

La Espacialidad del sonido y la Escucha Activa

Gustavo Felipe Guaje Herrera

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Bellas Artes

Departamento de Educación Musical

Licenciatura en Música

Bogotá – Colombia

Noviembre 2020

La Espacialidad del sonido y la Escucha Activa

Trabajo de grado como requisito para optar el título de Licenciado en Música

Gustavo Felipe Guaje Herrera

Cód. 2017175028

Asesor

Héctor Wolfgang Ramón Rojas

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Bellas Artes

Departamento de Educación Musical

Licenciatura en Música

Bogotá – Colombia

Noviembre 2020

La espacialidad como una categoría de análisis del sonido

Resumen

Desde la prehistoria el ser humano ha dejado expresa su relación con el espacio. Las cuevas Geibenklösterle, Pekárna, Nerja, son el reflejo que desde el paleolítico se datan las primeras relaciones entre sonido, ritual y espacio. Se reconoce el comportamiento o movimiento del sonido dentro de un lugar específico, destacando de este su influencia sobre la percepción. La constitución de las civilizaciones como la egipcia o Mesopotamia, proliferaron la determinación de un espacio con una carga significativa puntual, que permitieron pensar al ser humano llegando a civilizaciones como la griega y la romana en la acústica arquitectónica lo cual concluyo en la determinación de un lugar para un ritual específico esto gracias al comportamiento exacto del sonido por un entorno.

Sin embargo, el uso consciente de las posibilidades espaciales en la composición musical se data en el siglo XV. La policoralidad renacentista de la Catedral de San Marcos, Venecia, nos da un ejemplo a partir del cual podemos datar el primer referente de espacialidad (capacidad de direccionalidad del sonido en un espacio) en la música. Sin embargo, con el nacimiento de la grabación en el siglo XIX y el desarrollo de tecnológico en el siglo XX llegamos a un siglo XXI con un control del sonido en el espacio como nunca se había realizado antes. La música, el cine y la multimedia han utilizado el espacio de formas muy originales al mover objetos sonoros a través de altavoces o audífonos, creando ricos universos de escucha.

En el siglo XXI hemos alcanzado la socialización de las tecnologías, es decir, el acceso masivo a los medios tecnológicos para el consumo y creación, que hasta finales del siglo XX solo estaban al alcance de grandes industrias. Si bien antes la creación de un espacio sonoro, con un sonido envolvente y multicanal estaba condicionado a los grandes costos de artefactos con sistemas específicos, hoy en día se puede concebir, elaborar y producir un proyecto de tipo multimedia a través de un computador personal, su software correspondiente y algunos otros elementos donde la implementación de la espacialidad enriquece en calidad, por ende, amplia las posibilidades de recepción de dicho material a partir de la estimulación de la escucha activa

La formación en las TIC es menester a la formación docente, pero en la actualidad no es suficiente el conocimiento de forma superficial de los medios digitales con fines pedagógicos. La creación de materiales didácticos tipo multimedia en la actualidad demanda la recopilación de avances tecnológicos, representados en productos de alta definición, factor que se ve reflejado en la aceptación o no del material por parte de los estudiantes. La espacialidad influye en la percepción auditiva con relación a la escucha activa y el paisaje sonoro, por ende, su utilidad como didáctica pedagógica encuentra un campo de aplicación de gran utilidad y pertinencia al potenciar el sonido de una condición realista.

Palabras Clave

Espacialidad, audición, audiovisual, multimedia.

Contenido

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	3
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
JUSTIFICACIÓN	4
METODOLOGÍA	6
ANTECEDENTES.....	7
CAPÍTULO 1: Sonido, Audición y Percepción	9
Características físicas del sonido.	9
Audición humana	14
Sistema auditivo periférico	15
Sistema auditivo Central	17
Percepción auditiva.....	17
Localización del sonido.....	18
Localización en el plano azimut de fuentes sonoras	19
Localización en el plano elevación de fuentes sonoras	22
Localización en el plano distancia de fuentes sonoras	25
Modos de escucha.	27
CAPÍTULO 2: La espacialidad, un recorrido por la humanidad	31
La espacialidad en el medio acústico:	35
La espacialidad en el medio Electroacústico:	42
Historia del registro sonoro	43
Técnicas de grabación y disposición de reproducción:	52
Espacialidad en música electroacústica.	59
Posibles Aspectos técnicos para lograr espacialidad	62
La espacialidad del sonido en el audiovisual.	63
La espacialidad en el cine	65
La espacialidad en la televisión	72
La espacialidad del sonido en la multimedia.	73
La espacialidad en los videos juegos	75
CAPÍTULO 3: La espacialidad como una herramienta didáctica	79
La cúspide de la espacialidad.....	79

La importancia de la producción del audio en los diseños de materiales multimedia para la enseñanza.....	81
CONCLUSIONES.....	87
Bibliografía	89
Ilustración 1. Onda longitudinal (SINTEC, 2006).....	10
Ilustración 2. Velocidad del sonido en medios diferentes (SINTEC, 2006)	11
Ilustración 3. Diferencia interaural de tiempo (Lebrón Ruiz, 2006).....	20
Ilustración 4. Diferencia interaural de intensidad (Lebrón Ruiz, 2006).....	22
Ilustración 5 Figuras de Chladni (Mershon & Philbeck, 1991).....	43
Ilustración 6 Señal de acústica a digital (Pc Midi Center)	50
Ilustración 7 Sistemas de Reproducción	55

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La evolución de la especie humana con sus notables desarrollos físicos nos permitió el perfeccionamiento de un hábil y profundo enlace informático que se desencadena desde el momento en que recibimos un estímulo auditivo como fenómeno físico, hasta su conducción fisiológica y posterior interpretación por parte de nuestro cerebro. La especie humana no es la más hábil por evolución en la localización de las fuentes sonoras, sin embargo, podemos ubicar un sonido en el espacio de una forma rápida, clara y sencilla; esta habilidad con la capacidad de almacenar una gran base de datos sonoros con un significado particular contribuyó a la supervivencia y desarrollo de la especie humana, por ejemplo, detectar un sonido de alerta.

La elaboración de significado que le damos a los sonidos resultan ser procesos psicológicos posteriores a la percepción auditiva que se transforman en estados de ánimo, estímulos, recuerdos de personas o sensaciones anímicas. Si reflexionamos acerca de las condiciones estructurales que componen el sonido, comprendemos que estamos constantemente expuestos a estímulos auditivos, lo que nos lleva a afirmar que no podemos aislarnos de él en condiciones cotidianas por ende tampoco de su carga significativa.

Nuestro paisaje sonoro se compone por infinidad de sonidos, estímulos que varían constantemente dependiendo el contexto donde nos encontremos; tener conciencia de esto nos incentiva a pensar, en que los fenómenos sonoros pueden ser pensados y organizados para construir un discurso semiótico específico que tenga como fin generar una reacción emocional puntual ante la percepción sonora.

La experiencias sonoras, a priori está condicionada a esas elaboraciones semióticas que culturalmente le hemos dado al sonido, así mismo la calidad de esta experiencia también puede verse afectada por el espacio, ya sea por las condiciones acústicas del lugar o el movimiento del sonido dentro de este espacio. No es lo mismo tener una experiencia sonora de un concierto en un auditorio a un espacio abierto, no es lo mismo escuchar una canción en una mezcla monofónica a una estereofónica, no es lo mismo ver una película con diseño multicanal en un cine a esta misma película vista desde un televisor. El espacio suma influencias en el control del sonido para una reacción específica en la percepción.

El ser humano ha reflexionado sobre sonidos, espacios y percepción desde el paleolítico, de forma procesual a partir de los egipcios, el medioevo y la modernidad estas inquietudes han tomado constantemente más relevancia. La evolución tecnológica de finales del siglo XIX y todo el siglo XX reunió todas las inquietudes previas sobre la espacialidad del sonido, ahora gracias a la electricidad, era posible manipular la acústica de un lugar de forma no natural, es decir los fenómenos acústicos que antes solo podían percibirse por la construcción de un lugar o instrumento específico, con la incursión de la electricidad, la grabación y reproducción del sonido por altavoces se permitió esta alteración del medio acústico natural.

El siglo XX permitió la recepción del sonido de la forma más remota hasta su sistema digital con sus procesamientos más audaces, pasando de la manipulación de uno, dos, o más canales de audio hasta su desarrollo actual donde por medio de un algoritmo podemos tener una escucha de 360° con solo unos audífonos lo que genera la sensación auditiva de 3D.

El desarrollo tecnológico, como la carga semiótica de los sonidos, así mismo como las reflexiones sobre los modos de escucha y su papel, permitieron que en este siglo se llevara a la cúspide el uso interdisciplinar del sonido con otras artes. La multimedia en su capacidad de reunir material de diferentes medios, expresa un recorrido histórico de reflexiones y aplicaciones, que reflejan el devenir conceptual sobre la influencia de la espacialidad del sonido en la percepción.

Como nativos digitales podemos concebir los humanos nacidos a partir del siglo XXI, a pesar de que las personas que nacimos previo a esta fecha, podamos adaptarnos al mundo digital con facilidad, en nuestra idiosincrasia existen antecedentes que nos hacen por completo, generaciones diferentes. Estas personas de forma natural juzgan los productos multimedia con una alta exigencia, traigamos a colación el ejemplo de mi sobrino de 9 años, al venir a mi casa donde hay un televisor con excelentes características a mi juzgamiento (Smart tv) cuando se dispone a ver sus programas televisivos, aborrece la experiencia que le ofrece este televisor al punto de desistir de ver su programa favorito, argumentando que no ve, no escucha y por eso no siente lo que siente cuando está en su casa viendo televisor, en su casa tiene un televisor con 7 años de diferencia al mío, el cual maneja claramente unas mejores características las cuales permiten la realización de productos con altas definiciones que hacen cada vez más las experiencias realistas.

La creación de productos artísticos y/o pedagógicos de tipo multimedia o donde el sonido tiene participación, ve como un posible factor que haría que se desechara, la nula articulación con las posibilidades de creación de alta definición. En la actualidad la sociedad de forma inconsciente espera que el diseñador de este producto tenga el conocimiento que le permita la elaboración artística con las características más actualizadas. En contexto a este trabajo, cada que se percibe un producto multimedia se espera que el diseñador sonoro reúna las reflexiones milenarias, que den cuenta en la expresión artística, este recorrido histórico.

Es de costumbre el uso de aparatos tecnológicos personales en nuestros días (celulares, tabletas, portátiles). Se ha convertido en masivo el consumo de productos multimedia, haciendo evidente y necesario el uso del sonido, con un diseño que evidencie que está a la altura de un producto de alta definición. Gracias a los atributos que tiene la espacialidad para la escucha activa por medio de la recreación y movimiento del sonido en un espacio, así mismo como su amplia aplicación semiótica, la articulación de la espacialidad en productos multimedia hará por cuenta de lo sonoro, inmersiva la experiencia favoreciendo la aceptación del producto.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo el diseño de espacios acústicos, controlado a través de las técnicas de espacialidad sonora, influye en la escucha activa del sujeto?

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar por medio de una revisión documental la importancia del uso y desarrollo de la espacialidad del sonido como un componente esencial en la producción y diseño sonoro, capaz de incidir en la percepción auditiva.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las condiciones estructurales del sonido, visibilizando la espacialidad como una categoría de análisis.
2. Analizar el proceso auditivo en los humanos, identificando la capacidad física y cognitiva de ubicar los sonidos en el espacio.
3. Registrar el análisis de la acústica como un medio de injerencia sensitiva.
4. Examinar por medio de un recorrido histórico el concepto de espacialidad visibilizando su relación con la escucha activa a partir del desarrollo tecnológico y conceptual.
5. Proponer discusiones en torno a la implementación de la espacialidad del sonido en la multimedia como una herramienta didáctica.

JUSTIFICACIÓN

Haciendo un barrido histórico, podemos referenciar como el ser humano siempre ha buscado la exploración sonora, queriendo modificar las características del paisaje sonoro de un determinado contexto, ya sea por medio de instrumentos con timbres nuevos, técnicas de composición, técnicas de grabación, géneros musicales o herramientas como la espacialidad sonora, que son búsquedas por transformar la escucha por parte de un público de pasiva a activa.

El manejo intencionado de los sonidos siempre ha ayudado al reto de representar, generar o inducir estímulos que construyen una imagen mental esto gracias al valor añadido que tienen las formas narrativas del sonido, por eso es un elemento que se articula de forma precisa con diferentes expresiones artísticas para la conducción de ideas.

La tecnología multimedia se perfecciona constantemente, y sus elementos internos son explorados de forma individual para integrarse, constituirse y dar paso a un desarrollo

general, traigamos un ejemplo a colación: el desarrollo gráfico que han tenido las imágenes desde las primeras producciones cinematográficas a la actualidad. Podemos entender que el sonido también por necesidad ha sufrido de diferentes experimentaciones, las cuales han aportado de manera significativa a la labor que ha adquirido para enlazar y constituir significados cuando se aúna a las representaciones visuales, experimentaciones que precisan ser resignificadas.

En la actualidad, consecuencia de los avances tecnológicos representados en los medios de producción, divulgación y consumo, contamos con un gran número de creaciones multimedia que surgen en lapsos cada vez más cortos como de años, meses o incluso días. Esto manifiesta una diferencia notable frente a décadas pasadas donde con facilidad se podían documentar y cuantificar los productos gracias que el número de producciones era más reducido.

Hay que reconocer que el ritmo de producciones multimedia se ha acelerado, desarrollado y evolucionado, aceptar esta realidad también nos permite comprender que las relaciones de los consumidores han sufrido de igual modo cambios y adaptaciones, transformando la atención de forma pasiva a activa, pero ¿Por qué, como desde el sonido podemos transformar un tipo de atención?

El músico que en su oficio desea la creación del diseño sonoro para productos multimedia, deberá no solo reconocer los avances producidos en la multimedia a nivel visual, sino todos los componentes estructurales del sonido, los avances tecnológicos que ha tenido desde el origen de la grabación, sus diferentes técnicas de producción y grabación, como sus posibles artefactos de reproducción. Para ello se enfrenta a la necesidad de conocer las diferentes posibilidades que ofrece el tratamiento del sonido, siendo la espacialidad una de estas herramientas que de la mano con el auge de producciones multimedia adquiere gran valor de estudio en la actualidad.

El pedagogo musical de la actualidad enfrenta muchos retos producto de los mismos avances tecnológicos, desafíos que han llevado a nuevas concepciones de la educación donde cada vez se insiste más en la articulación con las nuevas tecnologías. Conocer la incidencia del sonido en producciones multimedia, se convierte en una habilidad pedagógica que puede forjar didácticas, metodologías, que trasciendan a la aprehensión y aceptación de los contenidos en el aula de clase, esto gracias al significado que tiene la identificación del

paisaje sonoro que al resignificar la importancia del sonido transforma la escucha y la atención de forma pasiva a activa.

La espacialidad brinda un abanico amplio de posibilidades para el diseño de materiales multimedia con fines didácticos, que producto del desarrollo tecnológico, en la actualidad contamos con la posibilidad de implementar herramientas con gran facilidad, que décadas anteriores estaban destinadas a grandes industrias. Herramientas que nutren los materiales pedagógicos ampliando características de alta definición y por ende una mejor aprehensión.

METODOLOGÍA

El diseño metodológico de esta investigación es de tipo documental. Podemos referirnos a la investigación documental como la serie de métodos y técnicas de búsqueda, procesamiento y almacenamiento de la información que habita en las indagaciones preexistente de documentos redactados con anterioridad. (López de Bozik, 2011)

La investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos. (Alfonzo, 1995).

De igual manera la investigación documental permite apoyarse de fuentes impresas o audiovisuales, dando acceso a artículos, películas, libros, partituras etc. Por eso su punto de partida será generar un banco de datos documentales sobre los tópicos de la investigación, seguido de un análisis y sistematización de la información que dará paso a una redacción y presentación de un nuevo documento. (López de Bozik, 2011)

Por consiguiente, este proyecto presenta de forma sistemática, un abordaje orientado a la evidencia del uso de la espacialidad sonora en las producciones y diseños sonoros a lo largo de la historia, comportándose, así como documento de segunda instancia que aspira a ser referente conceptual de futuras investigaciones. La selección de documentos girará en torno a tópicos centrales como lo es la estructura, desarrollo y evolución del sonido y sus modos de grabación, producción y reproducción, sonido monofónico, estereofónico, multicanales y la holofonía; el Paisaje sonoro y la escucha activa, la percepción auditiva, la espacialidad.

conceptos propuestos y desarrollados por autores como Murray Shaffer, Michel Chion, Calcagno, E.

El análisis y sistematización de la información recolectada en la búsqueda documental, generará evidencia que dará las bases para proponer una reflexión en torno al manejo de la espacialidad sonora en el ámbito educativo, a partir del diseño de materiales multimedia. Así mismo, las formas como nos relacionamos con los artefactos tecnológicos de entretenimiento en la actualidad, reconociendo el recorrido histórico que hace posible plantear entornos audiovisuales con sonido totalmente envolvente.

ANTECEDENTES

Tal como se evidencia en “Influencia de la Música en las Emociones: Una Breve Revisión” (Mosquera, 2013) donde por medio de un recorrido histórico se relata las relaciones religiosas, bélicas, medicinales etc., que tenían las diferentes civilizaciones a lo largo de la humanidad con las practicas sonoras, evidenciando no solo estas interacciones sino la clara inferencia que tienen los sonidos en las emociones, percepción o estado anímico.

Estudios como “Biomusica” (Loroño, 1987) nos revela en su investigación como los sonidos se representa en el cuerpo, a nivel biológico, físico y químico, como también lo evidencia el estudio “Música Para Las Neuronas” (Sáez, 2010) demostrando como por nuestro paso por la historia y desarrollo evolutivo, resultamos condicionados a diferentes fenómenos sonoros.

Nuestro sistema auditivo de la mano de nuestro cerebro se ha perfeccionado haciendo de la escucha un proceso físico de un alto desarrollo. El artículo “La Audición Musical” (Gomez H, 2009) nos propone una reflexión sobre lo anteriormente mencionado; poseer conciencia sobre lo que significa escuchar. Justamente gracias el proceso de concientización, podemos apropiarnos y tener criterio sobre todo lo que perciben nuestros oídos, consiguiendo identificar que hace parte de nuestro paisaje sonoro.

El paisaje sonoro es el concepto desarrollado por Murray Schaffer que como se expone en la monografía “Inclusión De Los Conocimientos Musicales Adquiridos Por Los Estudiantes De La Escuela De Formación Musical Del Municipio De Otanche Boyacá, En Sus Contextos Sociales Y Cotidianos” (Romero, 2014) no expone que aprender a escuchar los sonidos de nuestro entorno nos sensibiliza el oído al mundo sonoro en el que vivimos, desarrollando una

agudeza crítica en quien se da a la tarea de escuchar, fundamental en el quehacer pedagógico musical.

El sonido ha tenido grandes desarrollos y exploraciones a nivel tímbrico, por esto, visibilizar todos los elementos de los que se puede componer un paisaje sonoro, nos permite entender que el sonido está presente en cualquier momento y este se manifiesta de formas tímbricas que no necesariamente concebimos como sonidos agradables, aislando nociones como el ruido del paisaje sonoro. La monografía “El Paisaje Sonoro y las etapas de desarrollo Auditivo en las salas de ensayo *Árbol Naranja* y *Jam Session*” (Gutiérrez, 2018) nos caracteriza que cada lugar específico, posee un paisaje sonoro definido que trae consigo unas representaciones puntuales que definen nuestra percepción sobre un ambiente, por ello la conciencia del paisaje sonoro no puede ser pasada por alta una vez que identificamos su incidencia en la percepción.

Los sonidos podemos verlos como un proceso comunicativo, que al estar conformados y estructurados llegan al ser humano y provocan estados anímicos, recuerdos, emociones, por lo tanto, con ellos podemos relatar, significar o discurrir. En la monografía “Los fenómenos narrativo y temporal en la música: La construcción de significados en los preludios de Franz Liszt” (Martínez, 2020) se evidencia como los sonidos tienen una capacidad narrativa, condición con la cual cuentan los diseñadores sonoros lo que les permite controlar nociones de percepción en los receptores.

El sonido no solamente puede ser analizado como un elemento singular, sin embargo, con el origen de la multimedia se materializó la unión de varios canales informativos, donde el sonido desde entonces se comporta como parte de un complemento y ya no como un elemento único, lo que nos exige a ver nuevas formas de abordar sus conceptos y aplicaciones. En la monografía “Tonadas Sobre Lienzo-Pintura y música, una experiencia interdisciplinar” (Calderón, 2016) proponen otro punto de abordaje del sonido como lo es la relación entre color y tono musical. Las representaciones visuales al igual que el sonido buscan transmitir un mensaje, Vasil Kandinsky dice que todos los objetos poseen una carga de color específica, a su vez menciona que el color es movimiento por tal condición tiene ritmo y sonido, así cada carga de color en un objeto refleja un sonido. Demostrando la estrecha relación de sinestesia entre sonido y color.

Los antecedentes del sonido como parte de un complemento pueden remontarse hasta la ópera, sin embargo, su aplicación más evidente en la multimedia es en el cine, del cual se ha desarrollado todo un concepto debido a la importancia que suscita, la Audiovisión. En monografías como “Interacción entre el comic y la música como herramienta temática discursiva para la creación músico-visual” (Vela, 2017) se documenta como el sonido no es un canal de información del todo concreto, las representaciones narrativas que le podemos dar a un mismo sonido pueden variar dependiendo de condiciones contextuales, lo que hace de los sonidos la mejor herramienta para articular otro canal de información.

Al igual que en la monografía “Estatuas, una experiencia de creación musical en el contexto del cortometraje” (Castellanos, 2016) el concepto de Audiovisión es una base teórica fundamental para hablar del sonido en la multimedia. Michel Chion sustenta que el sonido es lo que genera ritmo en una imagen por lo tanto el sonido no solo tiene la función de ambientar, acompañar, sustituir, activar, definir, aportar e implicar, sino que puede suscitar efectos en el ritmo como lo es la aceleración, los retardos, suavización o exaltación.

Como se expone en la monografía “Música cinematográfica, un complemento del proceso educativo dentro de la estudiantina andina colombiana” (Abreo, 2020) de un material audiovisual se puede desglosar un material pedagógico, donde se cargue de contenido la importancia del paisaje sonoro y este como incide sobre la ejecución instrumental. Un material con nociones reflexivas que invita a pensar los nuevos medios tecnológicos de consumo multimedia como una herramienta pedagógica.

CAPÍTULO 1: Sonido, Audición y Percepción

Características físicas del sonido.

El sonido podemos entenderlo como un fenómeno físico que consiste en la alteración mecánica de un medio elástico, generada por medio de un elemento que al producir vibraciones es capaz de generar una sensación auditiva. El aire es el medio donde generalmente se transmiten las vibraciones en forma de ondas, ondas que luego de su paso por la membrana del tímpano, el oído medio y el interno, estimula las terminales del nervio acústico que lleva al cerebro los comandos neuronales que se traducen en las codificaciones sonoras. (García Gómez, 2012)

(Miyara, 1999) define el sonido como “la propagación de una perturbación en el aire.” Estas perturbaciones podemos definir las como el movimiento oscilatorio de las partículas de un medio. El movimiento específico sobre un medio determinado de estas partículas, denomina el tipo de onda de la que se esté hablando ya sea transversales donde los desplazamientos son perpendiculares a la dirección en que viaja la onda, o longitudinales donde los desplazamientos son en la dirección en la que se desplaza la onda (Alzate, 2006). Por lo tanto, ya que el sentido de su oscilación se extiende en paralelo al eje propagación de las partículas, el sonido es una onda longitudinal en primera instancia, con posibles variaciones de propagación debido a la fuente y la frecuencia.

Podemos abordar el sonido desde dos enfoques, donde se desglosan diferentes características ya sea como fenómeno físico o fisiológico. (Millan Esteller, 2012)

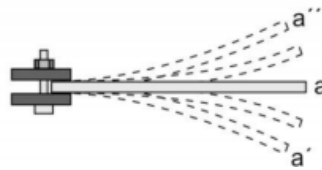


Ilustración 1. Onda longitudinal (SINTEC, 2006)

Para mencionar las características del sonido como fenómeno físico tomaremos de base la anterior ilustración. Representa como un objeto sujeto por uno de sus extremos, si se lleva de su otro extremo desde su posición inicial “a” hasta la posición “a’”, al soltarlo este oscilará alrededor de su posición generando en este proceso presiones y depresiones en el medio (el aire) produciendo las ondas sonoras.

- Cresta y/o valle: define la posición más alta y/o baja que tiene una onda. En la figura valle es a' y cresta a''.
- Ciclo: Es la parte más reducida de una onda que se repite y que cuenta de un segmento negativo y otro positivo. En la figura es el recorrido que tiene el objeto al pasar por la posición “a” luego de pasar por a' y a'' en el mismo sentido.
- Amplitud: Es la distancia máxima que tiene una onda desde la posición inicial. En la figura se representa por el máximo desplazamiento que recorre

el objeto desde su posición inicial “a” hasta sus extremos a’ y a’’.

- Amplitud pico a pico: Distancia entre cresta y valle, a’ y a’’.

- Periodo: Tiempo que transcurre entre la emisión de dos ondas consecutivas, tiempo que tarda en pasar una onda completa por un punto de referencia. En la figura, tiempo que demora el objeto en completar un ciclo completo. Esta variable se mide en segundos y se representa con t .
- Frecuencia: inverso al periodo, es el número de ondas o ciclos que se presentan a lo largo de un segundo. Su unidad variable se mide en Hertz (Hz) y se representa con f .
- Longitud de onda: Distancia que hay entre cresta y cresta, o valle y valle. Depende de la velocidad de propagación y de la frecuencia. La unidad de medida utilizada es el metro (m). Su símbolo es λ .

$$\lambda = c / F$$

- Velocidad de propagación: es una constante determinada por las propiedades del medio en el que la onda está en movimiento. Sólo depende de las características de este. Se mide en m/s.

$$C = \lambda / T$$

Al ser esta variable dependiente del medio elástico donde se propague es necesario tener en cuenta que no todos tienen la misma velocidad de propagación.

Aire a 0°C	331 m/s
Aire a 20°C	343 m/s
Agua	1290 m/s
Madera	1000-5000 m/s
Cemento	4000 m/s
Acero	4700-5000 m/s
Vidrio	5000-6000 m/s
Goma	40-150 m/s

Ilustración 2. Velocidad del sonido en medios diferentes (SINTEC, 2006)

- ❖ Espectro de Frecuencia: Es la representación de los diferentes niveles de presión sonora en función de la frecuencia, distribución de energía del sonido visto en la superposición de ondas.

Una vez vistas las características generales del sonido como componente físico podemos pasar al componente fisiológico, ya que luego de hallar el sonido como una perturbación del medio que causa una propagación en forma de onda con sus diferentes características, al alcanzar nuestros oídos generan las sensaciones auditivas.

Cuando hacemos referencia a los sonidos, mencionamos comportamientos de onda diversos ya sea periódicos o no, de todo tipo de frecuencias y/o amplitud. Sonidos que pueden estar organizados o por otro lado no correspondidos como se refleja en el carácter ya sea en mención musical o ruido que interpreta de forma final nuestro cerebro. (Calahorrano Peña, 2001)

La audición humana tiene un rango de margen en frecuencia, que responde a que nuestros oídos pueden escuchar todo lo que oscile en el intervalo de 20 y 20.000 HZ. La escucha puede ser dividida en tres secciones de frecuencias bajas o graves, medias y altas o agudas, donde se realzan u opacan la asimilación de las características del sonido como fenómeno fisiológico. (Millan Esteller, 2012)

- ❖ Tono: Es la cantidad de vibraciones que tenga una onda, es decir la frecuencia, que dependiendo su intensidad nos permite diferencias en sonidos con poca frecuencia (sonidos graves) y los de mucha frecuencia (sonidos agudos). El tono sufre de afectaciones por otros fenómenos físicos como lo es la presión sonora y el envolvente acústico (Alzate, 2006).
- ❖ Intensidad: Está relacionada directamente con el fenómeno físico de la amplitud de onda, este depende de la presión sonora y tiene relación directa con el volumen. Por medio de esta variable se puede discriminar los sonidos suaves y/o fuertes. La intensidad se mide en decibelios, y también existe un rango audible para el ser humano: 0 dB, que indica que el hombre no es capaz de distinguirlo y 140 dB, un volumen que resultaría doloroso. La intensidad hace referencia a la amplitud de la onda sonora.
- ❖ Timbre: Es el atributo que nos permite discriminar de forma precisa la fuente de un sonido. Influye en el timbre de un sonido las condiciones físicas del cuerpo u objeto que lo emite. Por ello, aunque dos instrumentos musicales generen una misma onda sonora con amplitud y frecuencias idénticas, el sonido es percibido como dos

diferentes. El timbre hace posible que cada instrumento pueda tener un “color” determinado y particular que lo distinga de otros aun cuando su espectro sonoro pueda parecer similar (Millan Esteller, 2012)

Hemos mencionado algunas de las características físicas y fisiológicas del sonido, las cuales nos han ayudado a entender cuáles son sus propiedades, como se generan, y se propagan. Sin embargo, y a pesar de que sean las más estudiadas estas no son las únicas propiedades con las cuales se puede analizar los fenómenos sonoros, existen otras características con menos relevancia como lo es la espacialidad, característica que nos ayuda a analizar el sonido en diferentes condiciones y a su vez contextualizar la función del sonido como un elemento del desarrollo sociocultural de la humanidad.

El espacio y el sonido siempre han estado relacionados con la historia del ser humano, siendo esta condición una de las características más influyentes en los rituales gracias su indiscutible papel en la percepción. Entendamos la especialidad en una primera instancia como la relación entre la localización de las fuentes sonoras, los entornos acústicos y la directividad de las fuentes sonoras

La espacialidad nos permite asociar un fenómeno sonoro con un determinado espacio, estimar su dirección, su textura, su condición tímbrica así mismo ser vulnerables en la percepción sin necesidad de recurrir a sentidos como el de la vista. Por ello es importante entender que la espacialidad está estrictamente ligada a nuestra capacidad y condición auditiva.

El ser humano al igual que diferentes especies de la raza animal, encuentra una de sus fortalezas en el sistema auditivo gracias a la localización de las fuentes sonoras, esta condición le permitió desde un principio brindarle una atención tácita al espacio en donde se propagan los fenómenos auditivos, gracias a esta noción se logró identificar las ventajas y desventajas así mismo como los peligros o virtudes que podía ofrecer un espacio determinado.

Por medio de la audición no sólo se podía lograr discernir la diferencia entre una cueva un espacio abierto sino también la dirección con que los sonidos llegaban, por eso es necesario

hacer una revisión sobre cómo es un sistema auditivo y cómo funciona su habilidad para poder localizar los sonidos.

Audición humana

Comúnmente solemos ignorar muchas de las condiciones físicas que nos hacen seres humanos, y desde allí se desconoce que somos el producto de miles de años de evolución y nuestro cuerpo es una maquina con funcionamientos realmente notables. El ser humano que hace uso de las conexiones de todos los órganos con el cerebro es capaz de apropiarse toda la información que está a su alrededor a partir de lo que mencionamos como sentidos. Esta habilidad nos ha permitido como especie poder llegar hasta nuestra historia reciente; destreza que fue fundamental para la supervivencia, ya que por medio de esta información se ha podido estar alerta frente a amenazas naturales o artificiales, lo cual favoreció el amplio camino del humano hacia la autosuficiencia. (Pérez Vega, 2011)

Podemos concebir el fenómeno de la audición como la captación de las variaciones de presión causadas en un medio acústico, las variaciones de dichas ondas son transformadas en vibraciones mecánicas que posteriormente terminan estimulando las terminales nerviosas. Estas terminales nerviosas generan estímulos eléctricos que son captados por nuestro cerebro para que procese, interprete o reinterprete, la información que se ha adquirido, así podríamos inferir que escuchamos gracias al cerebro por medio del oído. (Lebrón Ruiz, 2006)

El oído tiene un funcionamiento realmente sofisticado, con mayor potencialidad para discriminar, almacenar y discernir gran cantidad de timbres sonoros, es así nuestro oído un gran analizador de datos. Nuestra evolución nos encaminó al desarrollo de la capacidad cerebral, lo que poco a poco entre otros aspectos garantizó el surgimiento y desarrollo de las civilizaciones, lo que llevó a ser humano a relacionarse cada vez con un grupo más grande, exigiendo un desarrollo auditivo para que el oído fuera capaz de reconocer las voces de los distintos individuos del grupo. (Merino & L. Muñoz-Repiso, 2013)

La audición implica procesos fisiológicos (recepción de señales sonora) y psicológicos (interpretación del sonido). Así podemos referirnos al sistema auditivo desde dos puntos, el sistema auditivo periférico (el oído) y el sistema auditivo central (nervios auditivos y cerebro). (Escobar Fuentes, 2008)

Sistema auditivo periférico

Como es mencionando anteriormente este sistema es el encargado de los procesos fisiológicos del sonido, está conformado por el oído. Nuestro oído es el encargado de convertir las ondas sonoras en impulsos eléctricos, propicios para ser enviados para su procesamiento al cerebro. (Escobar Fuentes , 2008)

Podemos dividirlo en tres partes:

- **Oído externo:** Como su nombre lo indica es la parte del oído más expuesta al exterior, por lo tanto, su funcionamiento consiste en captar las señales acústicas externas y procesarlas para enviar la información a las partes internas del oído. El oído externo, además de enviar las señales hacia el interior, una de sus funciones más importantes es cuidar el tímpano. (Pérez Vega, 2011)

El oído externo se encuentra estructurado por el canal auditivo y el pabellón de la oreja, siendo esta la que actúa como un reflector de antena. Este órgano cartilaginoso que, aunque en nuestra condición de humanos no podemos mover, en otras especies animales permite el movimiento favoreciendo la localización de las fuentes sonoras. (Pérez Vega, 2011)

El canal auditivo es un conducto curvo de 2.9cm con un diámetro de 8mm, conformado por cartílago que conecta con la aurícula y la parte ósea interna que lleva al tímpano. Está compuesto por folículos pilosos y glándulas sebáceas.

El Pabellón Auricular es la estructura del oído externo, la oreja. También está integrado por las estructuras Hélix, Anti-hélix, Concha auricular, Trago, Antitrago y Lóbulo auricular. (Escobar Fuentes , 2008)

- **Oído Medio:** Una vez las señales acústicas son captadas por el oído externo, ingresamos en la sección media donde la energía acústica es convertida en mecánica, que a su vez como su antecesor transmite y amplifica la señal para el oído interno. (Pérez Vega, 2011)

El oído medio está integrado por la cavidad timpánica, que está conformada por la membrana timpánica, cadena de tres huesecillos y el tubo auditivo (tubo Eustaquio) que comunica a la cavidad nasofaríngea y sostiene la presión adecuada de aire entre los dos costados de la membrana. (Pérez Vega, 2011)

El tubo de Eustaquio es el conducto que comunica el oído con la faringe, que como es mencionado anteriormente regula la presión que existe entre las dos membranas timpánicas, garantizando así que el oído este en óptimas condiciones cuando vibre pues si existen condiciones de alta presión se puede llegar hasta generar dolor en el oído. (Pérez Vega, 2011)

La cadena de huesecillos está conformada por el martillo, yunque y estribo. Estos tres huesos elaboran una cadena de placas que enlazan el oído externo con el interior. “Están formados por huesos compactos, unidos entre sí por membranas sinoviales y cubiertos por epitelio continuo con el epitelio de la cavidad timpánica” (Pérez Vega, 2011)

El tímpano, tejido delgado y fibroso, su función radica en la recolección de las ondas sonoras para así transformálas en vibración y así activar la cadena de huesos. (Escobar Fuentes , 2008)

- **Oído Interno:** En el proceso fisiológico de la audición esta es la etapa final donde se concluye la transformación de la energía desde la onda acústica, energía mecánica, hasta los impulsos nerviosos generados por el órgano de Corti. (Escobar Fuentes , 2008)

El oído interno podríamos verlo con el símil de un laberinto, este está constituido por un complejo sistema de conductos y cavidades que están llenas de líquidos, ubicados en el hueso temporal del cráneo. Aquí habitan los órganos sensoriales de la audición y el equilibrio. (Escobar Fuentes , 2008)

El oído interno está conformado por:

1. Vestíbulo: cavidad que se divide en dos partes el artículo y el sáculo.
2. Canales semicirculares: consta de tres tubos semicirculares los cuales cumplen la función de regular el equilibrio.
3. Cóclea (caracol): este órgano con forma de tubo enrollado rodea la columena. Este posee cavidades longitudinales nombradas rampas, separadas por la membrana basilar y Ressonier, las cuales llevan en su interior los líquidos perilinfa y endolinfa.

Sistema auditivo Central

El sistema auditivo central está conformado por alrededor de unas 30.000 neuronas que integran lo que nombramos nervios auditivos, los cuales tiene la responsabilidad de transmitir por medio de los nervios acústicos los estímulos eléctricos para que allí puedan ser procesados por nuestro cerebro.

Una vez el cerebro recibe los estímulos eléctricos, discrimina las propiedades de las cuales está compuesta el sonido que le llega para así compararlo con un alguno que este en el banco mental de sonidos que puede almacenar nuestro cerebro. En muchas situaciones estamos expuestos a estímulos sonoros a los cuales no hemos estado relacionados, en esta condición nuestro cerebro acercara lo más posible el estímulo nuevo a uno antiguo. Cuando para el cerebro no le es posible relacionar un nuevo sonido con el banco mental, tiene dos opciones, lo almacena o lo desecha. Cuando nuestro cerebro procesa las características del estímulo sonoro que a él llega, principalmente discrimina la procedencia del lugar en que viene la fuente sonora, las propiedades físicas del mismo estímulo (Escobar Fuentes , 2008)

Percepción auditiva.

El proceso auditivo podría encasillarse como la percepción de las variaciones en la presión atmosférica. El oído humano tiene un límite y un umbral en el cual oscilan los rangos en que es posible la audición. El promedio del oído humano nos revela que como oyentes promedio nuestros oídos responden a variaciones de presión entre los 20mPa y los 20Pa para el rango de frecuencias de 20Hz-20KHz. (Lebrón Ruiz, 2006)

“si bien, el deterioro del oído es una condición humana e irremediablemente, con el paso de los años, las células pilosas del órgano de Corti se van destruyendo, provocando una pérdida de sensibilidad gradual de las frecuencias más altas, correspondientes a los sonidos más agudos.” (Lebrón Ruiz, 2006, pág. 6)

La curva del umbral de audición nos ayuda a representar la sensibilidad del oído frente a la variable intensidad de un estímulo en función de la frecuencia. Esta se toma como referencia ante sonidos que se propagan mediante formas de ondas planas que inciden sobre la membrana timpánica. La recepción de un sonido se entiende más cómodamente como el

campo de difusión, esta gracias que las ondas planas, pueden ser representadas en ambientes controlados (cámaras anecoicas) donde las reflexiones no existen. (Lebrón Ruiz, 2006)

Nuestro sentido de audición trae consigo una gran serie de habilidades y virtudes con relación a otros animales vivos. Una de las características más significantes de nuestro sentido es la capacidad para localizar los sonidos, esto gracias a las facilidades que permea nuestro sistema auditivo las condiciones biaurales o monoaurales.

Localización del sonido

En el campo de estudio de la audición se despliega una temática que genera una extensa base datos, la localización de los sonidos. Este eje temático es el encargado de estudiar la forma en como nuestro cuerpo y específicamente nuestro sistema auditivo usa la información sonora para percibir las características de las fuentes de sonido en el entorno; esto quiere decir, que organismo está produciendo el sonido, de donde proviene y en qué dirección podemos encontrarlo. (Hüg & Arias, 2009).

El sonido tiene la capacidad de recrear un entorno con sus diferentes propiedades o condiciones, para poder lograr la localización de una fuente sonora se debe referenciar algún sistema que permita lograr este cometido. Para ser capaces de detectar correctamente la ubicación de una fuente sonora debemos ser capaces de hacer uso de las coordenadas polares. (Lebrón Ruiz, 2006)

Cuando nos referimos a la localización sonora, estamos haciendo referencia al discernimiento que tenemos para clarificar posicionamiento de una fuente sonora los planos, azimut (horizontal), elevación (vertical) y distancia (distancia entre receptor y emisor). (Blauert, 1997)

La evolución de nuestro sistema auditivo trajo consigo ventajas y fortalezas, entre estas características podemos destacar como el ser humano rastrea, ubica y localiza los sonidos en el plano horizontal con gran destreza y agilidad, cuestión que contrasta cuando de localizar sonidos en el plano vertical se trata pues al igual que en el plano de distancia el ser humano no es el animal más apto, puesto que no evolucionó con estas características auditivas potencializadas. (Moore, 1995)

De la fisionomía auditiva podemos concluir que es nuestro cerebro es el que interpreta toda la información sonora que a nuestros oídos llega (ondas), siendo así, éste el encargado de darle un valor a los sonidos en el rango de localización. Detectar que nuestro cerebro es el encargado del proceso de localización no es un gran dato, lo valioso es reconocer cuales son los parámetros de los cual el cerebro se apoya para poder detectar con precisión los elementos de localización.

A grandes rasgos podemos concluir que el procesamiento de información que hace el cerebro es el contraste entre la captación de las señales que reciben los dos oídos, estas señales son evaluadas y de igual manera que en un sistema visual, el cerebro es capaz de recrear el volumen y la distancia de cada señal percibida. Es un fenómeno psicológico relacionado con la sensación de percibir un sonido de un lado u otro dentro de un eje imaginario que conecta los oídos. (Lebrón Ruiz, 2006)

La posibilidad de experimentar en seres humanos ha confirmado cuales son las herramientas o características más comunes con las cuales se nutre nuestro sistema auditivo para localizar las fuentes de sonido, características que varían y están condicionadas por la diferencia en planos que existe. (Hüg & Arias, 2009)

Localización en el plano azimut de fuentes sonoras

La audición binaural (los dos oídos) permite discriminar la Interaural Time Difference ITD (Diferencia Interaural en Tiempo), la Interaural Level Difference ILD (diferencia interaural en el nivel sonoro) y el efecto de filtraje causado por la interacción del sonido con los pliegues del pabellón de la oreja, cabeza, torso y hombros, principios que reflejan la ubicación de una fuente sonora (Blauert, 1997).

- ITD “Diferencia Interaural en Tiempo”: Esta característica es el retardo en tiempo, que se presenta entre la señal que emana una fuente sonora y la señal que llega a cada oído de un ser humano. Se presenta una diferencia de tiempo en la llegada de la señal a cada tímpano que se traduce en una diferencia de fases entre los sonidos recogidos. Una señal emitida desde un punto de partida X (la sala de la casa) prolongada en el plano horizontal, por un ángulo (el techo) y una distancia F (de espaldas) del centro

de la cabeza de un individuo tendrá un camino diferente a recorrer para alcanzar el oído derecho D y oído izquierdo I.

Cuando la fuente se encuentra en los azimuts 0° o 180° , la ITD será 0. Por el contrario, la ITD será máxima cuando la fuente se encuentra situada en los azimuts $+ o - 90^\circ$, alrededor de 0,7 ms (para una cabeza humana de talla media). (Calcagno, 2016)

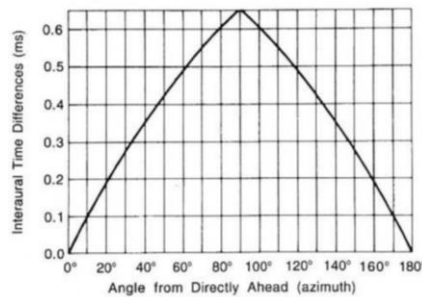


Ilustración 3. Diferencia interaural de tiempo (Lebrón Ruiz, 2006)

Las frecuencias bajas son una de las características y variables para la localización de una fuente sonora en estas condiciones IDT ya que, en este caso, la diferencia en la llegada de señal también se verá afectada por la frecuencia del sonido y no únicamente por la distancia entre los oídos o la orientación del sujeto respecto de la fuente. (Lebrón Ruiz, 2006)

Rayleigh por medio de experimentos descubre la diferencia temporal que tienen las ondas de bajas frecuencias con respecto a la llegada a los dos oídos, una señal con frecuencia baja llegará con una diferencia de fase entre los dos oídos. (Calcagno, 2016)

Los experimentos de Rayleigh demostraron que las frecuencias menores a 1 kHz el IDT es completamente funcional para detectar la procedencia de una fuente sonora dentro del plano azimut. Cuando las frecuencias aumentan por encima de 1.3 KHz el IDT comienza a perder su funcionalidad para ubicar la fuente sonora.

Los participantes de los experimentos demostraron una reducción clara en su capacidad de localización (en la mayoría de los ejemplos la imagen sonora presentaba tendencias al centro espacial de la cabeza (0° azimut). Sin embargo, esta habilidad se perdió totalmente cuando las frecuencias superaron los 1.5KHz. (Rayleigh, 1907)

La interacción que tiene el ITD con la frecuencia, es una relación que está dada por los fenómenos de difracción generados por la cabeza del ser humano, ya que los sonidos con longitudes de onda excesivamente largas no se verán difractados dando una ITD despreciable. (Blauert, 1997)

La reducción de la efectividad del ITD se explica con el valor de frecuencia, esto quiere decir que la diferencia de fase entre los dos oídos comienza a ser mayor a un ciclo de la onda sonora. (Rayleigh, 1907)

- ILD “Diferencia interaural en el nivel sonoro”: Esta característica es la diferencia de intensidad, en decibeles, que tienen las señales sonoras en el momento en que llegan a nuestros oídos, cuando esta señal proviene de una ubicación con un grado diferente a 0° o 180° azimut. (Calcagno, 2016)

Esta diferencia de intensidad es producida principalmente por la interferencia de nuestra cabeza en el recorrido de la señal, esto en respuesta a que nuestra cabeza absorbe y produce sobreacústica (difracción). (Lebrón Ruiz, 2006)

Cuando el receptor de la fuente sonora este posicionado 0° azimut, la ILD es cero, ya que la señal llega con la misma intensidad. Por lo tanto, a medida que el grado de ubicación azimut varié la ILD aumenta, así gradualmente llegarán a su máximo punto de diferencia de intensidad a los 90° . (Calcagno, 2016)

Rayleigh es pionero en proponer la discusión sobre la ILD y ITD como fuentes fiables para la localización de los sonidos. En 1907 expone su teoría que aun cobra vigencia, la teoría dúplex en la cual evidencia que cuando se quiere localizar sonidos en el plano azimut, para localizar frecuencias altas se menciona la ILD mientras que cuando se trata de frecuencias bajas la ITD es la fuente para localizar.

En sus experimentaciones Rayleigh encontró que en los oyentes las variaciones de ILD generaba la sensación de que la posición de la fuente sonora cambiaba. Tan solo variaciones de 1.2 dB eran suficientes para que los oyentes informaran diferencia en la ubicación de la fuente sonora respecto al azimut. Es así como Rayleigh notifica que en la mayoría de los casos el posicionamiento de la imagen auditiva se desplazaba lateralmente a medida que los valores de ILD aumentaba. Cuando la diferencia de

intensidad oscilaba alrededor de 15dB los oyentes informaban de la direccionalidad de la fuente sonora a 90° azimut. (Rayleigh, 1907)

Es así como para las frecuencias de 500Hz la longitud de onda del sonido será de unos 69cm, un valor que triplica el diámetro de la cabeza humana, en todo caso la difracción es poca. Para las frecuencias de 4 KHz donde la longitud de onda es de 8.5 cm, la sombra acústica resultante tiene un valor importante. (Lebrón Ruiz, 2006)

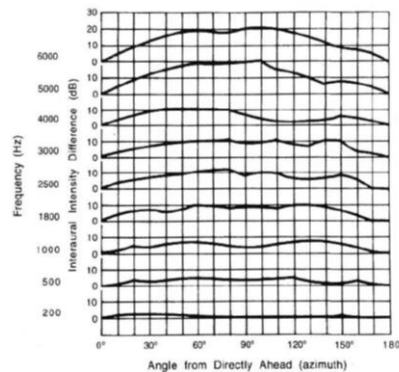


Ilustración 4. Diferencia interaural de intensidad (Lebrón Ruiz, 2006)

Localización en el plano elevación de fuentes sonoras

Como se revisó anteriormente las pistas para lograr la localización en el plano azimut, es decir, las diferencias interaurales de tiempo e intensidad solo son posibles por medio de la audición binaural (dos oídos) (Blauert, 1997). Cuando hacemos referencia al plano de elevación, existe evidencia que notifica que el ser humano utiliza pistas monoaurales (un solo oído) con las cuales domina las frecuencias posibilitando la localización de la fuente sonora en el plano vertical. (Garas, 2000)

Por medio de la difracción y la reflexión de los sonidos en el cuerpo, la cabeza y la pinna (oído externo) se presentan las principales pistas para la localización en el eje de elevación. Estas pistas siempre están sujetas a variaciones y modificaciones por la dirección en que llegan los sonidos al cuerpo. (Algazi V.R., 2001)

Cuando es el caso en que la fuente de sonido se encuentra posicionada justo en una ubicación donde se cruza el eje de elevación con el azimut, nuestro cerebro es capaz de utilizar las

diferentes pistas que tiene para la localización en ambos planos, lo que le permite realizar una imagen espacial unitaria. (Calcagno, 2016)

Podemos afirmar que la oreja es la encargada de realizar modificaciones en el espectro, en los sectores agudos y sobre agudo del sonido. Por otro lado, podemos afirmar así que la cabeza es la encargada del sector agudo y grave del espectro. (Calcagno, 2016)

- La oreja: A lo largo de la historia ha sido un objeto de estudio muy explorado puesto que sus indagaciones reflejan la importancia para la localización de sonidos de procedencia de elevación.

Por ejemplo (Steinhauser, 1879) fue uno de los primeros académicos en interesarse por documentar la oreja, para él era importante para la localización puesto que descubrió cambios en la orientación de la fuente sonora que se debían a las transformaciones que se recibían por parte de la oreja. La oreja la represento como un cono que recoge los sonidos de diferentes posiciones.

El pabellón auditivo actúa como una antena que recoge la señal acústica, pero sus pliegues y formas, además refuerzan unas frecuencias y filtran otras. Debido a esta condición de dependencia geométrica, la respuesta en frecuencia de cada oreja depende del ángulo de incidencia. (Lebrón Ruiz, 2006)

(Rofler, 1968) exponen como la función del oído externo no es analizada con cautela y resignifica la importancia de este, evidenciando que para la localización en el plano de elevación es fundamental. La oreja influye puntualmente sobre los sonidos que estén ubicados espectralmente superior de los 3-4 kHz ya que estas frecuencias poseen una longitud de onda de medidas similares a las cavidades del oído humano. (Calcagno, 2016)

Uno de los efectos más representativos de la oreja sobre el espectro se denomina “pinna notch” la cual aparece en las octavas entre 6 y 12 KHz. Apoyándose en esta característica se considera que para que una fuente sonora pueda ser localizada con exactitud debe tener energía en la zona sobreaguda del espectro. Esto se confirma cuando se evidencia que la oreja tiene efecto en mayor medida en las frecuencias superiores a 3 KHz. (Algazi V.R., 2001)

- El torso: La función del torso en la localización vertical de las fuentes sonoras ha sido estudiado por (Gardner, 1953) El torso y la cabeza perturban el espectro de frecuencias por debajo de los 3Khz, afirmación que con el tiempo Gardner desechó al comprobar por medio de una maniquí con y sin oreja la HRTF, concluyendo que esta no tenía dominio en las regiones inferiores a 3.5KHz pero es el torso quien genera modificación en espectro de frecuencias entre los 700Hz y los 3.5Khz.

El rebote en los hombros es la pista más débil en la percepción del sonido en eje elevación. (Calcagno, 2016)

- Función de Transferencia Relativa a la Cabeza o HRTF: El desarrollo tecnológico del siglo XX de la mano con el desarrollo del registro sonoro permitió el progreso de micrófonos de todas las condiciones, siendo una innovación la creación de unos micrófonos lo suficientemente pequeños y funcionales que pudieron ser introducidos en las cavidades auditivas. (Calcagno, 2016)

La posibilidad de analizar el comportamiento auditivo frente a diferentes estímulos de una forma tan evidente permitió el desarrollo de un algoritmo, que en su compleja fórmula matemática pretende identificar la respuesta frente un estímulo sonoro de cada oído. La HRTF es el análisis espectral de la señal recogida por cada uno de los oídos al chocar con el torso, cabeza y oreja. (Lebrón Ruiz, 2006)

LA HRTF está regida por 4 parámetros: tono, timbre, intensidad y frecuencia. Estos parámetros son los que permiten realizar pruebas de audición binaural o laterización. Es así como para encontrar la presión que una señal ejercer sobre alguno de los dos oídos se debe tener en cuenta la respuesta de impulso de este, es decir la respuesta que ejerce el oído ante un estímulo de alguna fuente sonora. (Lebrón Ruiz, 2006)

Se ha podido concluir de experimentación con grabación HRTF o experimentos psicofísicos, que luego de que la señal choca con nuestro cuerpo, pinna o cabeza, esta arroja datos sobre picos y valles diferentes, en diversas partes del espectro. Estas variaciones de onda generadas por nuestra condición fisiológica traen consigo ventajas o desventajas; esta variación entre picos y valles lleva en su estructura información que hace posible detectar la elevación de una fuente sonora. (Shimoda T., 2007)

Como lo revisábamos anteriormente las pistas con las cuales nuestro cerebro se respalda para localizar un sonido en el plano azimut, son condiciones biaurales, sin alguno de nuestros dos oídos estas pistas (ITD- ILD) no sería posibles. En el plano de elevación a pesar de que no se involucran pistas de localización biaural, un ser humano con una audición normal puede ser capaz de discriminar detectar y localizar una fuente sonora con solo pistas monoaurales. (Rakerd B., 1999)

Localización en el plano distancia de fuentes sonoras

Como hemos revisado en las características de sonido, cuando una onda choca con una superficie ocurren diferentes cambios en las propiedades físicas de la señal antes de llegar a los oídos. Estas variaciones están relacionadas por la distancia entre el receptor y la fuente sonora que lo emite. Es gracias a estas afecciones de la señal es que nuestro cerebro es capaz de utilizar esa información como herramientas para generar una representación mental y así indagar los indicios de la distancia de una fuente sonora. (Calcagno, 2016)

Las condiciones evolutivas del ser humanos han hecho que la habilidad que tenemos todos para localizar una fuente sonora en el plano de distancias, presente dificultades y ambigüedades a diferencia de la habilidad para indagar información en los planos azimut y de elevación. Solemos subestimar las distancias a fuentes lejanas y sobreestimar las distancias cortas o cercanas al oyente. (Abregú, Calcagno, & Vergara, 2012)

El estudio del plano azimut como de elevación, ha arrojado valiosos datos académicos que ha permitido profundizar y expandir la producción intelectual respecto a estos planos, sin embargo, las indagaciones que se tienen sobre el plano distancia reflejan que es poco el conocimiento que se tiene sobre realmente cuales con las herramientas de nuestro sistema nervioso que nos permite ubicar los sonidos en distancia. (Zahorik, Brungart, & Bronkhorst, 2005)

Para poder descifrar la distancia de una fuente sonora entre receptor y emisor, nuestro cerebro tiene que reunir una gran cantidad indicios los cuales debe analizar, categorizando la importancia de cada uno de estos indicios, que varían del contexto, el medio ambiente acústico, la experiencia del oyente, la ubicación etc. (Andrew King & Moore, 1999)

Contrario a lo que ocurre con nuestra visión, nuestro sistema auditivo carece de una representación concreta del el espacio circundante en sus receptores sensoriales, por lo que debe apoyarse en toda una información espacial que brinde información seccionada para dar indicio que permitan dictaminar la distancia. (Abregú, Calcagno, & Vergara, 2012)

La percepción auditiva a distancia (PAD) se equipa principalmente de tres condiciones físicas del sonido para su labor: la distancia, el espectro, y la familiaridad del sonido. Con esta información, nuestro cerebro realiza un análisis permitiendo dar indicios de la distancia de una fuente sonora. (Calcagno, 2016)

- **Intensidad:** La relación que existe entre la intensidad de un sonido que llega a un oyente y la distancia a la fuente sonora, es la herramienta más útil para la percepción auditiva a distancia (PAD). En algún momento todos hemos experimentado la sensación auditiva que genera que la intensidad de un sonido emitido por una fuente sonora fija disminuye a medida que nos alejamos de esta. (Abregú, Calcagno, & Vergara, 2012)

Las propiedades físicas del sonido siempre condicionaran la intensidad, como es mencionado por (Coleman P. , 1963) su relación con la distancia puede ser explicada por la ley de *Inverse Square Law* (ley inversa del cuadrado de la distancia.) Esta ley nos explica que cuando la distancia de una fuente sonora se duplica, la presión sonora en la posición del oyente se disminuye 6dB. y cuando la distancia disminuye a la mitad de la presión sonora aumenta 6dB. Es decir, la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al centro donde se originan las fuentes sonoras. (Gamble, 1909)

Cuando podemos tener una fuente de sonido fija, si manipulamos la intensidad de una señal sonora, se genera una sensación de modificación en la ubicación la fuente sonora, por eso la intensidad es una herramienta muy influyente en el PAD. Sin embargo, podemos afirmar que la intensidad es un indicio que no nos brinda una información certera sobre la distancia, esto ya que si un receptor solo cuenta con esta información puede percibir si la fuente emisora de la señal está más cerca o lejos, pero en ningún caso detectar la distancia real. (Gardner, Mark, 1969)

La intensidad pasa a ser una fuente fiable cuando la señal resulta ser un sonido conocido por el oyente convirtiéndose en un indicio relativo a uno absoluto, pues no

se requiere de una herramienta externa adicional para poder discernir la distancia de esta fuente sonora. (Abregú, Calcagno, & Vergara, 2012)

- **Espectro:** Se dará de al menos dos fenómenos que generan cambios en el espectro de las de las frecuencias, en relación con la distancia. Por un lado, las distancias de menos de un metro, se produce el efecto de proximidad, que nos indica que se produce un aumento en las frecuencias bajas. Por otra parte, cuando las distancias son mayores a 15 metros, las condiciones de absorción del aire tienen mayor impacto en las frecuencias altas que en las bajas, lo que se traduce en una pérdida de 3 a 4 dB por cada 100m a 4MHz, generando un efecto similar al de un filtro pasa bajos, o el efecto común de ingresar a un baño de un bar. (Abregú, Calcagno, & Vergara, 2012)
- **Familiaridad con el sonido:** En la década del 60, experimentos realizados por Coleman demostraron que al exponer a unos participantes a un estímulo desconocido cuando estos realizaban una tarea, para así repetir en varias ocasiones la misma tarea con el mismo estímulo. Coleman concluye que cada vez que se reiteraba el experimento, la experiencia previa les ayudaba a los participantes a realizar de una mejor forma la tarea. (Coleman, 1962)

La voz humana es quizá el estímulo más conocido para el ser humano, por medio de este se han realizado un vasto número de investigación donde se ha podido comprobar que cuando un sonido hace parte de nuestro banco mental de datos, resulta ser más sencillo para el cerebro poder arrojar información sobre la distancia en que este sonido se encuentre. (Scott & Brungart, 2001) (Mershon & Philbeck, 1991)

“Esto establece firmemente que, sumado a la diferencia en el espectro de la señal sonora, el efecto de familiaridad con el sonido es el resultado de una larga exposición previa, la cual produce una contextualización inmediata en el espacio acústico.” (Abregú, Calcagno, & Vergara, 2012, pág. 386)

Modos de escucha.

Podemos concebir que el sonido tiene propiedades inherentes a él, a su vez sin ser su principal interés es portador de idiosincrasia, los sonidos siempre nos evocan a la acción, la emoción o una situación en particular; referencias culturales que estrictamente están arraigadas y

escritas en la historia. Así podemos dejar de entender el sonido meramente como un fenómeno físico y al comenzar a articularlo con sus prácticas como un elemento central en el desarrollo cultural que resignifica la idea de espacio.

Podríamos clasificar el sonido en cualidades acústicas y referenciales entendiendo estas últimas como aquellas cualidades que permiten relacionar el sonido con una referencia contextual en la creación de sentido, es decir la evocación de emociones, recuerdos experiencias o la reconstrucción de lugares físicos, con especialidad y ubicación. (Belinche & Larregle, 2006)

En los registros antropológicos existentes sobre las prácticas musicales del ser humano primitivo se puede constatar que la utilización del espacio no respondía únicamente a la búsqueda de propiedades acústicas sin un sentido. El sonido como un elemento transversal de la humanidad junto con la noción de espacialidad, siempre estuvo ligado a motivos culturales, religiosos, bélicos e históricos. Eventos sociales que ayudaron a materializar el espacio como un elemento indispensable en la interacción con los estímulos sonoros. (Arce Sagarduy, 2014)

Así, podemos afirmar que los seres humanos tenemos conciencia sobre la influencia e importancia del espacio como una característica del sonido desde que desarrollamos una conciencia sobre la audición, difícilmente se pueda referenciar prácticas culturales donde no fuera a tener en cuenta la noción de especialidad del sonido para proliferar sus intenciones medicinales, litúrgicas, bélicas o de entretenimiento.

Hacia finales del siglo XX se exponen formalmente los primeros tratados que se cuestionan el papel de la escucha, esto resignificando su valor y los diferentes niveles de cognición que se implementan para ello. Pierre Schaeffer establece por primera vez en 1988 la clasificación de los modos de escucha en su Tratado de los objetos musicales, reflexiones que retoma posteriormente Michael Chion en su libro La Audiovisión relacionando la escucha con el audiovisual. Finalmente, con el nuevo siglo David Sonnenschein aporta una nueva categoría de escucha que los autores previamente mencionados han desarrollado. (Rodríguez, 2020)

Podemos clasificar con base a estos autores cuatro tipos de escucha:

- Escucha casual: Chion delimita la escucha casual como aquella en que no nos centramos en la causa del sonido. En este modo de escucha el sonido en sí nos da poca información y no lo reconoceremos por sus características, sino gracias a nuestra propia deducción y a la costumbre de haberlo escuchado a menudo, a pesar de que la fuente sea o no visible.

Este tipo de escucha es utilizada a menudo por el cine con su ideal, por medio de sonidos, causar en el público el efecto de creer que lo que se escucha y se ve no es lo mismo, es decir las fuentes de emisión sonora no corresponden con el plano visual, cimentando en el público la intriga, que de lo que escucho veo, que de lo que veo escucho. (Chion, 1993)

- Escucha semántica: La escucha semántica es aquella donde su interpretación radica en la traducción de códigos, por ejemplo, el lenguaje. Se estudia el fonema por los códigos y su contexto sintáctico, no por los rasgos específicos del sonido.

La escucha semántica puede articularse de manera conjunta con la escucha casual esto gracias a que somos capaces de interpretar lo que nos dicen y al mismo tiempo que interpretamos como nos lo dicen. (Rodríguez, 2020)

- Escucha reducida: Schaeffer delimita esta categoría como la escucha más específica y menos natural, esto gracias a que esta escucha consiste en la atención minuciosa de las cualidades del sonido, no solo la fuente de emisión sino la funcionalidad del sonido, sus características y contexto. Por ejemplo, cuando se escucha un violín, por medio de la escucha reducida no solo se identificará que es un violín efectivamente (escucha casual) sino podremos discriminar su sonido en timbre, altura y duración. (Schaeffer, 1996)

- Escucha referencial: Este tipo de escucha es la categoría propuesta por Sonnenschein, podemos entender la escucha referencial como aquella en que los sonidos afectan nuestro contexto, relaciona el origen del sonido con un significado subjetivo que puede ser dado por nuestro instinto, como cuando escuchamos el rugido de un león y sentimos miedo (Sonnenschein, 2001)

La idea de intervenir un sonido con condiciones especiales supone la provocación de una escucha reducida en los receptores del estímulo, los cuales evidencian, reconocen y asumen su paisaje sonoro convirtiendo la escucha de una forma pasiva a una forma activa. Murray

Schafer compartió al mundo su concepción sobre lo que es el paisaje sonoro y la escucha activa, la importancia de un reflexionar constantemente sobre esa concepción para apropiarse de forma eficaz un espacio, reflexiones que si bien habían sido postulada por los autores expuestos anteriormente Schafer lo trasciende al plano pedagógico. (Schafer, 1994)

Cuando nos referimos al paisaje sonoro estamos haciendo referencia al cúmulo de estímulos sonoros de un lugar geográfico específico, la escucha activa es la escucha atenta de todos los fenómenos auditivos que de forma voluntaria o involuntaria son recibidos por parte de nuestro sistema auditivo en un momento y lugar determinado. En cada instante de nuestros días nos encontramos posicionados geográficamente en lugares irrepetibles, esto es así gracias a todas las condiciones físicas, acústicas y estructurales que constituyen un lugar determinado, discriminando características como si el lugar responde a un contexto de comercio, zona urbana, con algún flujo de tráfico determinado. (Schafer, 1994)

Cuando se menciona el término escucha atenta nos estamos refiriendo a lo que Schafer reseña cómo escucha activa, que no es otra cosa que una postura crítica frente a la escucha, es decir, la discriminación racional de los fenómenos sonoros, cuál es su procedencia, cuál es su fuente de emisión, qué papel juega entre el contexto sonoro. La información que puede ser sustraída de un contexto físico a partir del sonido, puede hacer asumir al receptor a ojos cerrados, como y de que está estructurado el espacio donde se encuentra. (Schafer, 1994)

Lo que Schafer en un momento inicial postula en la clase de música de un colegio con adolescentes, se puede transportar para todos los espacios físicos y todas las edades. En general la escucha activa es una invitación a desarrollar una conciencia crítica sobre la audición.

En condiciones normales es imposible aislarnos del sonido, nuestra evolución biológica nos ha hecho susceptibles de ser capaces de captar en cualquier momento, alteraciones en el aire viendo esté como el medio acústico más cercano, lo que también nos hace susceptibles de no pasar por un proceso de reflexión todos fenómenos sonoros que a nosotros puedan llegar. Esto para Schafer presenta una gran desventaja puesto que puede traer para el receptor la poca probabilidad de reconocer todos los agentes que en ese momento conforma su paisaje sonoro y así mismo ser susceptible de manipulación o alteración por parte de estos mismos fenómenos sonoros que se desconocen. (Schafer, 1994)

Tener una escucha activa sobre el paisaje sonoro en un contexto puntual, no solo nos ayudara a reconocer cuáles son los agentes sonoros que se sitúan en ese espacio, por medio de la información sonora podremos reconstruir mentalmente un espacio físico, definiendo la direccionalidad en la que viene cada estímulo sonoro, reconstruyendo sus dimensiones arquitectónicas, así, brindando la posibilidad de una vez reconocido este paisaje sonoro, reflexionar sobre los agentes que constituyen este contexto y como puedo articularlos a mi conveniencia.

Schafer vuelve constantemente sobre la reflexión de que todo es sonido, no existe lo que comúnmente conocemos como ruido. Lo que entendemos como ruido, no es más que nuestra incapacidad de reconocer de una forma funcional los sonidos, cada estímulo puede brindar información funcional ya sea como una señal de alerta, en el caso de los músicos nuevos motivos melódicos, al creador audiovisual alguna escena sonoro-fílmica, por citar algunos ejemplos. Para Schafer desarrollar una disciplina de la escucha activa sobre un paisaje sonoro, dará las herramientas a los sujetos que apropien estas reflexiones, para apropiar y reconocer de una forma más realista y consciente su posición en un espacio. (Schafer, 1994)

CAPÍTULO 2: La espacialidad, un recorrido por la humanidad

En las prácticas culturales de civilizaciones milenarias la conciencia sobre la distribución o propagación del sonido en un espacio determinado influía en la percepción ya fuera en rituales religiosos, bélicos o de entretenimiento. La reflexión sobre la importancia de la espacialidad del sonido trajo consigo desde avances arquitectónicos, teorías acústicas o herramientas compositivas, que han brindado al oyente o al receptor de un fenómeno auditivo una experiencia que puede transformar su audición e influir en su percepción.

El sonido no es el único elemento físico o intelectual que se ha nutrido de la concepción de espacialidad. El siglo XIX nos deja el antecedente histórico como el siglo en donde se presentaron las más diversas discusiones y reflexiones en diferentes disciplinas sobre la noción e importancia del espacio analizando su absoluto o relativo, objetivo o subjetivo. Desde la geometría el espacio se presenta como “el lugar de las dimensiones” como algo continuo e infinito, la física relación el espacio con la materia y el tiempo y como este afecta la constitución geométrica. Para Kant el espacio es una forma de la intuición sensible, es

decir, una forma a priori de la sensibilidad. Las diferentes ramas artísticas en sus obras reflejaron su reflexión del espacio en la articulación con el medio sonoro pues este permitía la reconstrucción mental de un determinado lugar. (Arce Sagarduy, 2014)

La existencia del sonido al igual que otras características no visuales, permite la identificación de un lugar determinado ya que este puede generar una atmósfera específica, donde se puede tener la posibilidad de provocar sensaciones anímicas determinadas. La conciencia de la espacialidad del sonido permitió comprender que una atmósfera sonora no era algo único y exclusivo de la naturaleza, por el contrario, la voluntad humana podía interferir de forma profunda en la creación de una atmósfera específica. Por medio de la manipulación en la construcción de elementos sonoros individuales se puede generar un contexto o paisaje sonoro con una carga perceptiva puntual. (Worrall, 1999)

La espacialidad ha sido objeto de estudio y de reflexión por parte de diversos artistas no solo sonoros, que han visibilizado su importancia y utilidad para la audición. Zananiri nos recalca como todos los elementos que se desplazan en a la atmósfera vibran, esta vibración tramite movimiento entre las moléculas del medio acústico, la propagación del movimiento entre moléculas produce el efecto sobre el cuerpo encontrado y sobre sí mismo. (Zananiri, 2002) John Cage nos recuerda la importancia del espacio entre los sonidos, en general la distancia que existe entre las vibraciones posibilitando el reconocimiento del sonido en el espacio (Charles, 1976).

Respaldando el argumento de Cage autores como Rekalde reafirma que la posición de un cuerpo se conoce no por la catalogación de los objetos que han pasado sino por el tiempo, por ende, el espacio en que se tarda de la fuente de emisión al receptor. (Rekalde, 2013) La autora María Anduiza relaciona el trabajo artístico de la escultura y otras artes plásticas con las cualidades espaciales del sonido, una escultura por ejemplo moldea el espacio en que se inscribe, en vez de trabajar con lo tangible y físico, al igual que los artistas sonoros, se busca trabajar con el espacio que existe entre los límites y la percepción de distancia. El plano de la escultura, como la emisión de sonido, rearticularán el espacio y el tiempo en que coinciden la obra y el espectador (Anduiza, 2010)

Reflexionar sobre el sonido como un cuerpo material y su capacidad de verterse en el espacio nos lleva a su capacidad de alterar perceptivamente un espacio, por lo tanto, el espacio puede

verse como una materia de trabajo que al igual que los instrumentos o partituras pueden llevar información precisa con fines puntuales. Así lo menciona Vera Picado que en su condición de escultora relaciona conceptos como cuerpo, masa, volumen en profesiones como la arquitectura o las artes plásticas. (Picado, 2012)

El desarrollo intelectual de las reflexiones sobre espacialidad de la mano con el desarrollo tecnológico permitió que durante el siglo XX la espacialidad sonora se convirtiese en un terreno fértil donde se podría proliferar el desarrollo expresivo. Tradicionalmente, en lo musical el tratamiento espacial fue relacionado con la altura, ritmo y melodía o con consideraciones abstractas como el lugar de impartición, no como algo formal o específico para tener en cuenta; es nuestro oído el órgano que nos brinda la información más precisa sobre la experiencia temporal del espacio, por ello las expresiones sonoras son la representación dinámica de un lugar, cagar de espacialidad una obra musical brinda otras posibilidades artísticas. (Carles, 2013)

El espacio ya no puede ser renegado como parte aislada de una obra sonora ya que como observamos en diferentes reflexiones el tratamiento espacial permite que el sonido expanda sus alcances provocando sensación y representaciones visuales inseparables a la escucha y la observación, atributo que requiere un mayor valor en nuestra interacción con los elementos tecnológicos actuales, es decir los productos multimedia.

Los sonidos conforman el universo del ser humano, estos conviven en un medio físico. La manipulación y estructuración de los estímulos auditivos permitieron al ser humano convertir los sonidos en huellas culturales; el paradigma de concepción sobre la organización de los sonidos siempre estuvo condicionado a la estética que en la época se manejara, así podemos clasificar la historia de la música occidental en periodos históricos. (Mariano Arnáez, 2009)

La conciencia del ser humano por las condiciones acústicas del sonido permitió influir en el espacio, el ejemplo más representativo son los espacios puntuales dedicados a ceremonias o ritos donde se daba una gran importancia a la reverberación. Son nuestros oídos el órgano que mejor recoge la experiencia temporal del espacio; principalmente comprendemos el mundo en primera instancia desde la habilidad de observar ya que podemos reconocer los patrones geométricos físicos y químicos que componen la realidad tridimensional del planeta

tierra. Sin embargo, somos menos conscientes o indiferentes, de que existe una percepción del espacio construida a partir de lo que oímos. (Anduiza, 2010)

La percepción sonora, nos permite discriminar información como las dimensiones o textura de un espacio; la dureza o rigidez con que un espacio está construido condiciona las propiedades acústicas, es decir podemos descifrar un material a partir de la reverberación, así también podemos reconocer la diferencia entre un lugar pequeño o grande, una iglesia o una cueva. La espacialidad del sonido no solo nos brinda información arquitectónica del lugar, así como podemos reconstruir los espacios por la audición podemos descifrar la dirección, distancia y movimiento de las fuentes sonoras dentro de un espacio. Podemos diferenciar que tan cercano o lejano se encuentra un sonido de nosotros no solo por la intensidad sino por el timbre. (Abregú, Calcagno, & Vergara, 2012)

Nuestro sistema auditivo nos hace capaces muchas veces de reconocer la dirección y profundidad de una señal de alerta antes que su reconocimiento visual exacto. Nuestro oído se apoya para calcular la distancia y dirección de las fuentes sonoras por las diferentes llegadas de señal en cada oído que de la mano de un banco mental de sonidos permite que el cerebro realice un reconocimiento producto de la comparación de la información sonora que a lo largo de la vida vamos acumulando. (Arce Sagarduy, 2014) La audición es un dialogo contante con un lugar, es dejarse sumir en la identificación de todos los fenómenos auditivos y a su vez integrarse como uno. Es resignificar todo y todos a quienes nos rodean, esta reflexión solo es posible bajo el reconocimiento del espacio y sus componente e integrantes. (Palmense, 2020)

La espacialidad del sonido puede discriminarse en tres factores centrales: la localización de las fuentes sonoras, los entornos acústicos y la directividad de las fuentes sonoras. La localización hace alusión al lugar donde los oyentes suponen ubicar las fuentes sonoras, los entornos acústicos a las diferencias acústicas que hacen particular cada lugar y la directividad a la carga energética con la que pueden irradiar los diferentes estímulos. (Di Liscia, 2010)

El desarrollo cultural e intelectual de la humanidad responde a desarrollos tecnológicos propios de una época determinada, no podemos suponer que existían las mismas reflexiones sobre la espacialidad del sonido en la antigua Grecia que en el siglo XXI. El sonido antes del siglo XIX en su utilidad de lo musical solo lograba ver su difusión por medio de instrumentos

acústicos, por ende, todos los tratamientos espaciales que se quisieran disponer tenían que responder al manejo de las propiedades físicas de un espacio determinado. Fue en templos, iglesias, mausoleos, teatros donde comenzaron a surgir las primeras ideas y manipulaciones sobre la espacialidad que una vez entrado el siglo XX de la mano de la tecnología amplió la utilidad de la distribución espacial del sonido. (Arce Sagarduy, 2014)

El desarrollo tecnológico del siglo XX permitió que la grabación y reproducción de sonido fuera cada vez más fiel, este perfeccionamiento constante, hizo posible que el desarrollo de la ingeniería de sonido utilizara, estudiara y ampliaba la manipulación de la espacialidad en una pieza sonora, pues ahora no se dependía de las condiciones acústicas de un lugar para jugar con la espacialidad, con la tecnología se desarrollaron micrófonos, software y hardware que hizo posible la manipulación física del sonido a partir de la modificación o la creación de las condiciones acústicas de un lugar determinado. (Arce Sagarduy, 2014)

Así podemos discriminar que la posibilidad del tratamiento espacial del sonido puede documentarse en lo que es el plano acústico y el electroacústico, concepciones que de igual forman responden a un desarrollo lineal en cuanto a lo sonoro y tecnológico, los cuales han dejado diferentes ejemplos de cómo diferentes músicos y en general artistas sonoros bajo las condiciones y desarrollos intelectuales y tecnológicos propias de su época, han apropiado la concepción de la espacialidad sonora. Así como afirma Schafer, desde el momento en que se entendió que la fijación de un sonido permitía también la fijación del espacio, se comprendió que de la fijación del espacio a la manipulación del espacio no hay frontera. (Arce Sagarduy, 2014)

La espacialidad en el medio acústico:

Recordemos que el ser humano desde la antigüedad ha sido consciente de la manipulación del espacio acústico brindando especial atención a la acústica arquetípica, esto se refleja en la construcción de lugares sagrados dispuestos para rituales específicos, pues gracias a esta manipulación era posible variar la percepción de los espectadores. La civilización griega y romana son una de las civilizaciones primitivas de la humanidad, que dentro de su aporte intelectual para toda la humanidad se puede encontrar registros que avalan el dominio de

nociones matemáticas y físicas con relación a la construcción arquitectónica. (Miralles Bono, 2007)

Los teatros resultan ser la muestra más evidente de cómo a partir dimensiones y formas calculadas en la construcción de recintos, se lograba reforzar acústicamente la emisión del sonido. Los teatros griegos constantemente evolucionaron a espacios abiertos que exigían los diseños y planteamientos acústicos más audaces, brindando mayor atención a la parte sonora y ya no solo a la parte visual, Esta atención posteriormente se traduciría en la diferencia entre teatro y auditorio. (Arce Sagarduy, 2014)

El desarrollo intelectual de la acústica arquitectónica permitió enfrentar al ser humano con diferentes comportamientos físicos del sonido, como lo es el caso del Taj Mahal donde en su gran espacio abovedado encima en la cripta, con su condición de masa y el peso característica en las paredes, la forma y dimensiones de la cúpula y las superficies extremadamente rígidas, revelaron que el sonido se puede sostener hasta 28 segundos permitiendo que melodías sencillas se pierden entre reverberaciones y armónicos, generando la sensación de un sonido sin tiempo. (Miralles Bono, 2007)

La manipulación de los sonidos a lo largo de la historia como expresión artística, ha estado en manos de los músicos. A pesar de que la mayoría de las reflexiones sobre la espacialidad antes el surgimiento de las músicas electroacústicas, están orientadas hacia la acústica arquitectónica desde el medioevo en los primeros siglos posteriores a la muerte Cristo y la consolidación del cristianismo como la religión oficial del Imperio Romano, el desarrollo de los cantos litúrgicos como la única expresión artística válida, posibilitó a la espacialidad tomar carácter y posición como una posible herramienta para la creación musical.

Sabemos que la Iglesia católica tuvo un poder casi absoluto sobre toda la sociedad occidental, teniendo potestad así para dominar todos los ítems de conocimiento. La música no estuvo fuera esto; la forma como la Iglesia se encargó de coartar y restringir, concluyo así en extinguir documentalmente las diferentes prácticas musicales anteriores a la edad media, impidiendo notificar cómo eran en los siglos pasados la relación entre lo teórico y lo práctico musical, así mismo si existió algún manejo de la espacialidad teórica o compositivamente, más allá de la arquitectura. Por ende, el surgimiento de la teoría musical, así como los

primeros parámetros que caracterizan el sonido como lo es la espacialidad, está en el núcleo de la Iglesia.

La voz humana siempre tuvo estrecho vínculo con la consolidación de la región, esto gracias a que siempre fue pensada como el vínculo más cercano con “dios y su divinidad”. De las tradiciones litúrgicas, siempre teniendo presente que responden netamente a una expresión vocal, surgen las primeras formas musicales con el desarrollo del canto gregoriano. El canto gregoriano podemos verlo como el primer formato musical de la música occidental, sus aportes en el desarrollo de los conceptos musicales fueron cruciales, y es aquí también donde existe en primer antecedente formal de la espacialidad como técnica de composición.

El canto responsorial y antifonal son las primeras representaciones de la espacialidad en la música. El canto responsorial era un salmo, donde la parte principal de la lectura era recitada por el sacerdote en el altar, y la feligresía frente al altar respondía de forma unificada las palabras solistas del sacerdote. El canto antifonal podemos referenciarlo como el sucesor del canto responsorial ya que conserva la misma intención en el ritual litúrgico de un diálogo entre el párroco y feligreses. A diferencia del canto responsorial y el antifonal la parte recitada por el sacerdote es reemplazada por una interpretación melódica, que de igual modo recibe una respuesta melódica. (Arnáez, 2009)

Como podemos leer, las acciones de espacialidad en rituales religiosos como este tipo de cantos, mostraba una diferencia clara en cuando a lo sonoro, al resto de música de la época. Los sonidos que, de la mano de la reverberación y las condiciones acústicas del espacio, tenían una direccionalidad básica, adelante atrás, reflejaban las nociones de espacialidad con pocos niveles de conciencia. (Arnáez, 2009)

Aunque lo realmente importante de esta forma de ritual era la carga simbólica que estos cantos tenían, la espacialidad comenzó a tener una concepción más amplia que las netas condiciones acústicas de los espacios, pues estas condiciones influían en la psique humana, alteraba la percepción y se enlazaba con las acciones de los rituales; darle una direccionalidad en el espacio al sonido permitía una escucha activa del recinto.

El uso consciente de la espacialidad como una herramienta compositiva se data puntualmente en Venecia con la Catedral de San Marcos, pues es aquí donde a partir de la constitución de

dos órganos enfrentados en sus costados laterales, a diferencia de iglesias construidas anteriormente que contaban con un solo órgano, el sonido adquirió una dimensión espacial mucho más relevante, pues sus efectos acústicos propios de la direccional ampliaban la posibilidad en todas las direcciones adelante-atrás, derecha-izquierda, intensificando los efectos espirituales de los rituales litúrgicos. (Miralles Bono, 2007)

Entre 1550 y 1610 La escuela veneciana crea un estilo propio que marca la transición de la música renacentista al barroco, este es el estilo antifónico que es desarrollado gracias entre otros factores a la condición de sus dos órganos que intensificó este estilo musical. Grupos instrumentales y corales, ejecutaban sus partes correspondientes ya fuera simultaneo o alternadamente, todo unido a los dos órganos.

La posibilidad de jugar con los dos coros que posteriormente evolucionaría su uso en primera instancia a dobles coros, las dos instrumentaciones con los órganos, hizo que la reflexión sobre la espacialidad permitiera que lo musical se ligara con precisión al espacio. Los motivos melódicos podían emerger de los costados, de atrás o adelante, un receptor de la basílica le era posible escuchar ideas musicales iguales similares o diferentes que provenían desde distintos puntos. (Arnáez, 2009)

Desde Adrián Willaert (1490-1562), fundador de la escuela veneciana, pasando por Andrea Gabrieli y Giovanni Gabrieli, compositores que llevaron en sus creaciones musicales el estilo antifonal a plenitud en sus obras para múltiples coros, grupo de metales e instrumentos de cuerda y órgano. La posibilidad de jugar con la direccionalidad del sonido dentro de la espacialidad con fuente de emisiones diferentes trajo el aporte musical para toda la humanidad de la directriz en una partitura sobre los controles dinámicos, lo que indiscutiblemente afecta sobre la distribución de planos sonoros, es decir, espacialidad. (Miralles Bono, 2007)

El estilo antifonal no permaneció como algo exclusivo de Venecia, como no lo fue tampoco la catedral de San Marcos la única catedral posteriormente con dos órganos. Johannes Ockeghem, Orazio Benevoli, hasta el propio J. S. Bach hicieron parte de los compositores

que expandieron por Europa este estilo que brindaba las nociones de espacialidad. Por ejemplo, Bach lo utilizó en su *Pasión según San Mateo* (1729) para doble coro, orquesta y solistas, la cual se ajustaba a las condiciones acústicas de la iglesia Santo Tomás de Leipzig. El juego espacial del sonido estaba cargado de toda una carga conceptual pues la contraposición entre lo humano y lo sagrado podía representarse mentalmente a través del sonido entre los dos coros. (Arce Sagarduy, 2014)

El barroco nos deja también el ejemplo del motete para cuarenta voces mixtas de Thomas Tallis su obra “*Spem un alium*” donde se dispuso de ocho coros que los integraban cinco voces los cuales debería ser distribuidos en puntos específicos de la iglesia. De la partitura se puede restablecer que la intención del compositor era generar un diálogo entre los sonidos con diferentes ubicaciones espaciales. (Di Liscia, 2010)

Los siguientes ejemplos de espacialidad como una técnica para la composición se encuentran en el clasicismo, donde se ha seguido replicando las enseñanzas y el estilo propio del barroco, evolucionando entre otros factores al prestar mayor énfasis en cuestiones como la dinámica al predominar en esta época la melodía con acompañamiento como estilo musical. Así mismo, podemos observar en composiciones como las de Amadeus Mozart específicamente su serenata nocturna (Kv 239) y su nocturno para 4 orquestas (Kv 286) cómo se usa el efecto del eco barroco como una separación de grupos instrumentales. Poco a poco a diferencia del renacimiento y barroco donde el manejo de las reverberaciones era dejado a manos de las condiciones acústicas del lugar, desde el clasicismo la idea de representar un espacio a partir de lo sonoro toma lugar es decir las composiciones musicales comienzan a recrear condiciones acústicas por medio de la distribución y disposición de los instrumentos. (Miralles Bono, 2007)

Si bien la espacialidad comenzó a ser vista ya desde hace varios siglos como una técnica para la composición o la implementación como recursos musicales, la exploración teórica estaba en pro de otros desarrollos musicales, por ende, la utilización de la espacialidad no era tan evidente. Sin embargo, disciplinas artísticas como lo es la ópera desarrolló una concepción del espacio más amplia que lo netamente musical.

Cómo es bien sabido la orquesta en la ópera estaba ubicada comúnmente en la fosa, en una primera instancia esta condición podría ser vista como una técnica para la espacialidad en las propuestas artísticas sin embargo esto responde a razones de sentido común sobre el equilibrio visual y auditivo y no es el único aporte en la espacialidad. La ópera asume el espacio de una forma tan natural que lo posee como una condición que suma realismo y claridad lo que se ve reflejada en la coherencia de lo que observa el espectador. Esta idea se hace plenamente perceptible cuando los cantantes deambulan por el escenario teniendo entradas y salidas en diferentes posiciones a lo largo del escenario o como cuando los coros de la escena se imponen no solo en cantidad sino también en equilibrio vocal es decir por ejemplo el equilibrio en una escena entre la muchedumbre y un personaje. Finalmente, la ópera también dejó antecedentes donde el director de una forma audaz y no explícita en la partitura disponía los instrumentos de forma desemejante por ejemplo en costados laterales o palcos, como se dijo anteriormente, en este tipo de obras el uso del espacio es complementario, en busca de un resultado visual-auditivo coherente, pero no netamente musical. (Arnáez, 2009)

Las siguientes reflexiones de la espacialidad en la historia de la música de Occidente, la encontramos en el romanticismo donde nuevamente se vuelve a volcar la importancia del recinto y su significado cultural. Berlioz, podemos rescatarlo como el compositor quién expresó mayor inquietud por el uso del espacio en el plano musical así se convirtió en el exponente más representativo del uso del espacio en el período tonal. Entre sus reflexiones personales siempre estuvo la inquietud que, si al interior de una orquesta existían diálogos entre instrumentos, estos realmente deberían tener una coherencia en la relación dinámica y espacio. (Miralles Bono, 2007)

Berlioz En sus obras como la sinfonía fantástica, en el tercer movimiento utilizó el espacio como un elemento persuasivo. intención que lleva a profundidad a tal nivel que, en determinadas secciones establece explícitamente inclusive con indicaciones en la partitura, que en este caso el oboísta salga al escenario y desde allí toque su sección, posteriormente deberá regresar y se integrara con la orquesta y el escenario cuando la indicación se le haya dado. (Arnáez, 2009)

Continuando con las mismas propuestas con el antecedente de la escuela veneciana Berlioz en sus composiciones generaba una atmósfera con efectos sorprendentes a partir de una estructura musical dispuesta en el espacio. en su Réquiem (1837) para coro y orquesta refleja lo profundo de sus reflexiones al proponer un tratamiento sonoro tan osado. Para el estreno de esta obra en la Iglesia de los inválidos de la ciudad de París la orquesta contó con 152 instrumentistas apoyada de una fuerte sección de percusión. Lo audaz esta la ubicación de 4 orquestas de metales que estaban adheridas adicionalmente bajo la gran cúpula de la iglesia conformando un cuadrado, cada orquesta tenía una indicación geográfica Orquesta No. I al norte, Orquesta No. II al este, Orquesta No. III al Oeste y Orquesta No. IV al Sur las cuales tenían secciones musicales determinadas. (Di Liscia, 2010)

Gustav Mahler posteriormente continua con las inquietudes e ideas de Berlioz sobre la especialidad. Podemos referenciar su sinfonía resurrección (1888-1894) en donde se evidencia la continuidad de ideas pues se recalca en repetidas ocasiones la distancia a ciertos instrumentos en fragmentos determinados, así mismo como la ejecución en lugares extraordinarios a la habitual posición de la orquesta como lo eran los palcos. (Arnáez, 2009)

El siglo XX musicalmente podemos recordarlo como una época de experimentación la cual, guiada por la búsqueda de nuevos sistemas y estéticas, recordemos que la tonalidad ya no es el único sistema musical válido para la composición, estilos como la música serial son el reflejo de estas búsquedas por nuevas estéticas, nuevos caminos de investigación que también han incluido la espacialidad como una posibilidad o una herramienta en lo musical

Charles Ives es uno de estos compositores que desarrolla dichas búsquedas estéticas. Citemos su obra “The Unanswered Question” (1908) donde hace explícito el deseo de una disposición determinada para los instrumentos en el espacio, la sección de flautas irá en el escenario, la sección de cuerdas ira fuera del escenario y la trompeta usará una sordina. A estas indicaciones físicas de la posición de los instrumentos, el compositor le adiciona una carga simbólica a cada sección, las cuerdas representan los silencios de los *Druidas*, la trompeta representa la pregunta sobre la existencia y las flautas emiten posibles respuestas a estas

preguntas. El compositor con esta acción lo que busca es individualizar y personalizar cada sonido no solo con la emisión desde una posición específica sino también con un rol especial. (Arnáez, 2009)

Bela Bartok con su obra *Música para cuerdas, percusión y celesta* (1936), refleja otro ejemplo de esta búsqueda Sonora a partir de la especialidad. Bartok hace indicaciones claras de cómo deben organizarse por secciones los instrumentos en este caso estarán agrupados en 4 grupos como filas generando así para el oyente dependiendo del lugar donde se sitúe, tener una experiencia sonora determinada es decir indicios de un desarrollo estereofónico. (Arnáez, 2009)

Pierre Boulez en su obra *Improvisation sur Mallarmé II* (1956) nos deja expuesto una clara reflexión sobre la importancia de la especialidad al designar la disposición de los instrumentos en el espacio para interpretar su obra. El compositor establece esta indicación física de los instrumentos debido a que lo mencionado por él como las 3 categorías del sonido (altura determinada, altura parcialmente terminada y ruido) se mezclan entre sí generando una especie de estereofonía. Así lo tímbrico se articula directamente con lo espacial por medio de esta distribución instrumental haciendo posible la estereofonía cohesionando la espacialidad como un fin expresivo y característico. (Di Liscia, 2010)

La espacialidad en el medio Electroacústico:

Como observamos a lo largo de la historia de la música occidental, la espacialidad ha intentado integrarse a la composición de diversos modos, pero sin duda alguna es gracias al avance histórico de la humanidad con la electricidad, que el desarrollo de la música electroacústica, el registro sonoro y su reproducción durante el siglo XX, la espacialidad paso a tener un papel estructural en su concepción y difusión sonora. (Arnáez, 2009)

Para comprender el desarrollo de la especialidad las composiciones musicales tanto audiovisuales es necesario reconstruir el proceso de la captación del sonido y su reproducción ya que estas condiciones definieron las características y el uso y la especialidad.

Historia del registro sonoro

La acción de escuchar sonidos por varios siglos de la humanidad estuvo limitada o condicionada a agentes externos, como lo es el sentido de la vista, o por lo menos se presentaba que las situaciones de ejecución y escucha de algún fenómeno sonoro ocurrieran en un momento sincrónico. (García Gómez, 2012)

El intervalo entre el siglo XIX y XX es reconocido históricamente por el desarrollo en los avances tecnológicos y científicos, un tópico de gran atracción para los científicos e inventores fue la manipulación del registro sonoro, pues gracias al reconocimiento del sonido con un fenómeno físico fue capaz representar las ondas sonoras en un medio físico por medio de una membrana como la de nuestro oído, lo que posibilitó la grabación y reproducción del sonido ya no de una forma sincrónica entre emisor y receptor. (Miyara, 1999)

Para hablar de la grabación del sonido debemos remitirnos en primera medida a Ernst Chladni, quien podemos referenciarlo directamente como el padre de la acústica ya que en su libro “*Entdeckungen über die Theorie des Klanges*” expone las primeras representaciones visuales de las ondas, las “Figuras de Chladni”. Resultado del experimento producido por medio de la provocación de una vibración, emitida por un arco de violín sobre una superficie metálica recubierta de arena. (Alzate, 2006)

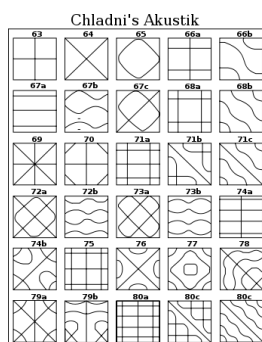


Ilustración 5 Figuras de Chladni (Mershon & Philbeck, 1991)

Siguiendo con su trabajo, años más adelante Hans Jenny continuó explorando la representación de las ondas sonoras sobre una superficie, probando materiales como arena, esporas, limaduras de hierro, agua, mercurio y sustancias viscosas sobre láminas de metal (García Gómez, 2012). De estas experimentaciones se pudo deducir la constante repetición de patrones que se pueden observar en la naturaleza por lo tanto se estableció, como queda

constatado en su libro *The Structure and Dynamics of Waves and Vibrations* que “la materia se ve transformada y modelada por el efecto de las vibraciones de las ondas sonoras” (García Gómez, 2012, pág. 19)

Gracias a los aportes otorgados por estos científicos, fue posible comenzar a pensar en la grabación, ya que si una onda sonora podía ser representada visualmente también podía ser trasladada a un artefacto que evidenciara la separación sincrónica entre el cuerpo que emite el fenómeno sonoro y el cuerpo que es receptor, ya que este artefacto podrá representar la onda de forma independiente. (Gonzales , 2017)

El antecedente más antiguo del registro sonoro se encuentra en el Fonoautógrafo, invento patentado en 1857 por parte de Edouard-Léon Scott de Martinville. Basado en el sistema auditivo, diseñó un mecanismo que estaba conformado por una bocina que en un extremo estrecho existía una membrana. Desde el centro de la membrana se desprende una aguja o cerda de jabalí que reposa sobre un cilindro de hierro que está recubierto por una tira de papel ennegrecido con el humo de la lámpara de petróleo, es decir papel ahumado. Como Scott se basa en el sistema auditivo, la membrana puede entenderse con el símil de el tímpano humano, ya que esta transmite las diferentes vibraciones de onda recogidas por parte de la bocina, quien describe el recorrido helicoidal sobre el papel. (Telefonica, 2016)

El Fonoautógrafo fue el primer dispositivo con la capacidad de grabar el sonido, sin embargo, su función se limitó al registro del sonido, coartando la posibilidad de una reproducción pues en su diseño no se contaba con alguna función que permitiera esta acción. De igual modo este aparato innovador da una base a los desarrollos tecnológicos consecuentes. (Telefonica, 2016)

“En 1878 Thomas A. Edison patenta el fonógrafo. El mismo explota, como sus predecesores, el principio mecánico por el cual las oscilaciones del aire causadas por las ondas sonoras se traducen en el movimiento solitario de una aguja —conectada a una membrana— que labra un surco helicoidal sobre un cilindro giratorio.” (Gonzales , 2017, pág. 202)

El fonógrafo se diferenció del Fonoautógrafo principalmente por la capacidad de reproducción que como recordábamos, esta acción no era realizable hasta el momento. Fue

posible gracias a que el fonógrafo estaba compuesto de un cilindro rotativo envuelto en una minuciosa capa de papel de estaño con una membrana que habilitaba el registro y reproducción, acompañado de una bocina. Por medio de esta campana el sonido era condensado y transmitido a la membrana y está a una aguja que realizaba un grabado sobre el estaño a mayor o menos profundidad que dependía de las vibraciones emitidas por la membrana. Este registro se conseguía de forma manual al dar giro sobre una manivela, que, a pesar de leerse como una acción simple, representó un gran trabajo por la delicadeza del estaño que permitía un número reducido de reproducciones. (Gonzales , 2017)

Al igual que el teléfono y la radio, por medio del fonógrafo surge la posibilidad de generar una variación espacial ya que habilito el traslado de señales sonoras a lugares diferentes, por tal razón emisor y receptor no necesitaban estar en un mismo lugar. Tal como menciona (Fernandez, Los lenguajes de la radio, 1994) a diferencia de la radio o el teléfono separa el momento de la emisión y la recepción, por ello la capacidad de trasportar el sonido abre la posibilidad de los medios de consumo informativo masivos que involucran fenómenos sonoros como la voz o un paisaje sonoro específico.

Este tipo de grabación acústica tuvo modificaciones posteriores que involucraron diferentes tipos de material en el cilindro como lo es el de cera, sin revolucionar a mayor profundidad la forma como el sonido era manipulado para un registro. Hasta que en Emile Berliner (1851-1929), ingeniero de origen alemán, daría el paso definitivo hacia una nueva era del sonido al patentar en 1887 el gramófono. (Carrera P, 2017)

El gramófono a diferencia del Fonoautógrafo y el fonógrafo quienes hacían uso de un cilindro, fue el primer artefacto con sistema de grabación y reproducción que implementó un disco plano. Su forma de funcionamiento consistía en el mismo principio que el fonógrafo, con la diferencia ya mencionada del registro sobre un disco a diferencia del cilindro, lo que involucro un cambio en la tecnología como se disponía el registro. (Feandalucia, 2009)

En los artefactos de cilindro el registro del sonido se producía a partir del método “colina y valle” es decir donde la aguja realiza un surco de arriba a abajo sobre el material con igual anchura, pero de profundidad versátil a diferencia del gramófono quien con su disco plano modifico este método de registro pues ya no consistía en un movimiento vertical, por el

contrario un movimiento horizontal, donde la aguja de izquierda a derecha dejaba un surco con igual profundidad pero diferente anchura. (Miyara, 1999)

El gramófono finalmente suplanta al fonógrafo, no solo por la revolución en su sistema de registro, el costo para producir era más económico y sencillo, en su esencia juntaba las características de su antecesor sumado de unas nuevas y mejoradas particularidades que brindo la posibilidad de reproducción y copia de un gran número de muestras a partir de un solo disco, sumado a que su capacidad de grabación llego a oscilar entre 3 y 4 minutos, el doble de un cilindro, lo que se representa en la posibilidad de un registro más extenso. (Miyara, 1999)

El gramófono evoluciono tanto en su dispositivo de reproducción como en su formato, que, de la mano con la implementación de la electricidad, cierra un periodo histórico de la grabación del sonido. El formato de disco presento varios desarrollos producto de la experimentación en materiales, desde los primeros discos de cera propuestos por Berliner transitando por la pizarra, el caucho, la vulcanita, el celuloide hasta llegar al vinilo. (Feandalucia, 2009)

El disco de vinilo trajo grandes aportes dentro de la manipulación del sonido, aportes como el “microsurco” que como recordamos es la marcación que tiene la aguja sobre el disco, que en el caso de vinilo a diferencia del de cera, es menos profunda. Lo que posibilito que al ser tres veces menor la profundidad, pudiera extenderse el tiempo de grabación, por lo tanto, si en la grabación con el gramófono pudo extenderse en un tiempo de 4 a 5 minutos, las grabaciones con el disco de vinilo abrieron paso a capturas de hasta 45 minutos. Por otro lado, el disco de vinilo brindaba una mayor calidad de sonido en las grabaciones puesto que se eliminaban el sonido de arrastre de las agujas que presentaba los anteriores materiales. (Feandalucia, 2009)

Con el desarrollo de estos dispositivos, la era de grabación acústica del sonido había llegado a su cúspide, la aprobación y consumo de esta forma de grabación se estandarizó hasta que, con la mano de la implementación de la electricidad, se cierra un ciclo histórico el cual da paso a los siguientes modelos y formas de reproducción del sonido grabado.

La electricidad es uno de los aportes más grandes para la humanidad, que durante el siglo XX se consolidó su uso gracias a la unión con elementos tecnológicos. Es así como los artefactos producto de la era acústica de la grabación del sonido, comienzan a disponer de la electricidad para su funcionamiento. Podemos referenciar directamente la evolución del gramófono a su sucesor el tocadiscos.

Un tocadiscos es un sistema de reproducción del sonido del tipo electromecánico analógico, hijo del gramófono, que utiliza el mismo tipo de tecnología, sustituyendo el cilindro de fonógrafo por un disco. Los tocadiscos surgieron con la idea de reproducir los discos de forma eléctrica y no mecánica.

Los discos comienzan a ser grabados con los mismos artefactos (gramófono) pero de forma electrónica, aunque la implementación de la electricidad se constituyó en la grabación, no es solo hasta el año 1925 cuando se patentó el tocadiscos, que la grabación y reproducción es eléctrica. El tocadiscos con el mismo funcionamiento del gramófono surge de la necesidad y deseo de poder reproducir discos de forma eléctrica. La reproducción eléctrica trajo para el oyente muchas ventajas como lo es la manipulación del volumen del disco. El tocadiscos trajo consigo la posibilidad de girar el disco a una velocidad constante (78 RPM, 45 RPM o 33 RPM), logrando cada vez más la fidelidad de las grabaciones frente al sonido real. (Feandalucia, 2009)

Aunque en la década del 20 la forma de grabación y reproducción sonora estandarizada fueron los discos, desde el siglo pasado ya se habían presentado los primeros antecedentes en las formas de condensación de las grabaciones.

Oberlin Smith ingeniero estadounidense (1840-1926), es considerado el padre de la grabación magnética. Sus primeros experimentos datan grabación de conversaciones telefónicas en una cuerda de piano, Smith a pesar de atravesar por las limitaciones tecnológicas de la época y no contar con una red eléctrica estable, continúa con su inquietud experimental que da como resultado la publicación del artículo en 1888 "Algunas formas posibles del fonógrafo" en la revista British Electrical World, que expone los principios de lo que es la grabación sobre un medio magnético. (Foro Historico de las comunicaciones, 2020)

Sus ideas trascendieron a las inquietudes de nuevos investigadores como lo es el caso de Valdemar Poulsen. Poulsen, un empleado de una empresa telefónica danés, quien por la inquietud producto de percepción del paso de llamadas sin ser repuestas, decide diseñar un medio por el cual las llamadas fuesen grabadas aun si no fueran recibidas. (Foro Historico de las comunicaciones, 2020)

Así es como en sus experimentos encuentra que si desplaza el carrete de hilo de acero entre los polos de un electroimán los sonidos son grabados (Pacheco Salgado, 2011) En 1898, 10 años después de la publicación de "Algunas formas posibles del fonógrafo" de Smith, patenta en su originaria Dinamarca y diferentes lugares del mundo su invento, el telegráfico.

El telegráfico disponía de un cilindro que giraba bajo el efecto de un electroimán y tenía enrollado helicoidalmente un hilo de acero. Mediante un micrófono las voces originaban variaciones de voltaje, que influían en la intensidad del campo magnético sobre el hilo de acero, quedando grabada la voz en zonas de este, según la magnetización. En el proceso opuesto, las variaciones magnéticas eran reconvertirlas en señales eléctricas que actuaban sobre un altavoz. (Pacheco Salgado, 2011)

Del aporte de las grabaciones sobre alambre de Poulsen, quien perfecciona y cimenta el uso de la cinta magnética es Fritz Pflüger, ingeniero de origen alemán condecorado del uso industrial del papel. Luego de razonamientos generados por la idea de suplantar la grabación magnética con alambre, experimento con un papel muy fino al cual cubrió con polvo de óxido de hierro, dando origen a la idea patentada de la grabación sobre cinta magnética en 1928. (Foro Historico de las comunicaciones, 2020)

En su inicio utilizó cintas de 16 milímetros de ancho, donde se grababa 8mm de un lado en una dirección y los otros 8mm de forma contraria. Su diseño de riel de cinta magnética consistía en 300 metros, esta cantidad daba para hacer grabaciones de 20 minutos, 10 por cada costado. Para lograr su reproducción este mismo ingeniero diseñó el "soundingpaper", el cual no logró contar con una divulgación amplia por lo cual le llevó a su asociación con AEG (Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft) con el fin de divulgar su consumo. AEG es la empresa acreedora del magnetofon y el K1. (Feandalucia, 2009)

En 1963 la empresa Phillips lanza al mercado el primer casete compacto. El casete en esencia fue diseñado para remplazar al magnetófono quien no contaba con las características de portátil, el casete tenía un tamaño en gran medida más compacto y pequeño. La empresa Phillips decide audazmente no patentar la idea del casete esto con el fin de volver masivo su producción y consumo, cometido que resulta a la perfección y posibilita un mismo desarrollo del casete convirtiéndose en la alternativa más popular de consumo musical. (Telefonica, 2016)

El casete se divulga y consolida definitivamente en la década del 80 gracias al diseño del walkman. Dispositivo de reproducción portátil de casetes, quienes contaban con el uso de auriculares lo que permitió al consumidor, desplazarse por los lugares de su preferencia reproduciendo sus casetes favoritos de forma individual. Los avances tanto el en casete como en el walkman permitieron al usuario grabar la selección de música de su preferencia así mismo como la reproducción de frecuencias radiales. (Telefonica, 2016)

En la misma década del 80 Sony y Philips de la mano de Kees Schouhamer Immink y Toshitada Doi quienes en busca de una nueva forma grabar, transportar y reproducir, lanzan al mercado el disco compacto. Los CD'S se componen de un disco de 1,2 mm ya sea de policarbonato o plástico, al cual se le adiciona una capa de aluminio, seguido de una laca protectora del aluminio. Así mismo como el walkman el CD conto con su dispositivo de reproducción con las mismas características, el Discman. (Telefonica, 2016)

El disco compacto por años sufrió diferentes tipos de desarrollo trastornando su labor inicial de una reproducción sonora. Su paso por CD-ROM, CD-R, CD-RW, DVD y, recientemente, Blu-ray, transformo el CD como una herramienta para el transporte de información digital, ya no solo sonora sino de todo tipo. Es así como el proceso de grabación sonora llega a la actualidad donde podemos referirnos a todos los procesos dentro del marco de la era digital.

La grabación y reproducción digital es un avance propio del desarrollo tecnológico conjunto con la invención y lanzamiento al mercado de la PC. Paralelo a lanzamiento del CD al mercado, se estudiaba sobre la posibilidad de pasar del audio analógico al digital, esto gracias a que las señales no comprimidas, consumen una gran cantidad de datos lo cual dificulta su almacenamiento. Una de las contribuciones más importantes del sonido digital es la fidelidad del sonido, también el desarrollo de esta tecnología permitió el impulso de protocolos de

audio como el MIDI que abrió paso para la invención de instrumentos virtuales. Por medio de los procedimientos digitales del sonido, se posibilitó el tratamiento a señales analógicas o digitales en procesos externos como la añadidura de efectos espaciales como reverberaciones o modulaciones. (Pc Midi Center)

“La grabación, edición y reproducción de audio digital en una computadora le brinda al usuario amplias posibilidades para diseñar y producir sonidos nuevos y también modificar la música con gran precisión.” (Pc Midi Center) La idea del audio digital se basó en representar los sonidos por una serie de códigos que fueran capaces de ser digeridos y procesados por una computadora, esto se logró gracias a la representación de sonidos con números, así pues, se le es asignado una serie de códigos binarios a cada parte de una onda sonora. Por lo tanto, unos comandos numéricos nos representarían la entrada de audio. (Pc Midi Center)

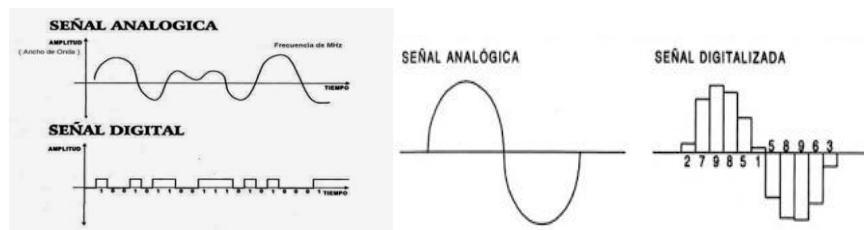


Ilustración 6 Señal de acústica a digital (Pc Midi Center)

Karlheinz Brandenburg matemático alemán, desde 1987 comienza a cuestionarse por la congestión informática que representaba transportar las grabaciones sonoras digitales, por ello sus investigaciones estuvieron dispuestas a comprimir la información hasta dos veces el peso informático original. Sus primeras experimentaciones con programas como el Codec para comprimir y descomprimir audios, encontraron su cúspide cuando en 1992 junto con su grupo de investigación (MPEG) se patentó el formato MP3, el cual se estableció como el formato más común de audio digital hasta la época. (Pc Midi Center)

Con la llegada del internet el audio digital se instaura y masifica rotundamente. De la mano con el desarrollo de plataformas digitales de acceso online, como el desarrollo de software en la producción grabación y reproducción de sonido, concebimos nuestra actual interacción con los sonidos grabados, donde los avances tecnológicos nos ha permitido dotarnos de dispositivos de reproducción inclusive producción sonora personales, que nos permiten estar sumergidos en cualquier instante con la interacción sonora capaz de ser seleccionada al gusto.

La espacialidad en el medio Electroacústico:

El desarrollo tecnológico permitió un control mayor en la ubicación de las fuentes sonoras. Los nuevos medios tecnológicos permitían una libertad generalizada en el manejo acústico y espacial, como también una exploración tímbrica, a diferencia de las condiciones de los siglos pasados presentaban nuevas dimensiones en la composición musical. (Miralles Bono, 2007)

Los avances progresivos permitían la búsqueda cada vez de una fidelidad más alta en lo sonoro, prestando especial atención al detalle brindando cada vez mayor realismo y tridimensionalidad. En consecuencia, se hace palpable los paradigmas para la elaboración de una imagen sonora en respuesta a la creación de espacios virtuales, pues por medio de la extensión de canales de grabación y reproducción, se ofrecía al público una dimensionalidad que sectores como el audiovisual explorarían con mayor profundidad. (Arce Sagarduy, 2014)

La reconstrucción de un espacio sonoro por medios tecnológicos es una construcción mental, una proyección conceptual donde la mente ubica las fuentes sonoras y a partir de esto desarrolla una determinada experiencia auditiva. Estas construcciones, fueron frágiles y cuestionables en un inicio puesto que existía un desfase sensorial de la experiencia auditiva que si se vivenciaba en el espacio real. (Arce, 2015)

Por medio de la perspectiva auditiva la creación de un paisaje sonoro busca estimular la imaginación ya sea por medio instrumentos, parlantes o auriculares. Ocurre de igual modo que en la perspectiva visual donde de forma análoga se construye la ilusión de un espacio tridimensional a partir de uno bidimensional. Estos avances tecnológicos del siglo XX permitieron al compositor controlar indicios espaciales es decir hacer del espacio sonoro un parámetro controlable. (Abregú, Calcagno, & Vergara, 2012)

Los avances musicales producto de esta época van ligados al desarrollo tecnológico, claramente el perfeccionamiento en la construcción de instrumentos para nuevas técnicas interpretativas influyó en el desarrollo de obras musicales y la estética artística. Recordemos que a principios del siglo XX nacen los primeros instrumentos electrónicos como lo es el Theremín en 1919 y el ondas Martenot en 1928. Reconocidos compositores como Milhaud,

Honegger, Boulez, Varèse, y Messiaen investigan sus posibilidades musicales ya fueran tímbricas o técnicas e intentaron articularlo al repertorio desde la orquesta clásica. (Arnáez, 2009)

Esta elaboración de una imagen sonora tuvo un desarrollo procedimental de la mano con lo tecnológico, desde el fonógrafo al sistema digital existieron muchas disposiciones tanto en grabación como en reproducción que hicieron posible ahondar en el desarrollo de un sonido envolvente donde la direccionalidad era el parámetro con mayor relevancia. Revisemos las principales técnicas de grabación y reproducción sonora.

Técnicas de grabación y disposición de reproducción:

Las técnicas que surgieron para la grabación del sonido germinaban y se exploraban de acuerdo con los avances mismos que los artefactos de grabación permitían, los mismos avances tecnológicos permitieron la manipulación de la señal desde sus inicios en un solo canal hasta su implementación y desarrollo multicanal permitiendo brindar el desarrollo de la noción de espacialidad a partir de la disposición en la reproducción.

El desarrollo de la tecnología del micrófono fue el detonante para entablar lo que son las diferentes técnicas de grabación. Entendamos al micrófono como el artefacto que nos posibilita transformar una señal acústica a una señal eléctrica, es decir un transductor que transforma una señal a otra. (Feandalucia, 2009)

Sonido monofónico:

Desde los primeros antecedentes del registro sonoro hasta entrada buena parte del siglo XX, la forma como se captaban las señales respondía a una sola dirección, señales monoaurales. Los sonidos eran condensados y grabados por medio de una señal individual, aun si este fuera el sonido de múltiples señales como el de una orquesta.

Con la implementación de los micrófonos se facilitó la forma en cómo se grababan los sonidos, a diferencia de artefactos como el fonógrafo, aun así, si la grabación incluía un número elevado de integrantes, todos quedaban incluidos en un solo canal es decir una sola

señal de audio ya que la captación del sonido ocurría con un solo micrófono. Técnica que se respalda gracias a los primeros reproductores los cuales contaban con solo un altavoz.

Las señales monofónicas fueron utilizadas en diferentes medios como la radio o las grabaciones musicales hasta mitad del siglo XX, los diferentes desarrollos tecnológicos característicos del inicio de dicho siglo, permitió el desarrollo de los diferentes tipos de micrófonos y sistemas de grabación, como los diferentes tipos de reproductores con la extensión y atención en los altavoces, lo que llevo a la exploración con la grabación simultanea de micrófonos, la mezcla del sonido, que abrió paso a otro tipo de técnica de grabación.

Sonido estereofónico:

En 1931 se presenta la patente de una nueva técnica de grabación propuesta por Alan Blumlein, quien con una trascendencia histórica similar a las de Edison o Scott, es considerado el padre del sonido estereofónico por su aporte con las grabaciones binaurales. Al observar en un cine como el sonido monofónico no concuerda ni se ajusta a las nociones de movimiento de la imagen, Blumlein se adentra en la idea de representar el movimiento con el sonido, lo que lo lleva basado en el sistema de audición humana, a captar los sonidos con dos señales de audio. (Miyara, 1999)

La técnica de grabación estéreo involucra la captación de un mismo sonido con dos señales de audio, es decir grabar con dos micrófonos una misma fuente de audio. Es así como la señal monofónica de cada micrófono hace parte de una sumatoria que representa un sonido, la cual es susceptible al tratarse de la misma fuente sonora de dividirse pues su señal se ubica en dos canales y jugar con el posicionamiento del audio entre derecha a izquierda, generando una noción de espacialidad sobre el plano horizontal, que permite representar movimiento visual por medio del audio. (Pc Midi Center)

La posibilidad de captar sonidos por medio de dos micrófonos trajo consigo la experimentación en la ubicación que se le daba a estos para su labor de captar el sonido ya que el diferente posicionamiento generaba diferencia de milisegundos entre la captación del sonido entre micrófonos, como a su vez diferencia en el balance de frecuencias generando el

efecto estéreo. El diferente posicionamiento de los dos micrófonos trajo consigo los diferentes tipos de señal estereofónica ya que con dos micrófonos se abrió un abanico de posibilidades técnicas que representaban fortalezas o desventajas dependiendo la fuente sonora a grabar. (Calahorrano Peña, 2001)

Sonido Multicanal:

Podemos entender el sonido multicanal como aquel cuyo uso involucra múltiples pistas de audio para así reconstruir el sonido en un sistema con varios altavoces. Su denotación está escrita con dos números separados por decimal los cuales involucran la diferencia entre canales entre agudos y bajos.

Sistema de sonido multicanal es el diseño de una pista de audio que tiene tres o más canales derechos, izquierdo, subgraves más otros canales especializados, con la capacidad de reproducir esa pista de audio. Existen diferentes formas de distribuir el sonido y por ello, también existen diversos sistemas de sonido:

1. Sistema de sonido 5.1: este sistema cuenta con 6 altavoces que emiten sonidos diferentes para lograr una espacialidad con mayor profundidad. Los altavoces han de estar colocados a la misma altura siempre, la correcta rondaría entre los 50 y 70 centímetros por encima de la posición de escucha. Una adecuada colocación de todos los altavoces va a permitir disfrutar de un gran realismo.

La disposición de estos será uno central donde regularmente irán los sonidos medio o de voz, delantero izquierdo y derecho de todo tipo menos bajos, trasero izquierdo y derecho ambientación. (Caro Barreda, 2009)

2. Sistema de sonido 7.1: este sistema es muy similar al 5.1, salvo que se le adicionan dos reproductores más para lograr una mayor profundidad y realismo Su disposición está condicionada a las dimensiones del espacio donde se quiera disponer, si sus condiciones son óptimas y similares a las del 5.1 los dos nuevos altavoces estarán ubicados a lo lados laterales justo horizontal con los oídos.

3. Sistema de sonido 7.2: Al igual que el 7.1 esta disposición cuenta con 3 canales frontales, 2 laterales y 2 traseros y dos Subwoofer. Este sistema esta pensado para las salas con un ancho de pantalla más extenso.
4. Sistema de sonido 8.1: Este sistema similar al 7.1 brinda al oyente una inmersión total vista desde las posibles direcciones en que pueden ser recibidos los sonidos. Este nuevo altavoz está incluido en la parte trasera central que hasta el momento era la única dirección en donde no partía el sonido. Así se completa un entorno 360° con posibles estímulos, volviendo una imagen sonora una experiencia muy realista a partir de la espacialidad lograda.
5. Sistema de sonido 9.1: Este sistema se compone de 3 canales frontales, 2 laterales, 3 traseros y 1 en el techo 1 subwoofer, este sistema expone las inquietudes de los diseñadores sonoros por proponer mas puntos de escucha en los espectadores, permitiéndole recibir estímulos en diferentes direcciones. (Caro Barreda, 2009)

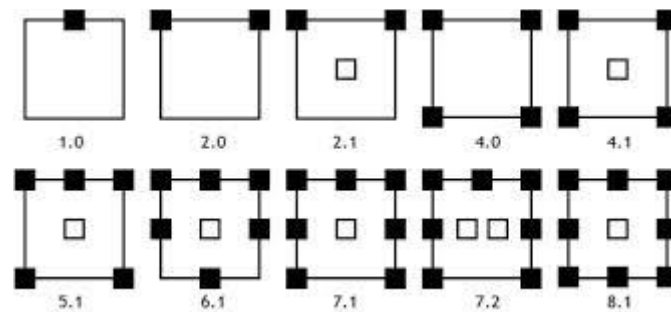


Ilustración 7 Sistemas de Reproducción

Existen otro tipo de sistema que no son contemplados dentro de esta categoría que podríamos denominar posibilidades de sonido Surround.

1. Cuadrafónico: “Básicamente el sonido es recogido mediante cuatro micrófonos, codificado a dos canales para poder ser grabado en disco y decodificador posteriormente para reproducirlo a través de cuatro altavoces.” (Arce Sagarduy, 2014)
2. Ambisonics: este es un formato con un sonido envolvente. Este siendo una esfera es una forma de grabar, manipular y reproducir el sonido de la forma que el oyente ubicado en un plano horizontal sea sometido a estímulos en

todas sus direcciones tridimensionales, es decir sonidos desde la parte superior, media o inferior ya sea en el centro, derecha o izquierda.

Este sistema es el único por medio de altavoces que puede generar una audición completamente espacial al dar una sensación de tridimensionalidad ya que es una esfera compuesta por micrófonos y altavoces en todas sus direcciones

Este sistema tratar una escena de audio como una esfera de sonido de 360° grados proveniente de diferentes direcciones alrededor de un punto central.

“El punto central es donde se coloca el micrófono durante la grabación, o donde se encuentra el "punto óptimo" del oyente durante la reproducción.”

(Vicuña Zubiria, 2018, pág. 6)

Sonido Holofónico, 3D o 8D:

En 1980 es patentado por el argentino Hugo Zucarelli el sonido Holofónico, técnica con la cual, a partir de la reproducción de sonido por dos canales, estos otorgan toda la información necesaria para la espacialidad, arriba y abajo, derecha e izquierda, delante atrás cercano o distante.

El sonido Holofónico surge de la inspiración de los hologramas, de allí su nombre, por ello tiene el objetivo especial de representar un ambiente acústico que le permita al oyente dotarse de una completa información sonora, la dimensión espacial, el ambiente, la emoción y el espíritu de vida de esta misma onda. De esta forma el sonido se presenta de tal manera que nuestro cerebro no tiene otra opción que decirnos que el contenido de la grabación es, de hecho, la vida real. (Calahorrano Peña, 2001)

Zucarelli desarrolla sus investigación por inquietudes respecto a la percepción de la audición humana desde muy pequeña edad, sostiene la experiencia de que a su corta edad de 10 años mientras caminaba con la cabeza fija sobre una revista, percibió la dirección de un accidente de tránsito que había ocurrido sin haberla visto, desde ese instante queda con la inquietud de

como supo que el accidente había ocurrido tras de él y no en cualquier otra posición si de igual modo no tenía la vista fija sobre la fuente sonora.

Por esta razón la holofonía surge como el resultado de las arduas investigaciones por parte de Zucarelli por entender como nuestro sistema auditivo procesaba los sonidos, sus distinciones físicas como su localización, la forma como se transportan las ondas sonoras desde el tímpano hasta el cerebro para interpretar un sonido envolvente 360°. Los primeros acercamientos a esta técnica surgen con las formas de grabación asemejadas a la fisionomía humana capaz de captar la dirección del sonido. (Aguilar Benítez & Aguaysa Velecela, 2017)

La afirmación de Zucarelli de que los oídos tienen una tridimensionalidad a diferencia de la percepción binaural, y que estos no estaban conectados ni dependían uno del otro, lo llevo al desarrollo de un dispositivo capaz de captar y reproducir el sonido de forma tridimensional. “Un sistema de sonido tridimensional es aquel que incluye o complementa atributos espaciales a una señal para la sensación de movimiento a una fuente de sonido.” (Calahorrano Peña, 2001)

A diferencia del sonido estéreo, si una fuente de sonido aparenta estar en el lado izquierdo del receptor, el sonido se percibida desde el lado izquierdo de la cabeza y no del lado de un altavoz. Zucarelli propone que por medio de un solo oído podemos tener las algunas nociones de espacialidad, por lo que desde un solo oído la sensación auditiva de 360° es posible de percibir.

A priori a los hallazgos patentados por Zucarelli, existieron diferentes tipos de técnicas estereofónicas que se esforzaban por lograr una escucha holofónica como lo es la cabeza Dummy, la cual no es más que un maniquí con dos pequeños micrófonos los cuales lograban distinguir algunas características propias de la audición binaural la HRTF, desconociendo como las mismas condiciones fisiológicas de nuestros organismos influyen sobre la localización de los sonidos. Así es como Zucarelli por medio de su prototipo Ringo logra las primeras grabaciones completamente holofónicas.

Por medio de las grabaciones con el prototipo Ringo fue posible percibir la reproducción de los sonidos como si se estuviera en el mismo posicionamiento físico donde se está haciendo la toma del sonido. A diferencia del prototipo Dummy el cual se sustenta en los teoremas matemáticos ILD, HRTF, ITD donde no se tiene en cuenta la fisionomía de la audición. Zucarelli agrega a su prototipo una emisión de sonido interna de baja intensidad, así cuando se realizan las tomas los micrófonos de la cabeza Ringo los micrófonos captan todas las variables externas de la audición binaural (ILD, HRTF, ITD) se recrean interferencias creadas entre ambos sonidos (exterior y el propio), consiguiendo la tridimensionalidad del sonido. (Prieto López, 2016)

La holofonía se diferencia de otras propuestas de sonido tridimensional que hacen uso de las condiciones de audición binaural, por medio de la postulación de algoritmos buscan representar de una forma matemática, la ecuación que aplica el conjunto de nuestro cuerpo a un sonido en aire libre cuando este se dispone a ser conducido por nuestros oídos a nuestro cerebro, es decir tratar de simular mediante el procesamiento de una señal lo que con la holofonía se consigue de forma directa. (Prieto López, 2016)

Aunque el sonido Holofónico puede concebirse como el directo sucesor del sonido estereofónico, su auge no fue en ninguna manera significativo, aun en la actualidad la técnica de consumo sonoro masiva es la estereofónica, esto se debe en principal medida a su relación dependiente del uso de auriculares, aunque estos existen desde años atrás su uso no respondía a los intereses propios de consumo cultural de la época que en mayor medida procuraba ser masivo no personal. Así mismo la implementación con diferentes ramas artísticas, como el cine o el teatro, donde el uso de auriculares no era algo muy cómodo.

Si bien la mayoría de los productos sonoros que consumimos vienen en un formato estereofónico los avances tecnológicos han permitido la difusión y reproducción de la holofonía en forma digital 8D -se ha tornado popular el termino 8d (8 direcciones) que no es más que el tratamiento digital de la holofonía- a partir de la creación de diferentes plugins en varios programas de edición de audio para su articulación en productos multimedia. Entornos como la realidad virtual o la presencialidad remota, se ven potencializados en gran medida

a los avances y alcances propios del sonido envolvente que al comportarse como un elemento interdisciplinar extiende sus habilidades perceptivas.

Espacialidad en música electroacústica.

La espacialidad del sonido es una herramienta que se ha expandido gracias a la música electroacústica, esta permitió también una exploración del espacio acústico y es gracias a esto que se ha podido articular con mayor propiedad la espacialidad sonora con otras ramas artísticas, las cuales han manifestado mayores efectos persuasivos en su público, como lo es el teatro, el cine o la multimedia. (Calcagno, 2016)

La música electroacústica no es reconocida formalmente hasta la mitad del siglo, puesto que a pesar de que se habían hecho intentos por articular instrumentos electrónicos a la orquesta, esos instrumentos no representaban las destrezas técnicas necesarias para el desarrollo musical. El constante progreso tecnológico permitía poco a poco una articulación e implementación de los elementos eléctricos al plano sonoro acústico; la disposición de centros con alto desarrollo tecnológico en el tratamiento sonoro permitió que compositores de alto prestigio como Meyer-Eppler, Stockhausen, Schaeffer, Eimert, Bayer, Messiaen y Boulez pudieran desarrollar sus experimentaciones musicales. Autores como es el caso de Stockhausen, sus obras fueron tan icónicas que son consideradas estudios e indicios de la música electroacústica. (Arnáez, 2009)

“Gesang der Jüingie” de Stockhausen es considerada como la primera obra electroacústica con una espacialidad sonora profundamente consciente. Esta obra concebida en toda su estructura como estereofónica es pretendida por el autor como el comienzo de una nueva forma artística que traerá un nuevo concepto de composición y audición. (Di Liscia, 2010)

En esta obra podemos datar usos del espacio explícitos donde se hace inseparable la espacialidad de la musicalidad, pues brinda las sensaciones auditivas precisas. Stockhausen especifica la disposición para la reproducción de esta obra, 5 altavoces ubicados cada uno en un punto determinada pues por estos estará transitando el sonido. El hecho del estilo compositivo bajo el cual está compuesta esta obra (serialismo), donde su estructura consiste

en un patrón de movimientos melódicos fijos, de la mano de la posición fija de los altavoces, el espectador queda sumergido en una audición envolvente, podrá sentir, como el sonido apropia todo el espacio y tiene diferentes trayectorias sobre él. (Di Liscia, 2010)

Posteriormente podemos datar como antecedente al compositor John Chowning quien con su obra *Tuneas* nos deja el referente obligado de la música electroacústica. Esta obra está diseñada para un sistema de reproducción cuadrafónico, esta es la primera obra cuya espacialidad es lograda por medio de un programa computacional específico para esto, que materializa el dominio de parámetros físicos que traspasan al plano de las artes. En *tuneas* todo parece haber sido compuesto para lograr unos efectos determinados, la velocidad, los motivos melódicos, el espectro y registro. “Los sonidos y sus sucesiones están pensados para una localización y movimiento, y no al revés” (Basso, Di Liscia, & Pampi, 2009, pág. 129)

La obra posterior que dejaremos como referente está compuesta por Jean-Claude Risset quien con su formación científico-musical deja expuesto en su obra de tres movimientos “Sud” toda su habilidad compositiva. Esta está diseñada para una reproducción estéreo, donde podemos encontrar un habilidoso uso de la espacialidad para el diseño de un paisaje sonoro. Existe tres planos sonoros en esta obra, sonidos de naturaleza, motivos melódicos diseñados virtualmente y el producto de sonido de la mezcla de los dos anteriores. A lo largo del desarrollo de los tres movimientos se puede escuchar como el compositor juega con las intensidades, presencia o ausencia, direccionalidad de cada uno de estos planos, generado una sensación de inmersión en la obra puesto que los planos generan un discurso al presentarse en algunos motivos como planos de fondo, por momentos se genera la sensación de estar en medio de la selva escuchando esta obra. (Basso, Di Liscia, & Pampi, 2009)

Roger Reynolds con su obra “*The Vanity of Words*” nos muestra que las técnicas de espacialidad no son puramente para obras instrumentales, con una audaz propuesta donde encontramos la voz como protagonista, logra efectos de especialización dinámicos. Esta obra basada en la recitación de fragmentos del libro “*la insoportable levedad del ser*” independiente de las técnicas de espacialidad dispone la voz en tres timbres diferentes que estos a su vez ya dan un indicio de espacialidad, los estilos son susurrado, profundamente

entonado y declamatorio. Esta obra compuesta en la mitad de la década del 80 presenta ya los avances tecnológicos puntualmente en los avances informáticos y la creación de entornos digitales, pues esta obra está diseñada bajo uno de los programas computacionales más usados en su momento Cmusic (Arnáez, 2009)

A principios del siglo en Sudamérica la exploración intelectual es este campo de estudio tiene su florecimiento, en países como argentina los compositores fueron los más habilidosos en apropiar herramientas de espacialidad en sus obras, como es el caso de Juan Pampin quien como su obra On space diseñada para sexteto de percusión y sección de música electroacústica explora la espacialidad a partir de la experimentación tímbrica.

Esta obra diseñada para 6 canales de reproducción, a su vez con una distribución de la percusión alrededor del espacio, juega con la riqueza de la espacialidad tanto en la intervención del espacio acústico como electroacústico.

“On Space se destaca por la novedad en el trabajo de las características de radiación que llevan a cabo sus fuentes sonoras, y la creación de diferentes “volúmenes sonoros” a partir de esta cualidad.” (Arnáez, 2009, pág. 73)

La espacialidad en el siglo XX en música electroacústica de la mano del desarrollo tecnológico permitió que cada compositor explorara a su modo la intervención del espacio electroacústico para darle una concepción teórica a la espacialidad en sus obras. Cerraremos este recorrido histórico del uso de la espacialidad con “Interiores” de Pablo Cetta. Esta obra es una articulación entre registro, intensidad e interválica con la representación espacial de las fuentes de manera dinámica, que hemos observado con anterioridad que refleja todos los avances a nivel tímbrico, tecnológico musical que se desarrolló a lo largo del siglo. (Basso, Di Liscia, & Pampi, 2009)

Hemos observado cómo desde el hombre primitivo hasta el ser humano moderno del siglo XIX ha estado inmerso y ha sido partícipe de la manipulación espacial del sonido como un elemento persuasivo de la audición. También se ha revisado cómo es la manipulación del espacio acústico desde condiciones como la arquitectura, la disposición física de los músicos hasta lo que concluyo por medio del desarrollo tecnológico y la posibilidad de manipular el

espacio acústico por medio herramientas electroacústicas La creación de imágenes sonoras que desarrollaron todo un discurso musical.

Posibles Aspectos técnicos para lograr espacialidad

Con la manipulación de las condiciones espaciales del sonido gracias a los avances tecnológicos tanto en grabación como en reproducción, como se ha revisado la posibilidad de recrear un espacio se convirtió en algo fundamental. A pesar de que se puede recrear espacialidad con parámetros físicos reales, esto no es una obligación y con la música electroacústica es posible recrear espacialidades que no corresponden a condiciones físicas reales de un espacio acústico.

Pablo Di Liscia realiza una propuesta de los posibles tratamientos espaciales que se le pueden dar al sonido. Esta propuesta esta categorizada por orden de “realismo”, es decir diferentes tipos de espacialidad para determinadas realidades. (Basso, Di Liscia, & Pampi, 2009)

- Real: Esta hace referencia a la simulación más estricta, es decir, busca reproducir lo más fielmente posible la situación de audición ordinaria de un oyente ubicado en el lugar determinado. (Basso, Di Liscia, & Pampi, 2009)
- Hiperreal: Simulación que sobre exalta los patrones físicos, acústicos del sonido con el fin de brindar una experiencia, más persuasiva que la real. (Basso, Di Liscia, & Pampi, 2009)
- Virtual: A diferencia de la hiperreal donde a pesar de que se busca una sobre exaltación, no se busca generar algún patrón físico que no sea posible en el mundo real, en la simulación virtual como su nombre lo dice se busca recrear espacialidades que no comprendan patrones físicos del mundo real. (Basso, Di Liscia, & Pampi, 2009)

Para la creación de una imagen sonora la cual se busca interferir espacialmente se debe tener en cuenta tres parámetros el ámbito, la localización y la direccionalidad. Entendamos el ámbito como la caracterización que se le quiere dar al sonido, su condición tímbrica. La localización como el sonido tiene movimiento y transita por el espacio, y la direccionalidad como la potencia de las diferentes señales acústicas. (Basso, Di Liscia, & Pampi, 2009)

Recordemos que cuando localizamos un sonido interfieren condiciones que involucran los tres planos azimut, elevación y distancia. Para lograr una simulación y movimiento en el plano horizontal se debe utilizar los recursos documentales sobre la ILD y la ITD. En el plano de elevación la única manera de lograrlo es modificando los espectros de alta frecuencia de los sonidos, esto generara la sensación si hay modificación de que el sonido sube o baja, va hacia adelante o hacia atrás. Finalmente, en el plano de distancia se debe controlar parámetros con destreza como lo es la reverberación, controlar la proporción de sonido reverberante con respecto al sonido directo, fuentes cercanas tendrán más sonido directo que sonido reverberado; las fuentes distantes tendrán más sonido reverberado que sonido directo. (Arce Sagarduy, 2014)

Cuando queremos dotar de espacialidad una obra sonora ya sea netamente musical o para un medio audiovisual, en primera instancia deberíamos cuestionarnos ¿Qué entorno quiero generar? ¿Cuáles son las cualidades acústicas de ese entorno? ¿Por qué ese sonido haría parte de esa obra? ¿Qué función cumple ese sonido, es que dirección está ubicado? Esta información nos permitirá partir de algún modo con algunas inquietudes espaciales solucionadas que en cuanto más se ahonde en ellas más riqueza informática puede ser sustraída y aplicada.

Existen muchos tipos de posicionamiento que se le puede dar a un objeto sonoro en el espacio, sin embargo, lo más básico es reconocer que existen fuentes de sonido estáticas o móviles, y así podríamos hacer una clasificación de las posiciones de los personajes sonoros y sus movimientos, ya que puede ser de una configuración estática a otra estática o de una fija a una móvil, de móvil a móvil etc. Pablo Di Liscia menciona unos posibles movimientos que puede tomar la trayectoria del sonido movimientos directos, cíclicos y oscilatorios, dobles, irregulares. Estas son algunas de las posibilidades que puede tomar la trayectoria de un sonido que si se mezcla junto con una fuente de sonido fija, dará una sensación espacial determinada. (Basso, Di Liscia, & Pampi, 2009)

La espacialidad del sonido en el audiovisual.

El sonido es una herramienta de la cual no sólo hacen uso los músicos. El mismo siglo XX con sus avances tecnológicos hizo posible que el sonido se involucrara con otras ramas artísticas donde a pesar de que ya no era el personaje principal dentro del discurso artístico, realizaba un papel trascendental para la intervención como lo es el caso del cine, el dibujo o la multimedia. Esta articulación permitió pensar los sonidos fuera del discurso encadenado de lo musical y comenzar a pensar en el diseño de un paisaje sonoro con todas las características propias de este. La unión de las ramas artísticas al igual que el desarrollo teórico del sonido como la construcción de una imagen mental hicieron que pensar en la espacialidad fuera una condición inherente a las producciones sonoras.

Chion es el autor más relevante en cuanto al análisis del sonido en la audiovisual, esto gracias a las profundas reflexiones aún vigentes y transportables hoy en día a medios digitales. Justamente con su texto “La audiovisión” presenta el valor expresivo e informativo con que el sonido puede enriquecer a una imagen, esto bajo el concepto de valor añadido.

Chion presenta en su texto la división de los sonidos en musicales, ambientales y vocafónicos, a su vez expone lo que son sonidos diegéticos, que hacen referencia a los sonidos que tienen una relación directa con la imagen, por ejemplo, una película el personaje conduce un carro escuchando música, si nosotros escuchamos la misma música que el personaje este sonido será diegético. Por otra parte, los sonidos extradiegéticos son lo contrario a los diegéticos y son esos sonidos que no están relacionados con la imagen, en el mismo ejemplo del conductor un sonido extradiegético será, por ejemplo, cuando nosotros como público escuchemos un parque de diversiones mientras vemos conducir al personaje, el sonido no corresponde a la imagen ni el personaje tiene algún tipo de relación con este. (Chion, 1993)

Así mismo Chion resalta la importancia de los sonidos “On” y “Off” es decir los sonidos que están en plano o fuera de plano. Este análisis permite establecer por escenas, la clasificación en importancia para disposición de los sonidos en una producción sonora. El desarrollo tecnológico permitió que el audiovisual poco a poco pudiera establecerse, donde el papel del

sonido y en particular de la espacialidad, hizo posible la inmersión en el cine con propuestas y desarrollos audaces para alterar la percepción.

La espacialidad en el cine

Las relaciones holísticas del sonido con diferentes ramas artísticas u oficio han estado presentes siglos atrás, recordemos a los juglares o trovadores, la ya mencionada opera, inclusive en el teatro. El sonido fuera de su concepción neta de disciplina musical ha desarrollado una carga narrativa como lo revisamos con anterioridad a lo largo de la humanidad, que hizo posible su articulación con la imagen y posterior evolución a medios audiovisuales. (Woodside, 2014)

Cuando nos referimos a los medios audiovisuales, lo hacemos ubicando a esa articulación entre imagen y sonido, por lo tanto, relacionamos directamente al cine como origen de estas producciones. El cine encuentra su raíz a partir del desarrollo de la fotografía o imagen en movimiento. Su inicio, referenciémoslo como el cine insonoro, en realidad nunca careció del sonido, este siempre estaba presente ya fuera en un narrador, un piano, una orquesta, pues este brinda una mejor percepción en el material visual o en su inicio cumplía la función de distraer al público del ruido producido por las primeras máquinas de video. Existieron compañías encargadas de desarrollar lo que hoy en día llamaríamos efectos Foley de manera sincronía con la proyección del material visual. La recreación de sonidos propios del paisaje sonoro como pisada de zapatos, el sonido del masticar, por ejemplo, son prácticas que se pueden recordar del teatro y la ópera. (Arquero, 2013)

Se documenta formalmente el inicio del cine sonoro con la proyección del filme *The Jazz Singer* en 1928, sin embargo, entre la patente del cinematógrafo por parte de los hermanos Lumiere y este filme, existe un recorrido experimental significativo que hizo realidad de una forma eficaz la articulación del sonido con la imagen. (Woodside, 2014)

La historia del sonido en el cine está dada igual forma que su registro individual, por los desarrollos tecnológicos de la época, a su vez en la fortaleza con que trasgrede patrones estéticos del momento, así como ha sucedido durante muchos momentos históricos de la

humanidad se dijo que el sonido sincrónico bajaría el estatus del arte fílmico por lo cual disponer de su uso sería algo secundario y de adorno, relegado mejor a evitar. (Caro B, 2009)

El kinetófono es el primer artefacto datado que hace posible la unión por un lado del cuadro visual como del sonoro, es posible llegar al kinetófono gracias al desarrollo que de forma individual estos dos ítems tuvieron. Valiéndose de mecanismos artesanales es la unión entre un kinescopio y un fonógrafo, el usuario podía mirar a través de los agujeros del kinescopio y escuchar los sonidos propios del fonógrafo con sus indicaciones antes mencionadas. A pesar de ser el primer artefacto y significar un antecedente histórico, este sufría de serias limitaciones, a raíz de factores técnicos que condicionaban elementos como la reproducción, no se tenía la suficiente potencia para abarcar un gran público. (Woodside, 2014)

El cronófono sale al mercado años posteriores queriendo reproducir esta misma idea del Kinetófono, sin embargo, al igual que el Phono-Cinéma-Théâtre estos artefactos justificaron los comentarios críticos que avalaban que la articulación entre imagen y sonido de forma sincrónica no sería algo viable, puesto que por su condición en cómo se registraba el sonido sobre un disco, este presentaba limitaciones desde la durabilidad del registro, su fidelidad, y más preocupante su fácil desfase con la imagen. (Woodside, 2014)

El principal problema de la grabación con disco aparte de su corta duración y sus condiciones propias del inicio del registro sonoro, como la calidad del registro monofónico y como se debía recoger este, eran los constantes problemas de sincronización, cualquier mínimo tropiezo técnico podía causar un desfase entre imagen y sonido, por esta razón el cine sonoro con una buena calidad se estanca por un momento. (Caro Barreda, 2009)

De igual forma que en el cine insonoro, el cine sonoro en estos primeros años de incursión decide seguir desarrollando la película sonora, entendamos esta como aquella sin un diálogo entre personajes de forma vocal, pequeños cuadros eran los encargados de guiar la narrativa del filme. La articulación en primera medida del sonido musical, posteriormente los sonidos incidentales, y finalmente los vocafónicos tuvo este desarrollo en el cine sonoro por las condiciones técnicas ya mencionadas (monofónico) pero también por la dirección de la industria cinematográfica, quienes consideraban que sus productos debían ser lo más llano posible en paisaje sonoro, pues esto garantizaría que a llevar un producto por diferentes

ciudades o pueblos, tuviera un mismo impacto sin causar modificaciones trascendentales; si bien había que realizar cambios a estas películas sonoras sobre todo en la traducción de estos cuadros narrativos, tener un filme con dialogo en ingles entre personajes, si se deseara llevar por toda Europa generaría un problema y es que muy poco publico podría entender lo dicho, por lo tanto el alcance cinematográfico se reducía. (Caro Barreda, 2009)

Estas primeras proyecciones con sonido encuentran una ruptura cuando en la década del 20 se genera otra posibilidad de la reproducción audiovisual, desde el cine mudo y esta primera etapa del cine sonoro, lo visual y auditivo a pesar de ser sincrónicos no estaban entrelazados, recordemos como con el Kinetófono el sonido estaba en el fonógrafo y la imagen en el kinescopio. En la década del 20 surge la técnica de sincronización “sonido sobre la película” que a diferencia del mecanismo anterior denominado “sonido sobre disco”, este estaba unido físicamente a la cinta de la película. Esto acabo por completo con el problema de sincronización pues tanto como sonido e imagen ya no sufrirían de algún percance técnico que hiciera desincronizar la proyección, si llegase a ser el caso de que hubiera un percance de igual modo las dos partes sufrirían desmejoras y mejoras de forma simultánea. Esta patente de sonido se denomina Tri-ergon. (Woodside, 2014)

Así paralelamente se desarrollaron artefactos tecnológicos en pro de estas técnicas de sincronización, que justamente en la década del 20 permitieron la implementación en los filmes del discurso. Por un lado, en el sonido sobre cinta luego de algunas evoluciones de artefactos se reconoce el “Movietone” como el sistema más representativo que por su habilidad en la sincronía en la década del 20 desplazaría la grabación con disco. Por otro lado, en la técnica sobre disco se destaca de esta década el “Vitaphone” el cual surge como un perfeccionamiento de los anteriores mecanismos de grabación con disco. (Woodside, 2014)

La técnica de grabación sobre disco se ve temporalmente sustituida por el sonido sobre película “sonido óptico”, esto gracias nuevamente a las habilidades fijas de la sincronía, así mismo, con la implementación de la amplificación con tubos que permitió cada vez la reproducción con más público. Las grabaciones sobre cinta justamente en su innovación mecánica exigían la adecuación de las salas de cine de la época para que así fueran capaces de reproducir los filmes con sonido óptico. Estas adecuaciones tenían un costo tan alto que

finalmente al término de la década se concluyó por renegar este sistema de sonido sobre disco, las grandes cabezas de la industria audiovisual deciden ante esta ambigüedad unificar y cimentar un solo sistema de registro para así unificar y expandir con mayor efectividad las producciones. (Woodside, 2014)

Los grandes estudios como Warner deciden respaldar al Vitaphone y así disponer todas sus producciones bajo esta técnica. Diferentes filmes fueron producidos y proyectados con estas dos técnicas, pero como referente histórico se debe referenciar “The jazz Singer” filme reconocido como el inicio del cine sonoro, pues es aquí donde se comienzan a establecer los diálogos sincrónicos entre los personajes, lo cual trajo para el público o los receptores, una exaltación de significado pues el hecho de poder escuchar unos sonidos vocafónicos sincrónicos con el movimiento de los actores era un hito que incremento la acogida del cine. (Caro B, 2009)

Siguiendo el recorrido histórico y trayendo a colación para relacionarlo a su vez con la historia del registro sonoro, a la época si queremos hablar de espacialidad escasea el respaldo por lo reducido de la tecnología, la captación y reproducción del sonido eran monofónicos. En la salas de cine en mediados de la segunda década del siglo se estableció dos altavoces ubicados tras de la pantalla paralelos en cada esquina como el estándar, cada altavoz lleva esta mezcla mono, recordemos que en una pista monofónica no es posible insertar técnicas de espacialidad propias de la escucha binaural, así que las primeras nociones de espacialidad en lo audiovisual esta dado en el plano de profundidad, pues esta variable de control de frecuencia permitía al espectador generar estas pequeñas nociones de distancia. (Caro B, 2009)

Con las posibilidades adheridas de distribución espacial que trajo el desarrollo del sonido, significo una carga conceptual diferente a entender el sonido como un elemento individual o solamente musical, a su articulación con el audiovisual. La creación de perspectiva sonora es decir la escucha espacial supuso una reflexión profunda en cuanto al espectador, pues era necesario distinguir que el receptor tiene una ambigüedad de sonidos recibidos pues a él llegan estímulos entre procedencia real, el altavoz, y la ficticia, el personaje o el objeto que cae, por ejemplo. Esto dispone reflexiones, estrategias y técnicas que en este momento del

cine con sonido monofónico no generarían tanto hincapié como en el sonido estéreo o multicanal al cual llegarían estas conclusiones. (Caro B, 2009)

Los progresivos avances tecnológicos en cada artefacto que involucraba la reproducción audiovisual, cámaras, micrófonos, consolas, permitieron pensar en las alternativas de reproducción pesando justamente a partir de la aceptación del sonido ya no como un simple adorno, si no, como un valor añadido. Es así como surge los primeros indicios de un sonido envolvente, (aun con una mezcla monofónica, recordemos que las películas hasta la década del 70 el sonido fue mono) a partir de una nueva disposición de los altavoces concebido como “FantaSound” en 1940, el cual proponía disponer de cuatro altavoces los cuales estarían ubicados en la parte frente a los espectadores, tras de la pantalla, en distribución centro izquierda y derecha, así mismo el cuarto altavoz estaría ubicado en la parte trasera de los espectadores. (Caro B, 2009)

Esto es posible gracias al cambio del registro óptico al registro magnético propuesto en el artefacto “Cinemascope” lo que permite la extensión a los 4 cuatro canales; a pesar de no poseer una mezcla estereofónica que le permita a los sonidos involucrados en un filme desarrollado con FantaSound tomar una direccionalidad, la estrategia de proponer un altavoz en la parte trasera, abrió la posibilidad de poder recrear una atmosfera, lo que abrió paso a los artistas sonoros a explorar en sus grabaciones y mezclas para así sumergir al espectador en la proyección. (Filmmaker IQ , 2020)

El contante progreso en la articulación del sonido con la imagen, genero la necesidad de una figura específica encargada de lo sonoro, es así como surge y conforme pasan los años se establece la figura del Diseñador sonoro, que es aquella figura encargada de construir una atmósfera sonora específica para un película, es decir darle un estilo particular creando una personalidad específica del filme.

El diseñador sonoro es el encargado de igual forma de programar, proyectar, coordinar y organizar toda la cadena de factores que influyen para la proyección sonora de un filme, es decir, comunicar una idea, hacer verosímil un espacio virtual y transmitir determinadas sensaciones al espectador de un producto.

La creación sonora es un proceso que exige una serie de conocimientos técnicos que hagan posible lograr su cometido. Durante un rodaje se debe identificar la diferencia en los planos sonoros, es decir la diferencia entre sonidos musicales, incidentales o vocafónicos, de estos se debe percibir en la marcha cuales serán grabados en el momento del rodaje, en el estudio o en un lugar exterior al rodaje.

El desarrollo del cine como rama artística también generó su discriminación por géneros, así mismo cada género exigía la creación de un diseño sonoro que fuera preciso para su proyección, claramente una película de miedo sonoramente no es lo mismo a una película de culto religioso. Esto exigió al diseñador sonoro no solo un conocimiento musical, técnico y logístico, sino también teórico y/o conceptual. Lograr identificar cual es la atmósfera que se debe alcanzar, la ambientación perfecta se lograba con la captación de un paisaje sonoro con los más mínimos detalles, la brisa al pasar por el cuerpo, el sonido de la fricción de la ropa al caminar, todos esos detalles debían pensarse y lograrse desde la figura del diseñador sonoro.

Como se ha mencionado cuando hablamos de audio en el cine nos referimos a tres tipos de sonidos, vocales, musicales e incidentales. El poder recrear de una forma inicial un paisaje sonoro en esta etapa del cine permitió que se investigara y profundizara en sistemas de reproducción que fueran capaces de brindar mayor calidad al sonido es así como surge el “Sensarround” el cual adhiere la condición de banda magnética y FantaSound. Amplificaba los sonidos de baja frecuencia, es decir exaltaba vivamente los sonidos como un trueno, causando variaciones en el estado emocional de los espectadores. (Caro B, 2009)

No dejemos a un lado que, a pesar de no ser mencionados en este escrito, ya que no es objeto de estudio de esta investigación, los diferentes artefactos que de forma individual involucran sonido e imagen se perfeccionaban y brindaban nuevas posibilidades en vista de una mejor calidad.

Es hasta los años 70 por medio del desarrollo de los estudios Dolby que podemos referenciar un cambio sustancial en la espacialidad del sonido en los filmes. Es a partir de esta época que las proyecciones tenían una mezcla estereofónica, por primera vez el público en una sala de cine le era posible sentir el efecto de una nave espacial pasar por su cabeza (La guerra de

las galaxias de George Lucas fue Grabada con esta tecnología). El Dolby Stereo presentaba un significativo aporte a la industria cinematográfica ya que reducía los ruidos de manera significativa, esta contribución es gracias a los estudios realizados por la marca Dolby décadas anteriores e incursionados en medios como la música o la radio. Así mismo justamente en su mención de estéreo codificaba cuatro canales de sonido en dos canales grabados en la película, y posteriormente se descodificaban en los cuatro canales permitidos para el estéreo en el espacio limitado de un rollo de película. Consecutivamente los estudios Dolby continuaron desarrollando su tecnología proponiendo así avances al Dolby Stereo como fueron las actualizaciones THX y SR las cuales prestaban especial atención a la calidad del sonido. (Filmmaker IQ , 2020)

En la década del 90 hasta la actualidad dolby ha reformado sus tecnologías del cine brindando mayor calidad a su sonido, pero brindando importante atención a la creación de un sonido envolvente al 100%. En el 92 saca al público su Dolby Digital, el cual ya hemos referenciado como el sistema de sonido 5.1 el cual presentaba independencia sonora en cada uno de sus canales, cabe resaltar que la distribución de los altavoces es diferente a la FantaSound puesto que los altavoces están dispuestos a los costados.

En el 2010 sale al mercado Dolby Surround 7.1 que utiliza el ancho de banda disponible de la transición al cine digital para añadir dos canales Surround individuales en la parte trasera de la sala. Así mismo se realiza la implementación posteriormente del Dolby Surround 7.2 que se dispone en 3 canales frontales, 2 laterales y 2 traseros, así mismo 2 subwoofers frontales más 1 trasero, esta disposición frente a la 7.1 se caracteriza por acudir a solucionar la problemática de salas de cine un ancho de pantalla aún mayor.

La continua exploración en generar un sonido envolvente presenta al mercado diferentes disposiciones como la 8.1 (3 canales frontales, 2 laterales y 3 traseros más 1 subwoofer) como la 9.1 (3 canales frontales, 2 laterales, 3 traseros y 1 en el techo más 1 subwoofer) disposición de sistemas de reproducción que se presentan por los avances en las producciones como en las salas, que como desde los años 50, se cuestionan como generar una mejor experiencia al espectador. Los estudios dolby en la actualidad disponen su atención en la patente de Dolby Atmos, el cual está basado en recrear una situación sonora 3D. (Filmmaker IQ , 2020)

Como revisamos el desarrollo tecnológico esta propuesto para brinda cada vez una experiencia más realista. El desarrollo de la imagen exigió un mismo desarrollo del sonido en pro de una escucha más realista. Conforme se transitó entre el sistema monofónico, estereofónico y Multicanal, estos cometidos se fueron dando. Pero no debemos ver los avances del sonido envolvente netamente como un desarrollo tecnológico, fue la inquietud humana y su exploración lo que hizo posible una realidad envolvente del sonido a partir del control de variables como la espacialidad; recrear y dotar al sonido de un campo de acción 360° permitió exaltar la semiótica sonora, así mismo incursionar cada vez con mayor efectividad en la relación imagen y sonido. (Pueo & Sánchez Cid, 2011)

La espacialidad en la televisión

Se data el origen de la televisión formalmente en 1926 cuando las ideas del escocés John L. Baird se hacen realidad al lograr la trasmisión de imágenes en movimiento por medio de un cable. Desde este instante la televisión ha tenido un gran desarrollo tecnológico que nos permite en la actualidad disfrutar de las experiencias en nuestros hogares con los televisores, para ahondar en esto revisar (Reimón Rizkalla, 2013) o (epec, 2020).

En el desarrollo audiovisual, el sonido históricamente fue relegado a un segundo plano con relación a lo visual, en gran medida por las limitaciones técnicas que se oponían a los avances en lo visual. Con el desarrollo de los programas televisivos, a pesar de las riquezas conceptuales ganadas en virtud del sonido en el audiovisual, en su inicio se refleja como igual el manejo del sonido estuvo limitado ignorando las riquezas semióticas. (Xataka, 2020)

Los primeros televisores no incluían el sonido, sin embargo, no tardó en llegar la inserción de este al medio. Este era un sonido monofónico, a su vez estos artefactos contaban con un altavoz para su reproducción, recordemos cuales serían las posibilidades espaciales del sonido en este sistema. Es solo hasta la década del 80 cuando se lanza al mercado el primer televisor estéreo de la mano de la patente por parte de Dolby Studio, lo que permitió, así como en el cine, el cambio de la situación virtual del televidente, esto ya que se podía modificar su percepción del entorno visual. (Xataka, 2020)

En los medios audiovisuales el desarrollo de los elementos constitutivos del medio se estudió y se desarrollaron como categorías diferentes, el interés televisivo no prestó atención a la espacialidad en su concepción relegando esta función a los sistemas de reproducción externos. Es así como en el medio televisivo la espacialidad está dada por los avances en los sistemas de reproducción ya mencionados en el cine. (Sanchez , Amenteros, & Benites, 2013)

La realidad física de los hogares por sus dimensiones, llevaron a concluir que entre los distintos sistemas de sonidos envolvente, el que mejor respondía era el sistema 5.1, esto nuevamente a las dimensiones que por lo general manejan los hogares lo cual no permitía disponer de forma exitosa los canales sobrantes de sistemas como el 7.1, donde la riqueza espacial no presentaba diferencias sustanciales frente a la disposición 5.1, esta abarcaba el espacio suficiente para brindar al espectador una escucha inmersiva. (Sanchez , Amenteros, & Benites, 2013)

Las distintas reflexiones sobre la espacialidad que han conducido a la implementación de diferentes medios para lograr una escucha, de una forma cada vez más realista, permitió establecer el sonido como un agente global con referencias puntuales, lo que posibilita la elección de los puntos de escucha ya fuera unificada o independiente. Entendemos así, que el sonido envolvente permitió un tratamiento espacial interactivo en los hogares. (Pueo & Sánchez Cid, 2011)

En el caso de una transmisión de un evento deportivo como el Wimbledon, es usual que en el eje Central-Frontal se ubiquen los sonidos del campo de juego como el del comentarista. En los altavoces restantes tanto traseros como laterales se ubican los sonidos del público, ambiente, los sonidos que constituyen el paisaje sonoro del recinto donde se imparte el evento deportivo. Quedando así la perspectiva sonora respecto al oyente, sujeta a lo visual estando este en el canal central. Esta es una posibilidad de percibir la panorámica global del evento, pero las cualidades del 5.1 permiten ubicar al receptor desde diferentes planos geográficos del recinto a partir de la disposición de los eventos sonoros en los altavoces, dando la posibilidad de ubicar al receptor desde diferentes perspectivas ya sea en el banquillo, el público, el juez árbitro, el entrenador. (Pueo & Sánchez Cid, 2011)

La espacialidad del sonido en la multimedia.

La multimedia se ha definido como un sistema interactivo con múltiples códigos, es decir el uso ordenado para presentar de forma mezclada, gráficos, videos, texto, imágenes, animaciones, sonido. (Antonio & Pina, 2000)

La multimedia nace con la informática, la computadora se presenta como un nuevo lenguaje capaz de influir en el desarrollo cognitivo. La interacción de espectador del sujeto en los medios audiovisuales contrasta con la capacidad de este lenguaje humano, pero no natural, de comunicar deseos, ideas y emociones, que hace involucrar al usuario al presentarle un modo de registro, procesamiento, recuperación u organización de la información. (Logan, 1995)

Los audiovisuales son catalogados de igual modo multimedia, sin embargo, estos se diferencian de los demás medios por la interactividad. Utilizar un material interactivo, en cómo se presenta esta información, genera una comunicación entre el usuario y el ordenador, gracias a que el usuario responde con acciones a estímulos que posteriormente exige una nueva acción del usuario. La multimedia permite la intervención individualizada, incentiva y facilita el trabajo autónomo, por lo tanto, una retroalimentación profunda de la información que se presenta por este medio, independiente de su temática, ya sea científico o de entretenimiento. (Belloch, 2009)

El contenido multimedia independiente su plataforma (videojuegos, aplicaciones móviles, enciclopedias virtuales) podemos clasificarlo en tres categorías. Por un lado, tenemos en contenido lineal el cual es el contenido multimedia menos interactivo ya que presenta de forma secuencial toda la información haciendo casi nula la intervención del usuario. También está el contenido reticular, el cual se caracteriza por dotar al usuario de total libertad para seguir diferentes caminos cuando navega por la plataforma, atendiendo a sus necesidades, deseos, conocimientos. Finalmente, esta los materiales jerarquizados, los cuales son una combinación de las dos posibilidades previas, en determina plataforma el usuario podrá escoger transitar en secciones donde siempre involucre su interacción, así mismo como ingresar a unas secciones lineales. Otra denominación que le podríamos dar a estas tipificaciones es programas cerrados, semiabiertos, abiertos los cuales también responde a unas condiciones de diseño programático donde el sonido jugara un papel sustancial. (Belloch, 2009)

La espacialidad en los videos juegos

Los videojuegos son el medio más representativo del cumulo conceptual hasta el momento en la historia respecto a las producciones audiovisuales. Es decir, en estas producciones multimedia podemos ver representados las diferentes reflexiones entre la relación de sonido e imagen que décadas antes se han desarrollado, así mismo como las reflexiones de espacialidad en su expresión máxima a partir de un desarrollo tecnológico.

Así como lo demás medios audiovisuales, los videojuegos durante sus décadas iniciales presentaba las limitaciones propias de su desarrollo tecnológico, sin embargo, el aporte más significativo para la multimedia y los videojuegos es el desarrollo de la computadora y con ella todo un pensamiento de la era digital. Por lo tanto, el desarrollo tanto del contenido visual como sonoro estuvo condicionado al desarrollo de hardware. El principal avance en la evolución del sonido fue la introducción de la tarjeta de sonido como un elemento de proceso independiente. Para más referencias de esto revisar (Kent, 2016), (Berenguer Ibar, 2018), (Duch i Gavaldà & Tejedor Navarro, 2012).

En los inicios de los acercamientos a los videojuegos, los intentos de articular el sonido se hacían por medio de un artefacto externo que llevaba el sonido, siendo éste poco funcional para las condiciones del desarrollo del juego. Pong de Nolan Bushnell en 1972 si bien no es el primer videojuego de la historia si es el primero en incluir el sonido, este sonido estaba programado y no involucraba una añadidura externa que controlara el sonido. Como podremos suponer estas producciones eran de orden monofónico, pero ya que hablamos de sonido digital, estos primeros videojuegos contaban con 2 bits lo cual claramente limitaba la cantidad de sonidos a poder incluir. (Pazmiño Bravo, 2019)

Conforme se avanza en el desarrollo de las consolas también se desarrollaba las posibilidades sonoras. Posteriormente en 1977 se lanzó la Atari 2600, que incluía un procesador de 8 bits que aparte de su avance claro en la posibilidad de incluir nuevos canales de audio, permitió controlara la variable de tono y volumen. La respuesta activa de la inclusión del sonido en los videojuegos por parte del público permitió que se dispusiera un interés por separado en el desarrollo de las mejoras en los mecanismos de sonido. (Pazmiño Bravo, 2019)

En 1983 podemos referir los primeros juegos que incorporaron en su sistema sonido técnicas estéreo. Con la extensión de 8 a 16 bits los juegos quienes a su vez aprovechaban los avances en la calidad sonora gracias al desarrollo de las tarjetas de sonido que mejoraban sus condiciones de fidelidad en el contexto digital, pudieron desarrollar su carga narrativa con mayor profundidad, generando la mayor característica de la música en videojuegos, la interactividad con el jugador. (Pacheco Salgado, 2011)

Una de las posibilidades de las consolas de videojuegos al articularse con una pantalla televisiva, es poder conectarse con un sistema de reproducción de audio externo, en esta medida los videojuegos se pudieron articular con los diferentes sistemas de reproducción envolvente ya fuera 5.1 o 7.1 antecedente del cine. Recordemos que no se trata de la simple acumulación de altavoces en el espacio, cada altavoz representa una clara posibilidad de incluir un sonido en particular, así cada canal demanda una señal independiente, señal que se debe diseñar, programar y componer para poder ser reproducida. La extensión de 16 bits permite el desarrollo de videojuegos con estos sistemas de reproducción. (Pazmiño Bravo, 2019)

Es menester siempre tener presente el recorrido histórico de las reflexiones sobre la espacialidad, desde el punto semiótico, tanto de sus técnicas. Si bien el videojuego apropia estas reflexiones, su papel está profundamente más involucrado gracias a su condición de multimedia, que recordemos son productos diseñados con un fin interactivo; una diferencia notable es que el público de los videojuegos a diferencia del cine, no se limita a ver, escuchar y analizar. En los videojuegos la ficha clave es la interacción del jugador, pues es el quien tomara todas las decisiones a partir de elecciones, como optar a donde ir conduciendo así la historia a su antojo. (Berenguer Ibar, 2018)

El sonido en las producciones televisivas y cinematográficas es un medio que si bien a lo largo de su desarrollo adquirió una carga semiótica relevante que permitió al espectador relacionarse con la imagen con mayor eficiencia; a diferencia de los videojuegos estos no daban información de cómo interpretar estos sonidos con el progreso de la escena, quizá por su realidad de que el espectador no podrá involucrarse con el desarrollo de esta, en cambio en los videojuegos el sonido proporciona información relevante para entender como interactuar con el sistema y cómo comportarse en un mundo virtual. (Jørgensen, 2008)

Podemos resignificar los sonidos en los videojuegos como una contribución sensorial, es decir, que el sonido permite conocer toda una disposición espacial de un entorno a partir de la reconstrucción de un paisaje sonoro donde los sonidos adquieren una espacialidad crucial que permite no solo ubicar el lugar donde se encuentra sino también los diferentes fenómenos (paisaje sonoro) que en él ocurren. Por ejemplo, los sonidos en off que referenciamos en el análisis del cine, en los videojuegos permiten que el jugador transforme estos en imágenes mentales, reconstrucción que son subjetivas de cada sujeto, siendo también una cualidad del sonido en los videojuegos, el jugador es su propio director encargado de crear la experiencia multimedia. (Jørgensen, 2008)

Como se menciona en el párrafo anterior, los referentes conceptuales del análisis del cine se hacen evidente en estas producciones multimedia. En los videojuegos podemos ubicar de igual modo sonidos diegéticos y extradiegéticos, así mismo como sonidos en On o en Off. El gran aporte de los videojuegos en el plano sonoro es la inclusión de los sonidos adaptativos y los sonidos procedurales.

En primera medida podemos entender los sonidos procedurales como aquellos que transcurren y se modifican en tiempo real, de acuerdo con las variaciones que se presenten en el videojuego. A diferencia de las primeras implementaciones del sonido en los videojuegos, lo procedural permite un tránsito entre sonidos, variaciones de tiempo, suponer, invertir o modificar planos sonoros de forma individual o varias a la vez esto a partir de la implementación algorítmica que permite que una escena tenga un número si bien no infinito, un número indefinido en sus posibilidades, es decir que podemos tener un diseño sonoro el cual por medio de la implementación algorítmica se modificara su secuencia sonora cada vez que se presente. Esto le da la posibilidad al jugador de sumergirse en una experiencia dinámica e interactiva a partir del diseño sonoro del juego. (Córdoba Ortiz, Ruiz Jiménez , & Arjona Quiñones, 2020)

Los sonidos adaptativos al igual que los procedurales, se modifican en tiempo real de acuerdo con las variaciones de las acciones del jugador, la diferencia puntual que existe entre estas dos disposiciones sonoras es que esta clase de sonidos no se trata de una evolución progresiva y natural de la pieza, sino de cambios repentinos disparados por el entorno producto de las

acciones directas que toma el jugador. (Córdoba Ortiz, Ruiz Jiménez , & Arjona Quiñones, 2020)

El sonido en producciones cinematográficas podemos catalogarlo como lineal, en los videojuegos y su implementación procedural es el negativo de este, es decir, no lineal. Esto es por su característica de ser un sonido dinámico, es decir un sonido que se modifica de acuerdo con la interactividad del jugador. Este tipo de sonido dinámico es susceptible de ser dividido en dos categorías de análisis, interactivo y adaptativo. (Collins, 2009)

Los audios interactivos hacen referencia a esos sonidos donde el jugador tiene el control y puede realizar en determinados momentos como sea su elección, ejemplo en un juego de guerra los disparos de arma. Por otro lado, los audios adaptativos al igual que lo referido anteriormente son aquellos en los que el jugador no tiene control y cambia de acuerdo con el juego, por ejemplo, los cambios de música al cambiar de ubicación o la reproducción de sonidos cuando hay una transición del día a la noche. (Collins, 2009)

En la actualidad en las consolas más comunes podemos encontrar la Xbox 360 que trabaja con 16 bits, hasta 256 canales de audio con sistema dolby digital, la PlayStation3 maneja sistema dolby digital 5.1 o la Nintendo Wii que tiene un soporte Dolby Pro. Si bien son franquicias diferentes, concuerdan en la importancia de acondicionar sus equipos con un sonido que brinde realmente una respuesta activa para el jugador. Los videojuegos con su característica de interactividad exigen un diseño sonoro donde la espacialidad del sonido quizá sea el mayor parámetro para tener en cuenta, el posicionamiento de las fuentes sonoras si bien adquirió una formalidad en el cine y la televisión es en los video juegos donde se representa a plenitud su valor, utilidad, favorabilidad e importancia. (Pacheco Salgado, 2011)

En la actualidad los juegos nos presentan la cúspide tecnológica y conceptual del manejo espacial del sonido, esto gracias a la incursión del sonido Holográfico que en términos práctico lo referenciamos como 3D. Si bien con el sonido envolvente que ya hemos revisado, lograba sumergir a los receptores en dinámicas espaciales, es con el audio 3D que se permite que el jugador en este caso ubique sonidos en un plano 360°. Con los sistemas de sonido envolvente se lograba crear una atmósfera en el oyente, pero las fuentes sonoras quedaban limitadas a tomar su direccionalidad desde los altavoces donde era reproducido el

sonido, en el audio 3D permite a los jugadores recibir estímulos en todas las direcciones superior derecha, en su barbilla, o su nuca, en la parte inferior izquierda. Por medio de la implementación del 3D el jugador logra situarse en un punto específico del ambiente del videojuego como si estuviera presencialmente en el lugar y escuchar como escucharía de forma natural si estuviera ahí. (Pacheco Salgado, 2011)

Si bien desde la implementación del estéreo podemos manipular el sonido para dotarlo de espacialidad, y así generar nociones perceptivas en el jugador. No es nuevo del sonido 3D que el jugador identifique si un oponente se acerca por la espalda, si los disparos vienen en el sentido izquierdo o derecho, si nos están hablando desde una bóveda o un espacio abierto; estas implementaciones siempre quedaran limitadas al sistema de reproducción con el que se esté teniendo la experiencia en ese momento, aun así, las fuentes de donde se origina el sonido en lo visual no concuerda estrictamente con el audio, cuestión que soluciona por completo el sonido 3D ya que cada sonido está posicionado en la dirección exacta donde se encuentra. La PlayStation 5 hace inclusión desde el hardware de este sonido, brindando al jugador la experiencia inmersiva desde cualquier juego. (Pacheco Salgado, 2011)

CAPÍTULO 3: La espacialidad como una herramienta didáctica.

La cúspide de la espacialidad.

Si hacemos un recorrido lineal sobre la evolución del registro sonoro o la historia del audiovisual, comprendemos que la era digital resume todas las discusiones propuestas anteriormente. Como todo el siglo XX los avances tecnológicos limitaban, y a su vez permitieron avances significativos conforme su desarrollo. Es gracias al fortalecimiento de la computadora que la era digital en la actualidad es casi reconocida como el único formato para consumir productos sonoros o audiovisuales, productos en formatos análogos han pasado a ser objetos de colección, interés para los melómanos o críticos del cine, sin embargo, no son el medio de consumo masivo.

La palabra digital nos refiere puntualmente a la presencia de procesos numéricos para concretar un hecho específico, una imagen o sonido, en la actualidad existen un gran número de hardware y software de tan diversos usos para la diversidad de disciplinas u oficios, que han

permitido el manejo digital de la información, así mismo la posibilidad de creación de para diversos entornos. Recordemos algunos de los formatos digitales de audio más convencionales, MIDI, WAV, MP3, formatos menos convencionales para uso específico VQF, RA. (Pc Midi Center)

El sonido que en un principio por medio de una consola y potenciómetros logro recrear una realidad viva y móvil capas de recrear una ilusión espacial, es con la era digital y la articulación con la computación, que la espacialidad llega a la cúspide en el desarrollo tecnológico y conceptual para ser implementada en el sonido 3D.

Con lo digital surgen los DAW que por su traducción (Digital Audio Workstation) podemos entender como estaciones de trabajo en audio digital. Existen diferente software Logic, Protols, Ableton, Reaper, Cuabse, entre otros, que han permitido de forma digital manipular el sonido. Entre muchas cosas que han traído los avances tecnológicos propios de la era digital, esta que estos softwares han implementado el desarrollo de instrumentos virtuales, el desarrollo de efectos sonoros que modifican las propiedades acústicas, osciladores sintetizadores y demás artefactos que exploran a profundidad las posibilidades tímbricas que ofrece el sonido.

La espacialidad ya fuera con las producciones cinematográficas o los productos multimedia como los videojuegos, hizo que nunca se dejara de explorar las posibilidades tecnológicas que permitieran su implementación, es así como diferentes programadores nos regalan a toda la sociedad la creación de plugins para los diferentes DAW específicamente enfocados al tratamiento y disposición espacial de los sonidos, que permitieron lograr la inmersión sin la necesidad de un gran cumulo de altavoces, como en los sistemas de reproducción de sonido envolvente.

Ubiquemos los plugins como aplicaciones que en un programa informático (DAW) añade diferentes funcionalidades a una antigua o nueva característica del software, es decir un complemento. Plugins existen de todo tipo en nuestra actualidad ya sea en efectos de instrumentos como distorsiones, en las voces como el Autotune, o en general en el audio con procesos como ecualizadores, reverberaciones, filtros etc.

AMBEO es un plugin patentado por la marca Sennheiser caracterizada por la investigación en los sonidos Holográficos, este plugin independiente de la plataforma de edición de audio que se esté utilizando, permite manipular el sonido en todas sus direcciones, controlando con un círculo los movimientos en el plano azimut, con una barra el plano de elevación, y la distancia con diferentes posibilidades de reverberación. Este es un software de uso libre, que con sus condiciones graficas hacen posible de forma muy practica la utilización de este plugin.

Otro plugin de uso libre lo podemos encontrar en la empresa de Google, Resonance Audio es un plugin que al igual de AMBEO permite la generación de un sonido 3D a partir de la reconstrucción algorítmica que hace posible su desarrollo. Resonance Audio es un plugin de interacción audiovisual, generalmente se le articula a software para la creación de entornos virtuales tridimensionales como lo es Unity, así mismo su modo de uso está orientado a la ubicación física del oyente en un entorno.

Cabe la pena recordar que es posible el reconocimiento del sonido 3D solo por medio de auriculares. Si bien el sonido envolvente pudo acercarnos muy certeramente a la holofonía esta no era posible finalmente puesto que no existía la posibilidad de por cada individuo personalizar una atmósfera 360° con altavoces, sistemas como el Ambosonic lo intentaron, pero su limitado uso masivo, no favoreció su popularidad. Es así como por medio de los auriculares podemos recrear las perfectas condiciones de HRTF, así como las propiedades de escucha binaural, que permiten con la implementación del sonido 3D, sin audífonos a pesar de que tengamos en la mezcla un sonido con característica 3D si lo reproducimos por unos altavoces estéreo inclusive 7.1, no se generara la sensación espacial del sonido, solo se percibirá como un panning u orientación del sonido solo en el plano azimut, por esto si se quiere percibir su utilidad es indispensable usar audífonos.

La importancia de la producción del audio en los diseños de materiales multimedia para la enseñanza

Sin precedente alguno, a corte del 2020, la oferta de recursos digitales ha aumentado. Los docentes en la actualidad tienen acceso a una extensa cantidad de herramientas informáticas útiles y de calidad, que sin duda nutre la actividad pedagógica. El desarrollo de la era digital,

los avances tecnológicos, han hecho que la articulación de las TIC sea imprescindible en las didácticas pedagógicas; se sobre entiende la necesidad, utilidad de la implementación de estas herramientas, por lo tanto, las nuevas discusiones entorno a las TIC deben ser orientada a la producción de herramientas pedagógicas multimedia de alta calidad y definición.

Nos podemos denominar por la época en que vivimos como la sociedad de la multimedia o la información, difícilmente hoy en día concebimos producciones multimedia donde no exista una elaboración sonora esmerada, consciente o inconsciente exigimos buenas bandas sonoras, efectos sonoros acorde a eventos gráficos ya sea imagen o texto, con carácter interactivo o comunicacional, que, si no dispusieran de esta calidad de audio, no se asume como un producto de calidad multimedia.

El hecho que como sociedad seamos más exigentes y críticos responde a las expectativas de los desarrollos tecnológicos, el público espera que un diseñador sonoro explore al máximo todas las posibilidades que tiene a su alcance. Entre otros aportes del avance histórico y tecnológico, hoy podemos contar con la posibilidad de intervenir el espacio con el sonido de una forma mucho más plástica, dinámica e integra, superando los análisis del valor añadido propuestos con el cine, estas intervenciones son más directas y responden a intensiones concretas.

El recorrido histórico propuesto en el desarrollo de esta investigación permite constatar que hoy en día contamos con diferentes hardware y software que permiten lograr el control de técnicas de espacialidad, que como lo hemos revisado permite dotar al sonido de sentido que transforma la escucha de los receptores de pasiva a activa, permitiéndole asumir y disponer de su paisaje sonoro de forma satisfactoria, al lograr la inmersión en las producciones, diferente a las que no articulas esta herramienta de la espacialidad.

El estudio de las TIC ha permitido constatar la importancia del sonido como una herramienta didáctica, independiente la asignatura que se quiera dar, el ámbito educativo presenta un reto crucial para la capacidad de comunicación que tiene la espacialidad del sonido, ya sea por sonido envolvente o 3D. Recordemos que el mismo proceso de enseñanza y aprendizaje es un proceso de ardua comunicación no solo entre estudiante y docente sino con todos los

fenómenos que intervienen en un paisaje sonoro, que justamente forma individualmente a cada sujeto.

Uno de los aportes, no tan positivos, que nos deja el estudio de las TIC, es la puesta en evidencia de que la cantidad de información que se conserva por medio de las actividades tradicionales como la lectura o inclusive la asistencia presencial a clases magistrales, es muy reducida. A diferencia de actividades donde se involucra material audiovisual o multimedia, donde el sonido influye en la retención de la información de forma positiva. Así podemos inferir que no solo las condiciones y características de sonido de valor añadido con relación a la imagen, por el contrario, las características que dotan de realismo al sonido como la espacialidad, permite activar los mecanismos fisiológicos naturales que favorecen la sensación de la experiencia vivida y se produce una asimilación de la información con mayor eficiencia, realidad sensorial. (Pueo & Sánchez Cid, 2011)

Para que el diseño de productos multimedia trascienda esa barrera del entretenimiento y se convierta en un material educativo, es imprescindible la generación de un material inmersivo. Imaginemos una clase de ciencias sociales donde se esté estudiando el contexto y la vida de un ciudadano de a pie impactado por la segunda guerra mundial, se decide en ese orden de ideas disponer de un material multimedia que si bien el avance en animación y video permite interactuar con un material ampliamente seleccionando como se puede desencadenar una escena, imaginemos que la respuesta del sonido este puesta en marcha en igual sentido- Imaginemos la reconstrucción 3D de la atmósfera sonora que el ciudadano percibía, cuando el docente quiera indagar en sus estudiantes cuales eran las sensaciones anímicas de un ciudadano que presencio la segunda guerra, la interpretación del estudiantado a diferencia de una proyección sin sonido, o con mezcla monofónica, será mucha más acercada a la realidad, justamente por la inmersión que puede generar desde lo sonoro la implementación de técnicas de espacialidad.

La idea de espacialidad podríamos decir que se ha transformado con el paso de los años, de una ideal utópica a una realidad viva y móvil, el siglo XXI resume la búsqueda de la humanidad por la creación de entornos digitales cada vez más realistas. El reconocer que los materiales con desarrollo en el audio estimulan la autonomía del estudiante, desarrollan habilidades cognitivas, aptitudes y valores, que propician el interés y la motivación por el

conocimiento. Permite generar discusiones entorno a las nuevas didácticas pedagógicas, así mismo con el manejo de las TIC en el plano sonoro, anima a las nuevas investigaciones por la calidad y sus nuevas búsquedas holofónicas en la aplicabilidad.

En las reflexiones sobre la espacialidad del audio en la multimedia hemos visto que se invocan dos agentes, por un lado, el diseñador sonoro en donde hemos llevado las reflexiones a evidenciar la importancia de conocer los nuevos medios de producción y las posibilidades sonoras del medio, así mismo como el receptor que como lo hemos observado es cada vez más exigente, rápidamente discrimina cual material propicia más sencillez o practicidad en su utilidad, cuáles son los más intuitivos o instructivos, lo que mejor enlace la relación audio e imagen.

Cuando pensemos en diseñar un producto multimedia, debemos tener en consideración aspectos como el estudio del contexto; la sociedad a la que va dirigido día a día sufre cambios que son respuestas a vivencias o intereses contextuales, esta misma puede tener determinadas condiciones económicas que así mismo limiten o hagan uso de aparatos tecnológicos, que brinde condiciones altas, medias o nulas de interactividad. Sin hacer una revisión muy profunda podemos inferir que por lo menos en la zona urbana de Bogotá, la gran mayoría de los jóvenes a partir de los 17 años hacen uso de un elemento tecnológico personal, sin mencionar que antes en su casa pudo interactuar con tabletas, computadores o televisores inteligentes. El desarrollo tecnológico si bien trajo consigo grandes aportes para la humanidad, este mismo nos ha llevado al consumo masivo de estos artefactos individuales que justamente hacen que todas producciones multimedia en este siglo no puedan ser referenciadas. El auge de todos estos artefactos personalizados debe suponer un aliado como herramienta didáctica para el docente, podemos entender que no hay retorno en el progreso tecnológico por ende nuestra formación profesional como docente también debe estar interferida por la calidad de las producciones para estos medios.

Como animales humanos siempre estamos abiertos a estímulos auditivos, consciente o no siempre estamos en búsqueda de estos, pues gracias a ellos tenemos orientación e información para localizarnos en un lugar específico. El deseo de conectarse con un lugar nos invita a escuchar activamente por lo tanto en la creación de entornos virtuales o en el ejercicio decente presencial, debe buscarse un sonido con alta calidad en la definición.

La espacialidad del sonido como una característica de atributo, podemos aplicarla ya sea en entornos virtuales o presenciales. La nueva década de este siglo nos sorprende a todos por igual, si bien la inquietud por desplazar muchas actividades a la virtualidad existía desde hace años, por las condiciones que quedaron marcadas en la historia, todos nos vimos obligados a asumirnos en el marco de la virtualidad. Seguramente años posteriores surgirán estudios de cómo ha afectado la virtualidad al aprendizaje, la necesidad para el ser humano de la relación con el otro y la resignificación del espacio. Si bien un joven, inclusive un adolescente, puede asumir esta coyuntura de forma consciente, la afectación en un niño que está acostumbrado a un determinado paisaje sonoro es importante tenerla en cuenta. Investigaciones expuestas en (Thiergart, y otros, 2015) evidencian un uso de la espacialidad del sonido en la virtualidad de una forma particular.

Se piensa en un salón de clases en la virtualidad, por medio de un software que procesa el sonido. Permite de forma individualizada dar una determinada experiencia sonora a cada estudiante. Lo que se busca es que, por medio de la virtualidad, un computador y unos audífonos, el estudiante pueda obtener una experiencia educativa donde se pueda evidenciar el paisaje sonoro o por lo menos un acercamiento a como sería en la presencialidad. En esta investigación se constata que el estudiante puede sentir y percibir auditivamente la sesión virtual desde el posicionamiento físico en su salón, el hecho de estar ubicado espacialmente en un lugar determinado justamente delimita las interacciones acústicas con los fenómenos, la distancia entre él y el docente, la ubicación del resto de sus compañeros, la interacción del grupo etc. Esto le permite al estudiante asumirse de una forma satisfactoria en el aula virtual, al encontrar su cercanía con la presencialidad. (Thiergart, y otros, 2015)

Plyzcast es una propuesta en la creación de podcast con sonido envolvente, esta propuesta esta generada para que se presente una atmósfera inmersiva para el oyente. La sensación de posición, de distancia que se recrea por esta forma pone en el centro de la acción al oyente. Así las historias se convierten en una experiencia diferente al podcasts tradicional ya que nuestro oído interpretaría como si estuviera en una situación real.

Semilleros de investigación como (Inconsciente, 2020) se han propuesto ahondar más a fondo la relación e importancia del sonido con medios audiovisuales o multimedia aplicado a los entornos educativos. En especial llevaron sus reflexiones a confrontar la utilidad de sonido

monofónico, estereofónico, multicanal y 3D. Para esto se han dispuesto diferentes estudios donde se ha podido validar la utilidad y aplicabilidad de sonido envolventes en especial el 3D, por ejemplo, se puede constatar que la respuesta emocional y el nivel de atención que despierta el sonido 3D entre los otros es significativo, recordemos las reflexiones sobre como la espacialidad transforma la escucha pasiva a activa. En el análisis de resultado se ha evidenciado por ejemplo en una clase de inglés en la habilidad de listening, se reproduce una conversación en un determinado espacio, el sonido 3D les permitió a los estudiantes destacar con mayor profundidad el hilo de la conversación, identificar los signos de puntuación y por ende hacer una mejor interpretación del material. (Inconsciente, 2020)

Imaginemos lo oportuno que sería en el ámbito musical articular las posibilidades de especialidad que brinda la tecnología. Reconozcamos que los avances tecnológicos seguirán extendiéndose conforme avance los años, la virtualidad que llevo a su plenitud por el momento histórico, luego de esta coyuntura no dejara de ser vista, los nuevos avances históricos ahondan y buscan intensificar esas prácticas con presencialidad remota. Que positivo seria para la elaboración de un coro, poder crear un material que le permita al estudiante estudiar un determinado repertorio desde donde esta asignada su voz, es decir imaginemos que la presentación final será en el teatro Colon donde se ha dispuesto el coro de forma horizontal, conservando el orden de las voces de bajo a grave de izquierda a derecha; tenemos la posibilidad tecnológica hoy en día de diseñar herramientas multimedia que le permitan estudiar el repertorio a este estudiante como si estuviera en el lugar donde se dará el concierto, recreando la acústica arquitectónica así mismo la armonía la tímbrica del coro que se contemplan de una forma en especifica dado el lugar físico o la voz que tenga asignada el estudiante. Imaginemos ahora esta misma situación aplicada, a las orquestas a los ensambles instrumentales, a las clases individuales de instrumento.

Que el pedagogo musical reconozca y reflexione sobre la espacialidad como una categoría de análisis del sonido, le permite no solo ser más consciente de como individuo mejorar sus producciones musicales así mismo desarrollar la reflexión de la escucha reducida a mayor profundidad, sino analizar las producciones multimedia que desarrolla para un eterno educativo. Recoger todas estas reflexiones le permite tener nociones de aplicabilidad que por las facilidades tecnológicas puedes ser implementadas de forma sencilla por parte de él,

dejando de ver la manipulación del sonido como una labor de un ingeniero de sonido o un productor, más aún dejar de delegar a otra persona la reflexión sobre la implementación de un sonido envolvente que puede alterar percepción auditiva y visual de un estudiante.

CONCLUSIONES.

- La espacialidad del sonido permite construir un mensaje semiótico en función de la direccionalidad, el poder construir un punto espacial en el escucha y así mismo modificar este, constituye la creación de las dinámicas internas de dicho mensaje.
- Los avances tecnológicos de todo el siglo XX permitieron generar espacios globales, donde progresivamente se dotaba de referentes espaciales con tres, seis o más altavoces hasta finalmente un entorno 100% envolvente con audífonos. Lo que permitió que la manipulación espacial generara en el oyente la doble perspectiva conceptual de entender los fenómenos sonoros desde punto de vista del diseñador de sonoro hasta su interpretación personal.
- Las diferentes propiedades constitutivas del sonido sustentan su articulación como herramienta didáctica para la educación. En la actualidad los materiales pedagógicos presentan un límite y este es la imaginación; la formación en las TIC por parte de los pedagogos ya es menester a su labor, pero ahora el recorte en la brecha digital radica en el uso de todas las posibilidades tecnológicas para productos de alta calidad.
- En la actualidad podemos intervenir espacialmente el sonido de una forma mucho más sencilla y creativa, el desarrollo de diferentes softwares reúnen el trabajo y las inquietudes de todo un siglo, haciendo de esta intervención un proceso cada vez más directo que responde fielmente a las intencionalidades que se tenga como diseñador de audio, que a su vez permite que el espectador tenga una interacción creando comunicaciones y diálogos, la espacialidad puede tratarse como un característica tímbrica del sonido.
- La espacialidad en el audiovisual y posteriormente en la multimedia permitió la generación de nuevos modos narrativos que expresaban el mensaje y relación sonido e imagen, con mayor profundidad bajo la idea de asumir de forma más dinámica el paisaje sonoro. El espacio sonoro constituye dimensiones expresivas bajo

delimitaciones estéticas, es así como se asume de mejor forma el paisaje sonoro por la posibilidad de reconstruir una percepción del mundo real.

- La espacialidad resulta ser un proceso mental donde por medio de esta cualidad del sonido se pueden sustraer datos de acústicas específicas, intensidad, direccionalidad o movimiento, así mismo permite la inmersión temporal, entre la imagen y sonido en función de su posición y recorrido dentro de un paisaje sonoro. Por esta razón siempre será importante difundir la importancia del sonido en la formación de los ciudadanos desde el hogar o los centros de formación a partir de la escucha, despertar emociones que llegan a sensibilizar a las personas, así como también la espacialidad es un medio para la adquisición de conocimientos por naturaleza.
- Los materiales multimedia con contenido pedagógico no suelen tener una aceptación tan amplia como los productos no educativos; la espacialidad resulta ser una herramienta que genera en los productos multimedia .la transformación de la escucha pasiva a, activa. Enganchando la atención del receptor ya que a su vez brinda una sensación de audición realista. Esta herramienta ayudara a una mejor aceptación del publico de materiales con contenido pedagógico.
- La espacialidad del sonido se presenta como un recurso pedagógico que puede ser implementado en la presencialidad o la virtualidad, dando aportes a los estudiantes ya que consecuentemente genera una conexión más íntima, personal y directa con los contenidos.
- La facilidad tecnológica propia de la actualidad permite manipular y manejar la espacialidad bajo diferentes contextos, variando su disposición dependiendo si es sincrónico o asincrónico, permitiendo la realización de diferentes actividades para los estos dos contextos.
- Los avances tecnológicos no se detienen, la virtualidad cada vez resulta ser el escenario predilecto para todas las actividades de la vida. En medio de generación nativas digitales, se hace menester la creación de productos digitales con alta definición, la espacialidad bajo su concepción de escucha holofónica, brinda una experiencia realista al sur un entorno sonoro envolvente; uno de los aportes en el ámbito educativo por parte de la espacialidad es su habilidad para combatir la deserción académica.

- La espacialidad resulta ser una herramienta explorada y utilizada comúnmente en el ámbito de la producción musical, sin embargo, la formación del pedagogo actual exige ser holística, esto ya que esto le permita afrontar las exigencias propias del sector educativo. Si bien la formación en la TIC se ha ampliado, formarse en el diseño y/o dominio de materiales multimedia, debe ser una constante de todos los docentes, el conocimiento de herramientas como la espacialidad, hará de forma general el surgimiento de productos con mayor calidad de alta definición.
- Las condiciones socioeconómicas propias de nuestro país, nos hace estar condicionado en buena medida al retraso en las innovaciones en el medio digital; en la autonomía propia de cada sujeto esta la indagación en estos temas que, aunque pueden presentarse de poco alcance en el país, resultan ser conocimientos con profundos alcances.

Bibliografía

- Abregú, E. L., Calcagno, E. R., & Vergara, R. (2012). La distancia como dimensión estructural en la música. *Revista Argentina de Musicología* 12-13, 379-400 ISSN 1666-1060.
- Abreo, N. (2020). *Música cinematográfica, un complemento del proceso educativo dentro de la estudiantina andina colombiana*. Bogota: Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Música. Universidad pedagógica nacional.
- Aguilar Benítez, J. E., & Aguaysa Velecela, Y. E. (2017). *Adaptación de cuentos populares andinos a radioteatro con técnica de sonido holofónico*. Cuenca-Ecuador: UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACION.
- Alfonzo, I. (1995). *Técnicas de investigación bibliográfica*. Caracas: Contexto ediciones .
- Algazi V.R., A. C. (2001). Elevation localization and head-related transfer function analysis at low frequencies. *J. Acoust. Soc. Am*, 109(3), pp. 1110-1122.
- Alzate, H. (2006). *Física de la ondas*. medellin: Facultad de ciencias exactas y naturales, Universidad de Antioquia.
- Andrew King, & Moore, D. (1999). Auditory Perception: The Near and Far of Sound Localization. *Current Biology*, 9, pp. 361–363.
- Anduiza, M. (2010). *Creación, sonido y ciudad: un contexto para la instalación sonora en el espacio publico*. Tesis Doctoral: Universidad Complutense de Madrid.

- Antonio, R., & Pina, B. (2000). Hipertextos, hipermedia y multimedia. Configuración técnica, principios para su diseño y aplicaciones didácticas. *Dialnet*, ISBN 84-8425-092-X, págs. 127-148.
- Arce Sagarduy, M. (2014). *El espacio y la dimensión del sonido. Una observación desde la experimentación artística*. Facultad de Bellas Artes, Universidad del País Vasco: MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR.
- Arce, S. M. (2015). El espacio sonoro en el arte contemporáneo: La materia del tiempo de Richard Serra. *AusArt Journal for Research in Art*.
- Arnáez, N. (2009). *El tratamiento de la espacialidad en música desde 1950 en adelante*. Mendoza: Tesina de Licenciatura. Universidad Nacional de Cuyo.
- Arquero, I. (2013). Reflexiones sobre el sonido en el cine. *détour*, número seis- paisajes: un cine para los sentidos - www.detour.es.
- Basso, G., Di Liscia, O. P., & Pampi, J. (2009). *Música y Espacio: ciencia, tecnología y estética*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Belinche, D., & Larregle, M. E. (2006). *Apuntes sobre Apreciación Musical*. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata .
- Belloch, C. (2009). *Aplicaciones multimedia interactivas*.
- Berenguer Ibar, E. (2018). *El sonido como herramienta narrativa en los videojuegos*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Blauert, J. (1997). *Spatial hearing: The psychophysics of human*. Cambridge, MA,: MIT Press.
- Calahorrano Peña, V. (2001). *Simulación de sonido 3D utilizando Matlab*. Quito: Escuela Politécnica nacional .
- Calcagno, E. R. (2016). *Especialidad y estructura sonora en la música electroacústica (Tesis de posgrado)*. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital.
- Calderón, L. (2016). *Tonadas Sobre Lienzo-Pintura y música, una experiencia interdisciplinar*. Bogotá: Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Música. Universidad pedagógica nacional.
- Carles, J. L. (2013). *Presentación del Congreso internacional: Espacios sonoros y audiovisuales. Creación, representación y diseño*. . Jiem 2013 - 19ª jornadas de informática y electrónica musical, Madrid, de 12 al 15 de marzo de 2013 - Universidad Autónoma de Madrid.
- Caro B, M. A. (2009). La tecnología del sonido cinematográfico: Evolución histórica. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*.
- Caro Barreda, M. Á. (2009). La tecnología del sonido cinematográfico: Evolución histórica. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*.

- Carrera P, E. (2017). *Música y TIC: El aula de Clase*. Universidad de Cádiz: Facultad de Ciencias de la Educación.
- Castellanos, A. (2016). *Estatuas, una experiencia de creación musical en el contexto del cortometraje*. Bogota: Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Música. Universidad pedagógica Nacional.
- Charles, D. (1976). *Pour les Oiseaux (Entretiens avec John Cage)*. París : Pierre Belfond.
- Chion, M. (1993). *La audiovisión. Introducción a un análisis conjunto de la imagen y el sonido*. Barcelona: Paidós.
- Coleman. (1962). Cues to Perception. p. 304.
- Coleman, P. (1963). An Analysis of Cues to Auditory Depth Perception in Free Space. *Psychological Bulletin*, 60, pp. 302–315.
- Collins, K. (2009). An Introduction to Procedural Music in Video Games. *Contemporary Music Review*, 28:1, 5-15, DOI: 10.1080/07494460802663983.
- Córdoba Ortiz, A., Ruiz Jiménez, J., & Arjona Quiñones, R. (2020). *GENERACIÓN DE MÚSICA PROCEDURAL Y ADAPTATIVA*. Madrid: Trabajo de fin de grado del Grado en Desarrollo de Videojuegos, Facultad.
- Di Liscia, O. (2010). Algunas reflexiones sobre la espacialidad del sonido en el marco de la producción discográfica comercial y la música electroacústica. *Revista L ~Letra Imagen Sonido~ Ciudad Mediatizada*.
- Duch i Gavalda, J., & Tejedor Navarro, H. (2012). *Sonido, interaccion y redes*. Universidad de Cataluña.
- epec. (23 de 09 de 2020). *epec - La invención de la televisión*. Obtenido de <https://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/fichatelevision.pdf>
- Escobar Fuentes, R. (2008). *Implementación de una cabeza artificial con torso (maniquí) y la construcción de orejas artificiales*. VALDIVIA – CHILE: Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al Grado Académico de Licenciado en Acústica y al Título Profesional de Ingeniero Acústico UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE.
- Feandalucia. (13 de 09 de 2009). <https://www.feandalucia.ccoo.es/>. Obtenido de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd5494.pdf>
- Fernandez, J. (2011). *letra imagen y sonido. Ciudad mediatizada*. Buenos aires: L.I.S.
- Fernandez, J. (1994). *Los lenguajes de la radio*. Buenos Aires: Atuel.
- Filmmaker IQ. (29 de 09 de 2020). *Youtube*. Obtenido de The History of Sound at the Movies: https://www.youtube.com/watch?v=Ot5IryUt9SM&feature=emb_title
- Foro Historico de las comunicaciones. (01 de 07 de 2020). *Foro Historico de las comunicaciones*. Obtenido de <http://forohistorico.coit.es/index.php/personajes/personajes-internacionales/item/poulsen-valdemar>

- Gamble, E. A. (1909). Intensity as a Criterion in Estimating the Distance of Rounds. *Psychological Review*, 16, pp. 416–26.
- Garas, J. (2000). Adaptive 3D sound systems. *Springer*.
- García Gómez, M. (2012). *Espacio escuchado: investigación sobre prácticas artísticas contemporáneas*. Madrid: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.
- Gardner, M. y. (1953). Problem of localization in the median plane: effects of pinnae cavity occlusion. *J. Acoust. Soc. Am.*, 53, pp. 400-408.
- Gardner, Mark. (1969). Distance Estimation of 0 Degrees or Apparent 0 Degree Oriented Speech Signals in Anechoic Space. *Journal of the Acoustic Society of America*, 45, pp. 47–53.
- Gómez H, L. (2009). La Audición Musical. *Pensamiento Palabra Y Obra*, (2). Obtenido de . <https://doi.org/10.17227/ppo.num2-303>
- Gonzales , D. (2017). *El fonógrafo: entre el registro etnográfico y el anuncio de lo radiofónico*. Buenos Aires: LIS. Letra. Imagen. Sonido. Ciudad mediatizada.
- Gutiérrez, N. (2018). *"El Paisaje Sonoro Y Las Etapas De Desarrollo Auditivo En Las Salas De Ensayo Árbol Naranja Y Jam Session*. Bogotá: Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Música. Universidad pedagógica nacional.
- Hüg, M. X., & Arias, C. (2009). Estudios sobre localización. *Revista Latinoamericana de Psicología*, Volumen 41 | Nº 2 | p. 225-242 .
- Inconsciente, L. E. (20 de 10 de 2020). *La Escucha Inconsciente*. Obtenido de La Escucha Inconsciente: <http://laescuchainconsciente.com/>
- Jørgensen, K. (2008). Audio and Gameplay: An Analysis of PvP Battlegrounds in World of Warcraft. *the international journal of computer game research*, volume 8 issue 2.
- Kent, S. (2016). *La gran Historia de los videojuegos*. Barcelona: Ediciones B, S, A.
- Lebrón Ruiz, A. (2006). *Diseño y construcción de dummy Head destinada a la recreación de los entornos virtuales*. pamplona: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS.
- Logan, R. (1995). *"El quinto lenguaje" Aprendiendo en el era de la computadora*. Canada: Ed Stoddart.
- López de Bozík, E. (2011). *Metodología de la investigación: Guía instruccional*. . caracas: UNA.
- Loroño, A. (1987). Taller de Biomúsica - Manual de musicoterapia. . *Cuadernos Integral*. Barcelona.
- Mariano Arnáez, N. (2009). *El tratamiento de la espacialidad en música. Un aporte de la electroacústica al lenguaje musical*. mendoza: Tesis de Licenciatura Universidad Nacional de Cuyo.
- Martínez, J. (2020). *Los fenómenos narrativo y temporal en la música: la construcción de significados en los preludios de Franz Liszt*. Bogota: Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Música. Universidad pedagógica nacional.

- Merino, J. M., & L. Muñoz-Repiso. (2013). La percepción acústica: Física de la audición. *Revista de Ciencias*, 2, 9-26.
- Mershon, D., & Philbeck, J. (1991). Auditory Perceived Distance of Familiar Speech Sounds. *Annual meeting of the Psychonomic Society, Ontario*.
- Millan Esteller, J. (2012). *Instalaciones de megafonia y sonorizacion*. editorial Paraninfo.
- Miralles Bono, J. L. (2007). *El espacio como recurso musical*. Valencia : Proyecto de investigación Máster en Música. Universidad Nacional de Valencia .
- Miyara, F. (1999). *Acustica y sistemas de sonido*. Rosario: universidad nacional de rosario.
- Moore, B. C. (1995). *Hearing. Handbook of perception and cognition (Second edition)*. San Diego, CA, EE.UU: Academic Press.
- Mosquera, I. (2013). Influencia de la música en las emociones. . *Realitas, Revista de Ciencias Sociales, Humanas y Artes*.
- Pacheco Salgado, M. (2011). *Diseño de sonido 3D para un videojuego en primera persona para pc en primera persona version demo, atravez de la implemencion de un motor de audio Generador de banda sonora* . Ciudad de Mexico: Universidad de las Americas Facultad de ingenieria y agropecuaria .
- Palmense, C. (15 de 09 de 2020). *El diseño sonoro del espacio construido. Entre la intuición y el método*. Obtenido de Centro virtual Cervantes:
https://cvc.cervantes.es/artes/paisajes_sonoros/p_sonoros01/palmese/palmese_01.htm
- Pazmiño Bravo, E. (2019). *Awake: efectos sensoriales del sonido en una experiencia interactiva*. quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ.
- Pc Midi Center. (s.f.). *Audio y MIDI basico*. MIDI CENTER.
- Pérez Vega, C. (2011). Sonido y audicion Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones. *UNIVERSIDAD DE CANTABRIA*.
- Perez, E. (09 de 02 de 2019). *Xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/audio/que-audio-3d-que-sonido-Holofónico-esta-volviendo-a-resurgir-despues-varias-decadas-eclipsado-estereo>
- Picado, V. (2012). Arte y escultura Sonora. Del sonido como objeto al objeto sonoro. *Arte y Políticas de identidad*, Vol.7. pp. 51-60.
- Prieto López, A. (2016). *Simulación de un entorno real utilizando Hólofonias*. Universidad Politécnica de Valencia: Máster Universitario en Inteligencia Artificial, Reconocimiento de Formas e Imagen Digital.
- Pueo, B., & Sánchez Cid, M. (2011). El sonido envolvente en entornos audiovisuales inmersivos. *Revista de comunicación y tecnologías emergentes*, vol. 9, núm. 2, pp. 167-184.
- Rakerd B., H. A. (1999). Identifiion and localization of sound sources in the median sagittal plane. *J. Acoust. Soc. Am*, pp. 2812{2820.

- Rayleigh, L. (1907). On our perception of sound direction. *Philosophical Magazine Series 6*, 13 (74), pp. 214-232.
- Reimón Rizkalla, J. (2013). La evolución histórica de la tecnología del tv. *Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y electrónica*.
- Rekalde, J. (2013). *El arte tecnológico como modelizador del conocimiento: De la Visualidad como evidencia a la Percepción Expandida. Arte y Políticas de identidad*. Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Rodríguez, S. (2020). *Análisis de los cambios del paisaje sonoro en zonas rurales durante la Covid-19 a través de testimonios*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Rofler, S. y. (1968). Factors That Influence the localization of Sound in the Vertical plane. *Acoust. Soc. Am.*, pp. 1255-1259.
- Romero, F. (2014). *De Los Conocimientos Musicales Adquiridos Por Los Estudiantes De La Escuela De Formación Musical Del Municipio De Otanche Boyacá, En Sus Contextos Sociales Y Cotidianos*". Bogotá: Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Música. Universidad Pedagógica Nacional.
- Sáez, C. (2010). Música para las neuronas. *EN FORMA*.
- Sanchez, M., Amenteros, M., & Benites, A. (2013). Sonido envolvente y multiperspectiva sonora en los medios audiovisuales. *Señal digital. Tecnología digital y multimedia*.
- Schaeffer, P. &. (1996). *Tratado de los objetos musicales*. Madrid: Alianza editorial.
- Schafer, M. (1994). *Hacia una Educación Sonora*. Buenos Aires: Ricordi.
- Scott, K., & Brungart, D. (2001). The Effects of Production and Presentation Level on the Auditory Distance Perception of Speech. *Journal of the Acoustic Society of America*, 110, pp. 425–40.
- Shimoda T., K. M. (2007). Sound Localization of Elevation using Pinnae for Auditory Robots. *En Robust Speech Recognition and Understanding, I-Tech Education and Publishing*, pp. 421{438.
- SINTEC. (2006). *Conceptos Fundamentales del sonido*. Barcelona.
- Sonnenschein, D. (2001). *Sound Design. The Expressive Power of Music, Voice, and Sound Effects in Cinema*. Seattle: Michael Wiese Productions.
- Steinhauser, A. (1879). Phenomeno of binaural audition. *Phil. Mag*, 7(5), pp. 181{261.
- Telefonica, F. (08 de 11 de 2016). *1 2 3...¡Grabando! Una historia del sonido digotal*. Obtenido de <https://espacio.fundaciontelefonica.com/>: <https://espacio.fundaciontelefonica.com/wp-content/uploads/2016/11/guia-practica-123grabando.pdf>
- Thiergart, O., Kowalczyk, K., Taseska, M., Galdo, G., Pulkki, V., & Habets, E. (2015). Parametric Spatial Sound Processing. *IEEE Signal Processing Magazine*.

- Vela, E. (2017). *Interacción entre el comic y la música como herramienta temática discursiva para la creación músico-visual*. Bogota: Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Música. Universidad pedagógica nacional.
- Vicuña Zubiria, M. (2018). *Diseño, grabación y reproducción de paisajes sonoros mediante Ambisonics*. pamplona: Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación. Universidad publica de Navarra.
- Woodside, J. (2014). La música y el diseño sonoro en el cine. *Cienia*.
- Worrall, D. (1999). *Space in sound: sound of space. Organised Sound*. Los angeles: Labelle Brandon y Roden Steve editores. Eccan Bodies Press.
- xataka. (30 de 09 de 2020). *Especial Retro Futuro: el televisor*. Obtenido de <https://www.xatakahome.com/televisores/especial-retro-futuro-el-televisor>
- Zahorik, P., Brungart, D., & Bronkhorst, A. (2005). Auditory Distance Perception in Humans: A Summary of Past and Present Research. *Acta Acustica, 91*, pp. 409–420.
- Zananiri, C. (2002). *Musique et physique*. París: Ellipses.