



ESCUELA DE MÚSICA

DEL COLOR AL WAVEFORM: PRODUCCIÓN DE UN TEMA MUSICAL
BASADA EN EL ANÁLISIS DE COLOR DE LAS ILUSTRACIONES DE KAT
MENSCHIK DEL LIBRO "SUEÑO" DE HARUKI MURAKAMI

AUTOR

EDGAR JAVIER POZO QUINTEROS

AÑO

2020



ESCUELA DE MÚSICA

DEL COLOR AL WAVEFORM: PRODUCCIÓN DE UN TEMA MUSICAL
BASADA EN EL ANÁLISIS DE COLOR DE LAS ILUSTRACIONES DE KAT
MENSCHIK DEL LIBRO "SUEÑO" DE HARUKI MURAKAMI

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Licenciado en Música con
especialización en Producción Musical.

Profesor guía:
Daniel Pérez MSc

Autor:
Edgar Javier Pozo Quinteros

2020

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Del color al waveform: Producción de un tema musical basada en el análisis de color de las ilustraciones de Kat Menschik del libro "Sueño" de Haruki Murakami, a través de reuniones periódicas con el estudiante Edgar Javier Pozo Quinteros, en el semestre 2020-20, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Daniel Pérez MSc

1719951749

DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

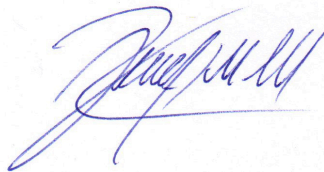
"Declaro haber revisado este trabajo, Del color al waveform: Producción de un tema musical basada en el análisis de color de las ilustraciones de Kat Menschik del libro "Sueño" de Haruki Murakami, del estudiante Edgar Javier Pozo Quinteros, en el semestre 2020-20, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Ms. Isaac Efraín Zeas Orellana
1715953483

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”



Edgar Javier Pozo Quinteros

C.I 1715427520

AGRADECIMIENTOS

A Luciana Martínez quien ha sido una gran fuente de motivación y apoyo constante dentro de este nuevo camino.

DEDICATORIA

A mis padres que depositaron toda su confianza en mí.

RESUMEN

Esta investigación se centra en dar vida a un tema musical basado en las ilustraciones y narrativa del relato *Sueño* de Haruki Murakami y Kat Menschik, los mismos que comparten un vínculo artístico a través del surrealismo. De esta manera, se pretende encontrar la conexión entre el color de las ilustraciones con sonidos musicales mediante la correspondencia de parámetros de color digital con características del sonido, desarrollando para esto un instrumento virtual en la plataforma Max 8. Es así que se busca demostrar que la tecnología y el lenguaje digital pueden lograr acercamientos precisos que lleven a la producción musical a un nivel interdisciplinario.

Palabras Clave: color digital, ilustración, sonido digital, producción musical, max.

ABSTRACT

This research focuses on bringing to life a music theme based on the illustrations and narrative from the story *Sueño* by Haruki Murakami and Kat Menschik, the same who share an artistic bond through surrealism. In this way, the aim is to find the connection between the color of the illustrations with musical sounds. Within this project, a virtual instrument is developed on Max 8 which manages to connect color with sound using digital values. Therefore, it seeks to demonstrate that technology and digital language can achieve precise approaches that could take music production to an interdisciplinary level.

Keywords: digital color, illustration, digital sound, music production, max.

INDICE

Introducción.....	1
1 Descripción del Proyecto	2
1.1 Contextualización:	2
1.2 Justificación:.....	3
1.3 Objetivo General:	4
1.4 Objetivos específicos:	4
2 Fundamentación Teórica	5
2.1 Antecedentes del relato ilustrado <i>Sueño</i> (2013)	5
2.1.1 Kat Menschik y Haruki Murakami	5
2.1.2 <i>Sueño</i> (2013).....	6
2.2 Procesamiento de la imagen digital.....	9
2.2.1 Fundamentos del color	9
2.2.2 Fundamentos de la imagen.	11
2.2.3 Imagen digital	12
2.2.4 Espacios de color RGB y HSL.....	14
2.3 Producción musical y sonido digital.....	16
2.3.1 Historia de la producción musical	16
2.3.2 Fundamentos del sonido y acústica.....	17
2.3.3 Armónicos e intervalos	19
2.3.4 Síntesis de sonido	20
2.4 Relación imagen y sonido digital	21

2.5	Max 8.....	24
3	Enfoque Metodológico	25
3.1	Método	25
3.2	Instrumentos.....	26
4	Resultados	26
5	Realización del proyecto.....	27
5.1	Desarrollo del instrumento digital en Max 8.	27
5.2	Composición.....	29
5.3	Producción: tracking y mezcla.....	30
6	Conclusiones y Recomendaciones.....	31
6.1	Dificultades.....	31
6.2	Hallazgos.....	32
6.3	Recomendaciones y líneas de investigación.....	32
	Referencias	34
	ANEXOS	38

Introducción

Investigadores de diferentes áreas del conocimiento, especialmente en el arte, han abordado la relación entre color y sonido desde diferentes enfoques, incluyendo puntos de vista psicofísicos y psicológicos. De igual manera, se han realizado distintos estudios que direccionan esta correspondencia desde los conceptos y valores digitales, tanto de la imagen como del sonido. Esto ha dado paso a una nueva perspectiva en cuanto a creación musical, la cual busca inspiración en diferentes expresiones artísticas como las ilustraciones o la literatura.

Esta investigación se enfoca en el análisis de relación entre el color y el sonido para poder utilizar el contenido gráfico y literario del relato *Sueño* (2013) de Haruki Murakami y Kat Menschik en la producción de una pieza musical. Para esto, se revisa dos estudios relevantes: *An experimental System for Auditory Image Representations* de Peter Meijer (1992) y *Color and Sound: Physical and Psychophysical Relations* de José Luis Caivano (1994).

1 Descripción del Proyecto

1.1 Contextualización:

El análisis de los vínculos emocionales, estéticos o filosóficos entre diferentes obras artísticas ha dado paso a nuevos canales innovadores de expresión que permite a los artistas trabajar en equipo y establecer lazos de creación únicos. En el relato *Sueño* (2013), las ilustraciones de Kat Menschik se conectan profundamente con el arte literario de Haruki Murakami a través del surrealismo.

El presente proyecto se centra en la producción de un tema musical inédito partiendo desde los sonidos generados mediante el análisis digital de color de las ilustraciones plasmadas en dicho relato. Para esto, se pretende estudiar el punto de relación entre la imagen y el sonido digital desde dos aproximaciones. Entre estos enfoques se encuentra el estudio realizado por Peter Meijer (1992) *An experimental System for Auditory Image Representations*, el cual expone un sistema experimental que pretende representar las imágenes en sonido a través del análisis digital de píxeles de color y ondas de sonido. De igual manera, se toma en cuenta el estudio llevado a cabo por José Luis Caivano (1994) *Color and Sound: Physical and Psychophysical Relations*, cuyo propósito se centra en analizar las relaciones físicas y psicofísicas entre el color y el sonido.

Para poder llevar a cabo esta investigación se propone el uso de la herramienta Max 8, la cual se caracteriza por su versatilidad para la conexión de elementos digitales gráficos y sonoros. De igual manera, se plantea examinar la narrativa y estructura del relato para poder basar en ella una composición musical en donde se incorporen los sonidos conseguidos.

1.2 Justificación:

Jose Luis Caivano (1994) menciona que, a lo largo de la historia, muchos profesionales han estado interesados en la relación de color y sonido. Se han llevado a cabo varias investigaciones desde distintos puntos de vista, tanto intuitivos como psicológicos e incluso psicofísicos. De igual manera, uno de los motivos más comunes de estas investigaciones se enfoca en la creación de dispositivos dirigidos a personas con capacidades especiales, como se aprecia en el estudio de Meijer (1992), cuyo objetivo principal es el desarrollo de un instrumento que funcione como una alternativa para las personas con limitaciones visuales.

Caivano indica que no existen correlaciones universales de color y sonido, sin embargo, pueden haber varias aproximaciones dependiendo del propósito que una persona quiera conseguir, sea dentro de la psicología, la ingeniería, la pedagogía o el arte (1994). La motivación de este proyecto es poder analizar los estudios mencionados sobre la correspondencia de color y sonido para encontrar y experimentar nuevas perspectivas aplicadas a la producción musical. También, a partir de esta investigación se busca impulsar el estudio interdisciplinario de la producción musical y aportar a las investigaciones de diferentes profesionales que están involucrados en estas áreas artísticas.

1.3 Objetivo General:

Producir un tema musical basado en el análisis del color de las ilustraciones de Kat Menschik del libro “*Sueño*” de Haruki Murakami.

1.4 Objetivos específicos:

- Investigar sobre la perspectiva artística de Kat Menschik con relación al proceso de creación literaria de Haruki Murakami, así como el procesamiento de una imagen digital y los fundamentos del sonido.
- Analizar el punto de relación entre los parámetros de color y sonido a partir del estudio de Peter Meijer (1992) *An Experimental System for Auditory Image Representations* y de Jose Luis Caivano (1994) *Color and Sound: Physical and Psychophysical Relations*
- Producir un tema musical a partir de la utilización de sonidos digitales obtenidos de las ilustraciones del relato, mediante la herramienta Max 8 y basando su composición en la narrativa del mismo.

2 Fundamentación Teórica

2.1 Antecedentes del relato ilustrado *Sueño* (2013)

2.1.1 Kat Menschik y Haruki Murakami

Es importante dar un vistazo a los aspectos personales de los artistas que se van a analizar en este proyecto, esto implica estudiar su trayectoria, sus actividades, el estilo del que se apropian en su área artística y sobre todo la inspiración que toman para la creación de sus obras. En el presente escrito se busca encontrar el punto de relación que existe entre Menschik y Murakami, especialmente la convergencia a la que llegan en el relato ilustrado *Sueño*, uno de varios trabajos en los que han colaborado.

Kat Menschik es una ilustradora alemana que nació en Luckenwalde, República de Alemania en 1968, estudió diseño comunicacional en Berlín y París. En los noventa fundó la editorial *Millonen* junto a Jan Hülpmusch y crearon la revista de cómics *A.O.C.* Posteriormente trabajó como ilustradora del diario *Frankfurter Allgemeine Zeitung* y otras revistas. En la década siguiente empezó a ilustrar diferentes libros, entre ellos algunos relatos de Haruki Murakami (Murakami & Menschik, 2013).

Creció en Prenzlauer Berg en Berlín, afirma que una de sus mayores influencias artísticas es el Pop Art y sus dibujos se apegan a la sencillez y no tanto al realismo. Una característica importante de su proceso creativo es generar una imagen mental antes de dibujar, luego se dispone a plasmar el arte con lápiz y papel para posteriormente digitalizar las expresivas y fuertes líneas de sus ilustraciones y así darles el detalle de color (Pape, 2013).

Por otro lado, Haruki Murakami es un escritor japonés que nació en Kioto en 1949, hijo de profesores de literatura japonesa. Estudió literatura en la Universidad de Waseda y dentro de su formación e inspiración artística se

incluyen el jazz, las películas de Hollywood, y algunos autores reconocidos como Brautigan o Vonnegut. Dirigió un club de jazz por varios años y posteriormente se dedicó a traducir obras de autores como Truman Capote o Richard Carver. Escribió su primera novela *Escucha la canción del viento* a sus 29 años (Murakami & Menschik, 2013).

Los temas que caracterizan a los libros de Murakami involucran principalmente la soledad, la pérdida, los mundos surrealistas, personajes enigmáticos, emociones profundas, y cuestiona temas como la religión y el libre albedrío. En su escritura hace alusión constante a la cultura occidental, esto ha hecho que sus relatos sean apreciados en varios lugares del mundo y algunos se han referido al autor como un artista que difiere de la literatura japonesa clásica (Hegarty, 2011).

La conexión artística entre Murakami y Menschik comienza en el año 2009 y da paso al libro *Sueño*, donde la combinación de colores plata y añil despiertan el ensueño del mundo onírico fundiéndose con las palabras del relato. Menschik indica que las narraciones de Murakami contienen varios niveles y sentidos oníricos que hacen que el camino de la historia vaya en varias direcciones, dependiendo totalmente de la experiencia personal de cada lector. Sus relatos son muy impredecibles y se asemeja bastante a los sueños, esto la ha llevado a elevar su arte más allá de sus límites y confiesa que es enriquecedor poder ilustrar y plasmar sus dibujos en un plano surrealista. Por el lado del escritor, Murakami indica que las ilustraciones de Menschik son únicas e incomparables. Le da un sentido de otredad que él siempre pretende despertar en los lectores de sus obras (Scherer, 2018).

2.1.2 Sueño (2013)

El relato *Sueño* fue escrito por Murakami en el año 1990 y su reedición del 2013 cuenta con las ilustraciones creadas por Kat Menschik, las cuales

acompañan la historia graficando un mundo surrealista y así creando otra dimensión dentro de la lectura.

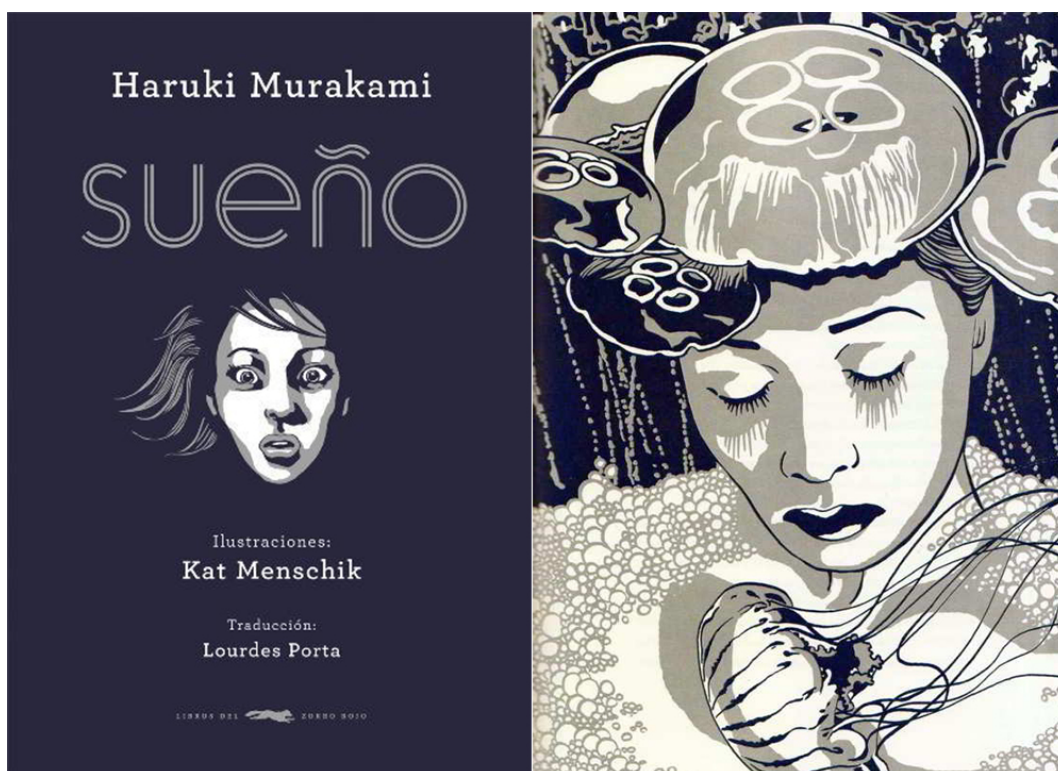


Figura 1 Portada del libro Sueño de Haruki Murakami y Kat Menschik. Ilustración encontrada en la página 9 del mismo (Murakami & Menschik, 2013).

La historia se centra en una ama de casa que no ha podido dormir por 17 días. La mujer, quien es la narradora de la historia, explica cómo su vida se comprende de una rutina indefinida. Realiza las tareas del hogar, sale de su casa solamente a hacer compras, tiene una relación monótona con su marido, quien es un dentista exitoso, y tiene un hijo de edad escolar que se parece mucho a su padre. Sus días no cambian hasta que llega la noche en que sufre una parálisis del sueño y experimenta una extraña visión de un anciano que empieza a derramar agua sobre sus pies. A partir de este evento, pierde completamente la necesidad de dormir. A pesar de no poder conciliar el sueño,

su cuerpo no se siente cansado, por el contrario, se siente lleno de vitalidad (Murakami & Menschik, 2013).

Durante las horas en que todos duermen, ella decide leer su libro favorito, *Anna Karenina* de Tolstoi, y expresa que la lectura era una de sus pasiones antes de casarse. En este punto de la historia, la mujer se pregunta cuándo perdió el interés por las cosas que la hacían feliz. En un momento dado ella reflexiona sobre la necesidad del sueño y concluye que las horas que no duerme representan el tiempo que la vida le está prestando para recuperar su esencia (Murakami & Menschik, 2013).

De esta manera, leer su libro favorito, comer chocolate, tomar cognac o salir con el auto a recorrer el pueblo en la madrugada, se vuelven las actividades que ella disfruta en las noches, distanciándose de su familia y de su rutina sin que nadie note un cambio en ella, llevando una doble vida (Murakami & Menschik, 2013).

Una de esas noches, cuando sale a manejar por la ciudad, decide parar en un estacionamiento vacío a reflexionar. Poco después, dos hombres aparecen y atacan los laterales del auto queriendo quebrar las ventanas. Ella asustada, se recostó en el asiento y cerró los ojos mientras los desconocidos seguían sacudiendo el vehículo (Murakami & Menschik, 2013).

El relato presenta un final abierto y deja al lector libre para establecer sus propias conclusiones, es ahí donde se destaca la narrativa de Murakami. Se centra en la exploración profunda del conflicto de sus personajes haciendo que el lector forme parte de la evolución que sufren a lo largo de una historia (González, 2019).

2.2 Procesamiento de la imagen digital

2.2.1 Fundamentos del color

Para profundizar en el análisis digital de una imagen, es fundamental observar los aspectos y conceptos básicos de los elementos involucrados. Entre los más relevantes se encuentra el color.

Se considera al color como una sensación generada por radiaciones cromáticas de los objetos sobre los receptores cerebrales de la visión. El color es un elemento fundamental para el desarrollo del ser humano desde que nace, puesto que permite percibir y comprender el mundo (Eggers Lan & Dilon, 2014).

En el año 1670, Isaac Newton realiza un experimento permitiendo el paso de un haz de luz a través de un orificio, cruzando un prisma de cristal, y así demostrando los 7 colores del espectro visible. Su experimento concluye que la luz blanca está conformada por la unión de todos los colores y los mismos poseen un orden específico (Aparici & García, 2008). De esta manera, el color siempre va asociado con el concepto de luz y lo que se entiende como un rayo de luz blanca es en realidad un conjunto de ondas electromagnéticas que son captadas por un receptor, en este caso, el ojo humano (Castillo, 2012).



Figura 2 Ilustración del experimento de Isaac Newton. Tomado de: <https://www.smythacademy.com/5925/keats-se-quejo-newton-habia-destejido-arco-iris-al-explicar-se-formaba/>

La teoría ondulatoria de la luz explica que la diferencia entre colores se debe a diferentes longitudes de ondas. Esta longitud se define como la distancia que existe entre dos puntos de una onda sinusoidal, es así que el color rojo representa la mayor longitud y el violeta la menor longitud. La clasificación de los colores se define por medio de tres parámetros: longitud de onda, la cual define el colorido; la saturación, que define la pureza; y la luminosidad, que define la proximidad del color al blanco (Eggers Lan & Dilon, 2014).

La percepción del color, además de ser captada por el cerebro, está atravesada por el contexto social del ser humano y se ve muchas veces independiente de las longitudes de onda de la luz. Con el paso del tiempo, las sociedades han descubierto colores mediante el aprendizaje a través de mezclas ya existentes y han sido clasificados de diferentes formas en las distintas culturas del mundo (Eggers Lan & Dilon, 2014).

Los colores primarios son principalmente encontrados en la naturaleza y no se consiguen por medio de una mezcla. Estos son: rojo, azul y amarillo. Los colores secundarios se obtienen por combinaciones, como el verde que se consigue sumando el azul y el amarillo, o el naranja, que proviene del rojo y el amarillo. Es importante mencionar también los colores complementarios, los cuales están divididos en dos grupos, el primero: rojo, verde y azul; y el segundo: naranja, amarillo y violeta. Si un color se mezcla con su complementario, éste se cancela y da por resultado un gris (Eggers Lan & Dilon, 2014).

Existen varios conceptos que ayudan a definir y dar una estructura al color. El concepto de valor es la cantidad de luminosidad, esto quiere decir que la escala de valores de este parámetro va desde el extremo más claro al más oscuro, como la escala de grises. El tono tiene el mismo significado de color y se define por la mezcla de distintos colores. Por otro lado, también se puede definir la temperatura, la cual varía entre cálido y frío. Adicionalmente, la saturación representa la pureza del color, por lo que la mayor saturación se da con los colores no mezclados (Eggers Lan & Dilon, 2014).

2.2.2 Fundamentos de la imagen.

La imagen es una forma de expresión esencial para la comunicación y las relaciones humanas. Esto se debe a que la mayoría de información la recibimos a través de la vista. Es por esto que se considera a las imágenes como un medio indispensable no solo para la vida cotidiana, sino también para apoyar estudios científicos. Además, las imágenes siempre han estado asociadas con la expresión artística (Petruša, 2010).

Las primeras imágenes de la historia nacen con el arte rupestre y la necesidad de simbolizar la realidad que rodeaba a los seres humanos. Posteriormente, en la Edad Media esas imágenes se transforman en un medio de educación religioso y constituyen una expresión de control social o dominancia por parte del poder que ejerce la iglesia en esa época. En el Renacimiento, esto evolucionó y la imagen empezó a representar problemáticas y conflictos de diferentes ramas de la sociedad. Fue en esta sección de la historia cuando se desatan diferentes herramientas y recursos creativos. Durante ese período empiezan a nacer grandes obras y, por ende, grandes artistas que forjan sus cimientos en los nuevos descubrimientos (Aparici & García, 2008).

Con el paso del tiempo se van sumando nuevos modelos artísticos basados en diversas técnicas, uno de ellos es el modelo representacional que se enfoca en elementos reales y visibles. El arte abstracto, por otro lado, es una reacción a las expresiones realistas, pero sigue usando los mismos recursos de otros estilos. De esta manera, surgen artistas como Kandinsky, quien rompe los estándares utilizando solamente líneas y puntos a inicios del siglo XX. Posteriormente, aparecen varios movimientos artísticos en la pintura que modifican y se alejan del realismo como el cubismo y el surrealismo pero, a pesar de estos cambios radicales en contenido y estilo, la pintura sigue utilizando las mismas herramientas como los pinceles y acuarelas (Aparici & García, 2008).

Además, esta búsqueda de nuevas formas de expresión se trasladaría también a otras disciplinas como la fotografía o el cine. Las obras de los hermanos Lumière, quienes registraban acontecimientos cotidianos como el arribo de un tren a una estación, se ven contrastadas con el cine fantástico de George Méliès, sin embargo, el formato que utilizaban era el mismo: el celuloide. El cambio realmente drástico e importante en el que se ve envuelto el arte visual se da al final del siglo XX, cuando las computadoras se convierten en herramientas capaces de crear un nuevo estilo de arte. Dejando de lado las herramientas analógicas, el nuevo instrumento vital sería el código binario y nace la imagen digital (Aparici & García, 2008).

2.2.3 Imagen digital

El cerebro humano tiene la posibilidad de analizar la información visual automáticamente y es capaz de clasificar los objetos utilizando la comparación de imágenes. Este análisis es inmediato y no es necesario tomar en cuenta demasiados detalles para tener la certeza de reconocer y distinguir letras, formas, texturas, movimientos o distancias. Esto indica que el nivel de procesamiento humano de las imágenes es mucho más desarrollado que una máquina o una computadora. Sin embargo, el cerebro no está preparado para hacer un análisis cuantitativo exacto y científico. Es en este aspecto donde la tecnología llega a ser de mucha utilidad (Petruša, 2010).

Las computadoras utilizan un lenguaje llamado código binario para interpretar todo tipo de información. Este lenguaje involucra números y se divide en bits, o *binary digit* en inglés, que es la unidad mínima de información y solo puede representar un valor: cero o uno. Una vez que la computadora decodifica la información binaria, es capaz de proyectar elementos visuales, sonidos, letras o fotografías (Aparici & García, 2008).

Para entender de mejor manera este tipo de imagen, es primordial explicar el significado de un bit en cuanto a imagen digital. Un bit equivale a un octavo de

byte, esto significa que 1 byte contiene 8 bits, es decir 8 dígitos. Esta expresión binaria solo puede tener un valor de ceros y unos, y al momento de codificar una imagen por medio de bits, se asigna un color a cada byte (Aparici & García, 2008).

En la imagen digital, el elemento principal que sostiene su construcción es el píxel. El término píxel proviene de la unión de las palabras *pictures* pix y *elements* els (Jackson, 2015). Por otro lado, una pantalla está compuesta por una grilla de pixeles, los cuales están organizados por filas y columnas. Cada píxel puede mostrar solo un color a la vez. La mayoría de las pantallas digitales utilizan color en 24 bits, lo que significa que el color puede ser definido por 3 números de 8 bits. Estos 3 parámetros se los conoce como niveles de rojo, verde y azul o mejor conocido como el modelo *RGB*. Todo color que se muestre en cada píxel está compuesto por una combinación de estos tres colores (Eck, 2018).



Figura 3 Profundidad de 8 bits de un píxel digital con color en 24 bits. Tomado de: https://www.researchgate.net/figure/Color-Information-Pixel-uses-a-total-of-24-bits-8-bits-for-red-8-bits-for-green-and-8_fig1_333570725

Otro concepto importante para tomar en cuenta es la resolución, la cual es definida como el número de pixeles que están contenidos en una imagen digital. Este factor se mide tomando en cuenta el ancho *width* y el alto *height* de la gráfica, representándose así con dos números: uno en el eje x y el otro en el eje y (Jackson, 2015). Esta distribución hace que los píxeles posean coordenadas específicas para ubicarlos en la columna y fila correspondiente. Comúnmente, las columnas en una imagen son numeradas de izquierda a

derecha empezando desde el cero. Las filas se enumeran usualmente de arriba hacia abajo, igualmente empezando desde cero (Eck, 2018).

2.2.4 Espacios de color RGB y HSL

El ojo humano tiene la capacidad de definir los objetos gracias a los factores de luminosidad y color. Existen varios espacios de color que permiten desglosar este elemento de manera cuantitativa, uno de ellos es el modelo RGB (Martín, García, & Armingol, 2016).

Los gráficos generados por computadora se definen por la escala de rojo, verde y azul o en inglés *red, green, blue*. Este modelo es un espacio en el cual se asigna un valor de luminancia específico a estos tres canales y se combinan para estructurar imágenes de diferentes colores. Cada color de esta escala se medirá en un rango de 0 a 255, donde 0 es equivalente a ninguna información de color y su intensidad o saturación aumenta de acuerdo al incremento de ese valor (Shirley & Marschner, 2016).

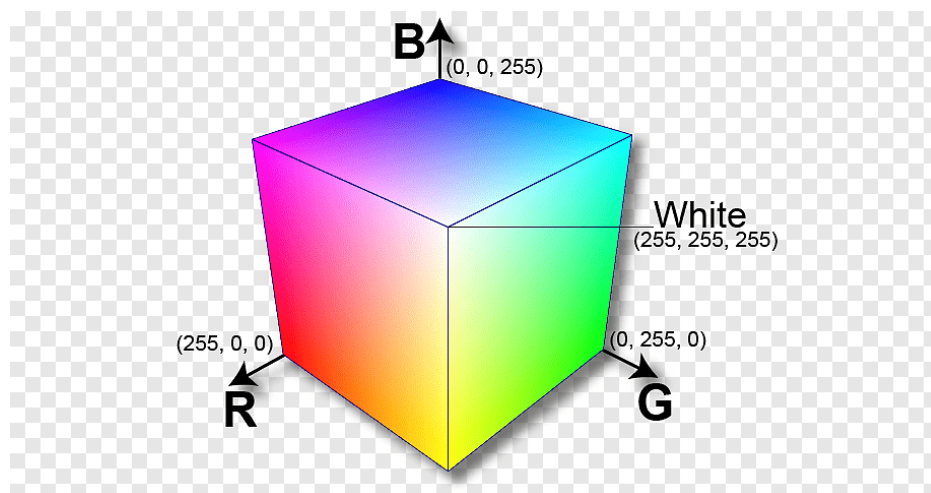


Figura 4 Representación del espacio de color RGB. Tomado de: <https://www.pngwing.com/en/free-png-sndev>

Por lo tanto, si se tiene un sistema de color de 24 bits, significa que un píxel contendrá 3 valores de 8 bits que delimiten el color. Dicho esto, el color rojo se

podría definir como [255, 0, 0], el verde [0, 255, 0] y el azul [0, 0, 255]. El negro se considera como la ausencia de color y por ende no tendría ninguna saturación [0, 0, 0] (Castillo, 2012).

Por otro lado, existe otro modelo muy importante que aporta al procesamiento de imágenes digitales. El sistema de color HSL se representa como un cono simétrico y se comprende de 3 variables: *Hue* = tinte, *Saturation* = saturación y *Luminosity* = luminosidad. El valor de Hue varía en una escala de 0° a 360°, el valor de saturación en un rango 0 a 1 y luminosidad también de 0 a 1 (Deville, Bologna, Vinckenbosch, & Pun, 2009). Este sistema permite medir la longitud de onda de un color por medio del tinte y no se centra solamente en la cantidad de luminancia (Martín, García, & Armingol, 2016).

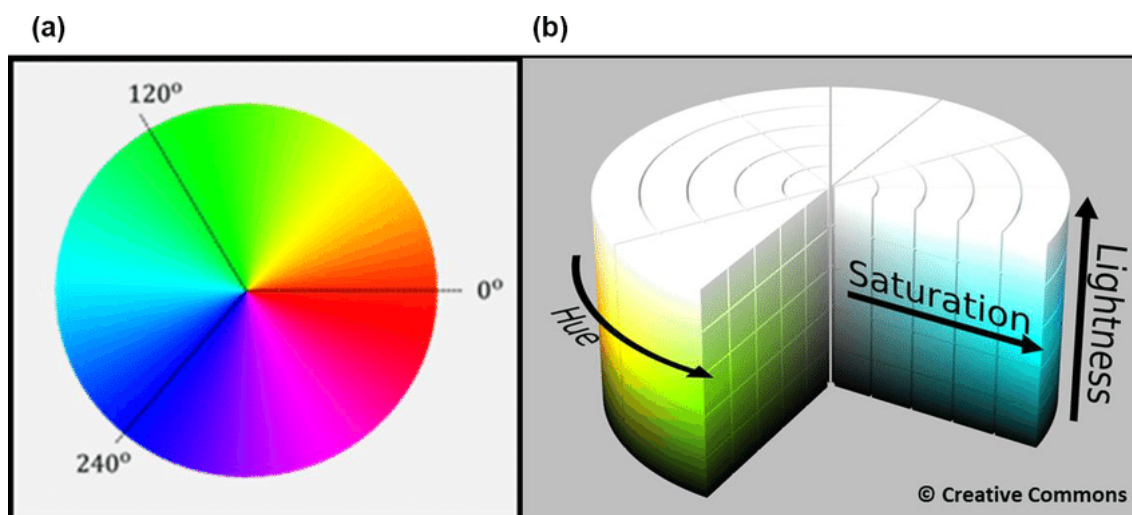


Figura 5 Representación del espacio de color HSL. Tomado de: https://www.researchgate.net/figure/a-Color-wheel-of-hue-b-The-HSL-model-Creative-Commons_fig2_335024102

El modelo de color HSL ha sido desarrollado a través de varios experimentos relacionados con la percepción humana. Sus dimensiones se correlacionan con los atributos del espectro visible de ondas electromagnéticas, es por eso que se lo considera como un método de clasificación natural del color. Actualmente, se lo representa como una rueda cromática en la cual su ángulo determina el

color (hue), su radio la saturación (saturation) de ese color y el axis vertical su brillo (luminosity) (Barrass, 1994).

2.3 Producción musical y sonido digital

2.3.1 Historia de la producción musical

La producción musical ha estado presente desde la introducción de la música grabada. Su origen se remonta a los inicios del siglo XX y la profesión se ha vuelto cada vez más compleja y se ha ido enriqueciendo y adquiriendo mayores responsabilidades. Debido a la limitada cantidad de recursos, el productor era un recopilador y archivero que se encargaba de capturar música para poder ser reproducida en otro medio (Owsinski, 2016).

Posteriormente, la industria musical crece y empieza a conformarse por gente que busca talento, encargada de guiar a esos artistas por un proceso de grabación de canciones, éstos representan los vestigios de los primeros productores. En ese tiempo, las actividades del productor englobaban desde firmar contratos hasta la búsqueda de canciones para ser grabadas. Durante esa época las técnicas de grabación consistían en la utilización de una cinta magnética y diferentes dispositivos que permitían grabar a 4 canales. Así mismo, brindaban la posibilidad de separar esos canales y manipular los diferentes instrumentos de manera independiente (Owsinski, 2016).

En 1969 los productores empezaron a buscar autonomía creando sus propias disqueras, generando gran cantidad de ingresos y sumergiéndose en actividades creativas con los artistas. Hoy en día los productores son considerados como los directores creativos de los proyectos musicales, siendo los que toman decisiones importantes en las obras (Owsinski, 2016). La producción musical es considerada una práctica en la que se involucran decisiones relacionadas tanto con la intención artística como el

desenvolvimiento técnico. Esto quiere decir que interviene en el aspecto teórico y práctico utilizando distintos métodos de análisis conceptual, basándose en el conocimiento profundo de la tecnología musical (Cuartas, 2016).

2.3.2 Fundamentos del sonido y acústica

El sonido está presente en todo momento y es percibido de manera consciente o inconsciente. Al momento de producirse un sonido, los protagonistas no solamente son las fuentes que lo generan, sino también el entorno que lo rodea (Corey, 2010). El sonido se produce cuando un objeto vibra, provocando que el aire a su alrededor se mueva. Estas vibraciones originan lo que se conoce como ondas longitudinales porque las partículas de aire se mueven con la misma dimensión y dirección con la que viaja la onda (Rumsey & McCormick, 2014).

El aire, por su parte, está compuesto por moléculas gaseosas y tiene propiedades claramente elásticas. Al momento de producirse una onda longitudinal, las moléculas de aire se mueven por causa de un efecto dominó oscilando en un punto fijo. La velocidad a la que la onda se mueve depende siempre de la densidad del medio en el que está viajando. Esta velocidad llega a los 340 metros por segundo al viajar en el aire (Rumsey & McCormick, 2014). El espacio físico en el que se produce el fenómeno del sonido es muy importante para la percepción de las ondas, ya que puede alterar su dirección gracias a los materiales que las rodean. Esto significa que el sonido se puede reflejar en los materiales, generando ecos o desvaneciéndose en espacios abiertos demasiado grandes (Corey, 2010).

Con respecto a las características de una onda de sonido, se conforman por la frecuencia, la amplitud y la longitud de onda. La amplitud refiere a la cantidad de compresión o dilatación que la onda produce en el aire luego de surgir de un objeto vibratorio. Por otra parte, la longitud de onda es la distancia entre dos

picos de la onda mientras viaja a través del aire y su medida depende de la velocidad con la que recorre la onda (Rumsey & McCormick, 2014).

También, se entiende que la frecuencia es equivalente a ciclos de vibración por segundo y se mide en hercios (Hz), por lo tanto 1 Hz es igual a 1 ciclo por segundo. Para los seres humanos, una vibración puede ser interpretada como sonido cuando su frecuencia se encuentra en un intervalo de 20 Hz a 20000 Hz, sin embargo existen también frecuencias ultrasónicas que sobrepasan los 20000 Hz y las infrasónicas que están por debajo de los 20 Hz (Kinsler, Frey, Coppens, & Sanders, 2000). Antes de 1960, las frecuencias se describían como ciclos por segundos o CPS, pero su nombre nace en honor al físico Heinrich Hertz (Winner, 2018).

Cuando se habla de sonido digital, uno de los términos mayormente mencionados es el volumen y se refiere a la medida SPL (Sound Pressure Level), nivel de presión de sonido por sus siglas en inglés. La unidad de medida estándar del volumen es el decibel que abreviado se expresa como dB. La letra B hace referencia a Alexander Graham Bell y la unidad de medida completa es el Bel, pero es demasiado grande, por lo que se lo divide en un décimo de Bel (Winner, 2018).

Otro aspecto importante que mencionar es el timbre, el cual es un parámetro que es definido por la cantidad de armónicos o frecuencias adicionales que coexisten junto a una frecuencia fundamental o pura. Este factor define las características que diferencian a los sonidos para poder determinar el reconocimiento de su fuente, sea un instrumento, un objeto, o la voz humana (Caivano, 1994).

2.3.3 Armónicos e intervalos

Los armónicos de una nota se constituyen por frecuencias múltiplos de la frecuencia fundamental generada. En el caso de una frecuencia de 100 Hz, su

cadena de armónicos continuaría con 200, 300, 400 Hz en adelante. Esta diferencia de frecuencias se puede expresar por medio de proporciones, indicando que el primer armónico de una frecuencia fundamental tendría una relación de 2:1, el segundo 3:2, el tercero 4:3, y así sucesivamente, continuando la serie de manera ascendente (Schellenberg, 1994). Por otro lado, los intervalos también se pueden expresar con proporciones como se muestra en la siguiente figura:

Table 1
Interval Size (in Semitones) With Corresponding Interval Name,
Justly Tuned Frequency Ratio, Sum of Integers in the Ratio,
Logarithm of the Sum, and Inverse of the Logarithm

Interval Size	Interval	Frequency Ratio	Sum of Integers	Logarithm of Sum	Reciprocal of Logarithm
0	unison	1:1	2	0.693	1.443
1	minor second	16:15	31	3.434	0.291
2	major second	9:8	17	2.833	0.353
3	minor third	6:5	11	2.398	0.417
4	major third	5:4	9	2.197	0.455
5	perfect fourth	4:3	7	1.946	0.514
6	tritone	45:32	77	4.344	0.230
7	perfect fifth	3:2	5	1.609	0.621
8	minor sixth	8:5	13	2.565	0.390
9	major sixth	5:3	8	2.079	0.481
10	minor seventh	16:9	25	3.219	0.311
11	major seventh	15:8	23	3.135	0.319
12	octave	2:1	3	1.099	0.910

Note—The reciprocal of the logarithm of the sum of integers is used as the index of simplicity of frequency ratios.

Figura 6 Proporciones de frecuencias para los intervalos musicales (Schellenberg, 1994).

2.3.4 Síntesis de sonido

La síntesis de sonido podría definirse como el proceso que conlleva producir un sonido, esto puede significar procesar sonidos ya existentes o crearlos a través de medios electrónicos o mecánicos. Al momento de realizar síntesis de sonido pueden verse envueltas diversas ciencias como las matemáticas, la física o incluso la biología y de esta forma dar vida a diferentes emociones o

creaciones de ambientes sonoros ricos en texturas con sonidos simples y también complejos (Russ, 2008).

Por otro lado, la historia de los sintetizadores se remonta a la época de nuestros ancestros cuando se proponían silbar o golpear objetos de la naturaleza. Hoy en día, la palabra sintetizador refiere a los instrumentos electrónicos que son capaces de producir una alta gama de sonidos. Los sonidos electrónicos se podrían dividir en dos categorías: imitativos o sintéticos. Los sonidos imitativos tienen como objetivo asemejarse lo mejor posible a un instrumento real. Por el contrario, los sonidos sintéticos pueden imitar o dar pistas de un instrumento real, pero entregando muchas opciones para manipularlo. De esta manera, se pueden crear variedad de sonidos artificiales y hasta incluir rasgos de ruido para la creación de nuevas propuestas (Russ, 2008).

Uno de los conceptos más importantes de la síntesis de sonido es el *sampling rate* (tasa de muestreo) la cual se mide en Hz, esta medida indica el número de veces que se toma una muestra de la señal por cada segundo. El *sampling rate* más usado en las computadoras es de 44100 Hz. Por otro lado, la amplitud de una señal digital se representa en base a un rango establecido por la resolución, este término refiere a la longitud de la palabra de lenguaje binario establecida, la cual se mide en bits. Mientras más alta sea la resolución, mejor será la calidad del sonido digitalizado (Reck, 2002).

Actualmente existen algunos métodos de síntesis los cuales utilizan un modelo de fuente y modulador, esto quiere decir que a un sonido puro se lo puede modificar de varias maneras hasta crear otro (Russ, 2008).

2.4 Relación imagen y sonido digital

A lo largo de los años se han realizado varios estudios para abordar la relación que existe entre la imagen y el sonido. Es por ende que profesionales de

distintas áreas llegan a diversas conclusiones y el interés por esta conexión crece a medida que aumentan estas investigaciones.

El profesor alemán Peter Meijer (1992) realizó una investigación que expone la propuesta de un sistema para convertir imágenes en patrones sonoros, esto con el fin de proveer información sonora para personas no videntes. Este dispositivo posteriormente se denominó *The vOICe system*, y esta pensado para ser aplicado a un módulo que convierta la información de imagen de una cámara a sonido en tiempo real. Esta conversión representa las imágenes en una dimensión de $n \times n$ píxeles con un rango de 16 tonos de gris por pixel (Zhang, Wang, Duan, & Sun, 2014).

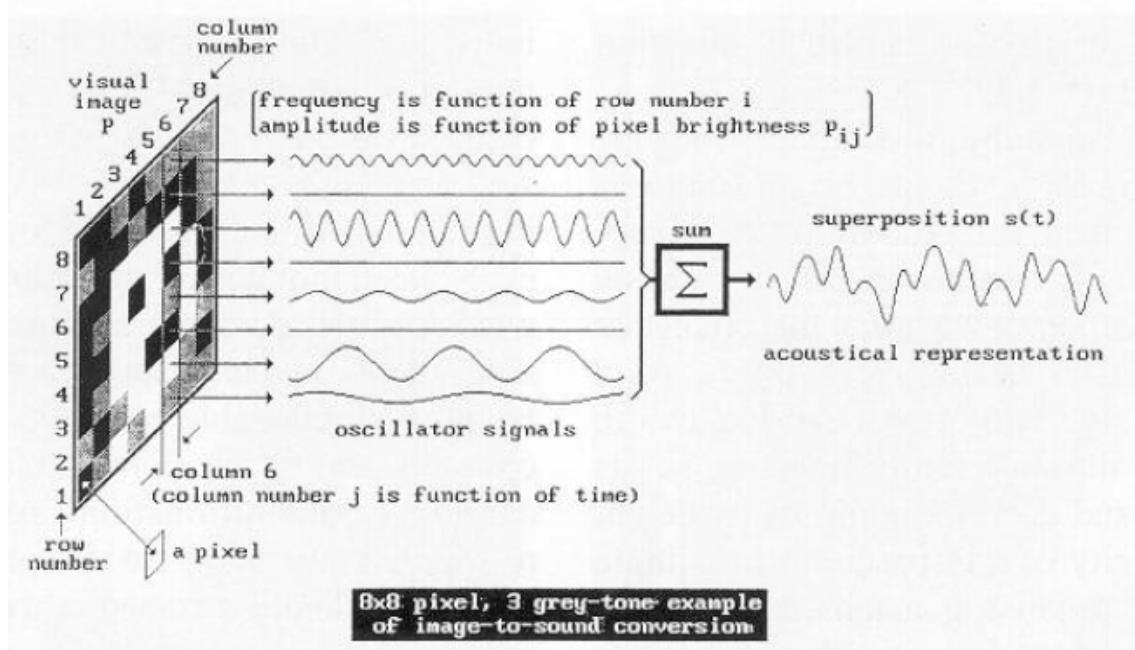


Figura 7 Representación del funcionamiento del dispositivo experimental propuesto por Meijer en 1992 (Meijer, 1992).

Cada pixel se traduce en una onda sinusoidal y el estudio propone que la frecuencia de estas ondas se determine por la ubicación de ese pixel en una columna de la imagen. Mientras mas alta sea su ubicación, mayor es la

frecuencia, por tanto mientras más pixeles tenga una columna de una imagen, más alta es su frecuencia. Por otro lado, la amplitud de la onda sinusoidal depende de los niveles de gris que tiene cada pixel, los cuales son medidos en el rango de 0 a 255, blanco es 255 y 0 es negro. Finalmente, el número de columna de la imagen define la duración del sonido, mientras más columnas tiene más larga es su duración (Zhang, Wang, Duan, & Sun, 2014). De esta manera, este estudio constituye una gran referencia que muchos profesionales han tomado para empezar a relacionar estos dos elementos digitales en base a cálculos matemáticos y físicos.

Por otro lado, José Luis Caivano (1994) hace un análisis del estudio de varios científicos como Newton, Goethe, Helmholtz, Skyrabin, Ostwald, Munsell, Kandinsky y Gombrich, recopilando las distintas comparaciones que realizan entre el color y el sonido. Cada uno hace observaciones dentro del ámbito de la matemática, física, psicología, música y sinestesia. De esta forma, aborda las posibles relaciones de cada parámetro como Hue, Saturation y Luminosity.

Según varios autores como Maitland Graves o W. Garner, las ondas del luz del espectro podrían definirse por octavas al igual que lo hacen las frecuencias del sonido. Este análisis correlaciona al parámetro de tono del color con la frecuencia o intervalo dentro de una determinada escala (Caivano, 1994).

Además, se analiza la relación propuesta por Albert Munsell al parámetro de la intensidad. El mismo indica que los colores más brillantes van a tener mayor amplitud y los más oscuros menor amplitud. Esto debido a que la ausencia de luz es considerada como el color negro y se puede comparar con el silencio en el sonido. Por otro lado, el blanco es la máxima sensación de luminosidad y se compara a la mayor amplitud perceptible (Caivano, 1994).

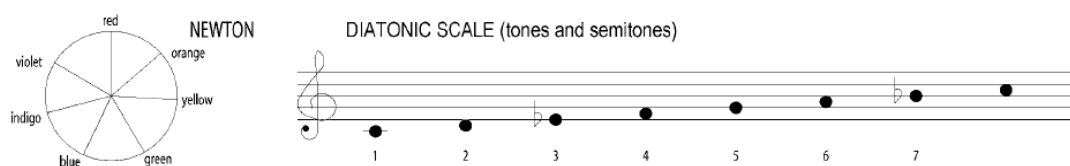


Figura 8 Conexión del círculo de color de Newton con una escala diatónica (Caivano, 1994).

Con respecto a la saturación, Caivano (1994) indica que es la característica que le confiere la complejidad a un sonido. Por esto, realiza una comparación considerando que la pureza de un sonido, es decir desprovisto de armónicos, se puede comparar con la pureza del color. Cuando la luz emite su mayor cantidad de saturación representa un sonido más puro sin armónicos y cuando tiene una saturación reducida se compara con un sonido con armónicos que se acerca al ruido.

2.5 Max 8

Max es un software de programación creado en 1988 por Miller Puckette, inicialmente para implementarlo en una presentación de un concierto organizado por IRCAM Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique, el cual era dirigido por Pierre Boulez, con el propósito de crear actuaciones en vivo de música electrónica. El programa fue desarrollado dando la posibilidad a los compositores de customizar el software con las piezas musicales que ellos prefieran. Su distribución comercial comienza en 1990 siendo patentado por Puckette y Opcode Systems. A mediados de los noventa, la compañía Cycling' 74 toma el control del desarrollo de Max implementando una extensión llamada MSP (Max Signal Processing) que permite la síntesis de audio en tiempo real (Sheffield, 2015). Actualmente su última versión es Max 8.

El espacio de trabajo en Max se conoce como *patcher*, el cual es un lienzo en blanco donde el usuario puede ubicar diferentes objetos, los mismos tienen varias funciones dependiendo del comando escrito que se le asigne. Cada objeto tiene puertos de entrada *inlets* y de salida *outlets* de información. En el caso del objeto *button*, el botón recibe un comando de activación a través del inlet y genera una orden de comando a través del outlet, el mensaje que envía o recibe este objeto se denomina *bang* (Manzo, 2016).

Max puede trabajar en diferentes vistas o modos. El primero es *patching mode*, donde se tiene la libertad de crear objetos, conectarlos y ubicarlos en diferentes lugares del patcher. En el modo *locked*, el patcher funcionará como un programa, pero no se podrá editar sus elementos. De esta manera, se puede acceder a una vista previa de funcionamiento (Manzo, 2016).

Los objetos a los que se puede acceder en Max son diversos y realizan diferentes funciones, especialmente dentro del ámbito de lo audible y lo visual. El software implementa varios tipos de programación, entre ellos también se encuentra Jitter el cual permite procesar señales MIDI, audio y video, recopilando datos en 3 dimensiones, por lo que se acopla muy bien al procesamiento de imágenes (Sheffield, 2015).

3 Enfoque Metodológico

Se ha empleado un enfoque de investigación cualitativo, debido a que se encamina a la comprensión y exploración de un fenómeno profundizando en significados e interpretaciones de los elementos que rodean a un tema específico (Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). En este proyecto se recopila información teórica e histórica sobre la relación del color y el sonido para posteriormente estudiarlos e interpretarlos y así poder llegar a cumplir los objetivos propuestos.

3.1 Método

En este proyecto se ha utilizado el método de investigación documental, puesto que se basa en un proceso lógico de diferentes pasos que surgen a partir de un problema específico acudiendo a la información encontrada o publicada en documentos científicos de un determinado tema, aplicando el análisis, la recopilación y la interpretación de su contenido (Muñoz, 2011).

3.2 Instrumentos

Los instrumentos que se consideran para este tipo de investigación son el análisis de documentos impresos, fonográficos o digitales, los cuales han sido utilizados en la elaboración de este proyecto. Esta investigación dirige especial atención a los antecedentes de la relación entre color y sonido, las cualidades artísticas plasmadas en el libro Sueño de Haruki Murakami, las características principales de la imagen y los aspectos teóricos y musicales del sonido para poder ser aplicados a una herramienta digital. De esta manera, se ha recopilado información teórica y técnica para llegar a una conclusión y poder desarrollar el producto final.

4 Resultados

Una vez concluida la elaboración del producto se ha llegado a obtener resultados teóricos y prácticos que ayudan a visualizar los aportes de esta investigación. Por un lado, mediante el análisis de los estudios académicos previos, se ha logrado definir una nueva forma de conexión entre la imagen y el sonido desde un punto de vista musical. Este proceso ha permitido desglosar la imagen en tres parámetros medibles determinados por el espacio de color digital HSI (tono, saturación, intensidad), para luego realizar un mapeo hacia tres características específicas del sonido: la frecuencia, el timbre y la amplitud.

De esta forma, se puede dar paso al desarrollo de una herramienta musical digital que pueda ser utilizada de manera automática para analizar cualquier obra o producto visual, y así poder establecer una relación artística más directa entre las obras visuales y musicales. En el caso de este proyecto, la investigación dará paso a la aplicación de esta herramienta a los procesos de producción de un tema musical basado en ilustraciones específicas de un artista.

5 Realización del proyecto

El producto final de esta investigación inicia con la obtención de sonidos mediante el análisis del color de las ilustraciones del libro *Sueño* (2013), y posteriormente se aplican esos resultados a la composición y producción de un tema musical.

5.1 Desarrollo del instrumento digital en Max 8.

Como se menciona anteriormente, para la realización de este proyecto se ha decidido utilizar como eje principal a la herramienta Max 8. Dentro de este software se ha desarrollado un instrumento virtual (*Max Instrument*) programado para lograr establecer una relación entre los parámetros digitales del color con los parámetros del sonido. Un aspecto importante de este instrumento es que el mismo se convierta en una herramienta musical útil para la producción de temas inéditos de cualquier género, además de ser capaz de desenvolverse en actividades interpretativas y compositivas.

El funcionamiento de este dispositivo comienza con la carga de 5 imágenes que el usuario podrá escoger en tiempo real y la imagen escogida se almacena en un objeto matriz (*matrix*). Posteriormente, la matriz dividirá a la imagen en una grilla de 15 x 15 secciones para poder optimizar el procesamiento, cada sección de la grilla representa un nuevo píxel y despliega valores específicos de colores digitales en la escala R G B. Mediante programación se ubica las coordenadas X y Y de cada píxel, de esta manera se establece un escaneo basándose en el estudio de Meijer (1992), el cual plantea una lectura píxel por píxel de una imagen, arrojando valores individuales de coordenadas.

Una vez ubicadas las coordenadas X y Y del píxel, se procede a extraer los valores de rojo, verde y azul de la matriz, expresándolos numéricamente en la escala de 0 a 255. Estos valores se transforman al espacio de color HSL mediante la fórmula universal de conversión digital de los mismos, para poder

ser analizados basándose en el artículo de Caivano (1994). El artículo menciona el mapeo de los parámetros conectando el tono del color (H) a un intervalo determinado, saturación del color (S) al timbre del sonido y luminancia (L) a la amplitud o volumen. De esta manera, se puede establecer una relación paramétrica sólida.

Para la correspondencia de tono de color y frecuencia se toma como referencia al círculo cromático de Isaac Newton mencionado por Caivano (1994), el cual divide a los colores en 7 partes (rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta) y se lo asocia a la escala diatónica de 7 notas (do, re, mi, fa, sol, la, si). Esto significa que, si el color del píxel que se despliega es rojo, se mantiene en la nota raíz, si el color es anaranjado, se traduce a un intervalo de segunda mayor y así sucesivamente. De esta forma, el color de cada píxel analizado de la imagen representará a un intervalo dentro de la escala diatónica, la cual basará su frecuencia fundamental en una nota dada por el artista.

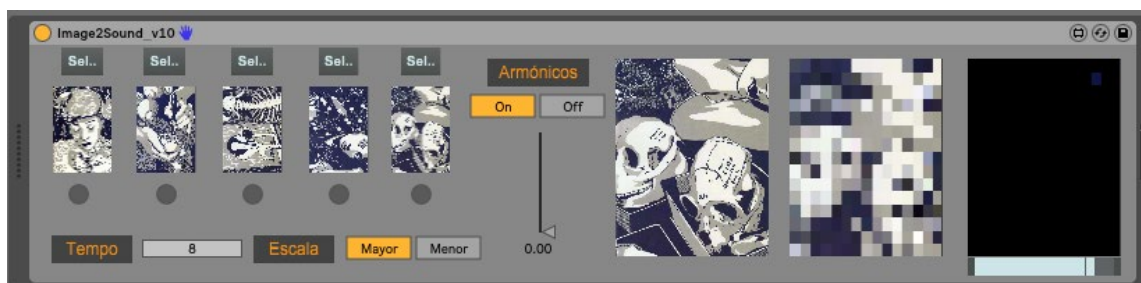


Figura 9 Versión 10 del instrumento virtual desarrollado en Max 8, encargado de escanear la imagen y transformarla a sonido en Ableton Live.

Por otro lado, el valor de luminancia, que también es medido en valores porcentuales, está asociado a la amplitud. Si la luminancia tiene un valor elevado, el volumen de ese sonido será de igual manera elevado. Si la luminancia tiene un valor reducido, sonará a un volumen bastante bajo. Con respecto al parámetro de saturación, el valor que normalmente es medido en una escala porcentual estará conectado a la cantidad de armónicos que tendrá

la frecuencia dada. Es decir que, si el valor de saturación de color es alto o puro, se activarán pocos o ningún armónico ya que el sonido se debe reflejar como puro. Por el contrario, si la saturación del color es baja o el color no es puro, su cantidad de armónicos será más alta.

El funcionamiento del instrumento virtual desarrollado permite al usuario decidir la velocidad de escaneo y establece la tonalidad dependiendo de la nota que escoja. Una vez que el artista presione la nota en un dispositivo de entrada MIDI, el escaneo de la imagen comenzará píxel por píxel de izquierda a derecha y desde arriba hacia abajo. De esta manera, se reproducirá un sonido a la vez dentro de una escala diatónica y respetando la velocidad inicial establecida.

Es por ende que esto permite a un músico escanear cualquier imagen digital para extraer sonidos y patrones melódicos que pueden ser utilizados en composiciones, interpretaciones y producciones musicales en base al análisis del color digital.

5.2 Composición

Según el análisis del artículo *Música y emociones: Un recorrido histórico a través de las fuentes* (Díaz, 2018), se considera que las tonalidades o modos mayores expresan sentimientos positivos como la alegría, mientras que los modos menores comunican melancolía. Para la composición de este tema se ha escogido la tonalidad de si menor, utilizando modulaciones en la mayor. Se utiliza una tonalidad menor y mayor por el contenido general del libro, que aborda temas como la muerte y el absurdo, pero a la vez menciona los sueños y los anhelos de las personas.

La composición se basa en la estructura narrativa del libro *Sueño* y se divide en tres momentos importantes: el primero describe la vida tranquila pero monótona de la protagonista, por esta razón se utiliza una dinámica baja e

incorpora en la instrumentación una guitarra eléctrica limpia acompañada de acordes sencillos. El ensamble de cuerdas se maneja con una dinámica relajada al igual que la batería digital, por lo tanto, se expresa el conformismo que parece ser inevitable. El motivo que brinda el instrumento virtual que escanea la imagen es repetitivo, por lo que se relaciona con la idea de esta primera parte de la historia.

La segunda parte constituye un punto de giro surrealista en donde la protagonista pierde el sueño y decide hacer las actividades que le apasiona, en este momento del tema, el instrumento virtual expresa sonidos inestables en tiempo, pero dentro de la tonalidad, esto expresa el cambio que va a haber en la canción. Posterior a esto la dinámica sube y las melodías de la guitarra se distorsionan cambiando el ambiente inicial del tema.

La tercera y última parte se centra en las reflexiones que tiene la protagonista refiriéndose a los cambios, los sueños y la muerte, se da cuenta que el tiempo no volverá y el final queda abierto a la interpretación. En la canción se involucra toda la instrumentación en tonalidad menor realizando un diálogo entre la melodía de la guitarra con el instrumento virtual, lo cual indica el autoanálisis del personaje.

5.3 Producción: tracking y mezcla

La producción del tema está realizada en su mayoría de manera digital en el DAW Ableton Live. Sin embargo, se incorporan técnicas específicas para la grabación de la guitarra eléctrica.

Para la producción de la batería se utiliza dos kits digitales superpuestos con diferentes texturas, la primera abarcando el rango de las frecuencias graves y la segunda concentrándose en las frecuencias medias y altas. De esta manera, el control del sonido sobre la parte percusiva es más flexible y se genera un mayor empuje. En cuanto al bajo, se utiliza la misma técnica, esta

vez combinando un sub-bajo con un bajo digital distorsionado, es así como se le da más cuerpo, principalmente en las secciones donde la dinámica sube.

Por otro lado, para el ensamble de cuerdas se utiliza un plugin digital que genera notas largas, a esto se le añade una compresión de señal para impulsar una mejor presencia. También, se utiliza un piano digital aplicando efectos de *delay* y *reverb*. Además, se utiliza un sintetizador que transporta el sonido de un bajo a frecuencias altas y altera su afinación.

Para la grabación de las guitarras se utiliza un micrófono dinámico SM57 en una posición *on center* (Miles Huber & Runstein, 2010), apuntando directamente al centro del cono del amplificador para que el sonido sea más brillante. Además, se utiliza un micrófono de condensador AT2020 para captar el cuerpo del amplificador y las reflexiones de la habitación.

Con respecto al instrumento virtual encargado de escanear la imagen, además de los sonidos generados por las ilustraciones, se aplica diferentes efectos como *tape echo*, *delay*, y *phaser* para darle una textura única.

6 Conclusiones y Recomendaciones

Este proyecto constituye un interesante acercamiento a la relación entre color y sonido desde el punto de vista musical. Se ha logrado cumplir los objetivos investigativos y se estableció una relación justa entre la imagen y la música. Por otro lado, se ha podido observar un diálogo entre diferentes artes como la ilustración digital, la literatura y la música, ofreciendo posibilidades de creación para músicos con un enfoque interdisciplinario.

6.1 Dificultades

Como dificultades para el proceso de investigación se considera a la extensa diferencia física que existe entre el sonido y el color. Los estudios realizados hacen un acercamiento basado en comparaciones psicofísicas y también paramétricas, sin embargo, la luz y el color se mueven de una manera muy

distinta a la del sonido y la música. Es por esto que los científicos siguen sus investigaciones sobre esta relación tan importante dentro del mundo artístico.

6.2 Hallazgos

Dentro del proceso de elaboración del producto se ha podido encontrar distintas maneras de programación para llegar a establecer la conexión entre los parámetros del color y el sonido. En este proyecto se ha logrado un método musical de traducción entre estos dos fenómenos que no se ha realizado antes, utilizando la reproducción de notas musicales por separado similar a la ejecución de un arpeggio.

6.3 Recomendaciones y líneas de investigación

Con respecto al proyecto realizado, se puede recomendar la mejora del instrumento virtual desarrollado para la transformación del color al sonido en los siguientes puntos:

- 1) Implementación de mejoras en cuanto a almacenamiento permanente de las imágenes.
- 2) Diversificar las figuras de ondas de sonido que se pueden utilizar para que el artista pueda tener mayor libertad de elección.
- 3) Ampliar la disponibilidad de escalas musicales e intervalos que se pueden conectar al escanear la imagen.
- 4) Mejorar la interfaz del usuario para mayor desempeño del músico, tanto para producción musical como para composición y performance.

La aplicación de las nuevas tecnologías permite seguir indagando en esta conexión mediante distintas herramientas y así, tomar impulso para poder innovar la manera de crear música a través de la inspiración en otras expresiones artísticas.

Referencias

- Aparici, R., & García, A. (2008). *Lectura de imágenes en la era digital*. Madrid: Ediciones De La Torre.
- Barrass, S. (1994). A naturally ordered geometric model of sound. *Synaesthetica 1994*. Canberra: CSIRO Division of Information Technology.
- Caivano, J. L. (1994). Color and Sound: Physical and Psychophysical Relations. *COLOR. Resarch and application* , 126-133.
- Castillo, J. (2012). *La composición de la imagen: Del Renacimiento al 3D*. Madrid: Paraninfo.
- Cavaco, S., Henriques, T., Mengucci, M., Correia, N., & Medeiros, F. (2013). Color sonification for the visually impaired. *Procedia Technology*, 1048 - 1057.
- Corey, J. (2010). *Audio Production and Critical Listening*. Burlington: Focal Press.
- Cuartas, M. A. (2016). La producción musical como objeto de estudio musicológico: Un acercamiento metodológico a su análisis. *Cuadernos de Etnomusicología*, 20-47.
- Deville, B., Bologna, G., Vinckenbosch, M., & Pun, T. (2009). See CoLoR: Seeing Colours with an Orchestra. En D. Lalanne, & J. Kohlas, *Human Machine Interaction* (págs. 251 - 279). Berlin: Springer.
- Díaz, M. T. (2018). Música y emociones: Un recorrido histórico a través de las fuentes. *Revista de Psicología (UNLP)*, 67-81.
- Eck, D. (2018). *Introduction to Computer Graphics*. Geneva: Department of Mathematics and Computer Science.

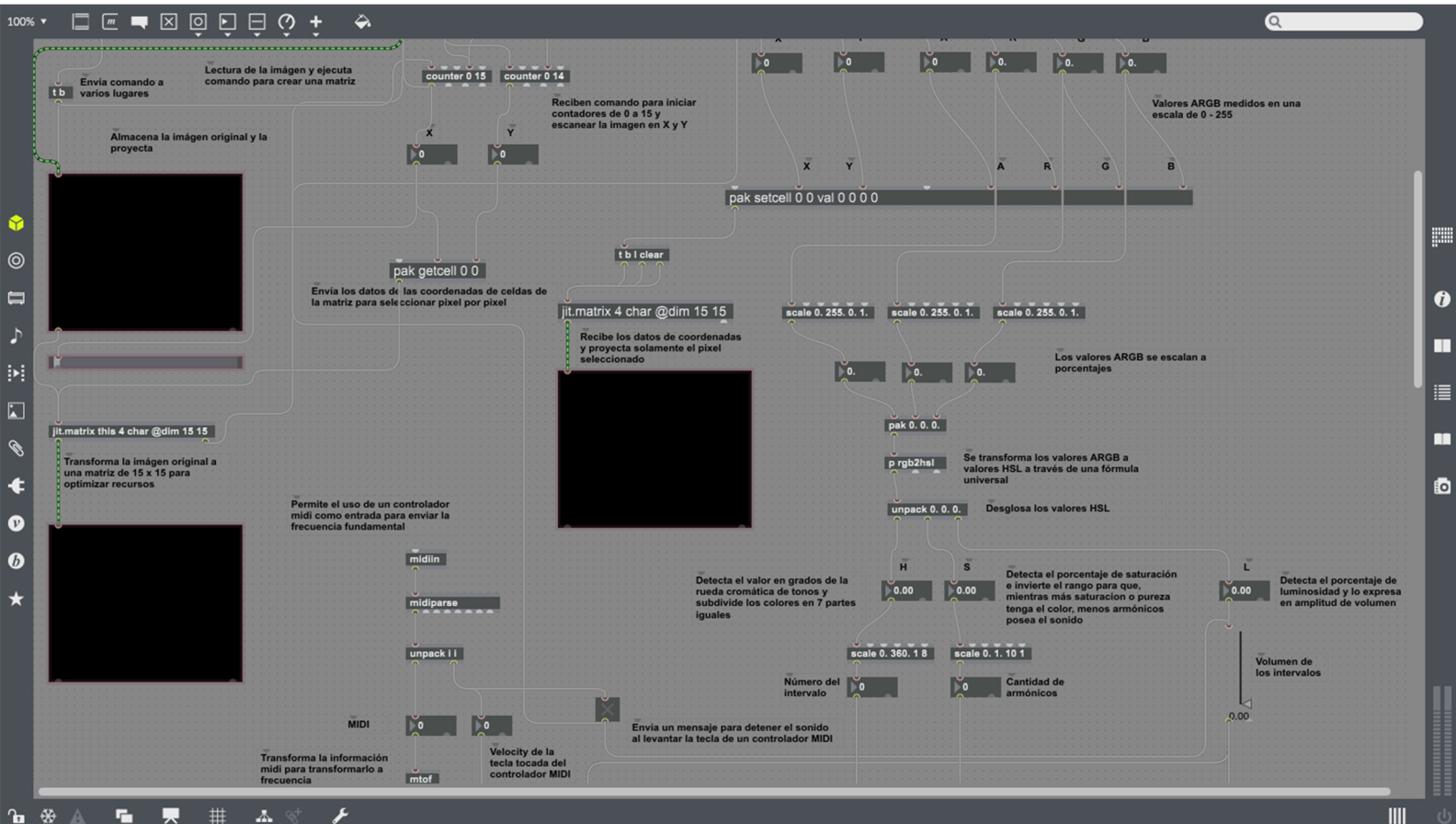
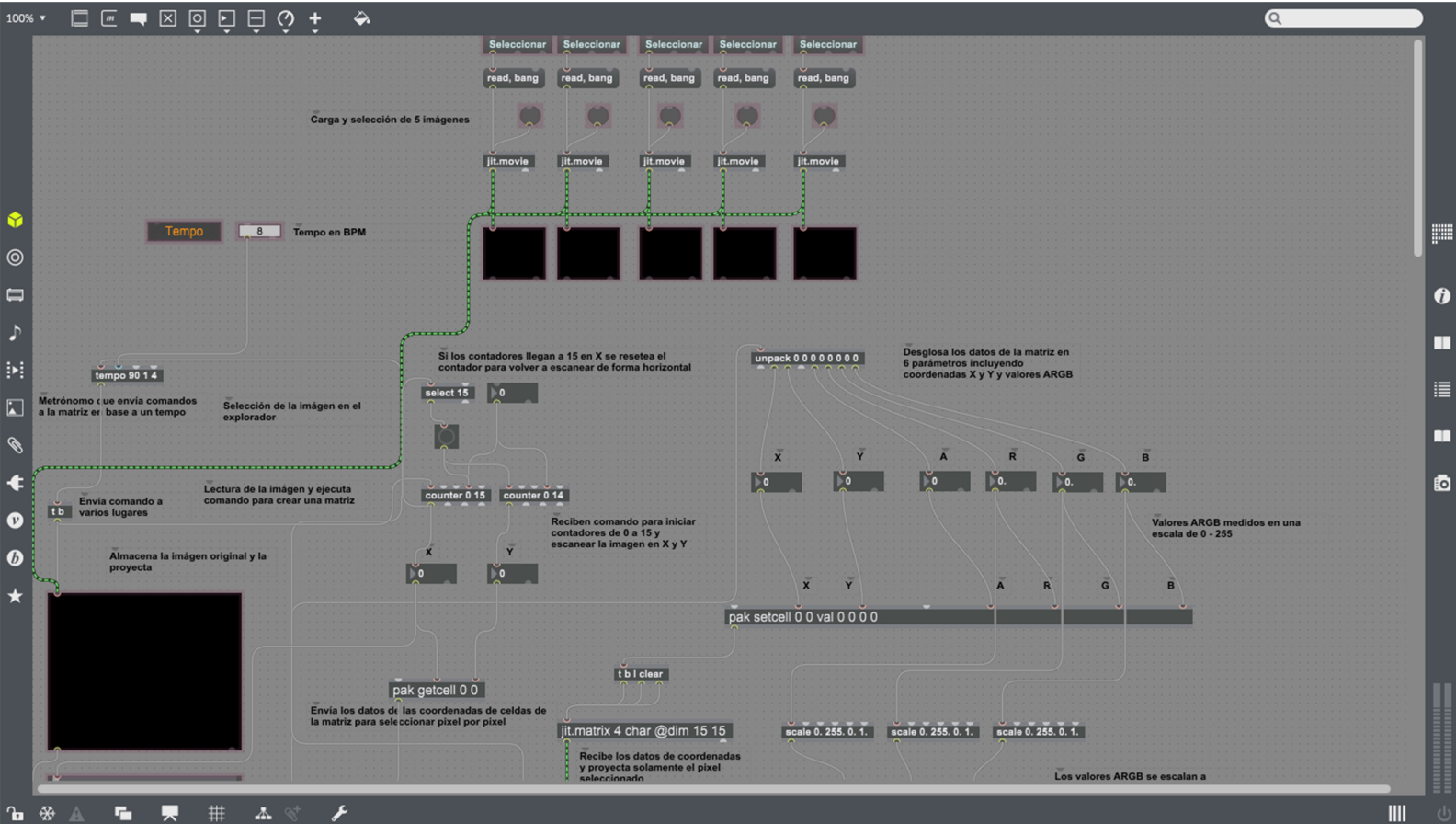
- Eggers Lan, M., & Dilon, A. (2014). *Artes visuales: producción y análisis de la imagen*. Buenos Aires: Editorial Maipue.
- Espinosa, J., Fernández, M., & Vallez, N. (2016). Operaciones sobre el Histograma y Filtrado de la Imagen. En E. Alegre, G. Pajares, & A. Escalera, *Conceptos y métodos en Visión por Computador* (págs. 31-46). Barcelona: Grupo Visión del Comité Español de Automática.
- Gibson, D. (2006). *The Art of Mixing: A Visual Guide to Recording, Engineering, and Production*. Cengage Learning.
- González, V. (19 de enero de 2019). *Crítica: "Sueño", de Haruki Murakami*. Obtenido de Todo Literatura;: <https://www.todoliteratura.es/noticia/50541/criticas/sueno-de-haruki-murakami.html>
- Hegarty, S. (19 de Octubre de 2011). *Haruki Murakami: el escritor japonés que conquistó el mundo*. Obtenido de BBC: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/10/110823_murakami_haruki_japon_escritor
- Izhaki, R. (2012). *Mixing Audio: Concepts, Practices and Tools*. Oxford: Focal Press.
- Jackson, W. (2015). *Digital Image Compositing Fundamentals*. New York: Apress.
- Kinsler, L., Frey, A., Coppers, A., & Sanders, J. (2000). *Fundamentals of Acoustics*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Manzo, V. (2016). *Max/MSP/Jitter for music: a practical guide to developing interactive music systems for education and more*. New York: Oxford University Press.
- Martín, D., García, F., & Armingol, J. (2016). El color: Modelos y transformaciones de los espacios de color. En E. Alegre, G. Pajares, &

- A. Escalera, *Conceptos y métodos en Visión por Computador* (págs. 47-60). Barcelona: Grupo Visión del Comité Español de Automática.
- Meijer, P. (1992). An Experimental System for Auditory Image Representations. *Transactions on Biomedical Engineering*, 112-121.
- Miles Huber, D., & Runstein, R. (2010). *Modern Recording Techniques*. Burlington: Focal Press.
- Müller, M. (2015). *Fundamentals of Music Processing*. Cham: Springer.
- Muñoz, C. (2011). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.
- Murakami, H., & Menschik, K. (2013). *Sueño*. Buenos Aires: Libros del Zorro Rojo.
- Owsinski, B. (2016). *The Music Producer's Handbook*. Milwaukee: Hal Leonard Books.
- Petrusa, J. (2010). *Técnicas de análisis de imagen*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia (PUV).
- Reck, E. (2002). *Computer Sound Design*. Oxford: Focal Press.
- Rumsey, F., & McCormick, T. (2014). *Sound and Recording Applications and Theory*. Burlington: Focal Press.
- Russ, M. (2008). *Sound Synthesis And Sampling*. Burlington: Focal Press.
- Sampieri, R. H., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: McGraw Hill Interamericana.
- Schellenberg, G. (1994). Frequency ratios and the perception of tone patterns. *Psychonomic Bulletin & Review*, 191-201.
- Scherer, F. (29 de Septiembre de 2018). Kat Menschik, la ilustradora que dibuja los sueños de Murakami. *El Tiempo*.

- Sheffield, M. (02 de 03 de 2015). *Max/MSP for average music junkies*. Obtenido de Hopes&Fears: [view-source:http://www.hopesandfears.com/hopes/culture/music/168579-max-msp-primer](http://www.hopesandfears.com/hopes/culture/music/168579-max-msp-primer)
- Shirley, P., & Marschner, S. (2016). *Fundamentals of Computer Graphics*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Sueur, J. (2018). *Sound Analysis and Synthesis with R*. Cham: Springer.
- Sundararajan, D. (2017). *Digital Image Processing*. Singapore: Springer.
- Winner, E. (2018). *The Audio Expert: Everything you need to know about audio*. New York: Taylor & Francis.
- Wong, R. (20 de Agosto de 2014). *Sueño – Haruki Murakami*. Obtenido de El Anaquel | Blog Literario: <https://el-anaquel.com/2014/08/20/sueno-haruki-murakami/>
- Zhang, X., Wang, J.-M., Duan, X.-J., & Sun, Y.-K. (2014). An Efficient Method of Image-Sound Conversion Based on IFFT for Vision Aid for the Blind. *Lecture Notes on Software Engineering*, 54-57.

ANEXOS

Capturas de pantalla del desarrollo del producto en Max 8 y Ableton Live.

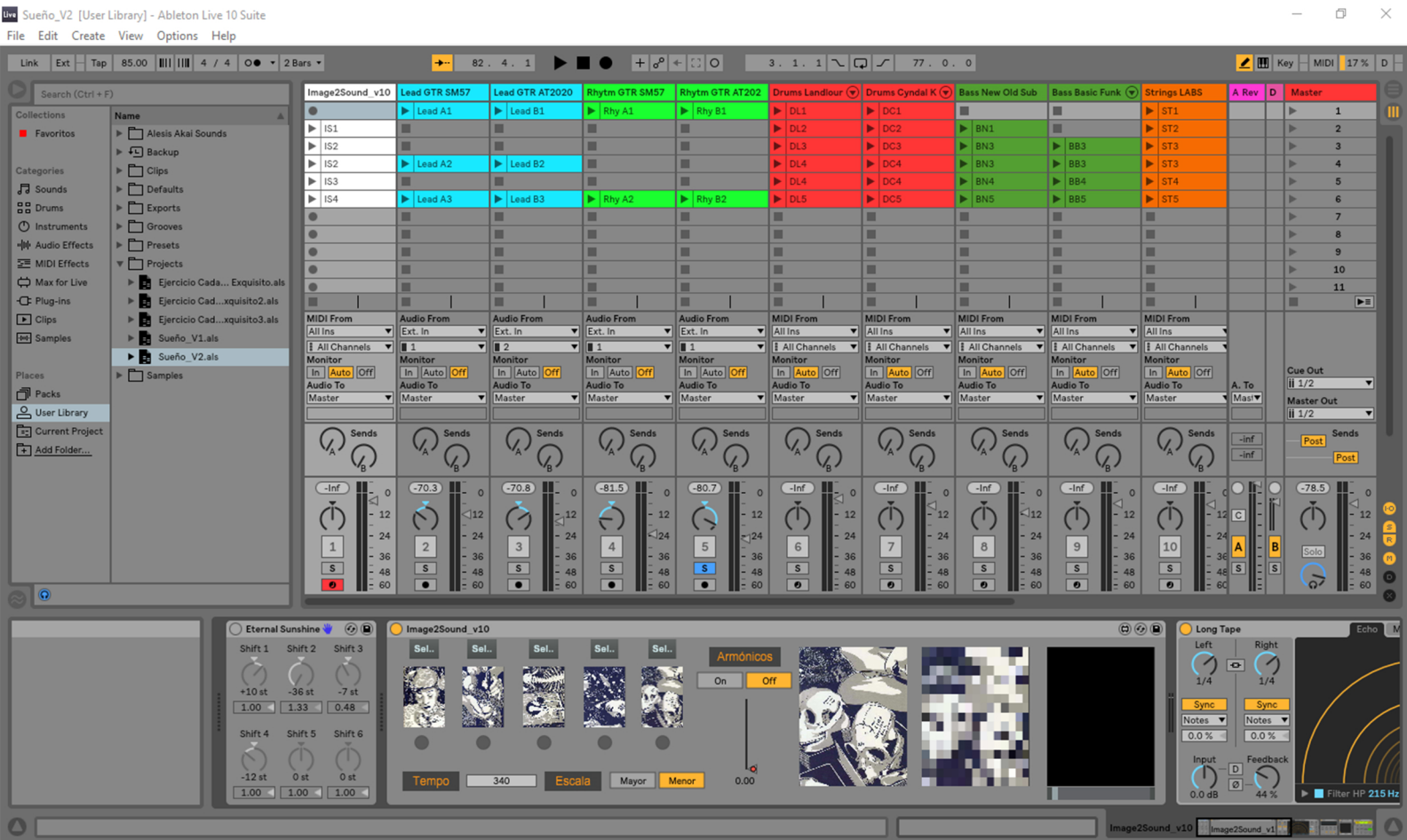
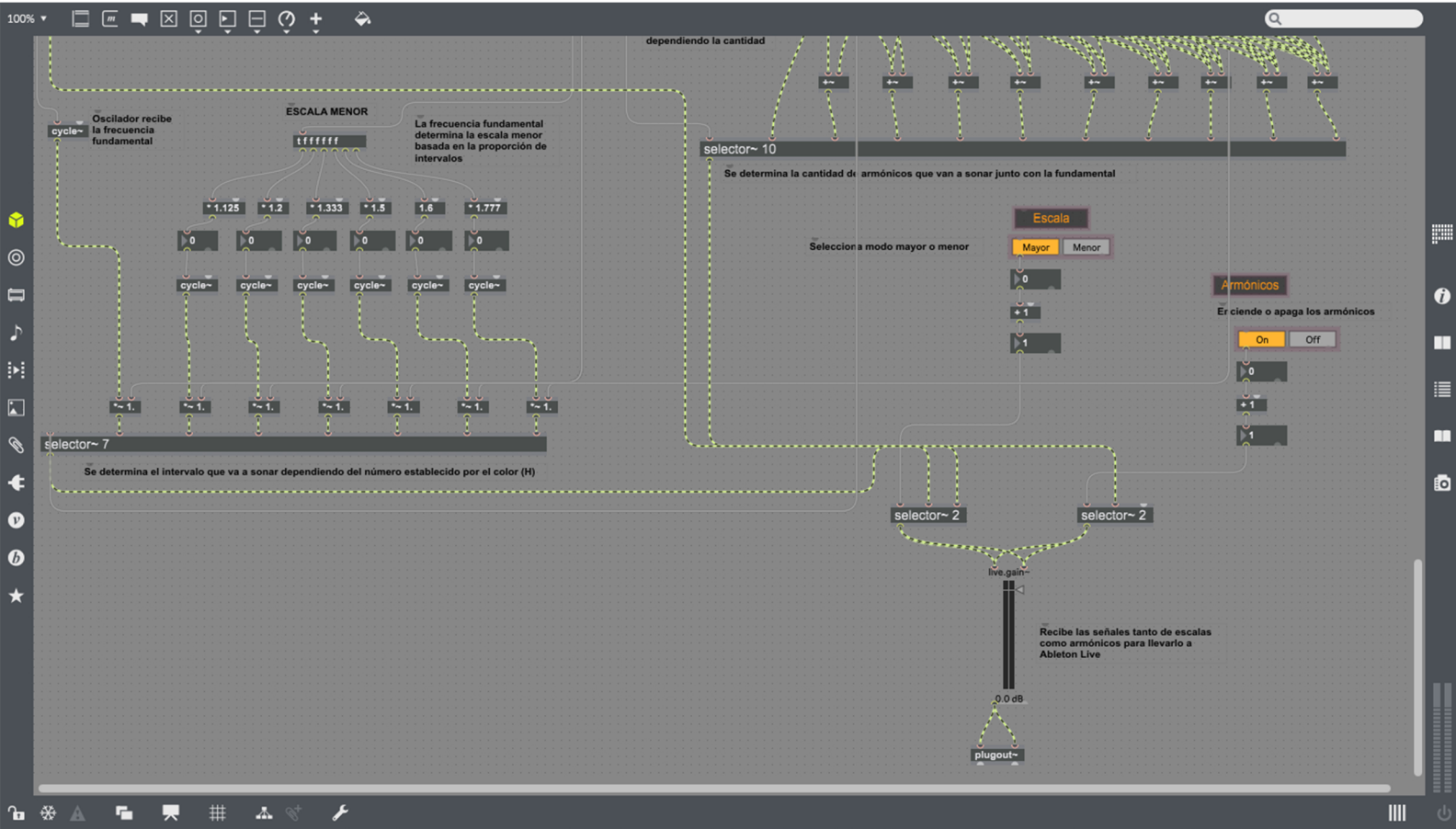


Capturas de pantalla del desarrollo del producto en Max 8 y Ableton Live.

This screenshot shows a Max/MSP patch designed for generating harmonics from MIDI input. The process begins with a MIDI message box that triggers a 'mtof' (MIDI to Frequency) object. The resulting frequency is then processed by a 'scale' object with a list of intervals: 0.127, 0.1. This frequency is then used to calculate the fundamental frequency for two scales: 'ESCALA MAYOR' (Major Scale) and 'ESCALA MENOR' (Minor Scale). The Major Scale section uses a list of intervals: 1.125, 1.25, 1.333, 1.5, 1.687, 1.898. The Minor Scale section uses: 1.125, 1.2, 1.333, 1.5, 1.6, 1.777. Each interval is multiplied by the fundamental frequency and then passed through a 'cycle~' object to generate a sine wave. The amplitude of these harmonics is controlled by a 'selector~ 7' object, which is linked to a MIDI controller. The final output is a sum of the generated harmonics, controlled by a 'scale 0.127 0.1' object and a 'Volumen de los armónicos' (Volume of harmonics) slider.

This screenshot shows the same Max/MSP patch with additional control elements. A 'selector~ 10' object is used to determine the number of harmonics to be summed, with a range from 0 to 10. Below this, there are two buttons for 'Escala' (Scale): 'Mayor' (Major) and 'Menor' (Minor). A 'selector~ 10' object is also present, which is linked to a MIDI controller. At the bottom right, there are two buttons for 'Armónicos' (Harmonics): 'On' and 'Off', with a 'selector~ 10' object below them. The patch also includes a 'Volumen de los armónicos' (Volume of harmonics) slider and a 'selector~ 7' object for interval selection.

Capturas de pantalla del desarrollo del producto en Max 8 y Ableton Live.



Capturas de pantalla del desarrollo del producto en Max 8 y Ableton Live.

Screenshot of Ableton Live 10 Suite interface showing the arrangement view for 'Sueño_V2'. The interface displays a multi-track arrangement with 13 tracks: TR SM57, Rhythm GTR AT202, Drums Landlour, Drums Cyndal K, Bass New Old Sub, Bass Basic Funk, Strings LABS, Piano Nocturn, Synth Fake Liv, and 13 Hollow Point. Each track has a MIDI piano roll and an audio waveform. The bottom of the screen shows the Image2Sound_v10 plugin interface with various settings like Tempo (340), Escala (Mayor/Minor), and Armónicos (On/Off).

Screenshot of Ableton Live 10 Suite interface showing the arrangement view for 'Sueño_V2*'. The interface displays a multi-track arrangement with 13 tracks: Image2Sound, Lead GTR SM5, Lead GTR AT2, Rhythm GTR S, Rhythm GTR AT, Drums Landlour, Drums Cyndal, Bass New Old, Bass Basic Funk, Strings LABS, Piano Nocturn, A Reverb, B Delay, and Master. The tracks are color-coded and have various settings. The bottom of the screen shows the Image2Sound_v10 plugin interface with various settings like Tempo (340), Escala (Mayor/Minor), and Armónicos (On/Off).

