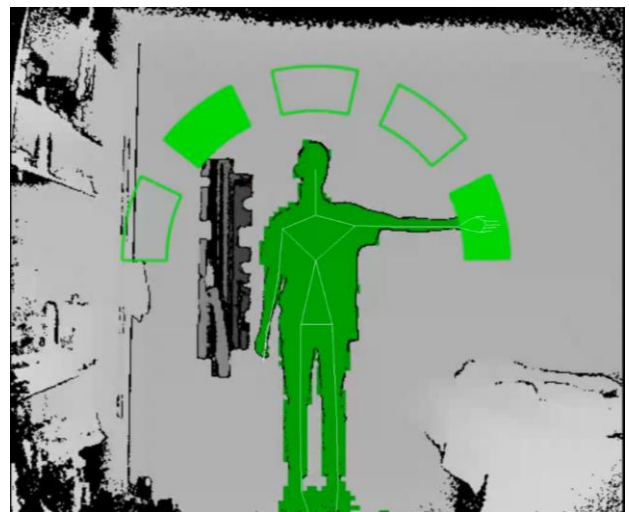


Figura 37: Usuario deja activado Trigger N°2 y Trigger N°5.

5.5 Segundas Sesiones Prácticas junto a Intérprete.

Luego de las mejoras, avances y propuestas mencionadas anteriormente, se dio inicio a nuevas sesiones prácticas junto a la intérprete María Paula Cuevas donde se fue probando todo el sistema, junto al flujo de señales completo, es decir, capturando la señal de la voz, la del cuerpo, realizando los cálculos utilizando el Análisis Laban, las clasificaciones de los factores del movimiento, las relaciones en las secciones de Mapping y, finalmente, el resultado sonoro detrás de todo el sistema propuesto.

En la primera sesión práctica, se le explicó a la intérprete en Danza las mejoras realizadas a partir de las observaciones y discusiones realizadas en el ciclo exploratorio junto a ella, las nuevas propuestas sonoras, el uso del micrófono inalámbrico, los diferentes modos en los efectos digitales y las cualidades de los mismos, con la idea de realizar sesiones donde se pudiera sacar el mayor provecho del sistema, además de buscar sus ventajas y desventajas.

5.5.1 Resultados, Análisis y Discusión.

A lo largo de las sesiones, mientras se probaban las nuevas mejoras y propuestas sonoras, se fueron evidenciando imperfecciones, y con ello, nuevas ideas y soluciones entre la intérprete, el diseño sonoro y yo, lo cual es un factor importante al momento de la creación y diseño de una interfaz musical, tal como se mencionó en el capítulo de investigación; proponer un diseño, evaluarlo junto a intérprete, realizar mejoras a partir de solicitudes y requerimientos de ambas partes, diseñando así una interfaz cooperativa (intérprete y tecnología).

Al momento de trabajar con el efecto de Paneo en el Modo 1 (utilizando el Factor Espacio), se evidenció que se obtiene un resultado sonoro interesante junto a la relación entre un Espacio Directo con un paneo central, y un Espacio Indirecto donde se presenta la fluctuación constante entre los parlantes izquierdo y derecho, generando la sensación de un espacio impreciso. Además, tener la opción de utilizar el efecto de Paneo en el Modo 2 con una relación directa entre la posición de la intérprete y la salida del sonido es interesante y permite complementar auditivamente, al momento de querer darle protagonismo a otro Factor y otro efecto en particular, ya que este toma un papel secundario. Video demostrativo de efecto en Anexo 7.

De la misma manera, al momento de utilizar el efecto de Distorsión, las primeras veces junto a la intérprete se llegó a la conclusión de que la diferencia sonora entre una distorsión leve y fuerte de la señal vocal era muy pequeña, por lo que no se generaba un gran contraste al momento de producir movimientos con Factores de Peso Ligero/Firme o Tiempo Lento/Rápido (en el caso del Modo 1 y 2, respectivamente). Por lo tanto, se exageró la diferencia entre los valores Leves y Fuertes de distorsión, además de agregar un cambio gradual entre estas dos opciones, lo que finalmente permitió un resultado sonoro satisfactorio tanto para la intérprete como para mí, al momento de programarlo y escuchar el resultado. Video demostrativo de efecto en Anexo 8.

Así mismo, se evidenció que en el efecto Pulsing Gate, al utilizar el Modo 1, el cual corresponde al control del parámetro de velocidad de corte de la voz utilizando el Factor Tiempo del análisis Laban, se necesitaba que los cambios sonoros entre Tiempo Lento y Tiempo Rápido fueran graduales pero rápidos, ya que estos saltaban esporádicamente y se sentían "sucios" dentro de la performance y el resultado sonoro. Por lo tanto, se realizó dicha mejora. Video demostrativo de efecto en Anexo 9.

Por otro lado, en el efecto de Delay, al momento que este se clasifica de Tiempo Rápido, el parámetro de BPM tiene una velocidad muy alta, lo cual, si bien no es un problema, este no permite reflejar unas repeticiones identificables en la voz, sino más bien llega a asemejarse al resultado sonoro de una reverberación. Por lo tanto, se determina bajar el valor de 1/8 de compás a 1/4 de compás, obteniendo así una repetición más lenta e identificable. Video demostrativo de efecto en Anexo 10.

Finalmente, en el uso del efecto de Reverberación, en un comienzo costó notar los cambios sonoros entre un Espacio Directo e Indirecto, los cuales tenían la intención auditiva de tener una menor y mayor presencia del efecto, respectivamente. Uno de los principales factores a este problema, fue que la sala utilizada ya presentaba una reverberación natural, por lo tanto, se confundía con la del sistema. Sin embargo, se exageró tanto la presencia y ausencia del efecto, como el tamaño de la sala virtual al momento de la generación de la reverberación. Esto permitió obtener un resultado sonoro más contrastable y, así mismo, satisfactorio entre uno y otro.

Dichas sesiones, incluyendo algunas conversaciones y discusiones, quedan evidenciadas en los Anexos 6, 7, 8, 9 y 10.

Capítulo 6 - Conclusiones y Proyecciones.

A modo de conclusión, se puede dar cuenta que se logró la finalidad del objetivo general de la presente investigación y proyecto: Desarrollar y diseñar un procesador de efectos digitales adaptativos para la voz en tiempo real a través de la expresión corporal de un/a intérprete en danza y canto para una performance. Esto queda evidenciado a lo largo del capítulo recién expuesto, donde a través de varios hardwares, softwares, análisis y cálculos, se logró llevar a cabo un sistema que permite capturar los movimientos de un intérprete en Danza, para luego ingresar dicha data a un software de registro en tres dimensiones del cuerpo humano que, finalmente gracias a relaciones de mapping, se realizó el control de parámetros de efectos digitales adaptativos de audio en la voz de la intérprete, en tiempo real. Además, dicho objetivo general se pudo realizar gracias al cumplimiento de los objetivos específicos.

El primer objetivo de esta investigación y proyecto era "Analizar e identificar características del movimiento y expresión corporal del intérprete a través de métodos de captura y extracción de parámetros espaciales de su cuerpo en tiempo real.", por lo tanto, junto con lo mencionado anteriormente, se envió dicha información espacial a un software de programación, en el cual se diseñó un parche donde se realizaron cálculos de velocidad y aceleración de ciertas extremidades, para luego realizar un análisis del movimiento del intérprete a través del Análisis Laban. Posteriormente se realizaron los cálculos de los Factores de Movimiento en tiempo real del bailarín. (Ver en sección 4.2.1.3)

Luego de haber cumplido con dicho objetivo, está el objetivo específico dos: "Desarrollar diseño de mapping de los parámetros capturados de la expresión corporal del intérprete a cualidades de la fuente sonora, además del control de parámetros de efectos adaptativos digitales de audio". Por lo tanto, se realizó un diseño de mapping asignando ciertas variables de factores y cualidades de movimientos a parámetros de efectos digitales adaptativos de audio insertados en la voz del intérprete. Estos efectos se lograron considerar de tipo adaptativos, ya que son controlados a partir de una fuente externa, en este caso, de la captura corporal, los cálculos y el Análisis Laban al que se sometió el movimiento de la intérprete. De esta manera, se logró llevar a cabo un sistema apto, a modo de prototipo, para el procesamiento de efectos digitales de audio para una performance en tiempo real, controlada por la expresión y movimiento corporal. (Ver en sección 5.2.1)

Por otro lado, se aplicó conocimiento de mapping, donde se hizo uso de varios tipos del mismo, para lograr un sistema lo más enriquecedor posible, con potencial expresivo y fácil entendimiento de sus partes. Un mapping de tipo dinámico, el cual puede ir variando sus conexiones y relaciones a lo largo del tiempo, durante una performance, según determina el mismo intérprete antes, durante o después de una presentación.

Un prototipo de interfaz con gestos musicales funcionales, de uso performático, con estética artística, gestos metafóricos y con un objetivo de comunicación y control en su base fundamental, la cual permite el trabajo y desarrollo de la misma a futuro, perfeccionando tanto su rendimiento como las conexiones internas y el resultado sonoro final.

Además, dicho prototipo de interfaz desarrollada, es un tipo de interfaz que, como se mencionó a lo largo de la investigación, tiene consciencia del cuerpo y sus características espaciales, su postura y movimiento, además, de una consciencia del espacio del intérprete y la cantidad de movimiento en una zona. (Ver en sección 5.2.2)

Por una parte, se aplicó conocimiento de protocolo OSC para hacer envío de data, información y señales de control. Se hizo uso de softwares de programación para el diseño y desarrollo del sistema, como también de Daws (Digital Audio Workstation) para trabajar las señales de audio en tiempo real.

Además, se aplicó conocimiento y estudio del análisis Laban, que permitió realizar cálculos, examinar y clasificar en tiempo real el cuerpo y los movimientos del intérprete en Danza, a través de los factores de movimiento y sus combinaciones. Análisis que posee los factores del movimiento, mencionados a lo largo de esta investigación y proyecto, los cuales permiten describir, diferenciar y producir los tipos de acción del cuerpo humano; los que finalmente, estarían directamente relacionados a la expresión corporal del intérprete.

Así mismo, este sistema cuenta con efectos digitales de tipo adaptativos, que permiten otorgar de vida y expresividad a la fuente sonora que se está generando en tiempo real, permitiendo a la vez una mayor interacción entre el intérprete en escena con lo sonoro, lo que entrega un dinamismo constante a la performance, único en cada una de ellas. (Ver en sección 5.2)

Finalmente, se lleva a cabo el objetivo número tres del proyecto: "Implementar y evaluar la experiencia y resultado sonoro del diseño de mapping aplicado para el control de efectos adaptativos de audio a través de la expresión corporal del intérprete en una performance contemporánea". Dicho objetivo se pudo cumplir parcialmente gracias a las múltiples sesiones prácticas junto a la intérprete en Danza, María Paula Cuevas, donde se generaron conversaciones, discusiones, propuestas creativas e ideas para ir mejorando tanto el diseño como la propuesta artística y sonora del sistema, generando así una constante comunicación entre lo que requería y necesitaba la intérprete y el diseño de la interfaz. Además, permitió la constante prueba del sistema de captura, los cálculos de los Factores del movimiento en tiempo real, las secciones de mapping y el resultado sonoro. (Ver en sección 5.5). Si bien se pudo cumplir de manera satisfactoria este objetivo, es ideal que las pruebas y mejoras del sistema continuasen para ir perfeccionando las diferentes partes que componen el flujo de señal del sistema, pero para ser un prototipo avanzado, este objetivo cumplió la finalidad de poner en práctica el sistema y obtener resultados sonoros durante una performance de danza y canto, pero se espera un avance a futuro y una retroalimentación de más intérpretes interesados en utilizar la interfaz, además de su uso en diferentes géneros musicales.

A modo de proyecciones del proyecto, se tiene pensado realizar futuras sesiones prácticas con la intérprete, junto a otros interesados en utilizar y probar el sistema, para seguir perfeccionando el mismo, de tal manera que se puedan realizar a futuro performances contemporáneas de danza y canto utilizando el sistema propuesto, realizando tanto propuestas coreográficas como improvisatorias.

Por otro lado, es ideal integrar nuevas tecnologías en el diseño del sistema. Por ejemplo, durante las múltiples sesiones prácticas se iban anotando los márgenes y valores obtenidos de los cálculos de manera manual, para ir realizando las calibraciones del sistema de manera más precisa. Para esta tarea, se puede integrar el uso de Machine Learning, donde los valores y resultados obtenidos se vayan registrando de manera automática, para que la calibración pueda tener una cantidad mayor de resultados previos. Es decir, realizar el mismo procedimiento que se estaba realizando de manera manual, pero automatizarlo con la tecnología de Machine Learning, para trabajar con un número mayor de casos y valores numéricos, lo que permite obtener en un futuro una precisión y calibración del sistema más exacta.

Además,

Por lo tanto, se puede llegar a la conclusión que se logró diseñar un sistema y prototipo satisfactorio en cada una de sus secciones y partes, considerando la etapa en la que se encuentra el proyecto y los objetivos pensados al inicio y durante el desarrollo del mismo, los cuales permitieron desarrollar un sistema apto para la realización y propuesta de una performance contemporánea de canto y danza, a través de un sistema de captura, con análisis de movimiento corporal, cálculos, mapping y control de señales de audio con fines artísticos, interactuando interdisciplinariamente la tecnología, el sonido, la danza y la performance.

Capítulo 7 - Bibliografía y Referencias.

- 1980's *Virtual Reality* - NASA Video [en línea], 2009. mp4. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=NAuytnYU6JQ>.
- Ariana Grande - *Mimu Gloves and «Why Try» (Live in Anaheim 4-10-15)* [en línea], 2015. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=1Kv2ozAJTOE>.
- ARTEAGA, S., 2015. Myo, un brazalete para controlar los dispositivos con gestos. *ComputerHoy* [en línea]. [Consulta: 4 julio 2022]. Disponible en: <https://computerhoy.com/noticias/hardware/myo-brazalete-controlar-dispositivos-gestos-35559>.
- Beach Birds for Camera (1993)* - Merce Cunningham Dance Company [en línea], 1993. [Consulta: 20 octubre 2021]. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=0IH_rrpj0CU.
- BOLIBAR, J. y BRESIN, R., 2012. *Kinect Audio-Runner: Audio Feedback for Improving Performance in Long-Distance Running* [en línea]. Master of Science Thesis. Stockholm, Sweden: Royal Institute of Technology. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Jordi-Bolibar/publication/323639928_Kinect_Audio-Runner_Audio_Feedback_for_Improving_Performance_in_Long-Distance_Running/links/5aa14a9e45851543e639e872/Kinect-Audio-Runner-Audio-Feedback-for-Improving-Performance-in-Long-Distance-Running.pdf.
- BRIZOLARA, T., GIBET, S. y LARBOULETTE, C., 2020. Elemental: a Gesturally Controlled System to Perform Meteorological Sounds. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. Birmingham, UK: Zenodo, pp. 470-476. [Consulta: 21 octubre 2021]. DOI 10.5281/zenodo.4813483. Disponible en: <https://zenodo.org/record/4813483>.
- BRZOVIC, V., 2021. La danza contemporánea como acto performativo. Una reapropiación de la agencia danzaria. *A.Dnz*, no. 4, pp. 12-17. ISSN 0719-4676.
- CÁMARA, E. y ISLAS, H., 2007. *Pensamiento y acción. El Método Leeder de la Escuela Alemana* [en línea]. Instituto Tecnológico de Monterrey. (Ciudad de México: Cenidi Danza/INBA/CONACULTA/Tecnológico de Monterrey. [Consulta: 15 septiembre 2022]. ISBN 978-970-802-062-6. Disponible en: <http://inbadigital.bellasartes.gob.mx:8080/xmlui/handle/11271/220>.
- CASTAÑER BALCELLS, M., TORRENTS MARTÍN, C., ANGUERA, M.T. y DINUŠOVÁ TOMAGOVÁ, M., 2009. Instrumentos de observación ad hoc para el análisis de las acciones motrices en Danza Contemporánea, Expresión Corporal y Danza Contact-Improvisation. En: Accepted: 2018-12-20T10:30:24Z [en línea], [Consulta: 13 octubre 2021]. ISSN 1577-4015. Disponible en: <https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/65383>.

- COTTON, K., SANCHES, P., TSAKNAKI, V. y KARPASHEVICH, P., 2021. The Body Electric: A NIME designed through and with the somatic experience of singing. *International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. NYU Shanghai: NIME 2021, [Consulta: 18 octubre 2021]. DOI 10.21428/92fbeb44.ec9f8fdd. Disponible en: <https://nime.pubpub.org/pub/ntm5kbux/release/1>.
- Cycling '74. *Cycling 74* [en línea]. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://cycling74.com/>.
- DE LAS POZAS, V., 2020. Semi-Automated Mappings for Object-Manipulating Gestural Control of Electronic Music. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. Birmingham, UK. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://zenodo.org/record/4813232>.
- experimenting w the mimu gloves* [en línea], 2015. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=UXxrHKgKVWo>.
- FERNANDEZ, J.M., KÖPPEL, T., VERSTRAETE, N., LORIEUX, G., VERT, A. y SPIESSER, P., 2017. GeKiPe, a gesture-based interface for audiovisual performance. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. Copenhagen, Denmark. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://zenodo.org/record/1176312>.
- Focals by North. [en línea]. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.bynorth.com/>.
- FOX, J. y CARLILE, J., 2005. SoniMime: Movement Sonification for Real-Time Timbre Shaping. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. Vancouver, BC, Canada. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://zenodo.org/record/1176741>.
- GRIMES, G.J., 1983. Digital data entry glove interface device [en línea]. US4414537A. [Consulta: 21 octubre 2021]. US4414537A. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US4414537/en>. US06302700
- HOLBROW, C., JESSOP, E. y KLEINBERGER, R., 2014. Vocal Vibrations: A Multisensory Experience of the Voice. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. London, United Kingdom: Zenodo, pp. 431-434. [Consulta: 11 mayo 2022]. DOI 10.5281/zenodo.1178800. Disponible en: <https://zenodo.org/record/1178800>.
- How Imogen Heap Makes Music With Mi.Mu Gloves | Reverb* [en línea], 2019. [Consulta: 4 julio 2022]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=2jR2yi5XPqY>.
- JUSLIN, P. y LAUKKA, P., 2003. Communication of Emotions in Vocal Expression and Music Performance: Different Channels, Same Code? *Psychological bulletin*, vol. 129, pp. 770-814. DOI 10.1037/0033-2909.129.5.770.

- KESSOUS, L. y ARFIB, D., 2003. Bimanuality in Alternate Musical Instruments. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. Montreal, Canada: Zenodo, pp. 140-145. [Consulta: 21 octubre 2021]. DOI 10.5281/zenodo.1176523. Disponible en: <https://zenodo.org/record/1176523>.
- KIM, W.H., PARK, J.W., LEE, W.H., CHUNG, M.J. y LEE, H.S., 2013. LMA based emotional motion representation using RGB-D camera. *2013 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*. Tokyo, Japan. IEEE, pp. 163-164. DOI 10.1109/HRI.2013.6483552.
- KRONLACHNER, M. y M ZMÖLNIG, I., 2012. The Kinect sensor as human-machine-interface in audio-visual art projects. , pp. 4.
- LE HUCHE, F. y ALLALI, A., 2003. *La voz. Tomo 1* [en línea]. España: Masson. [Consulta: 29 mayo 2022]. Disponible en: <http://bibliografias.uchile.cl/2748>. Ciencias de la salud; Anatomía y fisiología; Enfermedades
- LEONARD, J. y GIOMI, A., 2020. Towards an Interactive Model-Based Sonification of Hand Gesture for Dance Performance. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. Birmingham, UK. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://zenodo.org/record/4813422>.
- LLUCH, Á.C. y LEÓN-PRADOS, J.A., 2011. Historia de la danza contemporánea en España. *Arte y movimiento: revista interdisciplinaria del Departamento de didáctica de la expresión musical, plástica y corporal*, no. 4, pp. 17-30. ISSN 1989-9548.
- LÓPEZ, L.A., SVENNS, T. y HOLZAPFEL, A., 2021. Sensitiv – Designing a Sonic Co-play Tool for Interactive Dance. *International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. S.l.: s.n., [Consulta: 19 abril 2022]. DOI 10.21428/92fbeb44.18c3fc2b. Disponible en: <https://nime.pubpub.org/pub/y1y5jolp/release/1>.
- MALLARINO, C., 2008. La danza contemporánea en el transmilenio: Tendencia y técnica. *Revista Guillermo de Ockham* [en línea], vol. 6, no. 1. [Consulta: 13 octubre 2021]. ISSN 2256-3202. DOI 10.21500/22563202.2501. Disponible en: <http://www.revistas.usb.edu.co/index.php/GuillermoOckham/article/view/2501>.
- MALLOCH, J., 2013. *A Framework and Tools for Mapping of Digital Musical Instruments*. Montreal, Canad: McGill University.
- MARTÍN, L.A., 2011. Danza Contemporánea y Nuevas Tecnologías. *Danzararte: Revista del Conservatorio Superior de Danza de Málaga*, no. 7, pp. 42-49. ISSN 1886-0559.
- MiMU | Home. [en línea]. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://mimugloves.com/>.
- MITCHELL, T. y HEAP, I., 2011. SoundGrasp : A Gestural Interface for the Performance of Live Music. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. Oslo, Norway. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://zenodo.org/record/1178111>.

- MITCHELL, T., MADGWICK, S. y HEAP, I., 2012. Musical Interaction with Hand Posture and Orientation: A Toolbox of Gestural Control Mechanisms. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. Ann Arbor, Michigan. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://zenodo.org/record/1180543>.
- MUNCHBACH, A., 2010. Throwback Thursday: The Power Glove, it's so bad. *BGR* [en línea]. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://bgr.com/general/throwback-thursday-the-power-glove-its-so-bad/>.
- NIMECONFERENCE. The International Conference on New Interfaces for Musical Expression. *NIME* [en línea]. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://nime.org/>.
- NORT, D.V. y WANDERLEY, M.M., 2006. Exploring the Effect of Mapping Trajectories on Musical Performance. In *Proc. Sound and Music Computing Conference (SMC 06)*. Spain. CiteSeer., pp. 19-24.
- Nymaz 2021 Conference: live MiMu Gloves demo with Drake Music* [en línea], 2021. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=8LkimLbWEfw>.
- PARAMETERS, F., VERFAILLE, V. y ARFIB, D., 2001. *A-Dafx: Adaptive Digital Audio Effects*. 2001. Limerick, Ireland: CiteSeer.
- PAVEZ CANDELA, J.M., 2015. Música, cuerpo en escena y computación afectiva : posibles interacciones y consecuencias perceptuales. En: Accepted: 2016-07-04T14:56:35Z [en línea], [Consulta: 18 abril 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/15585>.
- RAUTERBERG, M., 1997. Sayre Glove (1977). [en línea]. Eindhoven University of Technology, The Netherlands. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://rauterberg.employee.id.tue.nl/presentations/HCI-history/tsld065.htm>.
- ROBERT, S. y NATHANIEL, R., 1962. Communication device [en línea]. 3022878. [Consulta: 21 octubre 2021]. 3022878. Disponible en: <https://www.freepatentsonline.com/3022878.html>. US176860A
- SALAZAR, S. y ARMITAGE, J., 2018. Re-engaging the Body and Gesture in Musical Live Coding. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. Blacksburg, Virginia, USA. [Consulta: 21 octubre 2021]. Disponible en: <https://zenodo.org/record/1302635>.
- SAMADANI, A.-A., BURTON, S., GORBET, R. y KULIC, D., 2013. Laban Effort and Shape Analysis of Affective Hand and Arm Movements. *2013 Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction*. Geneva, Switzerland: IEEE, pp. 343-348. DOI 10.1109/ACII.2013.63.

- SIWIAK, D., BERGER, J. y YANG, Y., 2009. Catch Your Breath - Musical Biofeedback for Breathing Regulation. *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression* [en línea]. Pittsburgh, PA, United States. [Consulta: 5 julio 2022]. Disponible en: <https://zenodo.org/record/1177675>.
- TORRE, G., 2013. The design of a new musical glove: a live performance approach. En: Accepted: 2013-08-06T14:57:49Z [en línea], [Consulta: 18 octubre 2021]. Disponible en: <https://ulir.ul.ie/handle/10344/3285>.
- Variations V (1966) - Merce Cunningham Dance Company* [en línea], 1996. [Consulta: 20 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=yOAagU6cfBw>.
- VERFAILLE, V. y D, A., 2002. Implementation Strategies For Adaptive Digital Audio Effects. *International Conference on Digital Audio Effects (DAFx)* [en línea]. Hamburg, Germany: DAFx, pp. 6. Disponible en: https://www.dafx.de/papers/DAFX02_Verfaille_Arfib_adaptive_DAFx.pdf.
- VERFAILLE, V., WANDERLEY, M.M. y DEPALLE, P., 2006. Mapping strategies for gestural and adaptive control of digital audio effects. *Journal of New Music Research*, vol. 35, no. 1, pp. 71-93. ISSN 0929-8215, 1744-5027. DOI 10.1080/09298210600696881.
- VILLEGAS, J., 1996. De la teatralidad multidisciplinaria. , vol. 21, pp. 7-15. Teatro, Sociedad. [Consulta: 29 mayo 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/158799435/Teatralidad-Como-Estrategia-Multidisciplinaria-Villegas-1>. Teatro, Sociedad
- VISCONTI, P., GAETANI, F., ZAPPATORE, G. y PRIMICERI, P., 2018. Technical Features and Functionalities of Myo Armband: An Overview on Related Literature and Advanced Applications of Myoelectric Armbands Mainly Focused on Arm Prostheses. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, vol. 11, pp. 1-25. DOI 10.21307/ijssis-2018-005.
- WILEY, A.J. 2011. DAFX: Digital Audio Effects. Hamburg, Germany: John Wiley and Sons, Ltd. Publications, pp. 613.
- WU, J.C., HUBERTH, M., YEH, Y.H. y WRIGHT, M., 2016. Evaluating the Audience's Perception of Real-time Gestural Control and Mapping Mechanisms in Electroacoustic Vocal Performance. *NIME* [en línea]. Griffith University, Brisbane, Australia. NIME. pp. 6. Disponible en: https://www.nime.org/proceedings/2016/nime2016_paper0042.pdf.

Capítulo 8 - Anexos.

1) Video donde se muestra la sala de danza utilizada para las primeras sesiones prácticas, junto a los equipos instalados.

Link:

<https://drive.google.com/file/d/1oN0J8LlyiDeMxHeBPgrPJoefp6sivQmE/view?usp=sharing>

2) Prototipo básico realizado para analizar flujo de señal de captura de movimiento corporal y cálculo de Factor Tiempo.

Link:

<https://drive.google.com/file/d/1JhypyW5rn4cmayJruig80Og8j1VKsrxO/view?usp=sharing>

3) Prototipo básico realizado con efecto de delay insertado en voz, para probar flujo de señal, cálculo, clasificación e idea de mapeo inicial para Factor Tiempo.

Link:

https://drive.google.com/file/d/1Jh5nTJaFtOjomqU2g6lavwm_0mmrOfu9/view?usp=sharing

4) Desarrollo de prototipo con flujo de señal de captura de movimientos corporales, análisis de varias extremidades y cálculo de Factor Tiempo, Espacio y Peso, junto a intérprete María Paula Cuevas. Se evidencia un estado no desarrollado de interfaz visual, sino de parche desarrollado.

Link:

<https://drive.google.com/file/d/1n1kdu4jBUFPEfx16cfYihEF00BHpupzK/view?usp=sharing>

5) Video sesión práctica avanzada con la intérprete María Paula Cuevas, donde se trabajaba y captura movimientos junto a los Factores Tiempo, Espacio y Peso, con sus respectivas clasificaciones. Se evidencia principio de auto reconocimiento.

Link:

<https://drive.google.com/file/d/1IH-RMVP86c7QUd44XYfcxGWhKYh7Ql2U/view?usp=sharing>

6) Video sesión práctica con la intérprete María Paula Cuevas, donde se hace uso del sistema y flujo completo de la señal. Se trabaja con los factores del movimiento Tiempo, Espacio y Peso, y con efectos de audio Paneo, Distorsión y Pulsing Gate.

Link:

https://drive.google.com/file/d/1oKkYd4iWjq-hbG7eSYf6QtIV0WM_WPvy/view?usp=share_link

7) Video sesión práctica con la intérprete María Paula Cuevas, donde se hizo uso del sistema y flujo de señal más avanzado, además del trabajo con la voz y el efecto de Paneo, controlado a través del Factor Espacio o según el posicionamiento de la intérprete en el espacio.

Link:

https://drive.google.com/file/d/1oeBwr-NS56qP-wkySLFQi_QdXuMwXML5/view?usp=sharing

8) Video sesión práctica con la intérprete María Paula Cuevas, donde se trabaja con el efecto de Distorsión. Se controla mediante el Factor Peso, Factor Tiempo o según el incremento en eje y de la Mano Izquierda. Además, se incluyen conversaciones, discusiones y propuestas del efecto.

Link:

https://drive.google.com/file/d/1oo9cWZfBHFSdt-g65XuwKN3_nXb1rmyB/view?usp=sharing

9) Video sesión práctica junto a María Paula Cuevas, donde se utilizó el efecto de Pulsing Gate, a través del Factor Tiempo y posicionamiento de la intérprete en el espacio.

Link:

https://drive.google.com/file/d/1otJkXdK5xs98EW1hJVysWt7V3XncSRa9/view?usp=share_link

10) Video sesión práctica con la intérprete María Paula Cuevas, donde se hace uso del efecto de Delay, el cual es controlado a través del Factor Tiempo y el incremento del eje y.

Link:

<https://drive.google.com/file/d/1owEP2Fc8cMGFV1qrHT02IA4XUCh7fr2d/view?usp=sharing>

11) Autorización de María Paula Cuevas, Intérprete en Danza, para hacer uso de su nombre, junto a la publicación de imágenes y vídeos dentro de esta memoria.

Link:

https://drive.google.com/file/d/1H8ZiUdj1vJ7KqFC4ucl_OZHxHHszW7AY/view?usp=sharing

12) Carpeta online con material extra y audiovisual perteneciente a avances del proyecto a futuro de la fecha de publicación de la presente Memoria de Título.

Link:

<https://drive.google.com/drive/folders/1yxohlvWp1JETO12f66gpEBTAMWJB0WXZ?usp=sharing>

13) Respaldo de carpeta “Anexos” con material extra y audiovisual.

Link:

https://uchile-my.sharepoint.com/:f/g/personal/felipe_vasquez_m_uchile_cl/EtZ_rTdexFNNofsiBcQwpW4BtoKuvpiunkv716e76hUDFQ?e=B8ma9A