



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE MÚSICA

**TESIS PARA OBTENER EL
TÍTULO DE LICENCIADO EN
ETNOMUSICOLOGÍA**

**“MANUAL DE TÉCNICAS DE
GRABACIÓN DE CAMPO”**

Víctor E. Barboza Álvarez

Asesor: Dr. Felipe Ramírez Gil.

Escuela Nacional de Música.

Abril 2010

The logo consists of four horizontal black bars stacked vertically, with the text 'ENM' above 'UNAM' below them.

ENM
UNAM



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Contenido

Agradecimientos.	4
1.- Antecedentes.....	8
El origen de la etnomusicología y de la grabación de campo.	8
La Etnomusicología en la actualidad.	11
El trabajo de campo y la grabación de campo.....	16
2.- Acústica y organología.	20
-Introducción a la acústica.....	20
El sonido.	20
Breve descripción del comportamiento acústico de los instrumentos.....	29
Organología.....	35
3.- Grabación.....	46
El equipo de grabación.....	46
Equipo	47
Grabadoras analógicas y digitales.	56
Grabadoras.	56
La grabadora analógica.	60
Introducción al audio digital.	66
Monitores.	73
4.- El proceso de grabación.	78
Preproducción	78
Parámetros de calidad.....	79
Producción o grabación.....	84
El flujo o cadena de señal.....	84
Técnicas de microfoneo.	85
Técnicas Estereofónicas.	88
Técnicas de Multimicrofoneo.....	97
El Micrófono estéreo.....	100
Manejo y operación de la mezcladora.....	101

Manejo y operación de las grabadoras	104
Postproducción.....	107
5.- Aplicación de Técnicas de grabación.....	114
Comparación de los ejemplos y sus etapas de grabación.....	123
Pre producción.....	124
Producción.....	127
Pos producción.....	129
6.- CONCLUSIONES.....	131
Bibliografía.....	134

Agradecimientos.

Quiero agradecer principalmente a la Dra. Margarita Muñoz Rubio por toda su paciencia y colaboración en la realización de este trabajo, así como por su dedicación y enseñanza durante todos estos años de instrucción en mis estudios de licenciatura y por su compañerismo. Pero sobre todo por su amistad.

Al Dr. Felipe Ramírez Gil por brindarme la oportunidad de trabajar con él para realizar este proyecto y por enseñarme que lo principal es ser honesto y congruente con lo que uno cree y piensa.

A Roberto de Elías y Gabriel Velázquez por iniciarme en este universo de la ingeniería en audio.

A todos mis amigos que no sólo creyeron en mí y me apoyaron mientras realizaba este trabajo y se emocionaron conforme lo concluía.

Y principalmente a mi madre, por TODO, igual que a mi padre.

A todos: Muchas gracias.

Introducción.

El motivo que me impulsó a realizar este trabajo fue lograr la concreción de mis estudios de licenciatura y conjuntarlos con otro campo de conocimiento que es la grabación de audio.

En mi experiencia durante los estudios de licenciatura en etnomusicología pude observar que la base teórica de las ciencias sociales, la estética de las bellas artes y la práctica musical esta impartida en campos de conocimiento bien cimentados. Sin embargo, durante toda la licenciatura solo hay una materia, con duración de dos semestres que introduce de manera solamente teórica los conocimientos respecto a la acústica y la organología, sin tener una aproximación práctica de cómo poder registrar al sonido.

Esta situación no es exclusiva de la licenciatura en etnomusicología se de la formación del músico profesional; en general, la ingeniería en audio es una materia a la que no se le ha prestado la atención debida sino hasta hace pocos años y aún así, su comprensión no es tema de dominio público entre los profesionales de la música.

Existen algunos referentes en la literatura sobre la ingeniería en audio en estudio, elaborados originalmente en Latinoamérica. Pero en el tema de grabación desde el punto de vista etnomusicológico, casi no hay referencias.

Los informes encontrados en la literatura latinoamericana constan de una narración de cómo se llevó a cabo el trabajo campo, dentro de una investigación completa, para analizar un fenómeno cultural de una población específica en su entorno geográfico.

En estas investigaciones, el objeto de estudio se trata de un hecho sonoro al que se le da la connotación de música, y parte del trabajo de campo consistió en el registro de este hecho sonoro. En la mayoría de los casos, solamente se menciona la realización del registro y muy poco o nada de cómo se hizo, quién lo hizo, con que equipo, bajo que condiciones climáticas, acústicas, espaciales, y demás elementos que están involucrados en una grabación de audio.

Esto no quiere decir que las personas que realizaron el registro sonoro no tuvieran conocimientos acerca de la ingeniería en audio, lo que no consideraron relevante dejar una constancia del proceso de grabación en la narración del trabajo de campo.

Mi aproximación en el estudio de la ingeniería en audio fue para poder entender como funcionaban las máquinas que se utilizan en la grabación. Posteriormente me di cuenta de que no solo basta con entender de qué manera funcionan estas máquinas, en el sentido de sus componentes, sus conexiones entre sí y con los demás aparatos.

Existe toda una relación entre las fuentes sonoras, el medio por el cual se propaga el sonido, la manera en que percibimos el sonido o los aparatos que se emplean para registrarlo. Así como también existen varias técnicas y estrategias con que podemos combinar las máquinas con las que grabemos el sonido, mezclas que tienen que ver con la posición de los aparatos con respecto a los emisores, el funcionamiento de sus mecanismos y algunos otros recursos

que no necesariamente estén escritos en algún manual de operación, sino que, debido a ciertas necesidades y condiciones, uno tiene que inventar.

Comprendí que el sonido no se puede registrar de una manera automática o empírica, sino que se requiere de un basamento mínimo respecto a los campos de conocimiento de cómo se genera y comporta el sonido, cómo lo generan los distintos emisores sonoros; cómo captan y registran el audio, y de qué manera podemos combinar a los aparatos empleados en una grabación, sin dejar de mencionar la manera en cómo escuchamos tanto al sonido original como al registrado.

Descripción de la tesis

Para relacionar los conocimientos de la licenciatura en etnomusicología y mi experiencia en la grabación de distintos eventos musicales, presento esta tesis monográfica en donde se expone la grabación de audio como herramienta de la etnomusicología para registrar la música, así como los elementos que intervienen en el proceso de grabación, la emisión del sonido, de qué manera interactúa con los demás objetos y la manera en que puede ser registrado.

Los temas que se desarrollan en el siguiente trabajo son:

Los orígenes de la etnomusicología y la grabación de audio.

En el capítulo uno abordo cómo se ha desarrollado la etnomusicología como disciplina desde los enfoques euro centristas que comparaban a las músicas del resto del mundo con el desarrollo de la cultura occidental y como este enfoque ha sido desplazado para integrar la identidad de las culturas mundiales y enfocarse en la comprensión de los códigos culturales que le dan sentido a cada actividad musical y cultural desde la óptica propia de sus protagonistas. Para realizar esta labor el etnomusicólogo se ha apoyado en la recolección de instrumentos musicales y del registro la misma música por medio de la grabación de campo, este quehacer de la etnomusicología también ha madurado y cambiado de punto de vista desde el origen de la disciplina hasta la fecha.

Acústica y organología.

En el capítulo dos explico uno de los temas fundamentales de este trabajo es el sonido; entender como se produce, su comportamiento en el medio ambiente; así también, entender como los instrumentos musicales producen el sonido, pues hay que tener en cuenta que son éstos quienes van a ser, junto con la voz humana los actores principales del hecho sonoro a investigar. Limitaré los ejemplos citados a los instrumentos musicales de la tradición occidental sólo por ser una referencia más cercana y práctica para el entendimiento de la emisión sonora. Así también expongo cómo la etnomusicología ha desarrollado metodologías para poder estudiar y clasificar a los instrumentos musicales de todo el mundo y como los criterios de clasificación se han modificado al incorporarse argumentos y elementos de estudio.

En el capítulo tres describo la tecnología de la grabación.

Tal como se ha explicado que es fundamental entender al sonido, es también entender como funcionan las distintas maquinas involucradas en el proceso de registro sonoro, mejor conocido como grabación. La manera en que se capta la onda sonora, su manipulación y almacenamiento por diversos sistemas y tecnologías. Debido a que parte del vocabulario y terminología empleada en la ingeniería en audio utiliza palabras en inglés como convencionalismo de términos específicos, emplearé la misma terminología señalándola en cursivas.

En el capítulo cuatro explico las técnicas de grabación.

En esta capítulo se describirán técnicas y estrategias diseñadas para la grabación de un hecho sonoro, teniendo en cuenta que no solamente se mencionarán y enumerarán las técnicas para llevar a cabo dicha tarea, sino más importante, se explicarán y entenderán las razones que llevaron a diseñar estas técnicas para así tener un criterio con el cual se apliquen o modifiquen para realizar de la mejor manera la recopilación requerida.

Aplicación de Técnicas.

En este capítulo narro situaciones reales de grabación donde fueron puestas en práctica algunas de las técnicas, las contingencias que presentaron y de que manera fueron resueltas. Originalmente se planteo este capítulo como un diario de campo, pero posteriormente al necesitar compararse cada una de las situaciones con las demás, el formato de diario quedó rebasado y tomo la forma que tienen los demás capítulos, la de exposición de un tema en el que se incluye la comparación de las situaciones, contingencias y como se llevo a fin el registro de audio.

El objetivo del presente trabajo es exponer, de una manera concreta, que la grabación de audio es una de las actividades nodales de la etnomusicología y por lo tanto requiere de un basamento para su concreción. Este basamento comprende la naturaleza del sonido, su generación como fenómeno físico y comportamiento a través de un medio ambiente su percepción por un receptor. Qué aparatos son los que se emplean para realizar un registro sonoro, las tecnologías que han sido desarrolladas para grabar audio, las técnicas y estrategias con las cuales se pude explotar y combinar las capacidades del equipo de grabación, con algunos ejemplos de situaciones en donde estas técnicas fueron empleadas y algunos criterios empleados para llevar a cabo el registro sonoro.

De esta manera espero hacer un poco más accesible la actividad necesaria para todo músico, investigador, ejecutante o docente y hacer más sencillo el cómo grabar la música.

1.- Antecedentes.

El origen de la etnomusicología y de la grabación de campo.

La etnomusicología estudia la música folklórica, la música tradicional, la transmitida por la comunicación oral, la música académica oriental¹, producida en los centros urbanos y la música académica actual; escudriñando el hecho sonoro no solo en su estructura o mencionándola como parte de un catálogo, sino entendiéndola dentro de un contexto social para así comprender la relación que existe entre los individuos que la elaboran y la escuchan, los distintos estilos musicales que pudiesen habitar, la relación entre la música y símbolos o estatus en su grupo social.

En sus orígenes, a fines del siglo XIX, la etnomusicología se nutrió de las teorías y metodologías del folklore, la sociología y la antropología, para poder entender su primer objeto de estudio: las músicas no occidentales de tradición oral, dándole importancia al trabajo de campo y tomando conciencia de la relevancia política que los repertorios tradicionales poseen en cuanto a símbolos e identidades colectivas.²

A finales del siglo XIX se comenzó a hablar de una ciencia de las músicas no occidentales, como en la obra de A. Ellis, G. Adler o C. Stumpy, quienes también recogen y analizan grabaciones de músicas no occidentales (curiosamente, las primeras músicas llamadas no occidentales que fueron registradas se obtuvieron de en la tradición folklórica europea), dándole el nombre de “musicología comparada” a esta disciplina, con una perspectiva clara y tendenciosamente evolucionista, comparativa y positivista. Esta manera de contingencia se iría modificando durante el transcurso del siglo XX con las distintas corrientes de pensamiento que fueron apareciendo como el postmodernismo, entre otros.

Durante una época, a principios del siglo XX, a la etnomusicología se le conoció como “Folklore Musical”, una disciplina inspirada en ideales de homogeneidad cultural, interesada en la música del pasado que aún sobrevive confinada en comunidades rurales, cuyas canciones, danzas, melodías, armonías y ritmos coleccionaban, catalogaban y transcribían los investigadores sin interacción con la sociedad.

“La etnomusicología es, pues, un campo de estudios cuya finalidad es investigar las músicas del mundo para comprender su estructura y las significaciones que la gente les atribuye y de este modo llegar a un conocimiento más amplio del ser humano. La tarea del etnomusicólogo es a partir de la interpretación de estas significaciones, formular hipótesis y generalizaciones sobre la manera como la música contribuye a construir una cultura, y como ésta es construida por aquella...”³

¹ Cruces, 2000: 19

² Pelinski, 2000: 10

³ Pelinski, 2000: 12

Dos innovaciones técnicas vinieron a impulsar la investigación de la música no occidental a finales del siglo XIX: la invención del fonógrafo en 1877 y la introducción del concepto de *cent* en 1885 por Alexander J. Ellis. El fonógrafo facilitó mucho el trabajo de campo a los pioneros de la musicología comparada al brindarles la posibilidad de volver a escuchar las melodías grabadas para su posterior transcripción y análisis.⁴

Asombrosamente, el desarrollo de la invención que significaría el pilar de una de las más importantes promotoras de la cultura, la música grabada, no fue más que una mera casualidad. En 1887 Thomas Alva Edison había estudiado de cerca la invención de Alejandro Graham Bell, el teléfono, y quedó casi obsesionado con la investigación del sonido, a pesar, o precisamente, por ser sordo; haciendo ajustes a la invención telefónica en los componentes receptores de la voz, que posteriormente se conocerían como “micrófonos”.

Por ese tiempo (1887), Edison había podido comprobar que las incisiones punto raya grabadas en los rollos del papel parafinado originaban, al hacer pasar por el papel una aguja de acero, “un sonido ligeramente musical, suave y rítmico, que se asemejaba a una voz humana ininteligible”. También afrontó el problema desde otro ángulo, intentando descubrir cómo se originaba la fonación de una vocal, para conseguir reproducirla técnicamente, por ejemplo, con una membrana. El 18 de julio de ese año escribió el siguiente apunte: “Telégrafo parlante. Acabo de hacer un experimento con una membrana, de las que sobresale una punta; la aplique a un papel parafinado que giraba sobre un tambor. Las ondas sonoras producidas por el habla quedaron bien *grabadas* [primera vez que se emplea el término en este contexto] y no tengo ninguna duda de que puedo almacenar la voz humana y reproducirla automáticamente con toda fidelidad”.⁵

El 17 de noviembre y el 22 de diciembre, Edison publica los avances sobre el fonógrafo en la revista *Scientific American* y el 15 de diciembre obtiene la patente para el fonógrafo. En 1878 presenta su invención ante el presidente de los Estados Unidos de América, Rutherford B. Hayes, en la Casa Blanca y ante Joseph Henry, secretario del Instituto Smithsonian. La Edison Speaking Phonograph Company comenzó a comercializar el fonógrafo, principalmente como reproductor de música⁶, pero al cabo de unos años, el fonógrafo era solo una curiosidad científica de poco valor comercial; en 1878 Edison patentó una mejora que consistía en un soporte de grabación en forma de disco en lugar de cilindro, que se puede considerar el precursor de los discos de vinilo y del formato que a la fecha no ha podido ser reemplazado, el disco.

Los musicólogos de finales del siglo XIX se aprovecharon de estos avances tecnológicos, pudiendo así conservar las muestras musicales que obtenían en lugares a veces remotos; incrementando con estos cilindros de cera sus colecciones de instrumentos, transcripciones y fotografías. La mayoría de estas grabaciones fueron llevadas a cabo en sesiones efectuadas durante el trabajo de campo⁷.

⁴ Cruces, 2001: 20-21

⁵ Vögtle, 1985: 57

⁶ Vögtle, 1985: 57

⁷ Cruces, 2001: 21

Con el invento del fonógrafo la musicología se hace de un recurso auxiliar para fijar las expresiones de todos los pueblos de la tierra de una manera irrefutable y exacta⁸. La invención del fonógrafo no originó la disciplina que ahora se llama Etnomusicología, simplemente fue una herramienta que ayudó a la labor de recopilación de datos para la creación de colecciones como las había venido haciendo los etnógrafos, y antes de ellos los exploradores y cronistas.

Es decir, así como la etnografía y la etnología se desarrollaron a partir del trabajo de recolección de los naturalistas, enciclopedistas, exploradores; y de la aplicación de teorías de las ciencias sociales; la etnomusicología se gesta a partir del interés de reunir para comparar las músicas del resto del mundo con la música occidental, ya que el interés original de los cronistas durante el colonialismo europeo, era el enumerar, describir, catalogar y clasificar todo cuanto vieran en el “nuevo mundo” (África, América, Asia, Oceanía) para que “Su Majestad” (española, inglesa, francesa, danesa o cualesquiera) tuviera conocimiento del total de su reino. Un ejemplo de esta labor es la obra de Sahagún “Historia General de las Cosas de la Nueva España”, donde narra y describe desde el paisaje que lo rodea, hasta, por supuesto para nuestro interés, ejemplos musicales.

Podemos decir, entonces, que el fonógrafo no originó la etnomusicología; ésta se ha venido desarrollando a partir del quehacer de recopilación, clasificación y catalogación desde la etapa de los cronistas, pasando por los enciclopedistas y naturalistas hasta los investigadores de nuestros días. El fonógrafo ha sido la invención más importante actualmente para el investigador de la música, pero no ha sido más que una herramienta de apoyo a la recopilación y registro del hecho sonoro, para poder capturar y manipular el sonido y así poder estudiarlo y analizarlo.

⁸ Hornbostel / Pelinski, 2004: 43

La Etnomusicología en la actualidad.

A fines del siglo XIX en Europa el nacionalismo decimonónico trajo consigo el interés por la música folklórica. Bela Bartok (1881-1967) transcribió su primera canción en 1904 y en 1905 comenzó a trabajar con Zoltan Kodály (1882-1967) y en 1906, Bartok utilizó el fonógrafo en Hungría, Rumania y Transilvania. El compositor Percy Grainger (1882-1962) en 1906 imprimió en Inglaterra cilindros de cera con canciones folklóricas de Linconshire, lanzando en 1908 la primera grabación comercial de una canción folklórica, que efectuó la Gramophone Company de Londres.⁹

Mientras tanto, en los Estados Unidos de América (EUA), la etnomusicología se había venido desarrollando de una manera casi idéntica a la de Europa, con un corte eminentemente descriptivo y comparativo. Este criterio fue predominante en el trabajo de campo entre los indios estadounidenses. Los primeros estudios acerca de la música de los nativos se basaban en las teorías de la escuela alemana. Los investigadores estadounidenses, temiendo que fueran a desaparecer las tradiciones musicales de los pueblos originarios de América del norte, emplearon el fonógrafo para preservar su música y recopilar una gran cantidad de datos.

Después de la Segunda Guerra Mundial la musicología comparada de la Escuela de Berlín comenzó a ser acusada de formalismo inmaterialista, universalismo y poca atención a la interpretación etnológica de sus materiales. Por un lado, se cuestionó el nombre de la disciplina. En efecto, la comparación no podía ser un ideal como rasgo característico de la disciplina.¹⁰

Durante la posguerra, el intercambio entre Europa y los Estados Unidos, de un buen número de profesores, originaron nuevas perspectivas en la disciplina. El paradigma giró de una visión evolucionista a una visión holística, es decir, una visión más global del fenómeno al integrar en la interpretación de quién lo originaba, en dónde, cuándo, para qué y con qué significado. Esto generó una nueva identidad de “el otro” como un igual; empleando como herramienta principal la grabación de la música, para así verla como cultura y parte estructural o generadora de ésta.

A lo largo del siglo XX, el trabajo de campo re emergió como práctica común entre la etnomusicología, la metodología del trabajo de campo se volvió más completa al agregar cuestiones inherentes a los sentimientos, comprensión, entendimiento y otros factores psico-sociales, superando la mera descripción y catalogación de los hechos.¹¹

Los mejores trabajos de esta generación fueron de mujeres como Alice Cunningham Fletcher (1838-1942) que introdujo en el estudio holístico de las culturas musicales a toda una generación de estudiantes de la Universidad de Columbia, entre los que se encontraban Helen Hetfron Roberts (1881-1985), y Goerge Herzog (1901-1984). Roberts definió la

⁹ Cruces, 2001: 22

¹⁰ Pelinski, 2000: 13

¹¹ Bars & Cooley, 1997: 5

musicología comparada como “el contraste de las músicas exóticas entre sí y la europea, de la que nació la mayoría”¹², donde se puede apreciar que la base de la musicología comparada, es tener como parámetro el desarrollo sociocultural y tecnológico de Europa Occidental para justificar el subdesarrollo del resto de los pueblos del mundo, según los autores que utilizaban esta corriente de pensamiento.

Por el contrario Charlea Seeger (1970) sugirió que el término “musicología” se adecua mejor a los fines de la etnomusicología –que implica la música de todos los pueblos de todos los países de todas las épocas- que la de musicología histórica, limitada a la música académica de occidente¹³.

El hecho de que la disciplina haya adoptado desde siempre como oficio el trabajo de campo, de la manera en que lo realizaron Kodály, Bartok, Brailov, entre otros, hasta la complejidad en la metodología que plantean Merriam, que propone un modelo de estudio en donde relaciona a la actividad cultural, en este caso la música, el ejecutante y su entorno; dicho modelo ha influido en el trabajo de los etnomusicólogos hasta la fecha. Blacking, quien introduce el factor de la representación y la manera en que interactúan las personas al momento de hacer música, entre ellos, con su público y el espacio en que llevan a cabo su actividad; Bars, que replantea la manera de trabajar en el campo por medio de la experiencia vivencial del investigador, su informante y el choque cultural entre ellos; han logrado que las barreras de división en los campos de estudio se vuelvan estereotipos como folkloristas, tradicionales, urbanos, populares, etc. llamando al profesionalista de esta disciplina en la actualidad como tal: Etnomusicólogo.

Lo que caracteriza a este tipo de investigador actualmente, es que aborda su objeto de estudio desde una perspectiva analítica, donde cultura y música se implican mutuamente, son caras de la misma moneda. En torno a este dualismo de música y cultura se ha tejido gran parte de la “intriga” ¿la música explica a la cultura o la cultura explica a la música? O ¿ambas se explican mutuamente? (Viene, 1978), esta problemática ha sido parte del desarrollo de la etnomusicología.

En la segunda mitad del siglo XX quedaron bien definidas las dos escuelas a las que se le deben el desarrollo actual: por un lado, la musicología de la escuela berlinesa, señalada con la musicología comparada; y la antropología de la música desarrollada a partir de los años cincuenta en los EUA.¹⁴

En Latinoamérica, con el desarrollo de las ciencias sociales en la década de 1960, y el interés por estudiar las músicas propias desde otras perspectivas, la visión de la investigación fue transformando al objeto de estudio en sujeto de estudio, dándole su lugar como persona, con identidad, historia y patrimonio. Uno de los ejemplos más claros es como en México se fue cambiando esta óptica. Durante la época pos revolucionaria, la corriente nacionalista oficial expuso a las culturas indígenas en forma de exhibición, mostrando solo los rasgos del “arte indígena” (música, danza, pintura y restos

¹² Pelinski, 2000, 23

¹³ Cruces, 2001,20

¹⁴ Pelinski, 2000: 12

arqueológicos) como el total de la cultura indígena. Esta visión comparaba el desarrollo sociocultural y tecnológico de los pueblos indios con el desarrollo de la nación mestiza y la calificaba de “nuestros orígenes” al colocarla previa al desarrollo de la identidad nacional que se manejaba en esa época. En la actualidad, el interés de las investigaciones etnomusicológicas y de otras disciplinas no solo se centra en retratar una postal de las tradiciones actuales o ancestrales de los pueblos que habitan en México. También se enfocan en entender y transmitir los códigos culturales de las culturas del país, ya sean rurales o urbanas y entender los problemas que nos aquejan actualmente.

Precisamente el aporte de la antropología (y otras ciencias sociales) a principios de la década de 1960 se mostró en propuestas de modelización del trabajo intelectual involucrando en las diversas etapas de la investigación etnomusicológica. Los trabajos de recolección, transcripción, clasificación y análisis se concretaban en la presentación de resultados cualitativos y cuantitativos, guiado por un modelo teóricamente inferido del funcionamiento de la música en la sociedad, para cubrir la música como “hecho social total”; seleccionar datos pertinentes interpretados y llegar a una generalización relevante para la cultura estudiada. El más difundido de estos modelos fue el propuesto por Allan P. Merriam en su libro *The Anthropology of Music*, en 1964.¹⁵

Para Merriam el trabajo de campo constituye una parte fundamental de la investigación etnomusicológica. El propuso un modelo de estudio que tuviera en cuenta las ideas que tienen las culturas sobre la música, su comportamiento ante ella y el sonido en si mismo.

Actualmente la etnomusicología se libera de la carga euro centrista y evolucionista con la que nació, preocupándose ahora por acceder a la manera en que los grupos sociales denominan y manejan sus códigos culturales y por problematizar e investigar cómo , cuando, por qué y para qué hacen lo que nosotros llamamos “música”. “La etnomusicología pierde su prefijo para devenir, al fin en musicología”¹⁶. Un debate profundo e inconcluso que no compete al tema del presente trabajo, por lo que no seguiré ahondando en él.

El objetivo actual de la etnomusicología ya no es la recopilación, transcripción y análisis de los datos, sino que éstos se han vuelto parte del método con el cual el etnomusicólogo trata de entenderse mediante el entendimiento del “Otro” Relación Sujeto-Sujeto.

El registrar intervalos, escalas, ritmos, etc. no son procedimientos tan objetivos como parecen, porque implícitamente el investigador, como parte de un grupo social, tiende a comparar los códigos propios de lo que el conoce como música con los que esta descubriendo en sus sujeto de estudio. Lo importante no es la clasificación y la comparación, sino el entendimiento de los códigos culturales de las personas que hacen la música.

En la actualidad la etnomusicología se ocupa de:

¹⁵ Pelinski, 2000: 14

¹⁶ Pelinski, 2000: 17

- La comprensión intelectual de la música desde la perspectiva de un horizonte dialógico (Field, 1990)
- La dialéctica de lo universal y diversificado de la música en sus procesos de transnacionalización por los medios masivos de comunicación.
- La producción y recepción como fenómeno social.
- La cultura musical de la periferia en torno a un centro en colapso y símbolo musical en la negociación de identidades excéntricas, desde una posición de marginalidad.
- Adecuar nuestros medios de representación para describir procesos musicales en un mundo de cambio rápido.
- El papel de las categorías tales como género, etnia, clase, edad, historia personal, resignifican el paradigma de “el Otro”, que ya no es aquel a quien voy a comparar conmigo, sino a quien voy a conocer para conocerme, y así, acceder a los códigos y significantes musicales.
- La importancia del individualismo en los procesos de producción y mantenimiento de las tradiciones musicales.
- La utilización simbólica de la música en las negociaciones o luchas por la conservación y obtención de poder político en general.
- Encontrar el significado de la música en la vida cotidiana de la gente.¹⁷

Por lo que respecta al trabajo de campo y al investigador de campo, también entró en una nueva perspectiva. Como dije anteriormente, en el nuevo paradigma que es el “Otro”, aquel que conozco para conocerme, también conlleva otra forma de comportarse al momento de hacer la investigación en el campo. Se ha preocupado por que el “Otro” sea una parte activa en la investigación, no solo como fuente de información, sino que por medio de la observación participativa, en la que el investigador asume uno o varios papeles entre la comunidad a la que va a estudiar, lo informantes también hacen investigación de su propia cultura, la promueven, y la resguardan al no permitir que los archivos (sonoros, gráficos y documentales), los objetos (instrumentos musicales, domésticos y de trabajo), sean sustraídos de su lugar de origen sin el debido compromiso del reconocimiento en el documento final, del cual algunas copias debieran quedarse en la comunidad estudiada; así como la posibilidad de presentar su actividad musical en un medio foráneo al de su lugar de origen.

La tecnología para grabar audio ha permitido nuevos métodos de análisis, al poder manipular el archivo sonoro y transcribir con más fidelidad, complejas polifonías y polirritmias. Actualmente, las transcripciones ya no se hacen exclusivamente con los criterios de la notación clásica europea y se han incorporado las propuestas de los nuevos lenguajes musicales contemporáneos. La música y danza de los pueblos del mundo ya no se acomoda en compases de 4/4 ó 3/4, ni los cantos se afinan al temperamento igual occidental. Como parte de la identidad del “Otro”, lo que al oído occidental suena “desafinado”, el etnomusicólogo lo explica como códigos culturales propios, es decir escalas, ritmos y armonías que tienen un significado particular en la cultura que se esta estudiando. Como también las transcripciones resultantes ya no sólo tienen la finalidad de registrar una melodía como tal, sino que también se plantea quien va a leer esa transcripción, que finalidad va a tener la representación grafica de la música registrada.

¹⁷ Pelinski, 2000: 17-18

En mi experiencia los etnomusicólogos no han aprovechado a profundidad la teoría de la ingeniería en audio; no solo por el carácter de la metodología individualista de la investigación de la música, sino también porque, y esto es la inquietud que originó la presente tesis, el conocimiento de la ingeniería de la grabación de audio requiere de una formación tan extensa como los estudios de etnomusicología mismos, no todos los estudiantes consideran tener el tiempo suficiente para, además de atender a los estudios propios de la carrera, internarse en los estudios de ingeniería en audio y técnicas de grabación. Así pues, la literatura en este tema “La grabación de campo” es escasa y consiste en experiencias empíricas.

El conocimiento de técnicas de grabación en el siglo XXI se perfila como una herramienta indispensable en la investigación etnomusicológica, por lo que el interés del presente escrito es el de hacer un manual de criterios, no de procedimientos con base en:

- La teoría de la acústica y el comportamiento del sonido
- La organología como fuente sonora
- Descripción de la tecnología de la grabación audio
- Enumeración de las técnicas de la grabación de audio

De esta manera, el consultante de esta obra, espero, pueda contar con elementos suficientes para poder ajustar su infraestructura, material y técnica a cualquier situación que se le presente y recopilar de la mejor manera a sus intereses el hecho sonoro que algunas sociedades llamamos música.

El trabajo de campo y la grabación de campo.

El trabajo que realiza la etnomusicología se puede dividir en tres rubros:

- 1) Recolección de la música que actualmente tocan los distintos pueblos del mundo, e información complementaria por medio de grabación, filmación, entrevistas, etc.
- 2) Transcripción y análisis de la música para intentar responder a preguntas planteadas alrededor del hecho musical que nos interese.
- 3) Organización, archivo y catalogación del material obtenido.

Para poder efectuar satisfactoriamente las labores de recolección, transcripción, análisis y catalogación de la música y demás datos obtenidos, la etnomusicología se apoya en el trabajo de campo, convirtiéndose éste en el centro de la investigación.¹⁸

El trabajo de campo se puede definir como “la observación de la gente y sus actividades *in situ*; adoptando un papel que aquella comunidad nos asigne, todo esto junto con una observación íntima y profunda de lo que nos rodea, reportándolo para el beneficio de las ciencias sociales”.¹⁹

En el trabajo de campo es donde observamos la cara humana de la etnomusicología, ya sea que estudiemos un grupo social en un ambiente rural o urbano, nuestro propio país o en el extranjero, el desafío intelectual y social es el de entablar una relación con esos grupos. El trabajo de campo es la etapa más crítica de la investigación etnomusicológica; del reporte obtenido de primera mano en el campo se obtendrá la información que fundamente los resultados a los que lleguemos.

Considerando lo anterior, la grabación de campo para la etnomusicología es la audición y registro por medio de recursos tecnológicos, directamente en el lugar donde las personas efectúan su quehacer musical.

¿Dónde está el campo? Para la etnomusicología el campo se puede delimitar a zonas geográficas, lingüísticas, o a un grupo étnico, en una villa, aldea o pueblo, una zona urbana, el desierto, la sabana, la tundra o cualquier lugar donde las personas hagan música.²⁰

¹⁸ Pelinski, 2001: 34

¹⁹ Myers, 1992: 23

²⁰ Bars & Cooley, 1997: 38

Cada situación de campo es única e irrepetible, ya sea la presentación en un escenario o la fiesta patronal del barrio que se lleva a cabo cada año. Al ser actividades hechas por humanos, ninguna es igual a otra²¹.

Sin embargo, la metodología del trabajo de campo contempla varios procedimientos comunes entre las distintas disciplinas de investigación social. La relación que existe entre el informante, quien es la persona que brinda información, y el investigador es de suma importancia. El concepto de informante es algo complejo ¿quién es la persona indicada para dar y explicar la información sin causar confusión a la investigación? Al principio, el estudiante de etnomusicología podría ver a cualquier participante de un evento cultural (ya sea como público o actor) como informante. La habilidad de poder ubicar, seleccionar y escoger a los informantes se puede desarrollar con el tiempo.

Otro tema que los investigadores tienen en común es el análisis de eventos culturales o musicales en todo tipo de ceremonias, así como eventos específicos del investigador como pláticas informales, entrevistas, sesiones de grabación, etc.²²

La base de recolección y análisis con el cual el etnomusicólogo realiza su estudio es la música; la habilidad más importante que debe desarrollar es la de grabar el sonido con medios electrónicos, en sus múltiples formatos y con todos sus recursos, siempre actualizándose en el desarrollo de la disciplina.

Teniendo este peso, la grabación de audio en el trabajo de campo de la etnomusicología, requiere de una metodología precisa y específica. Y debe responder a situaciones no controladas, apenas planteadas o vislumbradas, donde las condiciones geográficas, climatológicas, urbanas (entendiendo esto como servicios básicos, luz, agua, alcantarillado, etc.) y otros factores más, pueden ser totalmente adversos; por lo que todos los cuidados y precauciones que puedan tomarse no están de más, sino que deben planearse con mucho detalle.

Ya que el objeto de estudio de la etnomusicología es el quehacer musical de los grupos humanos, y por lo general, se expresa en “plazas públicas”, y significa que, la mayoría de las veces en que se lleva a cabo un evento musical, es porque previamente se planeo; el etnomusicólogo puede aprovechar ésta organización para prever las condiciones en las que realizará su trabajo de campo y grabación de campo. Para esto, hay que tener en cuenta que el investigador debe sumergirse totalmente en una cultura ajena a la suya por largos periodos de tiempo. De esta manera podrá obtener información de primera mano registrándola en notas de campo (bitácora y diario), grabaciones de ejemplos musicales, así como en fotografías, video y filmes.

²¹ Myers, 1992: 23

²² Myers, 1992: 23

Por lo que, el trabajo de campo puede ser resumido en tres pasos:

Observación	Registro	Archivo
(Experiencia)	(Registro)	(Interpretación) ²³

Por si esto fuera poco, hay que tomar en cuenta el reto personal que implica el trabajo de campo. Todas nuestras habilidades, destrezas, fortalezas y debilidades son puestas a prueba cuando realizamos un ejercicio de registro en un entorno ajeno al nuestro.

La recompensa de la labor etnomusicológica llega después de varias horas (tal vez días) de grabación y convivencia con los informantes y ejecutantes de la música que nos interesa; y el tema de las pláticas es esa música, ¿cómo la tocan, para qué, qué significa?

Cuando la comunidad se ha acostumbrado a la intrusión del equipo de grabación, en especial los micrófonos, en este momento, cuando se ha ganado la confianza, puede darse un choque cultural, si la ética y moral personales del investigador difieren de las del grupo que se está estudiando, lo cual puede crear un conflicto que ponga en riesgo la investigación²⁴. Para el investigador que se inicia, el choque cultural puede ser muy impactante; puede encontrarse en situaciones de tensión social y política, duelo por fallecimiento, epidemia, mala cosecha; o de gran celebración como un nacimiento, la inauguración de una iglesia, centro comunitario, mercado nuevo, etc.²⁵

El proceso con el cual el choque cultural se supera, es mediante la observación y entendimiento de los códigos culturales de la comunidad con la que se está conviviendo. No hay un tiempo estimado para esto, la personalidad del investigador así como su capacidad de observación determinarán la duración del choque cultural.

Esto es algo de importancia, ya que mientras más rápido entienda y asimile los códigos culturales, más rápido podrá acceder a información más reservada. Los músicos e informantes a menudo se reservan revelar algunos secretos hasta comprobar la honestidad y la asimilación cultural del investigador, por otra parte, la comunidad se muestra más hospitalaria cuando al investigador se le asigna otro papel que no sea el de “extraño”²⁶.

De esta manera, el investigador se gana el acceso a aspectos privados de la vida de la comunidad. Pero el quebrar esta confianza no solo puede significar la virtual expulsión del investigador de la comunidad, sino también puede implicar la negativa de la comunidad a aceptar en un futuro a otro investigador.

²³ Bars & Cooley, 1997: 53

²⁴ Myers, 1992: 33

²⁵ Myers, 1992: 34

²⁶ Myers, 1992: 36

Así pues, la manera en que el investigador puede realizar el trabajo de campo, superando el choque cultural, obteniendo un papel en la comunidad que le interesa estudiar, ganándose cada vez más la confianza de ésta; es denominada en la literatura de las ciencias sociales y de las humanidades como “Observación Participativa”. En esta literatura se mencionan cuatro categorías:

- 1) Observación completa
- 2) Participación como observador.
- 3) Observador como participante.
- 4) Participación completa.²⁷

En algunos casos, para el etnomusicólogo el inciso tres (observación como participante, incluso cuando realiza grabaciones de campo), es la situación y el papel más común al desarrollar el trabajo de campo con una comunidad ajena a la suya.

Esta observación participativa consiste en asumir un papel con el que el investigador se desenvolverá en medio de la comunidad a la que va estudiar. Este papel inicia cuando el investigador presenta a la comunidad su interés por estudiar su cultura, la manera en que se da este primer contacto es determinante para la concreción de la investigación ya que el papel que se le va a asignar al investigador por principio es el de “el extraño que viene a investigarnos” (participa en la comunidad como observador), si la comunidad acepta la intrusión de alguien en la intimidad de la cotidianidad, el papel cambia y el investigador observa como participante al que se le ha conferido el papel de “el extraño” y ahora es parte de la cotidianidad de la comunidad. Con el desarrollo de la investigación, puede darse el caso de sumergirse en la comunidad hasta ser partícipe protagónico de ésta y así acceder y practicar los códigos culturales adquiridos.

En resumen, el trabajo de campo sigue siendo una de las partes nodales de la etnomusicología, ya que no solo es la parte donde se obtienen datos de primera mano, sino que el investigador adquiere una experiencia única e irrepetible con cada trabajo de campo. Es por este motivo que las herramientas de apoyo como la bitácora y el diario de campo son de gran importancia, puesto que ni la mejor memoria humana podría recordar cada detalle de una jornada de 48, 72 horas o de días enteros. El etnomusicólogo se basa en su experiencia para poder realizar su análisis posterior; estas experiencias, sean las que sean, son las que ayudan al etnomusicólogo a asimilar los códigos culturales que busca para la realización de su investigación.

²⁷ Myers, 1992: 30

2.- Acústica y organología.

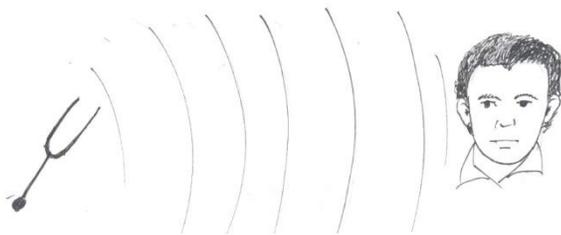
-Introducción a la acústica.

El sonido.

La música resultado de la actividad humana, es elaborada con una materia prima que no es ni tangible ni visible, solo audible. El sonido es un fenómeno físico producido por la vibración de cuerpos que comprimen y expanden un medio, el cual transmite dichas vibraciones hasta un receptor capaz de percibir dicho fenómeno²⁸.

Para fines prácticos de este trabajo entenderemos que:

- a) Los cuerpos que mediante una excitación vibran, comprimiendo y expandiendo el medio en el cual estén sumergidos se denominarán “cuerpos sonoros”;
- b) que hay tres estados de la materia que puede constituir un medio en el cual este sumergido un cuerpo sonoro, nos referiremos al aire como el medio en el que un cuerpo sonoro esta sumergido; y por último,
- c) el receptor de este fenómeno físico que mencionamos, es el oído humano.

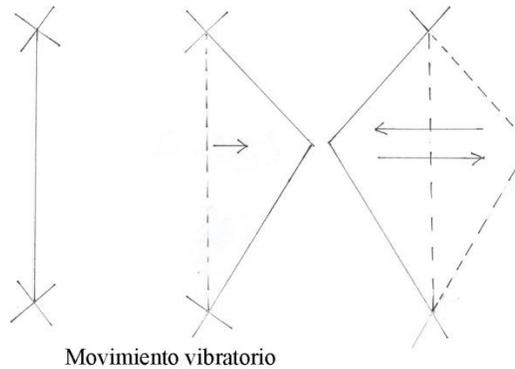


Emisión. Propagación y percepción del sonido

La emisión de sonido, es un fenómeno complejo. Inicia cuando un cuerpo sonoro es desalojado de su posición de reposo empujando el aire que lo rodea, el movimiento compensatorio que lo intenta llevar a su posición original, jala las moléculas de aire formándose un patrón empujar-jalar, comprimir-expandir las moléculas de aire hasta que la excitación del cuerpo sonoro se detenga²⁹.

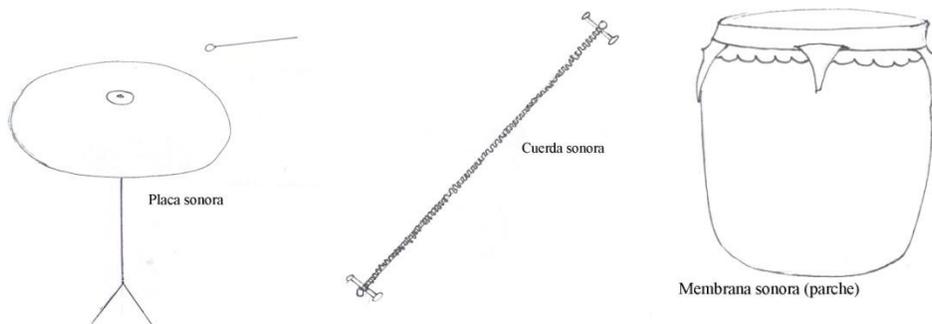
²⁸ De Elías, en proceso.

²⁹ De Olazábal, 1954:33



El movimiento vibratorio es el generador del sonido y puede ser obtenido por procedimientos sumamente diversos, como veremos al estudiar los instrumentos musicales, y en algunos casos es difícil medir, pero siempre existe³⁰.

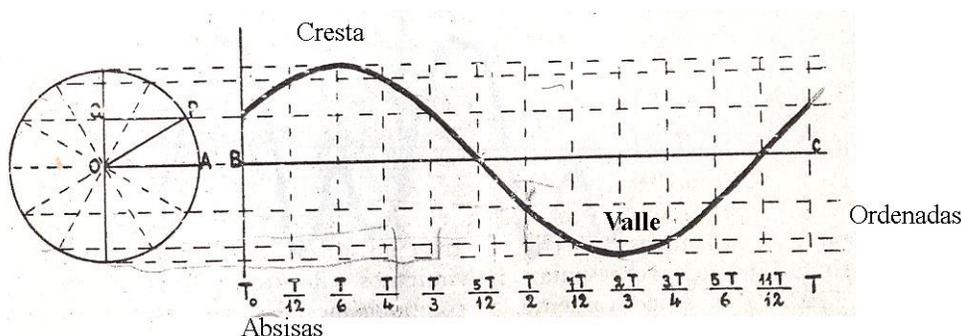
Los cuerpos sonoros utilizados en música pertenecen por su estado físico a los sólidos y a los gases. Los cuerpos sólidos pueden tener muy variados materiales como madera, metal, plástico, piedra, etc. Por su forma se dividen en varillas, placas, cuerdas y membranas; las varillas y cuerdas son cuerpos en que la longitud es mucho mayor que su ancho y su altura, mientras que en las membranas y placas, el largo y el ancho son notablemente mayores que el espesor. Cabe hacer notar que los cuerpos rígidos como las varillas y las placas necesitan sólo de un punto sostén para actuar como cuerpos sonoros, mientras que las cuerdas y las membranas, como cuerpos flexibles necesitan de dos o más puntos para ser puestos en tensión³¹.



³⁰ De Olazábal, 1954:12

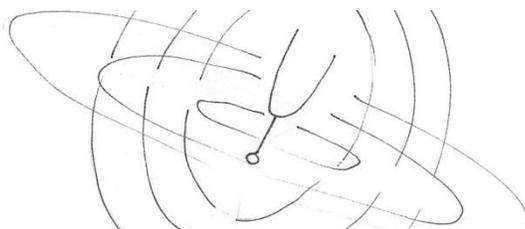
³¹ De Olazábal, 1954: 16

El sonido puede ser representado gráficamente, en lo que respecta a las vibraciones propagándose por el aire. El más sencillo de los movimientos vibratorios, llamado *movimiento vibratorio simple*, es aquel que se obtiene cuando los desplazamientos del cuerpo sonoro son directamente proporcionales a las fuerzas que provocan dichos desplazamientos. Para representar gráficamente el movimiento vibratorio simple de un punto, se toman como abscisas los tiempos (medidos como fracciones de periodo: $T/12$, $T/6$, $T/4$...) y como ordenadas los sucesivos alargamientos del mismo. La curva obtenida en esta representación será una curva con “crestas y valles” que representa las variaciones del seno cuando varía el arco (sinusoide) (Fig...), pues la variación de t se traduce en cualquier instante conociendo el tiempo “ t ”, la amplitud “ A ” y la frecuencia “ n ” de dicho movimiento³².



Movimiento Armónico Simple

En realidad el sonido no se propaga de una manera lineal, y en una sola dirección como lo hace una onda sobre la superficie del agua; sino en todas direcciones, constituyendo una onda esférica; ese es el modo de propagación de las ondas sonora en el aire libre. La energía sonora se reparte igualmente en cada dirección y decrece proporcionalmente³³ como lo explicaré más adelante.



Omnidireccionalidad del sonido

³² De Olazábal, 1954: 16

³³ De Olazábal, 1954: 29

Las cualidades que se distinguen habitualmente en el sonido o más bien en las sensaciones sonoras son tres: altura, intensidad y timbre. Existen otras cualidades del sonido como la duración, brillo y volumen, que estudiaremos más adelante³⁴.

La altura es la cualidad que queremos expresar cuando decimos que un sonido es más agudo o más grave que otro; la altura depende principalmente de la frecuencia del movimiento vibratorio que lo origina, correspondiendo los sonidos agudos a frecuencias elevadas y los sonidos graves a frecuencias bajas. Gráficamente lo podemos entender como el número de ciclos de un movimiento vibratorio dado en un intervalo de tiempo determinado (un segundo) (gráfica de un sonido grave y uno agudo). Actualmente la unidad de medición para contabilizar el número de ciclos en un segundo, es decir la frecuencia de un sonido, es el hertzio (Hz). 1 Hz tiene una frecuencia de 1 ciclo por segundo; 100 Hz tiene una frecuencia de 100 ciclos por segundo.

La longitud de onda es la distancia que recorre el sonido hasta el punto en que completa un ciclo de compresión y expansión en un mismo medio, mantiene una relación inversamente proporcional con la frecuencia y que constituye la altura o afinación de un sonido³⁵ (es decir a menor frecuencia mayor longitud y viceversa). Cabe señalar que el oído humano, en las mejores condiciones tiene un rango de respuesta, es decir que puede escuchar sonidos que tengan frecuencias entre los 20 y 20'000 Hz. Esta condición no es única, cada individuo tiene un rango diferente, y, como los demás sentidos y resto del organismo, se van deteriorando con la edad.

La intensidad es como sentimos si un sonido es más fuerte que otro (comúnmente lo llamamos volumen). En otras palabras, mientras más energía se aplique para hacer vibrar un cuerpo sonoro, mayor será la intensidad. Así como hay un rango de respuesta para identificar las diferentes alturas de los sonidos, también hay un rango para identificar las distintas intensidades. La mínima intensidad que puede percibir el ser humano es de 0 dB, y la máxima que soporta sin dolor o distorsión auditiva varía entre los 120 y los 130 dB; cabe aclarar que 0 dB no significa la ausencia de sonido, sino la mínima intensidad audible, a este parámetro se le llama “umbral de audición”³⁶.

La intensidad del sonido disminuye de acuerdo al doble de la distancia que recorre. Por ejemplo, si a determinada distancia de una fuente sonora se percibe a cierta intensidad, al doble de la distancia se percibe la cuarta parte, al triple de distancia la novena parte, al cuádruple la dieciseisava parte, etc. A esta regla se le conoce como “Ley del cuadrado inverso”³⁷.

³⁴ De Olazábal, 1954: 21

³⁵ De Elías, en proceso

³⁶ De Elías, en proceso

³⁷ De Elías, en proceso

El Timbre es la cualidad que se usa para agrupar el complejo de características de un sonido que permiten reconocer la fuente que lo produce. Podemos distinguir dos sonidos de igual altura e intensidad pero de diversa procedencia; depende del grado de complejidad del movimiento vibratorio que origina el sonido. Un cuerpo que vibra según las leyes del movimiento armónico simple, produce un sonido puro, como el diapasón, pero la mayoría de los sonidos provienen de movimientos vibratorios complejos, como veremos al mencionar la manera en que los instrumentos musicales producen el sonido³⁸.

Las particularidades que forman el timbre de cada sonido dependen del cuerpo que lo produce, y de la manera de excitar a éste; por esta razón el timbre de un sonido permite precisar su procedencia y modo de obtención³⁹.

2.1.2 Refracción y reflexión del sonido.

Cuando una onda que se propaga en un medio elástico incide sobre la superficie de separación entre éste y otro medio elástico cualquiera de diferente densidad, pueden ocurrir simultanea o sucesivamente varios fenómenos como la reflexión, refracción, difracción y absorción de la onda⁴⁰.

Reflexión. Es el comportamiento de la dirección de una onda chocar contra una superficie. A este respecto hay que contar con las siguientes condiciones: Primero que el ángulo de incidencia sobre una superficie siempre será igual al ángulo de reflexión. Segundo, que una superficie lisa da lugar a que la reflexión sea idéntica, tal como ocurre con la imagen reflejada en aguas tranquilas, mientras que una superficie irregular produce reflexión difusa, de modo que los ángulos de reflexión varían según el punto específico de dicha superficie en que a la onda se refleja, como sucede con la luz o la imagen reflejada en aguas agitadas. Tercero, debido a la difracción, que explicaré más adelante, las frecuencias bajas requieren irregularidades de mayor tamaño para difundirse que las frecuencias altas. Un ejemplo, si visualizamos un balón de unos 15 cms de diámetro y una pelota de 3 cms rebotando sobre una superficie irregular, digamos una calle empedrada, el rebote del balón será más predecible y controlado por su diámetro mayor que el de la pelota, cuyo rebote sería impredecible⁴¹.

³⁸ De Olazábal, 1954:16

³⁹ De Olazábal, 1954:22

⁴⁰ De Olazábal, 1954:35

⁴¹ De Elías, en proceso

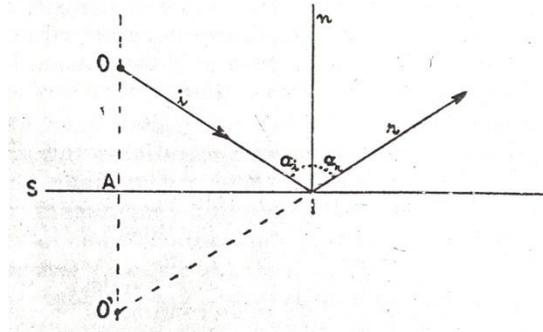


Fig. 10. — Reflexión de un rayo.

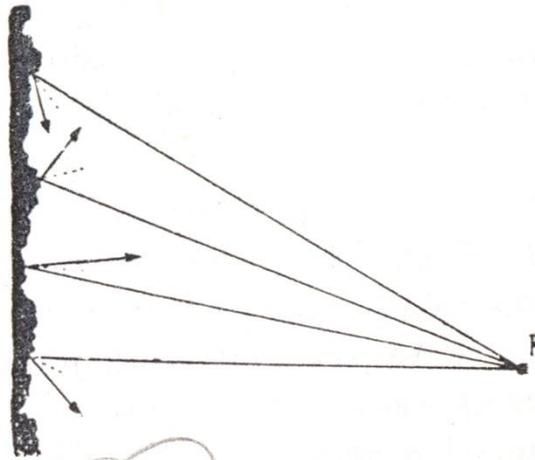


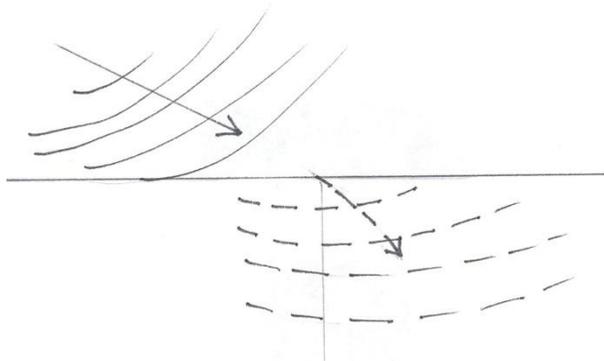
Fig. 11. — Reflexión difusa.

Se dice que una onda sonora ha sufrido una reflexión cuando luego de incidir sobre una superficie, la onda se propaga en el mismo medio con sentido diferente al anterior, como si se originara en un punto situado tras la superficie. Para que una superficie actúe como superficie reflectora, es necesario que sea opaca a la onda que se refleja, o sea que impida parcial o totalmente su propagación. La energía de la onda que se refleja no se conservará completamente después de la reflexión, pues una parte se pierde por absorción transformándose en calor⁴².

Refracción. Si una onda que se propaga en un medio elástico incide oblicuamente sobre la superficie de separación del primer medio elástico con un segundo medio y atraviesa la separación, cambiando de dirección, decimos que ha sufrido una refracción. Este fenómeno ocurre precisamente porque la onda incide oblicuamente sobre la superficie (los rayos normales a dicha superficie no se refractarán; en efecto, una parte de la onda penetra antes que la otra en el segundo medio, cambiando su velocidad de propagación; si la velocidad de propagación es mayor en el segundo medio que en el primero, la onda se

⁴² De Olazábal, 1954:35

alejara de la normal en el punto de incidencia, ocurriendo lo contrario cuando dicha velocidad sea menor⁴³.



Refracción de una onda

Cuando se suceden varias reflexiones en espacios relativamente amplios, dado que cada reflexión es una réplica del sonido original, pueden ocurrir dos fenómenos: el eco y la resonancia.

Eco. Se produce cuando las reflexiones están espaciadas entre sí más de 40ms (milisegundos) y es posible escuchar cada reflexión, el oído distingue como sensaciones separadas solo aquellas que ocurren a ese intervalo de tiempo. En éste, el sonido recorre aproximadamente 34m/s; será por lo tanto necesario, cuando haya una sola superficie reflectora que ésta se halle a una distancia mínima de 17m y que la onda incidente sea normal a la superficie reflectora, pues de otro modo la onda refleja no volvería a la fuente⁴⁴.

Resonancia. Cuando las reflexiones que tengan un ciclo de repetición menor a 4 ms se les denomina como resonancia y el oído las percibe como una sola fuente. Comúnmente se produce de dos formas: a) por simpatía, cuando la frecuencia producida por un cuerpo sonoro coincide con alguna de las frecuencias naturales de otro. b) Por reflexión, cuando una onda se refleja en las superficies de un recinto cuyas dimensiones coinciden con su longitud, o son múltiplos o submúltiplos de la misma. En tal caso la fundamental o algunos de los armónicos resuenan⁴⁵.

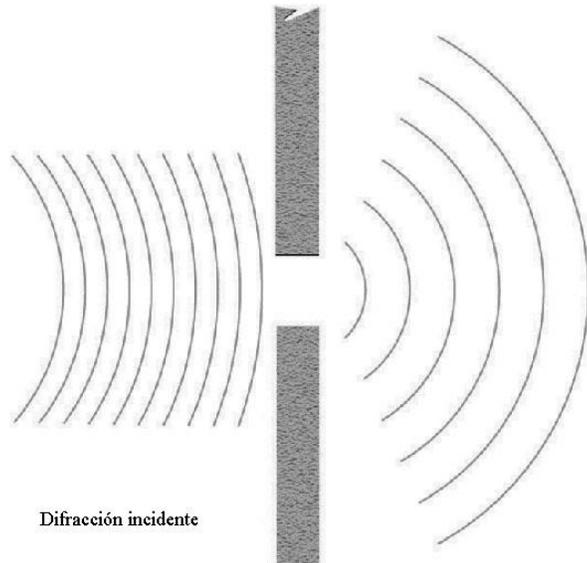
Difracción es la forma en que se comporta la dirección de la onda ante los obstáculos en su camino, dicho de otra forma, la manera en que el sonido rodea a los objetos que se “encuentra en su camino”; varía según la longitud de la onda y las dimensiones de los obstáculos. Si el obstáculo es menor a la longitud de una onda

⁴³ De Olazábal, 1954:37

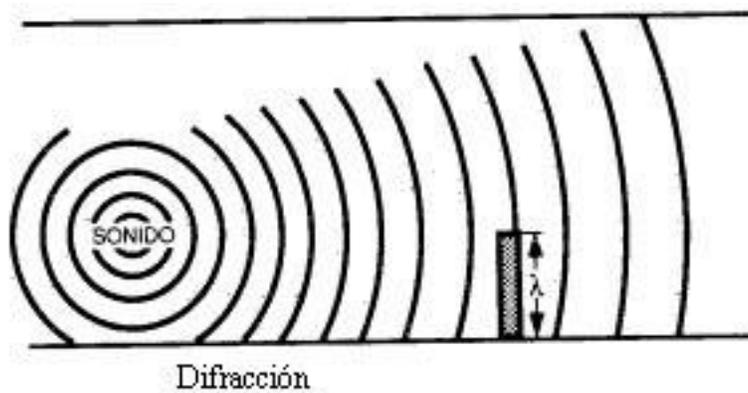
⁴⁴ De Olazábal, 1954:38

⁴⁵ De Elías, en proceso

determinada, ésta lo rodea cubriendo cualquier dirección detrás del mismo. Si las dimensiones del obstáculo rebasan la longitud de la misma onda, se genera una sombra acústica para todas las ondas cuya longitud sea igual o menor, es decir, no serán capaces de rodearlo. De lo anterior se infiere que las ondas de mayor longitud (menor frecuencia) se difractan con mayor facilidad que aquellas con longitud corta (de mayor frecuencia). Por eso da la impresión que las frecuencias graves viajan más que las agudas⁴⁶.



Difracción incidente



Difracción

Ahora, no todas las superficies son iguales en densidad, material, textura o forma; cuando una onda incide sobre una superficie en la cual hay una abertura, pueden ocurrir dos

⁴⁶ De Elías, en proceso

cosas: si la abertura es grande con relación a la longitud de onda, ésta pasa sin dispersarse; en cambio si la abertura es pequeña con relación a la longitud de onda la onda se dispersará al pasar a través de la abertura propagándose luego como si se hubiera originado en la misma abertura⁴⁷.

La difracción ocurre con cualquier tipo de ondas, pero interesa particularmente en acústica musical, pues los sonidos musicales poseen longitudes de onda relativamente grandes que varían entre 0.03 y 12m, siendo por lo tanto muy difractables. Por ejemplo: los sonidos graves producidos en un altoparlante de 30 cm de diámetro, la difracción será considerable. Los espectadores situados en la dirección del eje principal del altoparlante escucharán igualmente todas las frecuencias, mientras que los que se hallan al costado percibirán excesivamente los sonidos graves⁴⁸.

Absorción. Cuando una onda sonora incide sobre una superficie reflectora y pierde parte de su energía, transformándose ésta en trabajo-calor⁴⁹, las ondas que no son reflejadas, difractadas o refractadas se convertirán en calor respetando el principio de conservación de la energía.

⁴⁷ De Olazábal, 1954:37

⁴⁸ De Olazábal, 1954:37

⁴⁹ De Olazábal, 1954:38

Breve descripción del comportamiento acústico de los instrumentos.

Habiendo explicado el sonido como un fenómeno físico, abordaré como es generado por los instrumentos musicales y la manera en que se catalogan de acuerdo a las propuestas musicológicas y etnomusicológicas para lograr la comprensión de los elementos que participan en el hecho sonoro. Como se mencionó anteriormente, los ejemplos citados en su mayoría, son parte de la tradición musical occidental, por ser más cercanos para el entendimiento del comportamiento acústico de los instrumentos musicales.

Las cuerdas.

Se llaman cuerdas musicales, los cuerpos sonoros flexibles, cuya longitud es notablemente mayor que su altura y ancho, siendo su sección transversal aproximadamente circular y uniforme. Las cuerdas deben estar tendidas entre dos puntos que limitan al mismo tiempo su longitud vibrante; la tensión a que se las somete, debe hallarse entre ciertos límites, fuera de los cuales no se producirán sonidos⁵⁰.



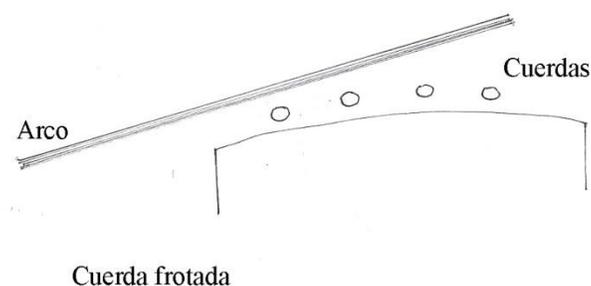
Los materiales que se utilizan para hacer las cuerdas musicales son sumamente variados: tripa, acero, seda, plásticos sintéticos y muchos otros materiales. Cuando una cuerda musical de un material determinado es envuelta por otro de material diferente, se dice que ha sido *entorchada*; el entorchado se hace en general para aumentar el peso de la cuerda con lo cual se obtienen sonidos más graves mediante longitudes relativamente pequeñas.

Instrumentos de cuerda frotada.

⁵⁰ De Olazábal 1954: 83

Se llaman instrumentos de cuerda frotada aquellos que generan sonido mediante cuerdas excitadas por fricción; suele llamárselos *instrumentos de arco* debido a que la fricción es realizada por un arco; el violín, la viola, el violoncelo y el contrabajo; forman una familia instrumental que por la homogeneidad de su timbre constituye, y la agilidad, expresividad y variedad de sus recursos constituye la base de la orquesta occidental⁵¹.

Estudiemos brevemente la acción del arco sobre las cuerdas. Supongamos que el arco se mueve en una sola dirección con velocidad constante, manteniendo a la cuerda sometida a una tensión invariable y que en un momento dado, la cuerda ha sido arrastrada por el arco hasta un punto que su elasticidad no le permite rebasar: la cuerda permanecería en dicho punto mientras pasara el arco, si las crines de éste no vibrarán, pero debido a esta vibración, se suelta moviéndose en sentido contrario al anterior, hasta que el arco la retoma, comenzando nuevamente el ciclo. El movimiento de la cuerda es mucho más rápido cuando escapa al arco, que cuando lo acompaña⁵².



Cuerdas Punteadas.

La acción de puntear una cuerda, consiste en apartarla con el dedo de su posición normal y dejarla en libertad para que la elasticidad la lleve a su posición inicial. Cuando la acción de puntear es repetida rápidamente por uno o varios dedos de la mano, lleva el nombre de “rasguear”. El rasgueo puede efectuarse directamente con a mano o mediante un plectro, pequeña uña de asta, metal u otros materiales.

Instrumentos de cuerda percutida

Los instrumentos de este grupo producen sonidos mediante cuerdas excitadas por un golpe; ésta puede ser *directa* como en el cimbalón o *indirectas* como en el piano, donde los martillos percutores son controlados por unas teclas; cuando el martillo que percute la cuerda percutida rebota inmediatamente después de la percusión, la cuerda vibra con toda su longitud, si el martillo rebota lentamente, la cuerda vibrará dividida en dos secciones determinadas por el punto de percusión, pero sólo se escucha el sonido correspondiente a la de menor longitud, que absorbe la mayor parte de la energía sonora⁵³.

⁵¹ De Olazábal 1954: 83

⁵² De Olazábal, 1954: 99

⁵³ De Olazábal, 1954: 103.

Tubos sonoros.

Se llaman tubos sonoros aquellos que contienen una columna gaseosa capaz de producir sonido al ser convenientemente excitada. El cuerpo sonoro es la columna gaseosa, y no el tubo que la contiene⁵⁴.

En acústica, se llaman tubos los que poseen una sola abertura y *tubos abiertos* a los que tienen dos o más (los tubos cerrados en el sentido habitual de la palabra, no pueden actuar como tubos sonoros).

Según el modelo de excitación de la columna aérea que contienen, los tubos sonoros se clasifican en: tubos de embocadura, tubos de lengüeta y tubos de boquilla; esta clasificación no es muy lógica pues la boquilla desempeña un papel accesorio en la excitación pudiéndose clasificar a estos últimos como instrumentos de lengüeta labial o membranacea.

Las lengüetas son pequeñas laminilla elásticas, generalmente de metal o de madera que, sujetas a un soporte de madera conveniente, vibran al paso de una corriente aérea, produciendo sonido; se las clasifica según su mayor o menor libertad de movimiento den dos tipos diferentes: libres y batientes⁵⁵.

Se llaman lengüetas libres a aquellas que vibran libremente a uno y otro lado del plano que determinan cuando están en reposo; esto se obtiene con un soporte cuyos puntos de contacto con la lengüeta son aquellos en que ésta se halla fijada a aquel. La figura 43 representa esquemáticamente una lengüeta libre. Las lengüetas libres son siempre de metal; se utilizan en el armonio, el acordeón, la armónica entre otros.

Se llaman lengüetas batientes a aquellas que baten contra el soporte al cual están sujetas. La figura 44 representa esquemáticamente una lengüeta batiente; comparando esta figura con la figura anterior, es fácil ver que las vibraciones de la lengüeta batiente se hallan restringidas por la presencia del soporte, cosa que no ocurre con las lengüetas libres.

Las lengüetas batientes se dividen a su vez en simples y dobles, según el tipo de soporte que utilizan. Las lengüetas batientes simples, llamadas corrientemente lengüetas simples, son aquellas que se colocan sobre los bordes de una abertura contra los cuales baten. Las *lengüetas batientes dobles*, llamadas corrientemente lengüetas dobles, son aquellas que utilizan como soporte otra lengüeta contra la cual baten, batiendo ésta a su vez contra la primera.



Fig. 43. — Lengüeta libre.



Fig. 44. — Lengüeta batiente.

Los tubos de embocadura pueden dividirse en dos clases: tubos de embocadura directa y tubos de embocadura indirecta. Los tubos de embocadura directa son aquellos en que la corriente de aire es dirigida sobre la embocadura, directamente por los labios del ejecutante.

⁵⁴ De Olazábal, 1954: 109

⁵⁵ De Olazábal, 1954: 114

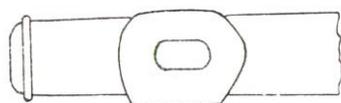


Fig. 47. — Embocadura de flauta travesera.

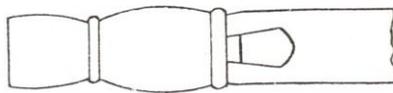
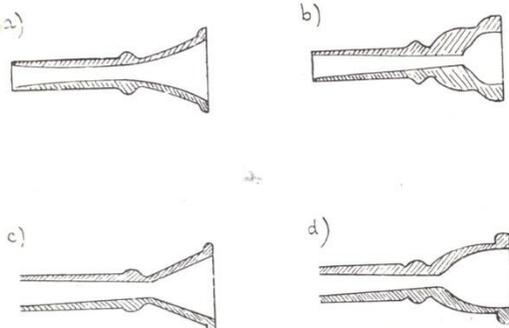


Fig. 48. — Embocadura de flauta de pico.

Los tubos de embocadura indirecta son aquellos donde la corriente de aire, producida mecánicamente o por el ejecutante pasa por un tubo llamado porta viento antes de incidir sobre el filo de la embocadura

Se llama Boquilla de un instrumento de viento la porción de tubo que se modifica con el objeto de ser adosada o introducida entre los labios del ejecutante. Muchos instrumentos de viento utilizan boquillas; en los instrumentos de lengüeta simple, ésta se sujeta sobre la boquilla. En los instrumentos de embocadura indirecta, la parte superior del porta viento está transformada en una boquilla. En ambos tipos instrumentos, la boquilla es introducida entre los labios del ejecutante⁵⁶.

En los instrumentos llamados de boquilla (trompas, trompetas, trombones y tuba), la forma de la boquilla es muy diferente a la de las boquillas de los instrumentos de lengüeta y de embocadura, pues se la construye con el objeto de ser adosada a los labios del ejecutante en lugar de ser introducida entre los mismos. En este tipo de instrumentos los labios del ejecutante actúan del mismo modo que una lengüeta batiente doble, por lo cual se dice que forman una *lengüeta doble membranácea*. Las cuerdas vocales contenidas en la laringe, parte esencial del órgano de fonación del hombre, actúan como lengüetas membranáceas.



Los instrumentos de viento.

Los instrumentos de viento utilizados corrientemente, suelen clasificarse en dos grupos: instrumentos de madera, grupo que comprende las familias de la flauta, el oboe, el clarinete, el saxofón y el fagote, e instrumentos de metal, grupo que comprende las trompas, las trompetas los trombones y tubas. Esta clasificación como ya dijimos, es defectuosa, pues las flautas se construyen muy a menudo de plata u oro y los saxofones se construyen invariablemente de metal⁵⁷.

⁵⁶ De Olazábal, 1954: 115-116

⁵⁷ De Olazábal, 1954: 121

La frecuencia de los sonidos que produce un instrumento de viento, depende en primer lugar de la longitud de la columna aérea que los produce; las otras dimensiones influyen sin embargo bastante, como vimos al estudiar las correcciones a la longitud. La temperatura del aire vibrante influye también sobre la frecuencia, aumentando ésta cuando aumenta la temperatura. El límite inferior de la extensión de un instrumento, obedece a la longitud del tubo y en algunos casos de la habilidad del ejecutante; ésta influye marcadamente sobre el límite superior, debido a la dificultad que presenta la obtención de parciales de orden elevado que forma el registro agudo de cada instrumento. La intensidad de los sonidos que produce un instrumento de viento, es directamente proporcional de la fuerza con que es excitada su columna de aire por el sopro.

El timbre, tiene una relación directa, en primer lugar con el modo de excitación del instrumento. Los tubos de embocadura producen sonidos suaves y dulces, relativamente desprovistos de armónicos; los tubos de lengüeta, sonidos de timbre penetrante y algo nasal, especialmente los de lengüeta doble, ricos en armónicos; los tubos de boquilla producen sonidos de timbre redondo y brillante, ricos en armónicos. Influye muchísimo sobre el timbre que el tubo sea abierto o cerrado; los tubos cerrados poseen un timbre opaco y generalmente más oscuro que los abiertos.

Instrumentos de percusión.

Varillas vibrantes.

Las varillas, cuerpos rígidos de longitud notablemente mayor que las dimensiones restantes, pueden vibrar de varias maneras: longitudinal y transversalmente y con vibraciones torsionales o de torsión. Consideraremos sólo las dos primeras. Recuérdese que las placas y varillas, por ser cuerpos rígidos, necesitan tan solo un punto de apoyo para poder vibrar, aunque pueden apoyarse en más de uno; en esto se diferencian de las cuerdas y membranas que necesitan dos puntos de apoyo como mínimo para ser sometidas a la tensión conveniente⁵⁸.

Las varillas se clasifican en *simétricas* cuando tienen un punto de apoyo único situado en su centro o puntos equidistantes de éste, y *asimétricas*, cuando están apoyadas sobre puntos dispuestos asimétricamente o fijas en un punto único distinto del centro.

Membranas y placas vibrantes.

Las membranas y placas son cuerpos de superficie grande con relación a su espesor; excitadas por percusión o fricción emiten sonidos caracterizados por un complejo grande de parciales discordantes. Las membranas necesitan tensión previa para vibrar; las placas, debidos a su rigidez, solo necesitan un punto de apoyo.

Instrumentos de percusión.

Se entiende por instrumentos de percusión, aquellos que producen sonido cuando son excitados por percusión directa o indirecta, se clasifican habitualmente en dos grupos: instrumentos de entonación definida e instrumentos de entonación indefinida. En líneas generales se puede decir

⁵⁸ De Olazábal, 1954: 143

que la función musical de los instrumentos de percusión es rítmica: en efecto, permiten ejecutar toda clase de ritmos con precisión y claridad.

Acústicamente, son clasificables como membranas, placas y varillas; entre los instrumentos que utilizan membranas citaremos los timbales, el bombo, el tambor militar; entre aquellos clasificables como placas vibrantes, citaremos los címbalos o platillos, las campanas y el tam-tam; y entre los que son varillas vibrantes: la celesta, el xilófono, y el triángulo.

Los instrumentos de percusión de entonación definida producen sonidos que por su altura precisa son capaces de desempeñar una función melódica o armónica en la orquesta sinfónica, además de la que le es habitual: rítmica y colorística. Algunos se percuten directamente mediante baquetas o martillos como los timbales, campanas o el xilófono, otros como la celesta mediante un teclado.

Los instrumentos de entonación indefinida producen sonidos cuya frecuencia es difícil o imposible de determinar, que deben considerarse más bien como ritmos.

Organología

Introducción a la organología.

La organología es un ramo de la musicología que estudia y clasifica a los instrumentos musicales, originalmente se ocupaba del estudio de los órganos eclesiásticos, y posteriormente al resto de los instrumentos musicales europeos⁵⁹.

El primer criterio que se empleó para clasificar los instrumentos fue el que se utiliza para acomodar en la partitura a los integrantes de la orquesta sinfónica occidental (alientos madera, alientos metales, percusiones, coro, piano y cuerdas). Agrupa a los instrumentos musicales en tres grandes categorías: instrumentos de cuerda, instrumentos de viento, e instrumentos de percusión. Esta clasificación deriva de la composición de la orquesta sinfónica. Es de utilidad en instrumentación y orquestación, al permitir ordenar en la disposición de las voces humanas (soprano, contralto, tenor, bajo) los instrumentos musicales que están involucrados en una obra musical de un ensamble tan grande como lo es la orquesta sinfónica.

Las tres familias dentro de la orquesta sinfónica son:

Instrumentos de cuerda son aquellos en que su cuerpo sonoro es una cuerda musical. Se los clasifica en tres subgrupos; Según el modo de excitación de la cuerda. Los instrumentos de cuerda frotada son aquellos en que la cuerda es excitada por fricción, generalmente por un arco. Los instrumentos de cuerda punteada son aquellos en que la cuerda es excitada por punteo, directamente con la mano o indirectamente mediante un plectro u otros dispositivos; los instrumentos de cuerda percutida son aquellos en que las cuerdas son excitadas directa o indirectamente mediante martillos.

Instrumentos de viento son aquellos en que el sonido es producido mediante una masa de aire. Se los divide, muy arbitrariamente, por cierto, en instrumentos de madera e instrumentos de metal. Al estudiar en detalle los instrumentos de viento, observamos que constituyen un grupo muy heterogéneo, pues el sonido es obtenido mediante dispositivos sumamente variados, que utilizan numerosos principios acústicos.

Instrumentos de percusión son aquellos en que el sonido es obtenido mediante golpe. Aunque esta definición comprende también los instrumentos de cuerda percutida, no se los estudia en este grupo. Los instrumentos de percusión suelen dividirse en instrumentos de sonido determinado e instrumentos de sonido indeterminado, según que emitan sonidos de altura definida o indefinida. Entre los primeros se cuentan los timbales, el xilófono y las campanas, y entre los segundos el bombo, los platillos y el triángulo⁶⁰.

⁵⁹ Hood, 1971: 123

⁶⁰ De Olazábal, 1954: 83

Sin embargo, este sistema ha demostrado ser deficiente en lo que respecta a una clasificación más precisa e incluso tiene algunas inconsistencias como por ejemplo:

La flauta transversa actualmente esta hecha de metal, pero tradicionalmente se le clasifica como aliento madera; el corno originalmente era hecho de los cuernos (huesos) de animales como el carnero o el alce, no de madera ni de metal y esta clasificado como metal porque actualmente se producen de metal (caso contrario de la flauta transversa); el saxofón es un instrumento construido de metal, pero lo que genera el sonido es un pedazo de madera y por eso se le cataloga como madera.

En la familia de las percusiones están mezclados todos los instrumentos que la acción de generar el sonido es por medio de un golpe directo, salvo el piano, que es clasificado aparte (tampoco con las cuerdas); platillos, tambores, campanas, raspadores y demás instrumentos de percusión se agrupan bajo este mismo rubro, sin importar el material del que estén hechos o que genera el sonido.

Al extenderse el estudio de la música a culturas asiáticas, americana y africana, la organología cobro una importancia tal que se propusieron otras maneras de clasificar no solo a los instrumentos étnicos, sino a todos, sin importar su origen, tradición o sistema musical, dándole más importancia a la manera en que se produce el sonido.

Instrumentos como la “wicka”, el “bote del diablo” o el “tambor de vara”, que producen un sonido por medio de la interacción de una cuerda, un parche, por medio de frotación; y que la caja acústica funciona de una manera muy particular, porque tiene otros accesorios que contribuyen a la amplificación del sonido; hicieron que se tomaran otros criterios para la catalogación de los instrumentos, que los tradicionales empleados con la orquesta occidental⁶¹.

El método de clasificación de Sachs-Hornbostel

Uno de los más importantes es el desarrollado por Curt Sachs y Erick Hornbostel, a partir del trabajo del restaurador Víctor Mahillon.

En su “Historia de los instrumentos musicales” (1914), el musicólogo alemán Curt Sachs, observa que la clasificación de los instrumentos musicales en instrumentos de cuerda, instrumentos de viento e instrumentos de percusión es sumamente ilógica como se muestra en los ejemplos anteriores de la flauta transversa, el corno y el saxofón. Hasta entonces la clasificación tradicional había sido hecha con base a tres principios ordenadores diferentes: el cuerpo sonoro de las cuerdas, la fuerza activamente de los instrumentos de vientos y la acción que produce el sonido en la percusión. Esta variedad de principios ordenadores trae consigo desorganización y confusión, ya que no había un criterio homogéneo, siendo por lo tanto necesario clasificar de una manera lógica. La clasificación tradicional excluye además a los instrumentos radioeléctricos de reciente invención, muchos instrumentos primitivos, los instrumentos híbridos como la caja de música y el arpa eólica, y los instrumentos mecano-eléctricos y a los actuales electro acústicos y eléctricos⁶².

⁶¹ Hood, 1971: 124

⁶² De Olazábal, 1954: 84

La clasificación de los instrumentos ideada por Erich Hornbostel y Curt Sachs se basa en la que adoptó el fundador y restaurador del Museo Instrumental de Bruselas, Víctor Mahillon, para ordenar la colección a su cargo. Engloba la totalidad de los instrumentos musicales existentes, cualquiera sea su origen y sus características, en cinco grandes clases, que luego se dividen grupos, subgrupos géneros, etc. Las cinco clases de instrumentos son:

I) *Idiófonos*.- los instrumentos de esta clase están formados por materiales naturalmente sonoros. Se los subdivide según el modo de excitación en: raspados, punteados, sacudidos frotados...

II) *Aerófonos*.- los instrumentos de esta clase utilizan el aire como fuente de sonido; se los divide en dos subclases: aerófonos de columna y aerófonos libres. Los instrumentos de viento que se utilizan corrientemente en la orquesta son aerófonos de columna.

III) *Membranófonos*.- Los instrumentos de esta clase producen sonido mediante una o más membranas tendidas sobre sendas aberturas. Se los divide en grupos según la posición en que se los ejecuta, según sus dimensiones y la proporción que éstas guardan, según el número de membranas (llamadas comúnmente parches), etc. Casi todos estos instrumentos se designan habitualmente con el nombre de tambores.

IV) *Cordófonos*.- En esta clase de instrumentos, el sonido es producido mediante una o varias cuerdas mantenidas a tensión conveniente. Los numerosos Cordófonos se reducen a cuatro grandes categorías: *cítaras*, en que las cuerdas están tendidas entre los extremos de una caja o de una tabla; *laúdes*, en que las cuerdas están tendidas por un extremo sobre una caja y por el otro sobre un mango (diapasón) que sobresale de la caja; *liras*, donde las cuerdas están tendidas por extremo sobre una caja y por el otro sobre travesaño que une un mango doble o yugo; *arpas*, donde las cuerdas están tendidas en un plano perpendicular a la caja, entre ésta y un travesaño que parte oblicuamente de ella.

V) *Electrófonos*.- En esta clase de instrumentos el sonido es producido o modificado mediante corrientes eléctricas. Se los divide en dos grandes grupos: *instrumentos mecánico-eléctricos*, donde las vibraciones son producidas por los métodos usuales y luego transformados en oscilaciones eléctricas; e *instrumentos radioeléctricos*, basados enteramente en oscilaciones eléctricas⁶³.

La propuesta para la clasificación de Sachs-Hornbostel es emplear el número Dewey para el género y los subgéneros siguientes.

Como se verá, en la clasificación numérica ofrecida por Hornbostel y Sachs, el primer número corresponde a la primera división o familia y a partir de éste se derivan subgrupos o subdivisiones, tales como 1 1 (uno, uno), 1 2 (uno, dos), 1 3, etc., los cuales también son susceptibles de subdivisión considerando los mismos criterios de ejecución, o manufactura, siguiendo con un orden lógico, 111 (uno, uno, uno), 112 (uno, uno, dos), 113, 114, etc., o 121, 122, 123, 124, etc.⁶⁴

⁶³ Hood, 1971: 124

⁶⁴ Chamorro, 1984: 55

A partir de este orden de tres cifras, se estableció el punto que abre el campo a nuevas posibilidades de subdivisión, tales como 111.1, 111.2, 111.3, 111.4, etc., lo que a permitido a los organólogos facilitar el trabajo de ubicación de instrumentos que por su naturaleza requieren de una cuidadosa catalogación, abriendo el panorama e incluir a todos los instrumentos musicales del mundo.

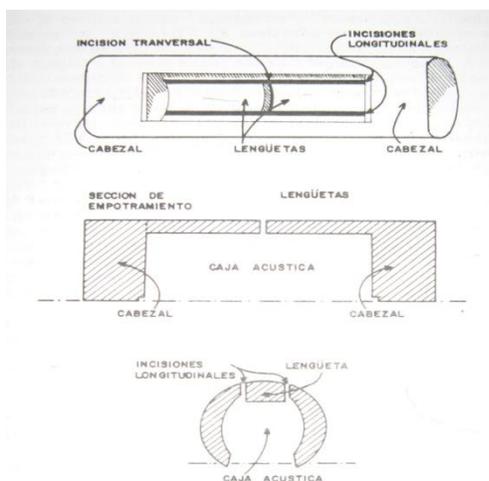
La utilidad del sistema numérico para efectos de estudio descriptivos es bien clara, sobre todo porque dicho sistema abre posibilidades a futuras clasificaciones que bien pueden perfeccionarse mediante métodos computarizados, ya que el lenguaje de clasificación es numérico⁶⁵.

Como ejemplo mencionemos a un instrumento musical tradicional mexicano, el teponaxtle; aprovechando que es ampliamente conocido en la cultura musical mexicana su descripción sería relativamente sencilla:

La clasificación del Teponaxtle por medio del sistema propuesto por Hornbostel y Sachs, quedaría de la siguiente manera:

111.222 (idiófono, de golpe, directo, de percusión, de lengüeta, con baqueta).

Esta clasificación tiene la ventaja de facilitar la catalogación del instrumento para su manejo documental, pero no nos da mucha información particular del instrumento en si, respecto a su forma, posición, sentido de ejecución entre otros factores.



⁶⁵ Chamorro, 1984: 55

Por esos motivos se desarrollaron otros sistemas de catalogación y análisis de los instrumentos musicales que permitieran estudiarlos de una manera más concreta y tangible, aún sin tener el instrumento en si en las manos.

2.2.3 El método de clasificación de Mantle Hood.

En 1971 el etnomusicólogo Mantle Hood en su libro *The Ethnomusicologist* expone su método de clasificación para los instrumentos. Para esto hace una semblanza de la organología hasta su época y comenta que el método de clasificación de Sachs-Hornbostel, es conveniente para fines de archivo y catalogación, aún más al tomar en cuenta los avances en informática y cibernética. “El método propuesto por Curt Sachs y Erich Hornbostel es muy útil para ingresar la información en las computadoras IBM⁶⁶”.

Sin embargo, Hood propone un elemento nuevo para el trabajo de clasificación de los instrumentos: Hacer tangible lo intangible.

Así como el método de Sachs-Hornbostel tiene las ventajas de una precisa metodología para catalogar la información de los instrumentos musicales, carece del elemento visual para poder analizar otras informaciones útiles para el investigador, como la colocación del instrumento con el ejecutante; que miembros (manos o pies, brazos y piernas) sostienen y que otros ejecutan el instrumento; en que eje se coloca el instrumento; si se apoya, cuelga o sostiene con algún accesorio; si éstos tienen alguna influencia sobre la acústica del instrumento, entre otros⁶⁷.

En su método de clasificación, Hood propone un sistema basado en figuras geométricas y explica los criterios que utilizó para escogerlas. Basado en los cinco grupos propuestos por Mahillon, Hood propone:

Para los idiófonos emplear un cuadrado que emula a las placas acústicas, los membranófonos se representan por medio de un rectángulo horizontal, como varios de los tambores que existen en las tradiciones musicales del mundo. Los aerófonos son representados por un círculo para emular a los tubos sonoros, mientras que los cordófonos los representa con un rectángulo vertical; dicho por Hood, “recordando a un cello, o un citar apoyado en la pared antes de que su instrumentista lo toque”. El caso de los electrófonos es algo más arbitrario, la figura empleada para su descripción es el rombo o diamante, y si bien no tiene nada que ver con los instrumentos eléctricos, es una figura distinta a las demás, puede ser recordada con facilidad para este propósito⁶⁸.

Así es como el mismo Hood explica la aplicación de su método:

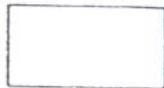
“...Haciendo caso omiso del rigor científico que justifica el método para la catalogación y taxonomía, intentemos otro enfoque del problema y comencemos otra vez con el símbolo para los membranófonos; vayamos considerando los elementos y símbolos prácticos que dirigen nuestros movimientos para explicar nuestro método.

⁶⁶ Hood, 1971: 124

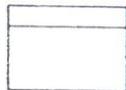
⁶⁷ Hood, 1971: 125

⁶⁸ Hood, 1971 :144

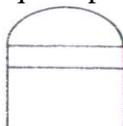
Recordando los requisitos ideales establecidos en contestación a nuestra pregunta básica referente a la información única a un instrumento musical, utilicemos la figura del rectángulo para identificar a los membranófonos.



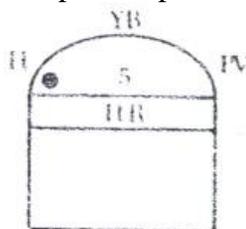
Agregamos una línea interna para indicar la forma de un cilindro



Y otra línea curva sobre el rectángulo que representa la forma externa de un barril



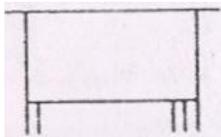
Agreguemos las letras siguientes a la parte superior de los símbolos:



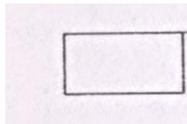
leyendo de izquierdo a derecha, aprendemos que el tambor está afinado con un martillo (H de *hammer* en inglés). El cordón de Y y los bloques (*blocks*) que afinan, se afinan (*pitch*) a una escala exacta (*perfect Pitch*), algo entonces la escala relativa (*relative Pitch*), que es la variable (V) con la técnica de ejecución. El martillo nos dice que las cabezas están superpuestas sobre la cáscara o el cuerpo de los tambores en lugar de un aro o anillo como puede ser una cuerda. El número 5 refiere a una escala de la dureza para los materiales basados en una modificación en el sistema chino de la clasificación e indica el material de el cual se hace la venta: 1. calabaza, 2. tierra, 3. piel, 4. plástico, 5. madera; 6. bambú 7. hueso, 8. cristal, 9. piedra; 10. metal. Hay que aclarar que el orden en que se han mencionado los materiales no corresponde con su densidad y dureza real, por ejemplo el metal que es el número 10 podría no ser siempre tan duro como la piedra. Pero la medida de la dureza por el SE es, por supuesto, no previsto, pero ofrece simplemente una expresión conveniente de la escala⁶⁹.

⁶⁹ Hood, 1971: 144- 155

La porción siguiente del compuesto.

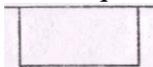


Indica a la tapa del rectángulo que el tambor tiene dos cabezas, más bien que la una.

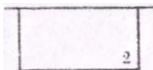


Y en el fondo del símbolo demuestra que la cabeza izquierda (izquierda del ejecutante) es un compuesto de dos pieles y de las tres pieles derechas.

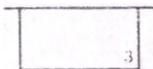
En la representación siguiente, aprendemos que el tambor doble-dirigido.



Se toca siempre en pares



Algunas veces en tres

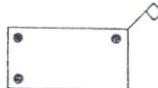


Y el par consiste en

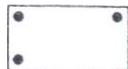


Femenino y Masculino empezando con el grave de la escala; el círculo alrededor del M, indica que los tambores son ejecutados por hombres más que por mujeres.

De la porción siguiente del compuesto

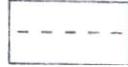


Observamos que los tambores son tocados con ambas manos y el talón del pie izquierdo, afecta la escala variable.

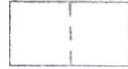


Vemos que la mano derecha también maneja la baqueta, es un recordatorio del grupo de los idiófonos. Si solamente el tambor masculino tenía esta función, podría ser representado cerca. La baqueta puede ser torcida, o batidor relleno, o mecánicamente

activado, como en el bombo de la batería. Los detalles siguientes demuestran que el tambor está ejecutado en una posición horizontal.



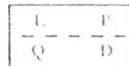
Más bien que vertical



O en ángulo.



Las letras dominantes para estas referencias a las escalas de la dureza pueden ser omitidas siempre manteniendo la misma orden



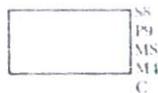
Como un recurso mnemotécnico para poderlo recordar: Afinaciones agudas son muy presentes.

Los símbolos siguientes en el lado izquierdo del rectángulo:



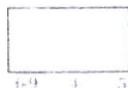
Indica que el par de tambores está asociado a un registro agudo, más que a un registro grave. El estado social y el grado del grupo para los tambores de la escala de la dureza de valores es 9. Los dos instrumentos Simbolizan el alma de una persona, el animal, o árbol y se honran con ofrendas. El tambor tiene nombre propio y se cree poseen magia o algún tipo de “energía”. Hay un ritual implicado en su fabricación y/o uso. Un truco para la memoria posible: El grupo (alto o bajo) simboliza (con el ofrecimiento del ofrendas) nombre (o con energía mágica) del ritual.

En el lado derecho del rectángulo



La Sociedad le da a los tambores el valor de 8, el Ejecutante los valora en 9, el fabricante de los tambores goza de un estado especial si es hecho por el ejecutante, más que su valor monetario, comparado a otros instrumentos en la cultura es 4, y los tambores son imprescindibles en ciclo de vida del hombre. Una mnemotécnica posible: Algunos jugadores hacen el dinero, una cierta cultura.

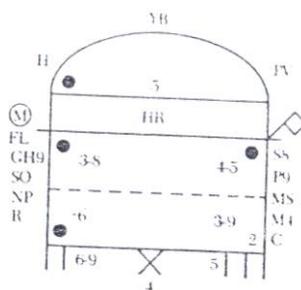
Las figuras en el fondo del rectángulo



Digamos que la escala de la dureza para las técnicas de la decoración los tambores clasifique 6-9; en la escala de la dureza para los finales clasifican 4; y el número del

catálogo de adornos el grado es 5. Una mnemotécnica posible para recordar: La técnica acaba el método

La figura completa para este par de tambores resultaría de la siguiente manera:



Podemos enumerar las ventajas de ambos métodos de clasificación para los instrumentos musicales que hemos mencionado⁷⁰:

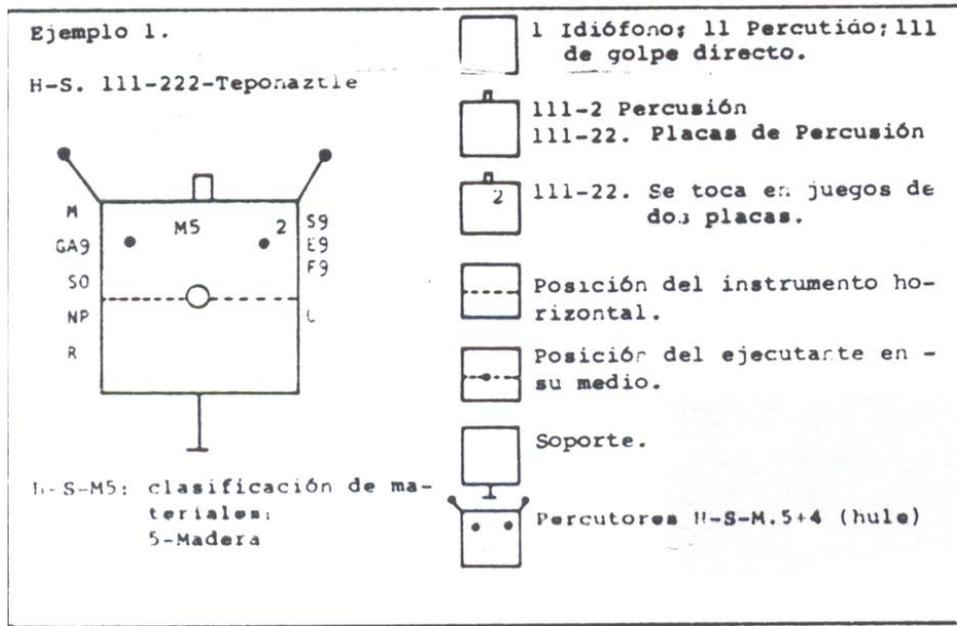
La propuesta de Sachs-Hornbostel permite una clasificación utilizando el sistema numérico de Dewey, lo que le permite una codificación práctica y útil para catalogar y registrar a los instrumentos ya sea en un fichero, como los utilizados en los catálogos bibliotecarios, por ejemplo en el archivo de una colección de museo. Es también un sistema que, por sus propias características, se adaptó a los sistemas de bases de datos utilizados en los sistemas cibernéticos de hoy en día.

El sistema de Hood, por su parte, nos permite aproximarnos a la manera en que el instrumento es ejecutado, la interacción del músico con el instrumento, posición de ambos, extremidades involucradas en la ejecución, adornos, si éstos participan en la generación de sonido o la afectan; es decir, el método de Hood nos proporciona una abstracción mas gráfica del instrumento para poder realizar análisis, registros, clasificaciones aún sin contar con el instrumento físicamente.

Una de las características del método propuesto por Hood, como se ha mencionado anteriormente, la de poder imaginar gráficamente al instrumento, nos permite también, y es parte importante para este trabajo, poder reconocer cómo el instrumento genera y emite el sonido, así como la dirección primaria del sonido, y otros accidentes acústicos involucrados en el instrumento en particular.

Retomemos el ejemplo del teponaxtle:

⁷⁰ Hood , 1971: 156



71

Si sabemos que es un idiófono de golpe directo, como lo indica Sachs-Hornbostel, pero si agregamos que, en el método de Hood observamos que tiene dos lengüetas encontradas y éstas son percutidas por una baqueta, una en cada mano del instrumentista. Sabemos que en ese lugar se genera el sonido, y el resto del instrumento funciona como caja de resonancia.

Esta apreciación nos será fundamental para la audición del instrumento, pero más importante para los fines de este trabajo, como se explicará posteriormente, para el registro de audio, es decir, para la mejor manera de grabar el sonido de un instrumento y registrar la música que éste genera.

⁷¹ Chamorro, 1983:246

3.- Grabación

El equipo de grabación.

Cuando se va a realizar una grabación, es decir, a registrar un evento sonoro para posteriormente analizarlo, reproducirlo y procesarlo de otra manera; es necesario conocer plenamente la composición y funcionamiento de los aparatos utilizados en este proceso para poder realizar el registro con la mayor fidelidad posible, y no contraponer las capacidades del equipo a las condiciones de la situación en las que se desarrolle el hecho sonoro y su grabación. Carecer del conocimiento en este campo ocasionaría un registro de una calidad deficiente, teniendo como resultado, que no se distinguen de una manera clara y precisa la o las fuentes sonoras que lo componen e impediría el uso de este registro para cualquier otra finalidad. Cabe mencionar que en el léxico de la ingeniería en audio se utilizan términos originales en inglés, por lo que en el presente trabajo se presentarán en **negritas**.

Cabe mencionar que el equipo que se requiere para una grabación de campo no es el mismo que el de un estudio de grabación. En éste las condiciones para generar sonido han sido diseñadas para una óptima respuesta entre el emisor sonoro, la acústica y los aparatos, para poder registrar dicho evento.

En la grabación de campo las condiciones de la generación de sonido como la acústica del lugar y las condiciones climatológicas (humedad y temperatura) influyen en el desempeño de los instrumentos, son completamente impredecibles. Se puede tratar de situaciones en un lugar a cielo abierto, con muy poca acústica, o al interior de un templo con muchos accidentes acústicos. Al entender como funcionan cada uno de los aparatos y las partes que los componen, es posible controlar la relación entre el emisor sonoro y su acústica ambiental, y obtener la mejor calidad posible en el registro sonoro.

Es por este motivo que a continuación se enumeran y se describen los diferentes aparatos que se utilizan para realizar una grabación.

Equipo

Micrófonos.

Un micrófono es un aparato, cuya función es transformar la onda sonora en impulsos eléctricos.

A los aparatos que tienen esta característica se les denomina *transductores*. En el flujo de señal podemos ver como el inicio y al final de ésta, actúan estos aparatos: los micrófonos y los monitores, que se describirán más adelante⁷².

Para poder realizar su función de transductores los micrófonos, y los monitores se constituyen en secciones específicas para esta labor.

La primera de estas secciones se llama cápsula y contiene el componente que recibe el impacto de la onda sonora⁷³.

Este componente es una pequeña membrana a la que se llama diafragma. De material flexible, generalmente plástico u otro material sintético, de apenas unos milímetros de espesor, se mueve de manera sincrónica a las compresiones y expansiones del aire producidas por la onda sonora.

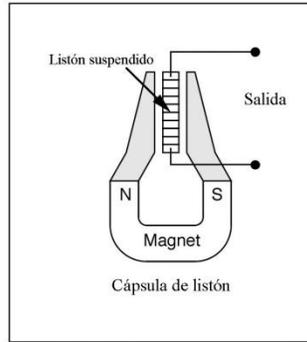
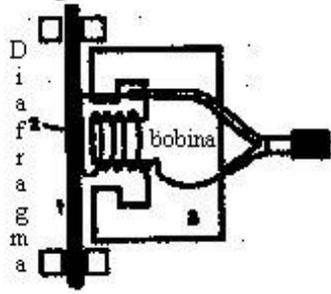
Hay dos maneras en que se disponen los diafragmas de los micrófonos, para poder convertir la energía cinética de la onda sonora en impulsos eléctricos. Una es creando una bobina alrededor del imán, de manera que ésta pueda desplazarse de un polo a otro; a la bobina se le fija un diafragma. Este último es la membrana que ha de desplazarse con los cambios de presión, moviendo a su vez la bobina. Al tipo de micrófono que utiliza este sistema se le llama *micrófono dinámico de bobina móvil*. La otra forma consiste en suspender una laminilla metálica alargada, o listón, en el campo magnético del imán. En este caso, el conductor es al mismo tiempo el propio diafragma, capaz de moverse como resultado de los cambios de presión en el aire, y a la vez, inducir las variaciones de voltaje. Estos dispositivos son llamados *micrófonos de listón*⁷⁴.

⁷² Borwick, 1994: 127

⁷³ Borwick, 1994: 129

⁷⁴ Borwick, 1994: 129

Cápsula de bobina móvil



Este sistema de conversión, de energía cinética (movimiento mecánico) en energía eléctrica se le denomina *conversión por inducción directa*, ya que el magneto está previamente y permanentemente polarizado⁷⁵.

Otro método de conversión, se basa en el principio de *inducción electrostática*, que consiste en colocar dos conductores (placas metálicas) muy cerca uno de otro, pero aislados entre sí. Uno de los conductores es cargado negativamente, de manera que los electrones del otro conductor tienden a saltar al primero, creando entre ellos un campo electrostático. Hay que señalar que esta carga se efectúa de manera externa, aplicando una carga eléctrica adicional para poder polarizar al conductor; el valor estándar de la alimentación fantasma (*phantom power*, como se le denomina comúnmente) son 48 voltios, pero algunos micrófonos llegan a funcionar con 9 voltios, lo que es una ventaja porque pueden ser alimentados por batería (pilas), lo cual permite trabajar en exteriores con mayor libertad⁷⁶.

Cuanto más se acerca un conductor al otro, tanto mayor es el voltaje inducido. Al alejarse los conductores entre sí, el voltaje disminuye. Si se fija una de las placas metálicas y la otra queda suspendida, esta última funciona como diafragma. De este modo se obtienen las variaciones de voltaje análogas a los cambios de presión en el aire que representan el sonido. A los micrófonos basados en este principio se les conoce como *micrófonos de condensador o de capacitor*. Este tipo de micrófono es más sensible que el dinámico de bobina móvil, que suele tener mejor respuesta a las frecuencias agudas y por tanto ofrece una mayor fidelidad a la reproducción del sonido.

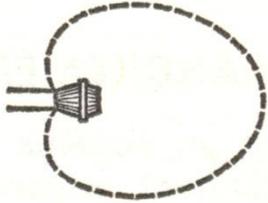
Así pues, además de convertir la energía cinética de la onda sonora en impulsos eléctricos, el diseño de la capsula también influye en la manera en que va a absorber el sonido.

Existen tres tipos de patrones polares, en los cuales los micrófonos se diseñan para recibir la onda sonora:

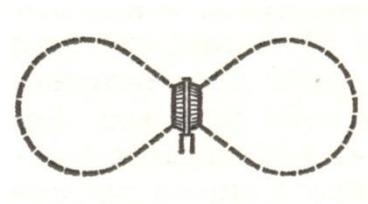
⁷⁵ Borwick, 1994: 131

⁷⁶ Borwick, 1994: 132

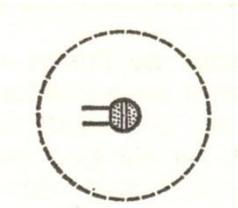
- a) Unidireccional, cuando el micrófono es sensible a los sonidos provenientes de 0° (al frente del diafragma) y su sensibilidad disminuye conforme la fuente se aproxima a los 180° (atrás de diafragma), hasta ser prácticamente nula.



- b) Bidireccional, cuando los ángulos de mayor sensibilidad son el 0° y los 180° y los de menor sensibilidad son los 90° y los 270° (a los lados o cantos del diafragma).



- c) Omnidireccional, cuando el micrófono es igualmente sensible a todos los ángulos⁷⁷.

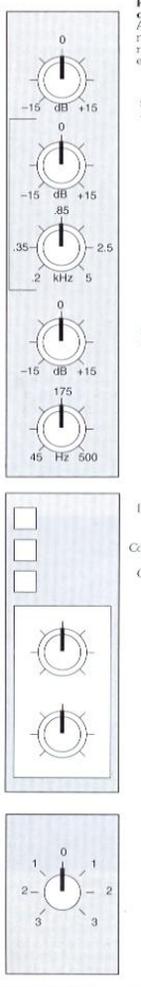


Existen patrones intermedios y combinaciones entre los tres antes mencionados, aunque son menos comunes en su uso para grabar. Pero mencionaremos uno que para fines de este trabajo resulta de mucha utilidad: el micrófono estéreo.

Este micrófono está constituido por dos capsulas cada una con un diafragma de patrón polar unidireccional, contrapuestos a una declinación específica, para poder emular la espacialización bidireccional del oído humano (como la visión binocular), que en términos de la ingeniería en audio se conoce como grabación estéreo, que se describirá más adelante.

⁷⁷ Borwick, 1994: 133

Mezcladoras.



Las mesas de mezcla (mezcladoras) o consolas, permiten juntar las señales procedentes de los micrófonos, o instrumentos musicales preamplificados, juntarlas y equilibrarlas, es por eso que el término que se emplea sea el de mezcla.

También permite manipular al sonido, ya convertido en corriente eléctrica, agregándole o restándole intensidad, para afectar sus frecuencias o modificar su acústica, entre otros recursos.

Todas las mesas de mezcla, desde las pequeñas mesas personales que se utilizan en el escenario hasta las mecanizadas y digitales de los grandes estudios de grabación pertenecen habitualmente a dos grandes categorías: *en línea* (*in line*), o *partidas* (*Split*)⁷⁸.

Las mezcladoras *partidas* tienen juegos separados de canales de entrada y de salida o de “monitores”. Estas mesas normalmente llevan los canales de entrada a la izquierda y los de salida a la derecha. Hay un área central que suele quedar ocupada por un canal “maestro” (master) de salida o varios canales de salida que permiten agrupar a las distintas señales de audio en grupos (en inglés “*groups*”).

Las mesas de mezcla *en línea* disponen de dispositivos de cambios de vías en las corrientes eléctricas llamados conmutadores. Permitiendo así que los controles de entrada, monitores y salida estén dispuestos en la misma línea vertical.

El diseño de *partido* de las mezcladoras es más común que el diseño en línea, ya que el primero tiene la ventaja de poder separar visualmente las combinaciones entre las secciones de la mezcladora: entrada, monitoreo y salida.

Configuraciones de las mezcladoras.

Los canales de entrada aceptan las señales procedentes de los micrófonos, los instrumentos musicales pre amplificados, procesadores de sonido y unidades de efectos. Se les denominó

⁷⁸ Denyer 1985: 211

canales para ayudar en la visualización del sonido como si fuera un flujo de agua a través de un canal⁷⁹.

Al número de canales de entrada y de salida, que se les llama *buses* (del término inglés *bus*, camión; haciendo analogía de que un camión transporta a un grupo de personas) nos determinará su configuración y capacidad. Es decir, una consola con una configuración 16/8/2, significa que tiene 16 canales de entrada, 8 grupos (*buses*) y dos salidas maestras (izquierda y derecha).

Secciones de las mezcladoras.

Además de los canales básicos de entrada y salida, una importante característica de todas las mezcladoras es su capacidad de juntar y equilibrar una serie de señales de entrada por grupos. Tanto para la ejecución en público como para las grabaciones, una vez equilibrado varias fuentes sonoras, a menudo es necesario manipularlos simultáneamente. Por ejemplo, la utilización de grupos es ideal para las percusiones o la batería. Una vez establecidos los niveles relativos de las señales (que pueden proceder de micrófonos, cajas de ritmos, *samplers* o cualquier otra fuente) pueden controlarse todas en un solo canal y con un solo control al que se le denomina *fader*⁸⁰.



Sección de entrada



Sección de salida

Los canales maestros permiten también emplear efectos de sonido, como la compresión, sobre la señal mezclada en estéreo. El *fader* del canal maestro de la salida se emplea también para los desvanecimientos (*diminuendos*) como efecto al final de una canción (*fade out*).

⁷⁹ Denyer, 1985: 211

⁸⁰ Borwick, 1994: 147

Retorno es el nombre que se emplea para designar a los sistemas de monitores que permiten a los músicos escucharse a si mismos, a otros músicos o la señal ya registrada a través de monitores o audífonos.

La sección de interconexión entre las entradas, los grupos, efectos y monitores se le llama bahía de parcheo (*patch bay*), y puede en algunos casos ser una unidad separada de la mezcladora. En su forma más sencilla se compone de una serie de conexiones bajo una superficie sobre la que va montada una serie de dobles hileras de conmutadores y conectores. El conectar el equipo a uno de estos *parches*, es fácil efectuar cualquier conexión sin necesidad de recurrir directamente a las conectores de entrada o de salida de incomodo acceso. También puede alterarse rápidamente una cadena de conexiones⁸¹.

Entradas.

La señal de un micrófono, una guitarra eléctrica, o cualquier otro dispositivo electrónico tiene una *impedancia*. Ésta expresa la medida en la que el dispositivo impide o se opone al flujo de corriente eléctrica. La impedancia se mide en ohmios⁸², su valor llevará como sufijo la letra griega omega (Ω). Como referencia, la impedancia de una entrada deberá ser entre 5 y diez veces mayor de la señal de salida.

Los canales de entrada de una buena mezcladora tendrán todos dos tipos de entrada, uno para las señales de baja impedancia como los micrófonos y otra para las señales de mayor impedancia llamadas *línea*, procedentes de las unidades de procesamiento de sonido, equipos complementarios, o pre amplificados.



La mayor parte de los micrófonos de calidad aceptable para aplicaciones musicales, actualmente, son de baja impedancia. Los micrófonos de estudio de alta calidad suelen tener una impedancia de 200 ohmios. A grandes rasgos, los micrófonos de buena calidad y

⁸¹ Borwick, 1994: 145

⁸² Unidad de medida de la resistencia eléctrica (Ω)

de baja impedancia se encuentran entre los 50 y 600 ohmios, la mayor parte de los profesionales tienen una impedancia de 200 ohmios. Las salidas de línea de los efectos y sintetizadores tienden a tener una impedancia mucho más elevada, que se mide en miles en lugar de cientos de ohmios.

Ambos tipos de entradas disponen de un ajuste fino. Este puede recibir el nombre de *potenciómetro de ajuste*, *atenuador* o *control de ganancia*. Es posible que estos controles muestren una serie de indicadores diferentes pero en su mayor parte, tienen una posición central de 0db con un signo de “+” para los valores a la derecha. Existe un conmutador que ofrece la opción añadida de alterar la ganancia de entrada de un micrófono en un valor fijo; por ejemplo, un conmutador de +/- 20dB.

Las entradas de una mezcladora pueden aceptar otros tipos de conectores para cable como los RCA sin balancear, *jack* de cable, y XLR o *canon*, de micrófono.

Los controles deslizables o *faders*, controlan el nivel general de la intensidad de la señal y, normalmente, tienen una posición de 0dB con una señal “+” por encima de éste y una “-“ negativa por debajo.

Los potenciómetros *panorámicos* sitúan el sonido en un lugar determinado del cuadro estéreo (izquierda o derecha del escucha). La posición “0”, envía un nivel de señal idéntico a los altavoces de ambos lados, haciendo que el sonido aparezca en una posición central entre ellos. Si se gira el control hacia una de las posiciones extremas, el sonido procederá bien del altavoz correspondiente, izquierdo o derecho⁸³.

Existe un conmutador de escucha *pre-fader* que permite oír una señal para controlar su calidad incluso antes de pasar a través del *fader*, mientras que el conmutador *post-fader* permite la escucha una vez atravesado el *fader*, normalmente, en la posición correspondiente del estéreo.

Las diferentes mezcladoras tienen diversos tipos de conmutadores de *solo*, que permiten escuchar el sonido de un determinado canal eliminando los de todos los canales adyacentes.

Mute es una palabra habitual en la terminología del sonido que tiene su origen en la palabra latina *mutis*, que tiene entre otros significados, el de callar. Aplicándolo a la ingeniería de audio se utiliza cuando se quiere suprimir una fuente sonora sin alterar para nada los valores fijados previamente para su posterior aparición sonora. Algunas mezcladoras pueden tener también un conmutador para pasar de la posición “entrada” a la de “cinta”

⁸³ Denyer, 1985: 213

(tape), que dan la opción de escuchar el sonido de una entrada determinada antes de que llegue a la grabadora o después de ésta, previamente conectada.

Ecuálización.

Todos los ecualizadores son controles de tono que reducen o acentúan determinados anchos de banda seleccionados en el espectro audible. El tipo más sencillo de ecualizador que aparece en las mezcladoras consiste, habitualmente, en tres controles que actúan sobre tres anchos de banda dentro del espectro audible del sonido. Este tipo de ecualizadores se les llama *ecualizadores gráficos*. No hay gran diferencia entre tales secciones de ecualización y los tres controles de tono para graves, medios y agudos entre las diferentes marcas y modelos de mezcladoras.

Las mezcladoras de grabación profesionales para estudios, cuentan con ecualizadores *paramétricos* o *semiparamétricos* que pueden controlar una sección específica del ancho de banda. En una sesión de grabación en un estudio profesional, pueden utilizarse también ecualizadores periféricos adicionales para obtener un sonido o efecto determinado.

Cuando se recibe por primera vez el sonido de una entrada, todos los controles de una de ecualización deberían estar en su posición de 0 dB (*flat*).

Filtros de pasa alto y pasa bajo.

Los *filtros de pasa alto y bajo* son también ecualizadores. Un filtro de paso alto permite que lo atraviesen todas las frecuencias por encima de cierto valor, eliminando todas las frecuencias por debajo de ese punto; y en sentido inverso para el filtro pasa bajo. Los filtros recortan las frecuencias con una cierta pendiente, pero de modo bastante abrupto. Los *filtros de paso alto* pueden utilizarse para reducir el ruido ambiente del tráfico y los trenes, los sonidos que llegan al micrófono a través de su pie, el *poqueo* en el caso de locutores y cantantes, o cualquier otro ruido de baja frecuencia no deseado que pueda captar el micrófono⁸⁴.

Envíos, retornos de efectos.

Entradas y salidas “auxiliares”, “puntos de inserción” o “envíos y retornos de efectos”, son nombres aplicados a las entradas y salidas de un canal que permite enviar la señal hacia equipos de procesamiento de sonidos y efectos, y devolverla de nuevo a la mezcladora. Los puntos de inserción pueden aparecer en diversos momentos del recorrido de la señal, ya que un procesador de sonido puede tener efectos muy diferentes dependiendo del punto en el

⁸⁴ Borwick, 1994: 150

que se inserta: los lugares más frecuentes para la inserción son inmediatamente antes o después de la sección de ecualización.

Conmutador de fase.

Un conmutador de fase es una prestación que no existe en todas las mezcladoras. Se limita a invertir las conexiones positiva y negativa de la entrada. Puede emplearse si, por ejemplo, si se descubre que el cable de un micrófono ha sido accidentalmente conectado al revés.

Mezcladoras digitales.

El desarrollo de los sistemas de Audio digital no es nuevo, ha venido gestándose desde hace unas décadas. Tiene una estrecha relación con el perfeccionamiento del *software* y el *hardware* que se emplean en las computadoras personales.

En 1992, se lanzó la primera mezcladora de grabación digital *Capricorn*, controlada por computadora. Con una relación señal-ruido enormemente mejorada, y la característica de poder adaptarse a la configuración que requiera la situación a grabar⁸⁵.

Hay que recordar sin embargo que la tecnología analógica aún es utilizada a la par de las digitales combinándose o substituyéndose según la necesidad de la grabación.

Las diferencias entre las mezcladoras analógicas y las digitales consisten en que estas últimas incorporan tres características: procesan la señal de audio (eléctrica) a código informático; o como se le conoce comúnmente digitalizan la señal de audio (*DSP Digital Signal Processing*). La necesidad de desarrollar el DSP fue la de poder mantener lo más posible la calidad sonora de la fuente original, ya que con la tecnología analógica, durante el recorrido del flujo de señal la calidad de ésta se iba deteriorando al pasar por los sistemas eléctricos, pues el voltaje tiende a debilitarse mientras más largo es el flujo de corriente⁸⁶.

Las mezcladoras digitales tienen la característica que -al ser operadas por una computadora, integrado o externo- pueden almacenar datos referentes al proceso de cómo fue grabándose la señal sonora, Por ejemplo, pueden guardar datos de los niveles de grabación, panorámicas (paneo), ecualización, efectos y otras funciones tradicionales de las mezcladoras. Así también a las mezcladoras digitales se les incorporaron sistemas

⁸⁵ Denyer, 1985: 213

⁸⁶ Borwick, 1994: 176

motorizados que les permiten físicamente reconfigurarse a los niveles de grabación de una situación pasada que haya sido almacenada en su banco de datos.

Para interés del presente trabajo, solo mencionaremos hasta aquí a las mezcladoras digitales, cuyo tema pertenece más a la grabación y postproducción en estudio. Sin embargo, a continuación enumeraré el tema referente al audio digital y los dispositivos para grabarlo junto con otros dispositivos analógicos.

Grabadoras analógicas y digitales.

Grabadoras.

Originalmente el termino *grabar* se refiere a como se hacía una incisión en los cilindros de cera del fonógrafo utilizado por primera vez por Thomas Edison.

Posteriormente con el avance de la tecnología se sustituyó a los cilindros de cera por discos de baquelita y posteriormente de materiales sintéticos derivados del petróleo.

Aunque el desarrollo de una tecnología más práctica para poder registrar el sonido se ha venido desarrollando desde finales del siglo XIX, fue hasta la mitad del siglo XX, con el desarrollo posterior a la segunda guerra mundial de los materiales derivados del petróleo (como el poliéster), que este recurso tomo gran auge. Puesto que a comparación de los cilindros de cera que no podían ser reutilizados, el siguiente sistema, la cinta magnetofónica, tenía esta cualidad y otras que a continuación se describirán.

La cinta magnética moderna consiste en una tira de poliéster recubierta de una substancia que tiene la capacidad de polarizarse al ser inducida una carga eléctrica, propiamente oxido gama férrico (Fe_2O_3); otras cintas de diferente calidad y finalidad, como las de video, emplean una emulsión de dióxido de cromo (CrO_2)⁸⁷.

Tipos de cintas magnéticas⁸⁸

Según sea la composición de la emulsión magnética que cubre, hay cuatro tipos de cintas:

Cinta TIPO I

⁸⁷ Borwick, 1994: 246

⁸⁸ Rossing, 1990: 423

Son las más antiguas y utilizadas, pese a las mejoras introducidas por tipos posteriores. De hecho, son llamadas cintas normales por su gran difusión. Tienen un recubrimiento de óxido gama férrico. (Fe_2O_3). Hay variedad de formulaciones específicas según los fabricantes, pero es el óxido ferroso, el más utilizado. Son las de mayor volumen de producción por que su fabricación es fácil y económica. Al ser baratas, también tienen una gran demanda.

Cinta TIPO II

En la década que inicia en 1960, la compañía BASF presentó un recubrimiento de dióxido de cromo (CrO_2) que mejoraba la respuesta en alta frecuencia y la relación señal/ruido (hasta 6 dB con respecto a las cintas normales). Estas cintas, llamadas cintas de ferrocromo, están formadas por una doble capa. En la superior, de dióxido de cromo (o similar) quedan registradas las altas frecuencias, mientras que la inferior, de óxido férrico, se graban las bajas frecuencias. Pese a que mejoraba la respuesta en alta frecuencias, distorsionaba en gran medida las medias, motivo por el cual es poco utilizada.

Cinta TIPO III

Son de óxido de hierro dopado con cobalto. No se utilizan.

Cinta TIPO IV

Sólo las utiliza el formato casete. Se componen de partículas de hierro puro o de aleación de hierro, por lo que se las conoce como cintas de metal puro. Aparecieron en la década de 1980, tras numerosos desarrollos infructuosos. En los primeros intentos, las partículas de hierro, debido a su ínfimo tamaño se quemaban durante la grabación y resultaban inservibles. Finalmente, el problema pudo solucionarse y las cintas empezaron a ser comercializadas, aunque a un precio más elevado que las cintas normales. (Su materia prima requería mayor desembolso y esto incrementaba el precio normal). Otro inconveniente es que las cintas tipo IV no son adecuadas para los casetes domésticos que no estén adaptados a este tipo de cinta. La causa, las cabezas de grabación de los equipos no adecuados (generalmente, las baratas) se saturaban antes de que lo hiciera la propia cinta debido a las grandes corrientes de polarización (Bias) necesarias para inducirles el magnetismo. Si el equipo las toleraba, las cintas de metal eran las mejores. Fundamentalmente por dos motivos:

- El primero, las cintas de metal puro consiguen hasta 12 dB de mejora de la relación señal/ruido con respecto a las normales.
- El segundo, tienen una buena respuesta para frecuencias altas⁸⁹.

Las características electroacústicas de la cinta.

Independiente al tipo, la cinta magnética posee ciertas características extras respecto a como se polariza al recibir la corriente eléctrica, la calidad en que la absorbe y la cantidad que puede absorber. A saber:

⁸⁹ Borwick, 1994: 248

Sensibilidad: Se refiere a la capacidad de mili voltaje que puede absorber la cinta para polarizarse sin dañarse.

Distorsión: El umbral en que la sensibilidad de la cinta comienza a saturarse y deformar la analogía de la impresión de la onda sonora en la cinta magnética.

Hay un margen en el umbral de saturación antes de que se distorsione la impresión en la cinta. Se le conoce como *headroom* por su término en inglés, y varía dependiendo de la calidad de los materiales con que se construye cada cinta.

Bias: También conocido como ruido de fondo o gis (por la onomatopeya de escribir sobre un pizarrón con un gis). Este ruido es propio de la cinta magnética resultado de frotar los cabezales de la grabadora contra la cinta para grabar la onda sonora en ésta o reproducirla.

Ruido de Corriente Directa (D.C.): Semejante al *Bias*, con la diferencia que no se origina en el arrastre de la cinta, sino al pasar la corriente que polarizará a ésta por el cabezal responsable de imprimir la señal en la cinta⁹⁰.

Las características antes señaladas, dependen, además de la calidad de los materiales de la cinta, pero también influye otro elemento que se explicara más adelante, la velocidad de grabación, por ahora mencionaremos que a mayor velocidad el *Bias* y el ruido de corriente directa disminuyen.

La cinta de carrete abierto.

Es la cinta que utiliza el *magnetófono*, o que registra el sonido por medio del magnetismo de la cinta antes descrita. Para fines prácticos llamaremos al magnetófono como grabadora de carrete abierto.

Todas las cintas de carrete abierto llevan el número de lote impreso sobre la caja. Así, los profesionales pueden identificar todas las cintas de un mismo lote que, al ser fabricadas al mismo tiempo, deben tener propiedades magnéticas idénticas.

Las cintas para la grabadora de carrete abierto miden ¼ de pulgada (salvo las de la grabadora multipista que son más grandes).

Las tapas del carrete protegen la cinta de cualquier daño, por lo que la cinta no debe llegar ni a sobrepasarlos ni a tocarlo. Las cintas profesionales también se comercializan sobre un eje sin tapas, lo que se conoce como torta.

Las cintas de carrete abierto pueden tener diversos espesores.⁹¹

⁹⁰ Borwick, 1994: 253

⁹¹ Rossing, 1990: 425

- Cinta Estándar (SP): Tiene un espesor de 50 micras y pueden grabar 33 minutos sobre una bobina de 25 cm de diámetro (a la velocidad de 15 pulgadas por segundo).
 - Cinta de larga duración (LP): Tienen un espesor de 35 micras y pueden grabar 48 minutos.
 - Cintas de doble duración (DP): No se utilizan para grabaciones profesionales porque se rompen o estiran con facilidad.
 - Cintas de triple duración (TP): Tampoco se utilizan para grabaciones profesionales, por los mismos motivos que las de doble duración.
 - cintas de carrete abierto para grabadoras multipista: Siempre van arrolladas sobre carrete y tienen mayor dimensión: ½, 1 ó 2 pulgadas, dependiendo de las pistas que pueda grabar.
- El estándar de ancho para un multipista de 4 pistas es de ½ pulgada.
 - El estándar de ancho para un multipista de 8 pistas es de 1 pulgada.
 - El estándar de ancho para un multipista de 16 pistas es de 2 pulgadas.
 - El estándar de ancho para un multipista de 24 pistas es de 2 pulgadas⁹².

Al almacenar las cintas de bobina abierta, hay que tener en cuenta el denominado efecto eco. Es un problema que sobreviene por un mal almacenamiento de las cintas. El efecto eco se da cuando, por contacto entre dos cintas magnéticas, una induce su magnetismo a otra (o así misma, de una capa a otra adyacente). Este efecto eco, se manifiesta en forma de pre-eco o post-eco.

- Pre-eco. Se oye por adelantado lo que se ha grabado. Por suerte, es una señal de bajo nivel.
- Post-eco. Se oye parte de lo que se acaba de escuchar.

El post-eco es preferible al pre-eco porque puede quedar enmascarado con la reverberación. El pre-eco es una señal de bajo nivel. Estos efectos, que pueden ser considerados como ruido, ya que distraen de la señal original, se pueden eliminar utilizando técnicas de reducción de ruido, porque, como quedan antes o después de la señal, el equipo los interpreta como un ruido más.

Para almacenar correctamente las cintas algunos emplean una técnica llamada "de cola". Esta expresión quiere decir que se ha de dejar la última zona grabada en la zona más externa del carrete, es decir sin rebobinarla. Tal cual ha quedado tras la grabación o reproducción dejando una zona virgen, sin sonido. Si se almacenan las cintas "de cola", se evita que dos zonas grabadas queden juntas, pues siempre se deja un fragmento virgen.

Tampoco es conveniente rebobinar o bobinar la cinta mediante avance o rebobinado rápido, pues las cintas sólo tienen un bobinado uniforme en reproducción o grabación.

⁹² Rossing, 1990: 429

Almacenar las cintas "de cola" es más importante de lo que parece. Tanto, que, incluso, se ha establecido una especie de protocolo sobre como debe hacerse. Tras la última señal grabada se inserta un trozo de cinta roja que identifica el punto.

El casete.

Este formato consta de una cinta de 1/8 de pulgada (3mm) de ancho, contenida en un cartucho plástico. Estas dimensiones han sido aprovechadas para poder contener hasta ocho divisiones (tracks) y grabar en multipista de una manera económica y portátil, muy popular durante la década de 1980, 1990 y los primeros años del siglo XXI: los portaestudios, que se describirán más adelante⁹³.

En 1963, la casa Philips lanzó al mercado los primeros reproductores - grabadores para cintas de casetes y las primeras cintas en 1963. La cinta magnética virgen apareció en 1965. La cinta virgen fue introducida de forma masiva por la casa japonesa Maxell, a mediados de los 70, y, a finales de esa década, Maxell y TDK, se repartían el mercado de las cintas vírgenes.

El casete, dependiendo de la longitud de la cinta, permite diversas duraciones de grabación. Precisamente, el nombre de la cinta, ya indica la duración de la misma. La más pequeña, la C5, permite 5 minutos, dos minutos y medio por cara. La más larga, C120, permite las dos horas de grabación (60 minutos por cara). A mayor longitud, más delgadas son las cintas, con el fin de que quepan en el mismo cartucho que las de menor longitud. Cuanto más delgadas sean las cintas peor se adaptarán a las guías del propio cartucho, lo que puede provocar un mal contacto cabeza-cinta que puede originar que la cinta se enrolle (se desenrolle y se enganche pudiendo estropear el reproductor. Los fabricantes desaconsejan energicamente el uso de C120 y de C90, aunque éstas últimas en menor medida.

Además, a mayor longitud, la cinta pesa más con lo que se acorta la vida útil del cabezal. El deficiente contacto cabeza- cinta también puede provocar pérdidas en respuesta en frecuencia y otros problemas.

La grabadora analógica.

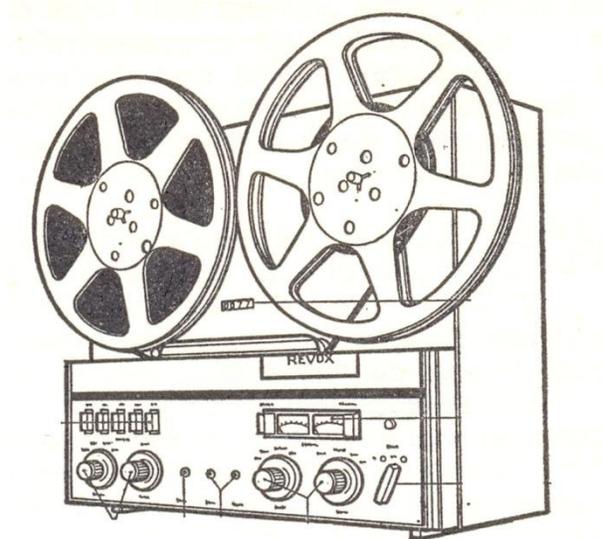
Bien podríamos enumerar la mecánica de la grabadora en dos sistemas: Transporte de la cinta y grabación.

El sistema de transporte consiste en tres motores independientes o de función alternada. Avance rápido, retroceso rápido y motor de velocidad. Dependiendo de la dirección de traslado de la cinta, solo uno se activa.

La forma en que está construida la grabadora de carrete abierto, se ha tomado como parámetro para las demás grabadoras, se observa que la cinta se recorre de izquierda a derecha para su reproducción, por lo que el motor de velocidades que esta del lado derecho

⁹³ Borwick, 1994: 257

se activa en el sentido inverso a las manecillas del reloj; y al rebobinarse se activa el motor de retroceso rápido del lado izquierdo en sentido inverso.



El motor de velocidades se llama así por tener por lo menos tres velocidades en los equipos profesionales.

Las velocidades de arrastre usadas por los magnetófonos profesionales son de $3\frac{3}{4}$, $7\frac{1}{2}$, 15 y 30 pulgadas por segundo. La velocidad más habitual, la estándar, es la de $7\frac{1}{2}$ pulgadas / segundo. A mayor velocidad de arrastre, más calidad. La velocidad de arrastre es clave porque tiene una respuesta en frecuencia equivalente. Por tanto a mayor velocidad, habrá más rango de respuesta en frecuencia⁹⁴.

A una velocidad de $3\frac{3}{4}$ pulgadas por minuto (ppm) se tiene una respuesta en frecuencia de 30hz. a 14khz., a $7\frac{1}{2}$ ppm. la respuesta en frecuencia es de 30hz. a 18khz. y 15 ppm. se tiene una respuesta de 30hz. a 22khz.

Otro componente del sistema de transporte son las guías que alinean la cinta en su trayecto de un carrete al otro. Su función principal es la de mantener en un cause a la cinta desde el carrete origen durante los cabezales electromagnéticos, y su correcto acomodo en el carrete destino. Tomemos en cuenta un detalle: si el ancho de una cinta apenas es de 2 pulgadas, 5 cm. en su mayor formato; dependiendo de los distintos formatos en que se dividirá (como se describirán en breve), el espacio para hacer una impresión en la cinta magnética apenas sería de unos de 1 centímetro de ancho, por lo que, cualquier movimiento no deseado provocaría una distorsión mayúscula en la grabación. Por lo que guiar la cinta de manera precisa no solo es conveniente, es fundamental para la mecánica de la grabadora⁹⁵.

⁹⁴ Borwick, 1994: 258

⁹⁵ Borwick, 1994: 258

Estas guías son en esencia postes que giran en sincronía al sentido de desplazamiento de la cinta, en algunos se tiene sensores de tensión que permiten determinar que la cinta está pasando por la guía, cuando la cinta por algún motivo se suelta y ya no está pasando por la guía, el tensor desactivará el motor que esté funcionando en ese momento.

Otras grabadoras, dependiendo de la fábrica y modelo tienen tensores que no están en los postes guías, sino completamente aparte, pero tienen la misma función.

Más que partes mecánicas, las cabezas electromagnéticas pertenecen a una sección de electrónica, como sucede en la mezcladora, entrada de la señal de audio, ecualización, amplificación, etc.

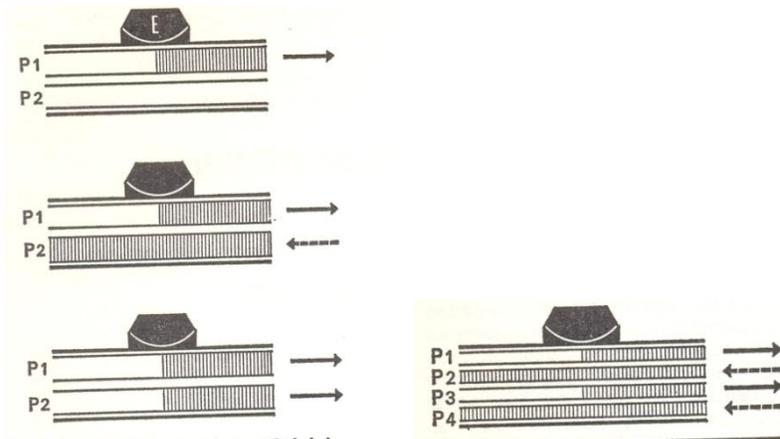
Las cabezas de las grabadoras están ordenadas de la siguiente manera: borrado, grabado, y reproducción (*Erase, record, play. ERP*). La primera se dice que borra la información que se deseó. En realidad hace que la emulsión férrica de la cinta tenga una carga neutra lista para polarizarse e imprimir una señal sonora.

La segunda cabeza es la que polariza a la emulsión analógicamente a los impulsos desde que son transmitidos desde el micrófono. A los impulsos positivos, carga positiva y a impulsos negativos, carga negativa.

El tercer cabezal es el que “reinterpreta” esta polarización de la cinta y la reproduce emitiendo cargas eléctricas hacia el sistema de amplificación; ya sea interno de la grabadora o externo.

Existen 4 tipos de grabadoras de carrete abierto atendiendo a la configuración de sus pistas:
Grabadora monoaural: 1 sola pista en el estándar de ancho de cinta de ¼ pulgada. Graban la señal sobre todo el ancho de la cinta.

Grabadora estéreo: 2 pistas en el estándar de ancho de cinta de ¼ pulgada. Generalmente se llama sonido estereofónico o estéreo al grabado y reproducido en dos canales (disposición 2.0). Hoy en día los discos compactos (CD) de audio, las estaciones de radio FM (en su mayoría), casetes y algunos canales de TV y televisión satelital transmiten señales de audio estéreo. El propósito de grabar en sonido estereofónico es el de recrear una experiencia más natural al escuchar, donde —al menos en parte— se reproduce la dirección (izquierda y derecha) de donde proviene cada fuente de sonido grabada.



El término estéreo viene del griego *stéoros*, que significa ‘sólido’, y —aunque se refiere exclusivamente a sistemas de dos canales— el término se puede aplicar a cualquier sistema de audio que usa más de un canal, así como el audio de 5.1 canales y los sistemas de 6.1 que se usan en películas y producciones televisivas.

Aunque el sonido estéreo pueda tener dos canales monoaurales independientes, usualmente la señal en un canal está relacionada con la señal del otro canal. Por ejemplo, si se grabara exactamente la misma señal en ambos canales, entonces se escucharía como un sonido central «fantasma» cuando fuese reproducido en altavoces. Es decir, el sonido parece provenir del punto medio entre los dos altavoces.

Cada una de las pistas ocupa aproximadamente la mitad de la cinta. Por este motivo, también es conocido como formato media pista.

Grabadora de 2 pistas estéreo: La cinta se divide en 4 pistas, por lo que también se conoce como formato cuatro pistas. Al reducir el ancho de la cinta (4 pistas donde antes sólo había dos) aumenta la distorsión y empeora la relación señal/ruido.

Este formato dos pistas es la explicación de los famosos lados A y B del casete. Al dividir la cinta en cuatro se optó por dos formas de trabajo que no compitieran una con la otra: cuatro pistas independientes o dos pistas a su vez conformadas por pista izquierda y derecha. La manera de trabajar a cuatro pistas o multiplitas se adoptó en el parámetro semiprofesional de los portaestudios y los casetes con lado A y B estéreo fueron adoptados por los usuarios domésticos⁹⁶.

También existen tres formatos de grabadoras multipistas: 4, 8, 16 o 24 pistas.

Las pistas se numeran en orden ascendente desde el borde superior de la cinta (pista 1) hasta el borde inferior.

Dependiendo de las pistas a grabar se necesitará un determinado tipo de cintas.

El estándar de ancho para un multipista de 4 pistas es de ½ pulgada.

⁹⁶ Borwick, 1994: 260

El estándar de ancho para un multipista de 8 pistas es de 1 pulgada.
El estándar de ancho para un multipista de 16 pistas es de 2 pulgadas.
El estándar de ancho para un multipista de 24 pistas es de 2 pulgadas.

En las grabaciones actuales gracias a los mezcladores se utilizan todo tipo de fuentes que son grabadas en pistas independientes.

Estas pistas serán mezcladas al final del proceso para lograr la copia final. Las fuentes pueden ser instrumentos musicales, micrófonos o también otro tipo de aparatos e instrumento musical electrónico: como samplers, sintetizadores, instrumentos eléctricos, etc.⁹⁷

Los diferentes niveles de mezcla y la introducción de determinados efectos de sonido permiten infinitas posibilidades.

La grabadora multipista facilitaba en gran medida el montaje sonoro. Las diferentes fuentes sonoras que han de intervenir en una grabación se envían a un mezclador donde se realiza una pre-ecualización, para ajustar todos los niveles.

Es necesario realizar esta pre-ecualización porque los cabezales pueden sufrir desgastes por el uso y otro tipo de problemas.

Los ajustes se realizan en función de una curva estándar que muestra la respuesta en frecuencia de un cabezal ideal (no tiene en cuenta ni el estado del cabezal ni el de la cinta). Hemos de ajustar la respuesta en frecuencia real, con la que muestra esa respuesta en frecuencia ideal.

Existen varias curvas normalizadas. De hecho, muchos equipos disponen de un selector que permite elegir el estándar según las normativas: IEC/CCIR (estándar europeo), NAB (estándar americano) o DIN (estándar alemán).

En la mezcla final, la salida de cada pista es reconducida hasta la entrada del mezclador, con lo que cada pista se convierte en una fuente de sonido independiente susceptible de ser modificada (de igual modo que lo habían sido las fuentes originales).

En ciertas ocasiones, se necesita oír una determinada grabación realizada en una de las pistas del master, al tiempo, que se va a grabar en otra pista del mismo.

Pongamos el caso de la música (se ha grabado la música y se quiere reemplazar la voz) o del doblaje (por ejemplo, se oye la versión original o la Banda Sonora (*Sound track*) internacional –pista sin los diálogos, pero con los ruidos, efectos sonoros, músicas etc.).

En estos casos es fundamental sincronizar la reproducción del sonido con la grabación de la nueva pista. Para que pueda realizarse esta sincronización, una o varias cabezas grabadoras han de poder ser conmutadas al modo reproducción. De otro modo, si utilizáramos un

⁹⁷ Borwick, 1994: 260

cabezal reproductor, siempre habría un pequeño desfase y, por ínfimo que sea, rompería la sincronía.

Los sistemas SEL SYNC son unos circuitos electrónicos de grabación y reproducción que permiten que, mientras se está grabando una pista, se reproduzcan otras. Ambas funciones (grabación/reproducción) están sincronizadas, lo que significa que la cabeza reproductora y grabadora funcionan simultáneamente.

Las grabadoras digitales funcionan básicamente igual a las analógicas, con la diferencia que almacenan datos en lugar de una representación electromagnética del sonido. Estos datos se entienden como digitalización del audio o audio digital

Introducción al audio digital.

El audio digital es la manera en que la señal sonora es codificada para ser almacenada en un dispositivo informático. Es decir, cuando grabamos el sonido proveniente de un micrófono, guitarra eléctrica, sintetizador u otra fuente sonora directamente a una computadora o a través de una interface, la señal sonora es traducida a información binaria y se puede almacenar en una computadora o dispositivo semejante⁹⁸.

Por supuesto que grabar música, o sonido en general, es un proceso mucho más amplio y complejo, en el que intervienen numerosos factores y elementos. Lo que se denomina grabación *digital* en particular se refiere a un tipo de sistemas de registro, transferencia y almacenamiento de datos que intervienen sólo en una de las etapas de todo un proceso más amplio de grabación. En la grabación digital, o la etapa digital de una grabación, las señales de audio analógicas son convertidas en datos binarios, hasta que se realiza la conversión inversa.

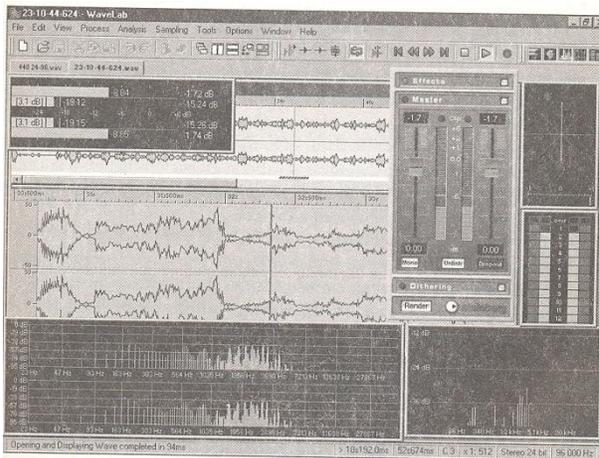
El progresivo incremento en el rendimiento de los sistemas digitales den cuanto a velocidades de procesamiento y manejo de magnitudes cada vez mayores de datos al mismo tiempo, a la vez que la disminución del tamaño de esos mismos sistemas y de los soportes de almacenamiento, hacen que sea posible lograr progresivamente más altos niveles de calidad y de fidelidad del audio, y los dispositivos se tornen cada día más versátiles. Por estas condiciones es que, hoy por hoy, con una computadora portátil y una buena “tarjeta” de sonido se puede garantizar un muy alto nivel de calidad para ir a grabar en digital a cualquier ubicación. Cabe mencionar que en toda grabación también entran en juego otros factores, como la acústica del lugar y su interacción con los generadores sonoros, los micrófonos, mezcladoras, y otros que no son digitales.

Conceptos de audio digital.

El concepto de señal es aplicado en numerosas áreas. Pueden describir una gama muy amplia de fenómenos físicos diversos y también pueden ser representadas de distintas maneras. En todos los casos, la información en una señal está contenida de alguna forma dentro de un patrón de variables⁹⁹.

⁹⁸ Bas, 2005: 72

⁹⁹ Bas, 2005: 72



Programa de edición de audio

Una señal analógica es una continua capaz de experimentar variaciones progresivas en el tiempo. Las ondas sonoras son señales analógicas. La luz y la corriente eléctrica también lo son. Los micrófonos producen señales analógicas mediante variaciones continuas de voltaje, aparte de los cambios en la presión de aire que son capaces de captar.

Una señal digital, por su parte, está constituida por una serie de valores que describen sucesivos estados en pasos (elementos) discretos (discontinuo). Con ella es posible descomponer y representar mediante valores discretos los consecutivos estados de una señal analógica. Las señales analógicas admiten una graduación infinita para sus diversos estados, mientras que las señales digitales solo tienen dos estados, que se representan mediante un sistema de numeración binario¹⁰⁰.

Audio digital.

Para registrar y manipular sonidos con un sistema digital es necesario que las ondas sonoras transformadas en señales analógicas se conviertan en señales digitales. Básicamente, las computadoras procesan información: así pues, cuando se requiere procesar sonido por ese medio hay que convertirlo en el tipo de información digital que ellas manejan. Por consiguiente, se tiene que codificar las señales de audio analógicas de acuerdo a los métodos y patrones de los sistemas digitales.

La onda sonora analógica es pues, convertida en datos que la representan mediante dígitos binarios o *bits*, que es el código que emplean las computadoras. Estudiar algunos de los aspectos fundamentales de este código permite comprender mejor los procesos de codificación y decodificación que se llevan a cabo durante la conversión de una señal analógica en señal digital y viceversa (cuando se requiere hacer audible el *audio digital*), y, también, para comprender determinados comportamientos de los programas, máquinas y periféricos.

¹⁰⁰ Bas, 2005: 73

Código binario: bit, byte y Word.

En el sistema binario, la unidad mínima es el *bit*. El bit admite dos valores: 0 y 1, que representan dos estados: positivo y negativo, si y no, encendido y apagado¹⁰¹. Todas las cifras de este sistema representan valores que dependen del valor que expresa en sí cada cifra y del lugar que ocupan dentro del número.

Un *byte* es un grupo de ocho bits. Con un byte se puede representar cualquier valor dentro de un rango de 256 unidades (de 0 a 255 ó de -128 a 127 del sistema decimal). Cada uno de los ocho bits de un byte, de acuerdo a su ubicación dentro del grupo representa un valor. De derecha a izquierda, los valores representados son 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, y 128. Por lo tanto, si el valor o estado de los ocho bits es 1 (11111111 en binario), esta cifra binaria representa el valor de 255 del sistema decimal, como resultado de la suma de cada uno de los ocho valores representados al 0 del sistema decimal.

Con 16 bits se puede representar los valores desde 0 hasta 65,536 (o de -37,767 a 37,768), y con 32 bits se va desde 0 a 4, 294, 967,296. Y así exponencialmente.

Otro término de la agrupación de bits es *palabra (Word)* y es la denominación de un grupo de bits que representan una única muestra. (Gráfica)

Existen sistemas más complejos de representación binaria para expresar, por ejemplo, números decimales (0.27; 13.58), que utilizan algunos bits para establecer la posición del punto decimal, denominados de punto flotante.

Digitalización (conversión A/D-D/A)

La digitalización es el proceso de conversión de una señal analógica en información digital. En la digitalización del sonido, la señal analógica llega en forma de corriente eléctrica a través de un cable, por ejemplo, o de un micrófono, hasta el dispositivo donde se aloja el convertidor analógico/digital (CAD).

Los cambios de voltaje en el flujo de corriente eléctrica, propios de la señal analógica, son medidos por el convertidor A/D mediante una toma de muestras a intervalos regulares –a las que les corresponde un valor de tensión–, que se obtiene con el fin de convertirlas en valores digitales (bits).

El proceso inverso, complementario del anterior, es el de convertir una señal digital en una señal analógica, y lo realiza el convertidor digital/analógico (CDA). Éste recibe la señal digital y convierte los valores binarios en niveles de voltajes continuos a una nueva señal analógica.

¹⁰¹ Bas, 2005: 74

Una de las técnicas de digitalización más adecuadas y más utilizadas para grabación de música es la modulación de códigos de pulsos, conocida como PCM lineal (*Pulse Code Modulation*). Tienen una gran eficacia frente a sonidos que, con cualquier nivel de amplitud pueden estar en cualquier punto de todo el rango de frecuencias audibles.

El proceso de modulación de códigos de pulso consta de varias etapas, comenzando con la llegada de la señal analógica al dispositivo digitalizador (ver diagrama).

En primer lugar, la señal es procesada por un Filtro Pasa Bajos, que corta las frecuencias que están por debajo de un umbral determinado. El objetivo consiste en eliminar todos los componentes del espectro sonoro que se encuentren situados por encima de los 20000hz. (También conocidas como colas espectrales). Esto se debe a que, aunque son inaudibles, su presencia hace posible la aparición por batimiento de frecuencias inferiores a la frecuencia de corte, que se ubican dentro del rango de frecuencias audibles. Este fenómeno es conocido como *aliasing*. Se evita, precisamente, por medio de la utilización de un filtro FPB¹⁰².

El siguiente paso en el proceso de digitalización, es el de muestreo, y consiste en tomar muestras a intervalos regulares de tiempo, y con cada una se obtiene el valor del nivel de voltaje de la señal analógica en el momento de hacer la muestra.

Ese valor se mantiene constante hasta la próxima muestra (con la consiguiente pérdida de información que se produce entre muestra y muestra en comparación con la señal continua). Esta pérdida se atenúa con los procesos siguientes.

La frecuencia (o tasa) de muestreo (*Sample Rate*, por su término en inglés) es la velocidad con que se toman las muestras. Indica la cantidad de ellas tomadas en la unidad de tiempo, que es el segundo. Se mide en hz., y debe ser algo más del doble que la frecuencia de señal muestreada –debido a la pendiente del filtro de corte FPB–, para poder captar todo el espectro del sonido. La denominada frecuencia *Nyquist* corresponde a aquella cuyo valor es la mitad de la frecuencia de muestreo, constituyéndose en la frecuencia más alta que se puede muestrear con dicha velocidad sin que se genere *aliasing*. Por ejemplo, si se muestrea a 44.1 khz., la frecuencia de Nyquist es de 22.05 khz.

Cuando la frecuencia de muestreo es menor al doble de la frecuencia muestreada, aparece una frecuencia nueva (*aliasing*), cuyo valor es igual a la diferencia entre la frecuencia de muestreo y la frecuencia muestreada (frecuencia diferencial). Por cada ciclo de la señal muestreada deben tomarse, como mínimo, dos muestras para que en el proceso de conversión de digital a analógico no aparezcan frecuencias alias. Es absolutamente necesario prevenir la aparición de frecuencias alias, debido a que una vez que aparecen no existe posibilidad de eliminarlas sin anular otras frecuencias que forman parte de la señal útil¹⁰³.

¹⁰² Bas, 2005: 75

¹⁰³ Bas, 2005: 78

Cuantificación y codificación.

Conversión Analógico/Digital (A/D)

El convertidor Analógico/Digital (A/D) cumple la tarea de cuantificar primero y codificar después las muestras. El proceso de cuantificación consiste en nivelar los valores de tensión tomados durante el muestreo al valor más próximo en una escala de niveles discretos de amplitud. Cuanto mayores niveles de cuantificación o, lo que es lo mismo, cuanto más niveles tenga la escala de valores, menor será el error o ruido de cuantificación, es decir, el grado de ajuste o corrección sobre el valor original de las muestras. Depende de la cantidad de bits utilizados en la digitalización que dicha escala discreta posea mayor o menor cantidad de grados. El parámetro para ajustar este valor se denomina comúnmente Resolución, Profundidad o Ancho de la Muestra. (*Resolution, sample size o bith depth*). En la codificación, el valor cuantificado de cada muestra es representado por una secuencia de bits.

Existen en la actualidad dispositivos que internamente llevan a cabo operaciones con 32 y 64 bits en punto *flotante*. Estas resoluciones se utilizan en audio digital con el fin de efectuar procesos complejos que requieren enormes cantidades de operaciones de cálculo, con el objetivo de alcanzar resultados más precisos¹⁰⁴.

De este modo los procesos que se efectúan son más exactos, gracias a que tienen menor error de cuantificación al disminuir desviaciones acumulativas que con resoluciones más bajas se hacen más pronunciadas.

A la salida del convertidor A/D se obtiene la señal PCM, a partir de la cual ya no se produce ningún tipo de degradación.

Conversión Digital/Analógica

Una vez que se ha llevado a cabo el proceso de conversión A/D, la señal digital es plausible de ser manipulada de diversas maneras por medio de la implementación procesadores digitales. Para escuchar cualquiera de los procesos llevados a cabo en la computadora es necesario que se realice con la señal el camino inverso, esto significa que hay que convertirla de digital a analógica. Para lograr esto, el convertidor Digital/Analógico recibe sucesiva y regularmente las muestras cuantificadas y codificadas y luego las transforma en un flujo de corriente por medio de un factor de escala. Como resultado se obtiene una onda escalonada, gracias a que cada muestra representa un valor de tensión estable que se mantiene hasta la siguiente muestra. Por este motivo, la onda obtenida no es idéntica a la onda analógica original (que es de fluctuaciones constantes). Se introduce de esta manera

¹⁰⁴ Bas, 2005: 81

un ruido de digitalización, cuyas consecuencias se atenúan a medida que aumenta la resolución en bits en la conversión A/D.

Para atenuar los efectos del escalonamiento de la onda y evitar la aparición de frecuencias que produzcan batimientos, se vuelve a filtrar la señal con un filtro FPB.

La señal analógica obtenida no es igual a la original, aunque sus diferencias pueden llegar a no ser percibidas auditivamente si se utilizan valores altos en los parámetros de digitalización.

Dither es una denominación de un tipo de ruido aleatorio que utilizan en determinados casos para se agregado con un muy bajo nivel a una señal, con el propósito de enmascarar y reducir el ruido de digitalización o error de cuantificación. Esto se aplica, por ejemplo, con señales de muy poca amplitud. Se emplea, también, en los procesos de cambios de Resoluciones más altas a más bajas. Por ejemplo, cuando “truncan” bits de 24 a 16.

Dithering es el recurso utilizado con la finalidad de reducir el ruido producido por la cuantificación. Algunos procesadores aumentan automáticamente la resolución de forma interna para realizar sus procesos y luego la restituyen. En esos casos también es necesario el *Dither*. Con este procedimiento se introduce un tipo de ruido en la señal para reducir otro preexistente que resulta menos tolerable. Existen varias clases de *Dither*. El resultado que se obtiene con cada uno de ellos dependerá del tipo de material que se esté procesando.

Archivos de audio: códec y formatos.

El audio digitalizado se almacena en forma de archivos. Resulta necesario que los datos que hay en ellos estén organizados de alguna manera en particular. Las diferentes formas de guardar los datos que conforman un archivo de sonido se conocen como formatos. Existen diversos formatos que se ajustan a distintas normas o que son específicos para ciertas plataformas, entornos, aplicaciones, o soportes. Los formatos son reconocidos por la extensión que sigue al nombre del archivo; por ejemplo, *.WAV* (formato wave), *aiff* (formato AIFF), *mp3*, etc. Cada formato puede admitir diversos CODECs¹⁰⁵.

CODEC significa en inglés codificador-decodificador (coder/decoder). Cada códec define la manera en que está codificada una señal y como se decodifica para la conversión D/A. también se denominan de este modo las técnicas para la compresión y descompresión de datos. Este proceso de codificación puede lograrse mediante programas (por software), por este medio de dispositivos físicos (por hardware), o por la combinación de ambos. El formato, en tanto, sirve para organizar los datos y para que su estructura pueda ser identificada por los programas y por el hardware.

En los archivos de sonido se pueden diferenciar la cabecera o *header*, que es la primera parte del documento, en la que se establece su resolución, tasa e muestreo, duración y cantidad de canales (mono o estéreo) entre otros aspectos; a continuación se encuentran las

¹⁰⁵ Bas, 2005: 83

muestras (*samples*). Así pues, las distintas formas en que se organizan los datos determinan los diversos formatos. Por ejemplo, en algunos formatos, en los archivos estéreo los canales van por separado, mientras en otros se alternan muestras de un canal y de otro.

Una importante diferencia entre los archivos de audio es la que muestra que algunos archivos no están comprimidos, y que tienen todos los datos originales del proceso de conversión A/D, de aquellos que están comprimidos y su característica es ocupar menos bits. En el primer caso podemos citar a los archivos *Wave* y *AIFF* entre otros que no tienen pérdida de información y permite trabajar con alta calidad. Se utilizan en audio profesional, y es recomendable emplear este tipo de formato cuando no hay limitaciones para almacenar o para transmitir y distribuir.

En los formatos comprimidos, el interés está enfocado en obtener archivos que ocupen menos espacio informático, o que sean más livianos (en términos de informática) y que sean más fáciles de mover y de compartir. Los formatos comprimidos mejor logrados son aquellos que equilibran la menor pérdida de calidad con la máxima compresión posible. Un parámetro importante para estos formatos es el *bit rate*, que está referido al ancho de banda con que se puede transmitir la información.

La compresión.

Existen distintos métodos de compresión; los más utilizados se basan en modelos psicoacústicos, cuyo principio es el de eliminar datos que el oído no es capaz de distinguir. Características perceptuales y fenómenos como el enmascaramiento y la división y la división del rango de frecuencias audibles en bandas críticas son especialmente estudiados para definir algoritmos que permitan eliminar información que en forma un tanto imprecisa se podría denominar redundante. Uno de los pasos, como se da en uno de los métodos más difundidos de compresión, el *MPEG –Motion Picture Experts Group-*, consiste en analizar los componentes del espectro sonoro y dividir la señal en sub-bandas (codificación sub banda *sub band coding*). El propósito de lograr codificaciones con menores cantidades de *bits* a partir de una señal *PCM*, teniendo en cuenta que el largo del *Word* en la codificación *PCM* está determinado por el rango dinámico del componente espectral más alto. El resultado es que se disminuye el ancho de banda debido a la eliminación de frecuencias enmascaradas¹⁰⁶.

Actualmente, el formato de audio más popular es el *mp3* o *MPEG 1 layer 3*. Se puede optar entre relaciones de compresión que van de 4:1 a 70:1. En una relación de compresión 10:1 se logran niveles aceptables de calidad (cerca de 128 kbps). El formato *AAC (advanced audio coding)* está basado en la relación calidad/tamaño. Por su parte, el *Ogg Vorbis* es un formato abierto para codificar sin pagar patente. De mejor calidad que el *mp3* para tasa de bits en bajos. Se puede escuchar mientras se descarga y tiene un *bit rate* variable.

¹⁰⁶ Bas, 2005: 85

Monitores.

Para poder escuchar el audio que ha quedado registrado ya sea en la cinta magnética, o en el disco duro de una computadora o algún otro sistema grabación, necesitamos de unos aparatos que conforman la última parte de la cadena o flujo de señal desde que son recibidas por los micrófonos. Los monitores.

Como anteriormente se indicó, los monitores al igual que los micrófonos son transductores, solo que en este proceso funcionan a la inversa de cómo lo hacen los micrófonos; ahora, de impulsos eléctricos se generan las vibraciones y comprensiones de los que se compone la onda sonora para que la podamos percibir.

Existen dos grandes categorías para los monitores. De campo cercano, también conocidos como bocinas, altavoces, parlantes, etc., y monitores personales también conocidos como audífonos o auriculares.

Algunas de las características de los monitores que se mencionaran son:

Respuesta en frecuencia.¹⁰⁷

La respuesta en frecuencia del altavoz no es plana. El altavoz ideal debería dar una respuesta uniforme, es decir, igual a todas las frecuencias, pero este altavoz no existe. En las especificaciones técnicas viene indicada la respuesta en frecuencia:

Los altavoces de alta calidad son los que tienen un margen de variación de 6 dB para el margen audible entre los 20 y los 20.000 Hz. Fuera de los sistemas de alta calidad, también son aceptables las variaciones de 3 dB en un margen de 100 a 15.000 Hz, ya que en la práctica el margen de audibilidad nunca llega a los 20.000 Hz.

La banda conflictiva es la de los graves, por ello, no se empieza la medición en los 20-30 Hz, sino que se eleva esta cifra hasta los 80 Hz.¹⁰⁸

En las especificaciones técnicas también suele venir la curva de respuesta en frecuencia, pero hay que tener en cuenta que los fabricantes probablemente hayan hecho sus mediciones en las condiciones más favorables, por lo que los resultados serán superiores a los reales.

Potencia.¹⁰⁹

¹⁰⁷ King, 1975: 58

¹⁰⁸ King, 1975: 60

¹⁰⁹ King, 1975: 63

Hace referencia a la potencia eléctrica que entra en el altavoz (no a la potencia acústica o intensidad sonora). Es la cantidad de energía (en vatios) que se puede introducir en el altavoz antes de que distorsione en exceso o de que pueda sufrir desperfectos. Dentro de la potencia se diferencia entre potencia nominal y potencia admisible.

Potencia nominal.

Potencia máxima, en régimen continuo, que puede soportar el altavoz antes de deteriorarse. Si se hace trabajar al altavoz por encima de esa potencia nominal se podrá dañar irremediablemente el altavoz ya que éste no podrá disipar el calor producido por la corriente eléctrica que circula por la bobina y ésta puede fundir el aislante que recubre el hilo de cobre que la forma, provocando cortocircuitos o cortándose la espalda por fusión del hilo de cobre.

Potencia media máxima o potencia de régimen.¹¹⁰

Corresponde a la potencia máxima que se puede aplicar al altavoz de forma continua. Determina la potencia máxima que puede disipar la bobina (en forma de calor) sin que ésta se quemara por exceso de temperatura.

Potencia de pico máximo o potencia admisible.

Potencia máxima impulsiva (un pico de señal), que puede soportar cada cierto tiempo el altavoz antes de deteriorarse. Corresponde al valor máximo instantáneo de potencia que puede aplicarse durante un tiempo muy corto. Este valor está muy relacionado con otra limitación de los altavoces que es el máximo recorrido de la bobina sin que se destruya el diafragma (esto se denomina desconado del altavoz). Dicha potencia es mayor que la potencia media máxima. Estas dos anteriores son quizás las más importantes pero existen otras cuya medida es importante para conocer el comportamiento de los altavoces a corto, mediano y largo plazo.

Potencia continua senoidal.

Especifica el máximo valor de la potencia con que puede trabajar el altavoz (sobre la impedancia nominal) sin que sufra daños permanentes (mecánicos o térmicos), cuando se le excita con una señal senoidal continua en una determinada banda de frecuencias.

Impedancia.¹¹¹

La impedancia es la oposición que presenta cualquier dispositivo al paso de pulsos suministrados por una fuente de audio (esta corriente no es ni alterna, ni directa. Es una combinación de las dos la cual no tiene ciclos definidos). La impedancia se mide en Ohmios.

En los altavoces el valor de la impedancia varía en función de la frecuencia, con lo que en las especificaciones técnicas de cada modelo de altavoz nos vendrá una curva con esta

¹¹⁰ King, 1975: 66

¹¹¹ Rossing, 1990: 59

relación impedancia-frecuencia, amén de que se nos indique la resistencia (impedancia para una frecuencia concreta que sirva de referencia, generalmente, los 0 Hz, aunque también hay muchos fabricantes que optan por los 50 Hz).

Si queremos obtener una transferencia máxima de energía entre la fuente de sonido (el amplificador) y el altavoz, las impedancias del altavoz debe ser la mínima aceptada por el amplificador.

Las impedancias normalizadas de los altavoces son 2, 3.2, 4, 6, 8, 16 y 32 ohmios, pero las más utilizadas son 4 en sonido automotriz, 6 para sistemas mini componentes, 8 para los sistemas de alta fidelidad, 16 para sistemas de sonido envolvente (surround) y auriculares.

Sensibilidad.¹¹²

Es el grado de eficiencia en la transducción electroacústica. Es decir, mide la relación entre el nivel eléctrico de entrada al altavoz y la presión sonora obtenida.

Suele darse en dB/W, medidos a 1 m de distancia y aplicando una potencia de 1 W al altavoz (2,83 V sobre 8 Ω).

Los altavoces son transductores electroacústicos con una sensibilidad muy pobre. Esto se debe a que la mayor parte de la potencia nominal introducida en un altavoz se disipa en forma de calor.

En los altavoces, a diferencia del micrófono, la sensibilidad no es un indicativo de “calidad sonora”, pues la práctica ha demostrado que altavoces de inferior sensibilidad producen mejor “coloración sonora”.

Rendimiento.¹¹³

El rendimiento mide el grado de sensibilidad del altavoz. Es el tanto por cien que indica la relación entre la Potencia acústica radiada y la Potencia eléctrica de entrada. Potencia acústica / potencia eléctrica x 100.

Distorsión.¹¹⁴

El altavoz es uno de los sistemas de audio que presenta mayor distorsión, por lo que los fabricantes no suelen suministrar al consumidor las cifras de distorsión de sus altavoces. La distorsión es el elemento a evitar fundamentalmente, ya que, como lo explicaré en el siguiente capítulo, invalida todo criterio de calidad al afectar la fidelidad con el sonido original. La distorsión tiene causas muy variadas: flujo del entrehierro, vibraciones parciales, modulación de frecuencia sobre el diafragma, alinealidad de las suspensiones, etc.

¹¹² Rossing, 1990: 412

¹¹³ Rossing, 1990: 413

¹¹⁴ Rossing, 1990: 450

La mayor parte de la distorsión se concentra en el segundo y tercer armónico, por lo que afectará en mayor medida a los tonos graves. Se trata de una distorsión en torno al 10%. En las medias y altas frecuencias esta distorsión es proporcionalmente mucho menor y no llega al 1%, aunque en las gargantas de bocinas de alta frecuencia la distorsión se dispara hasta un margen del 10-15%.

Tipos de monitores.¹¹⁵

Existen muchos tipos más, pero éstos son los más usados.

Monitores dinámico o de bobina móvil: La señal eléctrica de entrada actúa sobre la bobina móvil que crea un campo magnético que varía de sentido de acuerdo con dicha señal. Este flujo magnético interactúa con un segundo flujo magnético continuo generado normalmente por un imán permanente que forma parte del cuerpo del altavoz, produciéndose una atracción o repulsión magnética que desplaza la bobina móvil, y con ello el diafragma adosado a ella. Al vibrar el diafragma mueve el aire que tiene situado frente a él, generando así variaciones de presión en el mismo, o lo que es lo mismo, ondas sonoras.

Monitores electrostático o de condensador: Estos monitores tienen una estructura semejante a la del micrófono de condensador, con una placa fija y otra móvil como el diafragma, entre las que se almacena la energía eléctrica suministrada por una fuente de tensión continua. Cuando se incrementa la energía almacenada entre las placas, se produce una fuerza de atracción o repulsión eléctrica entre ellas, dando lugar a que la placa móvil se mueva, creando una presión útil.

Monitores piezoeléctricos: En estos altavoces el motor es un material piezoeléctrico (poliéster o cerámica), que al recibir una diferencia de tensión entre sus superficies metalizadas experimenta alargamientos y compresiones. Si se une a una de sus caras un cono abocinado, éste sufrirá desplazamientos capaces de producir una presión radiada en alta frecuencia.

Monitores activos. Tipo de altavoz caracterizado por el uso de filtros activos (digitales o analógicos), en lugar de filtros pasivos, para dividir el espectro de audiofrecuencia en intervalos compatibles con los transductores empleados. La señal es amplificada después de la división de frecuencias con un amplificador dedicado por cada transductor.

Auriculares.¹¹⁶

Es otro sistema de monitoreo de la grabación, de una manera más personal y directa, para percibir con mayor detalle frecuencias, timbres, intensidades entre otros. Es tan eficiente que se ha popularizado entre los usuarios de sistemas de reproducción portátil (desde el famoso Walkman de Sony) y su adaptación para prótesis y apoyo a personas con disminución auditiva.

¹¹⁵ Rossing, 1990: 404

¹¹⁶ Rossing, 1990: 451

Los tipos de auriculares que hay son:

Supra-aurales
Circumaurales
Intraauriculares

Los dos primeros pueden ser abiertos o cerrados.

Auriculares abiertos. La principal característica de los auriculares abiertos, es que, al estar ligeramente separados del oído y dejar pasar parte del sonido externo generan una mayor y natural sensación del campo estéreo y una reproducción de frecuencias más lineal y precisa. Este es el estándar en los auriculares Alta Fidelidad o domésticos, pero también en los sistemas de mezcla profesional.

Auriculares cerrados. Los auriculares cerrados permiten el aislamiento auditivo más o menos completo del sujeto que escucha y asimismo, impiden que el sonido reproducido salga al exterior, por eso sus aplicaciones suelen estar más dedicadas al campo profesional, como monitorización de estudio o mezcla.

Intraauriculares.

Los intraauriculares son pequeños audífonos, aproximadamente del tamaño de un botón que se introducen dentro del oído y permiten al oyente una mayor movilidad y confort, pero su calidad sonora nunca alcanza la de los modelos supra-aurales y circumaurales. Su uso más común es el de la amplificación del sonido para personas con problemas auditivos y para la escucha de reproductores portátiles (Walkman, Discman, iPods).

Los auriculares de más calidad suelen tener la cápsula o “corazón” del altavoz de Neodimio, una aleación de metal que permite un gran rango dinámico y una amplitud de frecuencias completa. El uso de auriculares a su vez puede producir cambios en la salud humana.

4.- El proceso de grabación.

Para poder llevar a cabo una grabación que tenga como resultado un registro sonoro que responda a las necesidades y parámetros deseados, se debe contar con una metodología con la cual se programe, jerarquice y ordene las tareas para obtener el producto final deseado. La producción de audio¹¹⁷, es la manera en que se resuelve todo lo que atiende a los recursos humanos y materiales para concretar un proyecto, todos los procesos relacionados con el registro y manipulación del sonido se pueden organizar y dividir en tres etapas: preproducción, producción y postproducción. Conviene mencionar de que se ocupa cada una de ellas, con el propósito de lograr una perspectiva adecuada para cada situación, aunque las modalidades de trabajo puedan variar enormemente de acuerdo a las circunstancias, proyectos o personas.

Preproducción.

Es la primera etapa del proceso de grabación, donde se define el hecho sonoro a registrar y se planifica el trabajo. En ella se plantean los objetivos, plazos, presupuestos y criterios de trabajo; se selecciona a las personas que trabajaran en el proyecto, así como las herramientas y equipos. A la vez, se organiza y se planifica el desarrollo de los procesos subsiguientes de producción y postproducción para lograr mayor control, eficacia y economía de tiempo, medios y recursos.

La definición del hecho sonoro y el entorno en que se va a grabar especifica las necesidades y metodologías para llevar a cabo y con los mejores resultados el registro sonoro que se ha proyectado.

La preproducción es necesaria ya que cada situación de grabación presenta un escenario y variables que crean contingencias distintas a cada una de las experiencias de grabación a la que nos enfrentemos.

La preproducción debe tomar en cuenta la naturaleza de los emisores sonoros, tales como la voz humana, -ya sea en una narración, entrevista, o como instrumento musical en el canto- instrumentos musicales que emitan sonido de una manera individual o en conjunto, de la misma familia, o de diversos timbres, intensidades, colocaciones espaciales, también la interacción de los emisores con su medio, y la acústica que se deriva de ésta, las ventajas y desventajas que presenta al momento del hecho sonoro y su registro en el medio, formato y soporte que se utilice para la grabación.

¹¹⁷ Manera en que se hace referencia al oficio de grabar, amplificar, comerciar mezclar música, sonidos ambientales, discursos, y demás temas relacionados con esta industria.

Es decir, los instrumentos tienen características muy distintas a la que la voz humana presenta al momento de generar sonido. Un estudio de grabación tiene accidentes acústicos distintos a una sala de concierto, auditorio o al aire libre. Y los modelos de micrófonos y mezcladoras tienen un desempeño diferente dependiendo de su utilización, acomodo con respecto de la fuente de sonido, así como las grabadoras analógicas se desempeñan de manera distinta a las digitales por el simple hecho de la naturaleza en que registran el sonido.

Otro hecho insoslayable en el proceso de grabación es que no siempre se podrá disponer de los aparatos más sofisticados y de mejor calidad, o de un recinto con una acústica ventajosa. Dicho de otra forma, las condiciones ideales para llevar a cabo una grabación, en la mayoría de los casos no son posibles. Hay que señalar que para fines del presente trabajo, las características de los instrumentos musicales no serán tomadas en cuenta como parte de las condiciones a modificar, ya que se trata de grabaciones en un contexto distinto a la producción musical comercial, y se enfoca a la recopilación de música en un contexto étnico, cultural, antropológico y etnomusicológico. En estos casos, las características tales como la calidad de los materiales, forma, técnica de ejecución y demás, son parte de un todo. El hecho sonoro que nos interesa, no puede ser calificado con los criterios de instrumentos de baja calidad o pobre técnica de ejecución.

Es por eso que la metodología que se expondrá a continuación podrá servir más como una guía para hacer conciencia de los elementos o partes de un proceso, que como una cadena de procedimientos inflexible, y, en el mejor de los casos, ayudar a resolver situaciones adversas para el registro sonoro.

Parámetros de calidad.

Si bien ayuda el conocimiento en el funcionamiento del equipo y la calidad del mismo, la función de éste se limita a organizar, retocar y almacenar el sonido, cuya calidad fundamentalmente depende de los criterios adecuados en la colocación de los dispositivos para capturarlo, lo cual requiere conocimientos de acústica y psicoacústica. La acústica permite conocer o predecir las condiciones a las que está expuesto el micrófono en una posición determinada respecto a la fuente, y prever las mejores opciones de colocación, partiendo de parámetros de calidad relativos al propósito de la grabación. La psicoacústica

da lugar a las decisiones adecuadas para determinar la forma en que el producto final de la grabación es percibido por el oyente.

De esta manera el registro sonoro que se haya programado, contará con la mayor calidad de fidelidad a la emisión original del sonido. Entenderemos como fidelidad la capacidad que tiene un registro sonoro en recordarnos al original, mientras más detalle guarde con éste mayor será la fidelidad. Aunque hay otros parámetros de calidad que se han de mencionar, ya que estos también influyen en el producto final.

Sonido y ruido.

Uno de los parámetros de calidad más elementales es la definición de sonido y ruido. Para efectos de este trabajo, se define como ruido como cualquier sonido no deseado en el registro sonoro. Este puede provenir de la electrónica, de la relación entre las cabezas de la grabadora y la cinta magnética (en los casos de la grabación analógica), de la contaminación de las fuentes o líneas eléctricas, o del ambiente de grabación. Para las técnicas de grabación hay que fijarse un factor determinante, y es que no todas las grabaciones se hacen en lugares que cuenten con las instalaciones y equipo apropiados, este último es el que más debe ser tomado en cuenta, dado que puede ser modificado con la selección y colocación de los micrófonos.

Por otro lado, los sonidos propios del ambiente como viento, lluvia, corrientes de agua, fuego y el caminar por la tierra, arena u otros, pueden ser elementos fundamentales y parte inseparable de una interpretación musical. Por ejemplo, imaginemos una situación donde un ritual cuyo sentido es dar gracias por la lluvia de algún grupo étnico, consista en la interpretación musical con instrumentos y canto, y se realice bajo la lluvia. En este caso, el sonido del caer de la lluvia es un elemento inseparable del ritual ¿cuándo se le puede considerar sonido o ruido?

El etnomusicólogo tiene ante sí la responsabilidad de analizar, ponderar y finalmente determinar en que circunstancias un sonido es considerado como ruido o sonido, ya que, retomando el ejemplo anterior, para el análisis musical, estudiar sus escalas, ritmos y armonías propias de una cultura, el sonido de la lluvia al caer es considerado como ruido ya que puede enmascarar algunos detalles en la melodía, la armonía y el ritmo. En este caso, dependiendo de la relación entre el investigador y sus informantes, se podría planear un registro de la interpretación musical sin el sonido de la lluvia y así llevar a cabo el análisis y transcripción necesarios.

En ese sentido, retomar y abordar con más énfasis las tres etapas de la grabación, preproducción, producción y posproducción tomando algunos ejemplos de las situaciones antes citadas, nos da un panorama más claro de que elementos que están involucrados en el ambiente acústico deben ser considerados, para acentuarlos, disminuirlos o segregarlos y de así conseguir un registro sonoro lo más fiel al original.

En el trabajo de campo no podemos alterar las condiciones espaciales donde se ubica el objeto de estudio. Una solución a esto, según el caso, se puede lograr mediante una adecuada selección de la direccionalidad del micrófono, de modo que se hagan coincidir los ángulos menos sensibles del patrón polar con la dirección de donde proviene el ruido, o por medio de la relación entre la distancia del micrófono respecto a la fuente de sonido deseada y respecto a la fuente no deseada (la fuente del ruido).

Definición de los emisores sonoros.

La proporción del sonido directo y la reverberación es un parámetro de calidad que establece el equilibrio entre la definición de los instrumentos y sensación del espacio en que son ejecutados. Una forma sencilla de controlar este equilibrio es acercar o alejar el micrófono respecto a la fuente de sonido. Si el micrófono es demasiado lejano, puede perderse, tanto la definición tímbrica del instrumento (o conjunto de instrumentos) como de la ejecución misma; en el caso opuesto es posible que el sonido de la fuente sea demasiado seco, o agresivo, y la sensación del espacio puede perderse. Otra forma de controlar este equilibrio consiste en la selección de la direccionalidad del micrófono. Mientras más abierto sea el ángulo de sensibilidad, es decir: mientras a más direcciones sea sensible el micrófono, más reverberación captura respecto a la misma intensidad de sonido directo. De tal modo, un micrófono omnidireccional, capta más reverberación que uno unidireccional.¹¹⁸

Calidad tímbrica.

La calidad tímbrica se refiere al equilibrio entre las frecuencias que produce la fuente. Este equilibrio puede ser modificado a través de la distancia entre ésta y el micrófono, recordando que a mayor distancia disminuye la presencia de frecuencias agudas. A menor distancia no sólo aparecen más de estas frecuencias, sino que también se hacen presentes ciertos sonidos propios de la fuente que según los criterios de producción y el estilo musical de que se trate, pueden ser considerados como ruido (no deseado) o detalle (deseado). En el caso de los micrófonos cardioides, la distancia modifica también el efecto de proximidad, con un incremento en frecuencias bajas a corta distancia. También es posible alterar la calidad tímbrica con la selección de micrófonos de diafragma ancho o angosto, según el propósito de reforzar o discriminar frecuencias graves o agudas. Cabe mencionar que muchos micrófonos de condensador de diafragma ancho cuentan con un filtro seleccionable que atenúa las frecuencias graves, llamado "filtro pasa altas".¹¹⁹

Otra forma de afectar la calidad tímbrica consiste en la orientación del micrófono en eje o fuera de eje. Cuando el sonido de la fuente incide en forma perpendicular al diafragma, y por tanto llega al mismo tiempo a toda la superficie del mismo, se dice que la orientación está en eje. Si la colocación es fuera de eje y la incidencia del sonido es oblicua a la superficie del diafragma, las ondas llegan primero a la parte de la membrana más cercana a

¹¹⁸ Aldred, 1978: 398

¹¹⁹ Aldred, 1978: 441

la fuente y después a la más lejana. Esto produce un filtro de peine en frecuencias muy altas. A este fenómeno se le conoce como "Coloración fuera de eje". Mientras mayor sea el ángulo fuera de eje mayor es el retraso, con un límite igual al correspondiente al ancho del diafragma. Así que mientras más ancha la membrana, los filtros resultan más notorios. En el caso del microfoneo individual o multimicrofoneo, debe realizarse una exploración auditiva del instrumento o del conjunto, con el fin de localizar las zonas de su entorno que ofrecen diferentes características tímbricas, para seleccionar las más adecuadas al propósito musical de la grabación. Ello requiere, independientemente de la técnica que se use, un conocimiento suficiente, o en su defecto una observación minuciosa, de las características tímbricas de los instrumentos.¹²⁰

Equilibrio e imagen auditiva.

El equilibrio entre instrumentos y la composición de la imagen auditiva son otros de los parámetros de calidad en la grabación que dependen de la técnica en el uso de los micrófonos. Todos los instrumentos de un conjunto deben ser registrados por el o los micrófonos, recreando una imagen auditiva que establezca claramente la ubicación de cada instrumento, no necesariamente como está colocado durante la sesión, sino como se pretenda presentarlos al oyente. Por ejemplo, si se trata de una orquesta sinfónica, es posible que durante la grabación cada sección de la orquesta sea separada con barreras acústicas, y registrada con uno o dos micrófonos (procedimiento que en algunos casos merma la sensación de profundidad de la orquesta), tal como hacen algunas casas disqueras. Sin embargo el oyente debe percibir, en la mayoría de los casos, a los violines a la izquierda y los cellos a la derecha; a las maderas más lejos que las violas y a los metales y las percusiones más lejos aún. La posición de las cuerdas (particularmente la de los violines) representa un ángulo que favorece la proyección del sonido en la dirección en que se ubica el público en una sala cuyo diseño contempla las necesidades acústicas de la música y no sólo criterios puramente técnicos. De colocarse las cuerdas en forma inversa, por ejemplo, dado el ángulo de inclinación del violín y la necesidad de ver al director, el resultado acústico sería el opuesto al deseado. Del mismo modo, con el objetivo de crear un equilibrio natural entre las secciones de la orquesta, las más sonoras se ubican más lejos que las que producen una intensidad más tenue.¹²¹

Si, por ejemplo, se graba un grupo de cámara con los micrófonos colocados muy cerca, el grupo abarca toda la imagen, y si se maneja con cuidado, la reverberación es moderada y suena detrás del conjunto; si los micrófonos se alejan, el grupo ocupa una parte al centro de la imagen, mientras la reverberación domina los lados. El mismo efecto se puede lograr por medio de una direccionalidad abierta para que el grupo abarque toda la imagen, o cerrada para concentrarlo. Este último método es equivalente a abrir o cerrar los ángulos de los

¹²⁰ Aldred, 1978: 503

¹²¹ De Elías, en proceso

micrófonos en técnicas estereofónicas basadas en direccionalidad, o a modificar la distancia entre un transductor y otro en técnicas basadas en la distancia entre micrófonos.

Es necesario recordar que, aunque ambos procedimientos ofrecen efectos similares, los cambios de distancia modifican la presencia de frecuencias altas, a diferencia de los cambios de direccionalidad.

La fase y los filtros de peine, como se ha visto, son fenómenos que en ciertos casos deben ser evitados, y en otros casos pueden ser aprovechados de manera muy útil. En la mayoría de los casos, se busca la máxima coincidencia o coherencia en fase, dado que cuando los canales izquierdo y derecho son sumados en un sistema monoaural, es decir, son mezclados a un solo canal como suele suceder en radio o televisión, las fases de cada canal se suman; y si éstas no coinciden se producen pérdidas en determinadas frecuencias, y la calidad tímbrica de la grabación disminuye significativamente.¹²²

Aunque se podría pensar en que actualmente la mayor parte de las transmisiones en frecuencia modulada y muchas transmisiones televisivas son estereofónicas, aún se transmite en amplitud modulada, lo cual implica necesariamente un sistema monoaural, y no todos los canales de T.V. transmiten en estéreo. Además, nada garantiza que el receptor de radio o televisión con que se reciba la transmisión cuente con una bocina para cada canal.¹²³

Como se verá, existen dos razones fundamentales en la grabación para introducir más de un micrófono a una sola fuente o a un conjunto de fuentes de sonido. La primera consiste en crear un panorama estereofónico, lo cual requiere la mayor coherencia en fase posible. La segunda responde a la búsqueda de un efecto específico, donde las diferencias en fase y sus correspondientes filtros de peine son provocadas intencionalmente, lo que requiere un trabajo cuidadoso de cálculo y/o experimentación, para lograr el efecto deseado y garantizar su subsistencia en sistemas monoaurales.¹²⁴

En algunos casos, para la grabación de conjuntos de instrumentos, se usa un micrófono para cada fuente y aunque este es un procedimiento más propio de la música popular, suele usarse junto con los sistemas estereofónicos en la música académica. Esta técnica, que se conoce como "multimicrofoneo", se considera el sonido de cualquier fuente que no sea aquella a la cual se asigna el micrófono, como ruido, y el procedimiento para aislarlo es por direccionalidad o proximidad.¹²⁵

Sin embargo otra razón de ser del aislamiento consiste en que la fuente no deseada en ese micrófono, cuenta con su propio transductor, que naturalmente se encuentra a una distancia distinta respecto al primero, y por tanto, llega a éste después que al propio. Cuando ambas fuentes son asignadas al mismo canal, tienen problemas de fase. Por tanto, en la técnica en el uso de los micrófonos, la fase se corrige mediante: a) la coincidencia de distancia entre

¹²² Aldred, 1978: 516

¹²³ Aldred, 1978: 518

¹²⁴ Aldred, 1978: 517

¹²⁵ Nisbett, 1989: 5

la(s) fuente(s) de sonido y los micrófonos, en las técnicas estereofónicas, y b) el aislamiento por direccionalidad y distancia, dado tanto en técnicas estereofónicas como en técnicas de multimicrofoneo.¹²⁶

Producción o grabación.

Es la parte del proceso de grabación en que se genera un hecho sonoro y se registra en algún medio de almacenamiento. En esta etapa se realizan las tomas de las piezas musicales que conforman el contenido del trabajo final. Esto se lleva a cabo de acuerdo a las pautas establecidas en la etapa anterior, referidas a composiciones, arreglos tanto como medios, personal y plazos.

Para llegar a esta fase en condiciones óptimas, es preciso tener preparado todo lo vinculado, como se mencionó en el apartado anterior, con la interpretación. Es común, y por lo general enriquecedor, reservar en esta etapa un espacio para la improvisación al calor generado en el momento de grabar.

El flujo o cadena de señal.

Ya antes había explicado el funcionamiento de los micrófonos, mezcladoras, grabadoras y monitores. La manera en que el sonido es transmitido en forma de energía eléctrica, tanto para la grabación o amplificación del sonido se le conoce como flujo de señal.

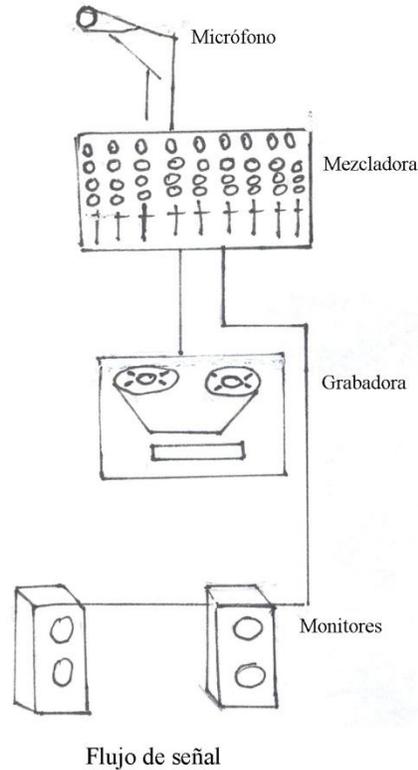
El término de señal se utiliza para referirse a como un flujo eléctrico se conduce a través de los aparatos que utilizamos para manipular el sonido. Una señal eléctrica es la que se maneja y manipula por estos aparatos¹²⁷.

Esta señal se obtiene por medio de un transductor, los micrófonos, que reciben la onda sonora y generan pulsos eléctricos que son conducidos por la circuitería hacia las mezcladoras para su primera manipulación, que no es más que aumentar o disminuir el voltaje de la señal en características como la frecuencia. Un ecualizador en realidad lo que hace es aumentar la intensidad de la frecuencia que se escoja. Por ejemplo si se le “sube a los agudos”, lo que sucede es que un regulador de voltaje, potenciómetro, aumenta el voltaje a las frecuencias en un rango de entre los 3 khz en adelante.

Posteriormente el sonido puede registrarse en algún soporte como una grabadora (analógica o digital) para finalmente ser amplificada y reproducida en los altavoces.

¹²⁶ Nisbett, 1989: 6

¹²⁷ Transductores, capítulo 4



Como se ha visto con anterioridad, el registro sonoro empieza con el empleo de los micrófonos, como primera etapa del flujo de señal.

Técnicas de microfoneo.

Aunque es fácil pensar que la colocación de micrófonos es un simple juego de prueba y error, el desarrollo técnico alrededor de esta práctica cuenta ya con casi un siglo de estudios y experiencia, donde se han conjugado criterios científicos y artísticos que no sólo facilitan el proceso de grabación, sino que lo hacen mejor, más rápido y eficaz. La técnica en el uso de los micrófonos es quizá el conocimiento más valioso del ingeniero en grabación. De ahí se deriva la mayor parte de la calidad de su trabajo, ya que de ahí proviene la materia prima con que se realiza la producción¹²⁸.

Esta cadena de eventos o flujo de señal, no es inmutable o inalterable, todo lo contrario. Pueden hacerse variaciones donde escuchar el flujo de corriente, la mayoría de las mezcladoras tienen circuitos que pueden enviar en otra dirección al flujo de corriente, haciendo que vaya directamente a los monitores, o que se escuche lo que viene directamente del micrófono o de la grabadora antes de los monitores. Estas funciones son convenientes para poder detectar alguna irregularidad o mal funcionamiento de la circuitería y corregirla antes de que influya en la calidad de la grabación.

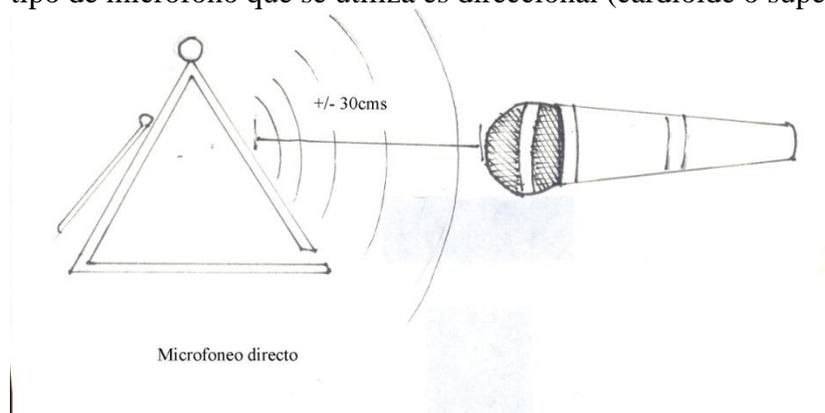
¹²⁸ De Elías, en proceso.

Expondré aquí las diversas técnicas y estrategias para la colocación de los micrófonos, así como el empleo individual y en grupo de micrófonos del mismo patrón polar o diferente.

Puede cambiarse mucho el carácter de un sonido registrado según la posición en la que se sitúe el micrófono con relación a la fuente emisora y la distancia entre ambos. Al ir colocando un micrófono más cerca o más lejos de la fuente sonora, los cambios característicos son continuos y graduales.

La manera más elemental de empleo de micrófonos es un micrófono por cada fuente sonora. Hay tres posiciones básicas para este uso de los micrófonos: próxima o directa, media o natural y distante o ambiental.¹²⁹

El microfoneo próximo o directo es un tipo de posicionamiento que ubica a los micrófonos a unos 30cms o menos de la fuente sonora. De esta manera, obtenemos un registro sonoro muy próximo con poca resonancia del recinto donde se emita el sonido. Basta aclarar que el tipo de micrófono que se utiliza es direccional (cardioide o supercardioide).¹³⁰



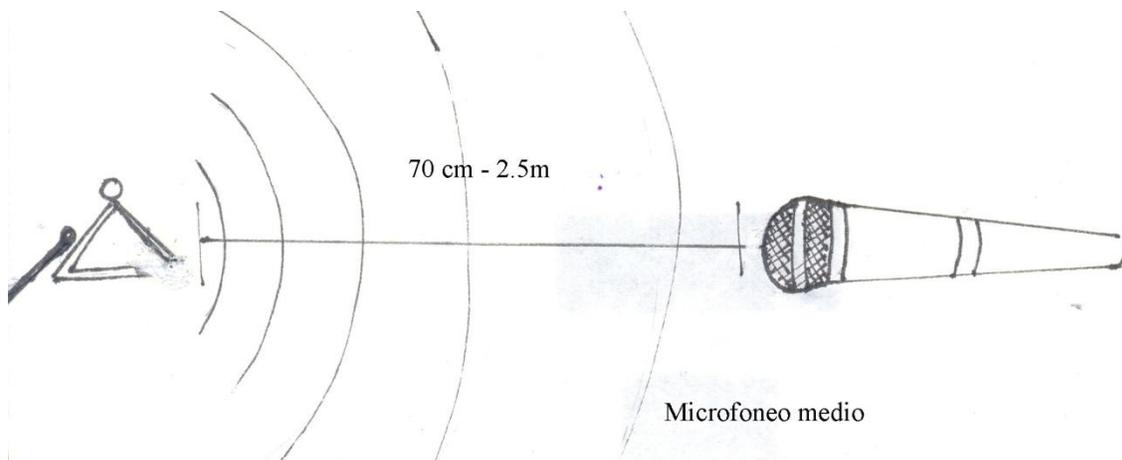
Cuando se tocan varias fuentes sonoras a la vez, el microfoneo cercano minimiza la captación del sonido procedente de las demás fuentes al concentrarse en la que se le ha asignado.

La posición media también emplea micrófonos direccionales y sitúa los micrófonos a una distancia de entre 70 cms y 2.5 m del emisor en un espacio cerrado. A esta distancia siguen dominando las ondas directas del emisor pero también pueden ser percibidas moderadamente las ondas de la acústica del recinto. Por esta razón, es que a esta técnica de microfoneo se le da el nombre de “natural”.¹³¹

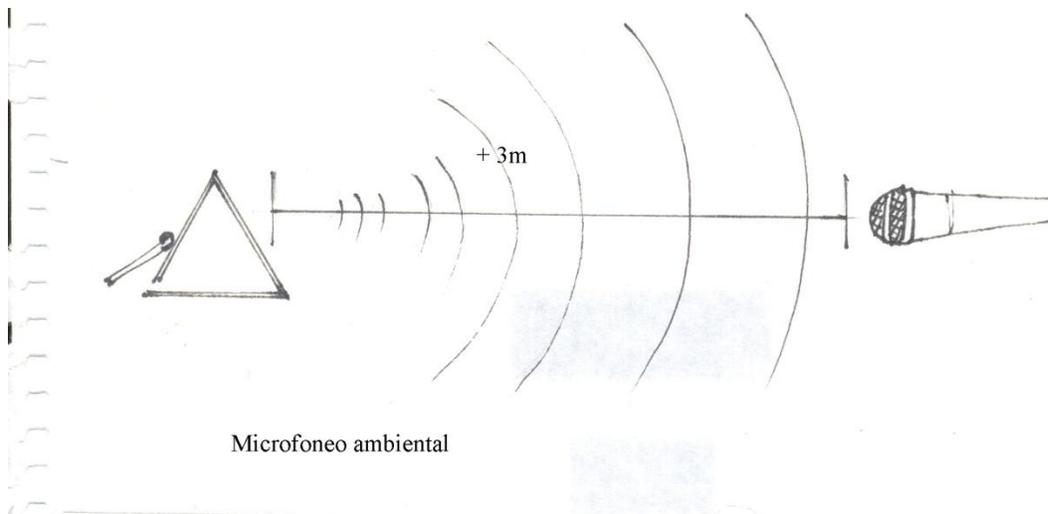
¹²⁹ Nisbett, 1989: 10

¹³⁰ Nisbett, 1989: 12

¹³¹ Nisbett, 1989: 13



El microfoneo ambiental, se obtiene a distancias superiores a los 3m y próximos a las paredes del recinto, ya que esta estrategia en realidad quiere registrar la acústica del un lugar más que el sonido directo del emisor. En este caso también se utilizan micrófonos direccionales apuntando hacia las superficies reflejantes del recinto. Y el sonido registrado con esta técnica en realidad es un complemento para las anteriores.¹³²



Las zonas concretas en las que se obtienen los sonidos de proximidad, medios y ambientales varían por la intensidad de la fuente sonora, el tamaño del recinto acústico, y las características reflejantes de sus superficies

¹³² Nisbett, 1989: 15

Técnicas Estereofónicas.

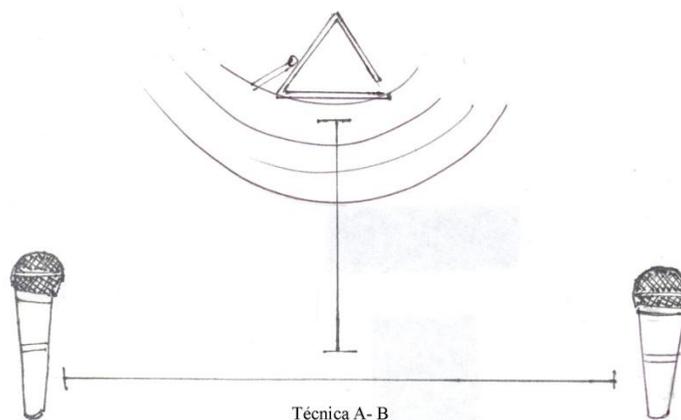
La estereofonía consiste en la reproducción de una imagen auditiva que produzca al oyente la sensación de que no sólo se encuentra físicamente ante la fuente o conjunto de fuentes sonoras de que se trate la grabación, sino de hallarse ubicado en el espacio mismo en el que se ofrece un concierto o recital.¹³³

Ello implica que las técnicas en el uso de los micrófonos y las de mezcla, en algunos casos, se basen en el conocimiento de la forma en que el oído percibe el sonido para percibir una ilusión y recrear una imagen sonora que ya no existe pero quedó registrada. Sin embargo, no hay que olvidar que lo anterior no es lo mismo que engañar a la conciencia, que siempre sabrá, por ejemplo, que se encuentra en la sala de su casa, oyendo un disco compacto. Por ese motivo, la percepción del espacio que ofrecen los fenómenos psicoacústicos puede verse disminuida. Además, es necesario tener en cuenta que la calidad con que se logra el efecto, depende de las condiciones acústicas del recinto en que la música es escuchada y/o la calidad del equipo que se usa para la reproducción. La estereofonía puede producirse mediante audífonos, un par de bocinas, un sistema cuadrifónico (cuatro bocinas rodeando al oyente, cada una con su propio canal), ocho bocinas, etc. Dado que la industria sigue produciendo fundamentalmente para dos canales, este trabajo se limita a la técnica en función de dos bocinas.

El propósito principal de los sistemas o técnicas estereofónicas en el microfoneo, es la reproducción del sonido de la manera que ofrezca una imagen auditiva lo más clara y natural posible, y a la vez, una excelente calidad de sonido y definición tímbrica. Para lograr estos resultados, en todos los casos es necesario observar algunas reglas de la física y la psicoacústica, además de contar con un profundo conocimiento de los micrófonos.

La técnica más elemental es la técnica binaural, que imita físicamente la forma en que percibe el oído humano. Consiste en la colocación de dos micrófonos omnidireccionales separados por una barrera acústica, de igual modo que los oídos funcionan de manera omnidireccional y se ayudan de la diferencia interaural en frecuencia, generada por la sombra acústica de la cabeza.

¹³³ Nisbett, 1989: 16



Se han desarrollado diferentes modos de aplicar esta técnica, desde la más rudimentaria hasta la creación de un maniquí, con micrófonos omnidireccionales en el sitio anatómico que corresponde a los tímpanos, o una diadema que coloca los micrófonos en los oídos del propio usuario. Es fácil suponer que este sistema es la técnica más natural y que ofrece los resultados estereofónicos más impresionantes; sin embargo, tales efectos sólo pueden apreciarse plenamente a través de audífonos, ya que con la distancia de las bocinas y las condiciones acústicas en que se encuentran son elementos que disminuyen considerablemente los efectos interaurales. Por ello, el sistema binaural no suele ser la técnica ideal para la mayoría de las producciones, dado que algo del efecto estereofónico debe conservarse a pesar de las bocinas y las condiciones acústicas de que son objeto.

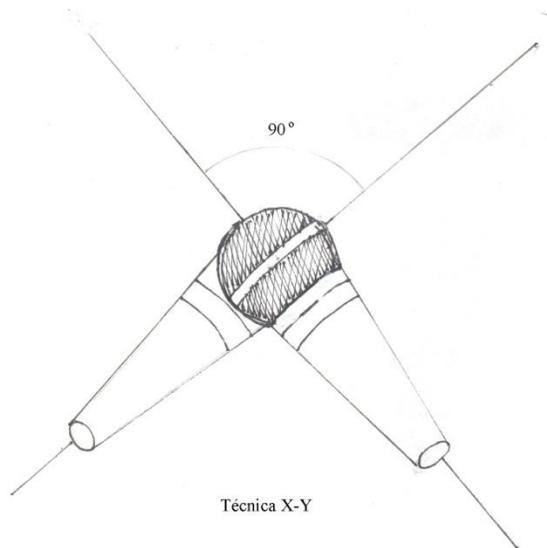
Pares coincidentes.

Siguiendo la misma idea, aunque de manera más eficaz, se han desarrollado técnicas denominadas pares estereofónicos de diafragmas coincidentes, divididos en dos grupos: el sistema "X-Y" y el sistema "M-S". El concepto de diafragmas coincidentes busca que haya la misma distancia entre los dos micrófonos y las fuentes de sonido para lograr la mayor coherencia en fase, y por tanto la mayor compatibilidad con reproducciones monoaurales, posible. Esta idea se debe a Alan Dower Blumlein, quien obtuvo la patente por ello en 1931.¹³⁴

El grupo X-Y consiste en la colocación de dos micrófonos a la misma distancia de las fuentes, apuntando cada uno a 45 grados a la izquierda y 45 grados a la derecha del conjunto, respectivamente. Esto suma 90 grados entre un micrófono y el otro. Esta técnica suple las diferencias interaurales en frecuencia y tiempo, por la diferencia en intensidad entre las bocinas izquierda y derecha, por medio de la direccionalidad de los micrófonos.¹³⁵

¹³⁴ Nisbett, 1989: 20

¹³⁵ Nisbett, 1989: 21



Para que la técnica sea realmente coincidente en la distancia entre los diafragmas y las fuentes de sonido, lo más recomendable es colocar los micrófonos de modo que un diafragma se ubique directamente encima del otro, ya que la disposición de los instrumentos suele ser más horizontal que vertical, y que la distancia entre los dos diafragmas en esta posición, según lo que permita el diseño del micrófono, suele ser de una tan corta, que las frecuencias que se pueden cancelar son demasiado altas para ser percibidas. En todos los casos, hay que recordar que la coincidencia es relativa al diafragma de cada micrófono, y no al chasis del mismo. El sistema X-Y tiene cuatro variantes, que ofrecen diferentes características:

1) Consiste en que ambos micrófonos cuenten con un patrón polar cardioide. De este modo, la señal de cada micrófono se envía a un canal diferente (derecho o izquierdo) y los sonidos provenientes de la izquierda, suenan en la bocina izquierda y viceversa; los sonidos que provienen del centro son captados por igual en ambos micrófonos y por tanto enviados a los dos canales.

2) Derivado de la anterior variante, con la diferencia de que en lugar de 45 grados hacia cada lado, los micrófonos son apuntados 60 grados a la izquierda y 60 a la derecha, sumando una apertura total de 120 grados. Esto ofrece una sensación estereofónica más abierta y una mayor definición de los sonidos que se producen de cada lado; pero al reducirse la sensibilidad en los ángulos que comparten ambos micrófonos, se puede producir una sensación de hueco en el centro de la imagen. No obstante, puede funcionar bien a corta distancia de un conjunto muy extendido hacia los lados.¹³⁶

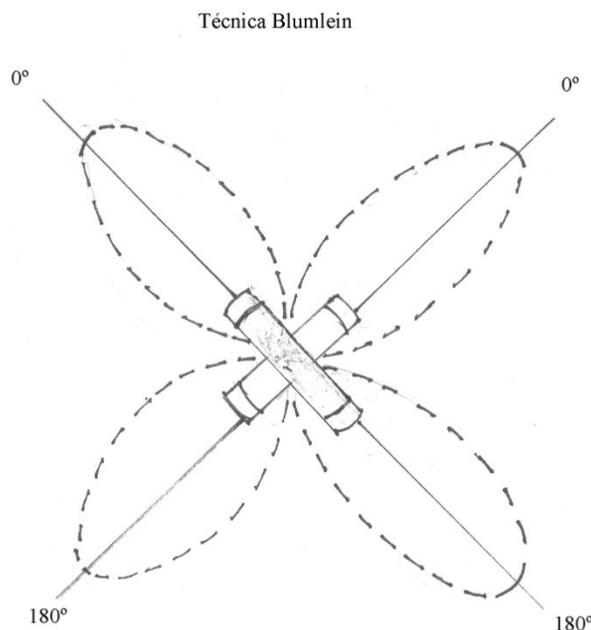
3) El patrón polar de los micrófonos se cambia, de cardioide a supercardioide (patrón polar que tiene una mayor direccionalidad que el cardioide, aunque es ligeramente más sensible a los 180 grados). El ángulo total entre micrófonos es el tradicional de 90 grados. El efecto

¹³⁶ Nisbett, 1989: 23

que ofrece es bastante parecido al de la segunda variante con la diferencia de que tiene un mejor desempeño a mayor distancia.¹³⁷

4) Conocida tradicionalmente como Blumlein, usa dos patrones bidireccionales a 90 grados (45 izquierda y 45 derecha), de modo que sus patrones superpuestos forman un trébol. Ofrece la posibilidad de captar sonidos provenientes tanto del frente del sistema como de la parte posterior, lo que permite, por ejemplo, distribuir un conjunto de ambos lados del sistema o aprovechar la reverberación procedente de la parte posterior de la sala. Esta variante requiere tener en mente dos factores:

El primer factor, que para todo micrófono bidireccional el frente del diafragma tiene una polaridad acústica positiva y la cara posterior, negativa. Mientras un lado del diafragma recibe presión, en el otro lado se destensa. De modo que las fuentes colocadas en ángulos que compartan la sensibilidad positiva de un micrófono y la sensibilidad negativa del otro, tienen problemas de fase.¹³⁸



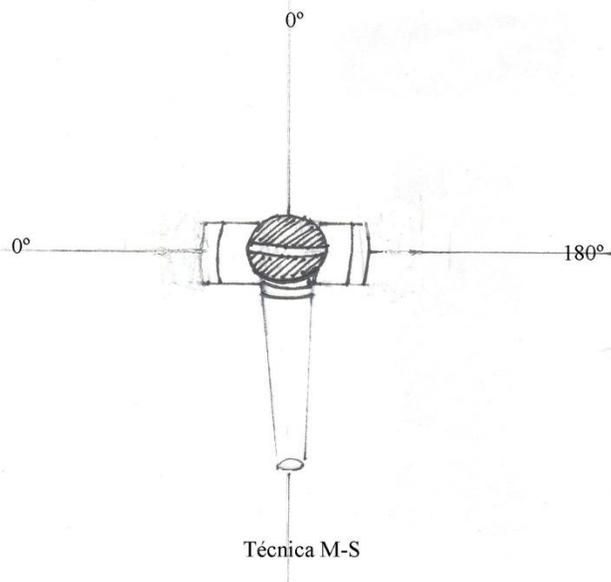
El segundo factor es la asignación de los micrófonos a cada canal, dado que cada micrófono está asignado a un canal diferente y por consiguiente, la parte posterior del sistema está invertida respecto a la parte frontal. Así, los sonidos provenientes de atrás a la izquierda suenan a la derecha, igual que los sonidos provenientes de adelante a la derecha, y al revés. Como el patrón bidireccional tiene un ángulo direccional estrecho, también puede producir un efecto de hueco en el centro de la imagen estéreo.

La técnica M-S -que como se dijo antes también pertenece a las técnicas de diafragmas coincidentes y por tanto requiere prácticas similares para su colocación-, funciona

¹³⁷ Nisbett, 1989: 24

¹³⁸ Nisbett, 1989: 26

tradicionalmente con un micrófono cardioide apuntando hacia el frente y un micrófono bidireccional apuntando a los lados. Su nombre son las iniciales de "middle-side" (el cardioide al centro y el bidireccional a los lados) o bien "mono-estéreo" (el cardioide monoaural y la suma de ambos estereofónico). Ambos micrófonos son asignados a los canales izquierdo y derecho, de modo que el cardioide capta los sonidos que provienen del centro; de la señal del micrófono bidireccional, que capta el sonido que proviene de los lados, se derivan dos versiones. A una de ellas se le invierte la fase en forma electrónica (el cable positivo del micrófono se cruza al polo negativo del conector de la consola o la grabadora y viceversa) y cada versión se asigna a un canal.¹³⁹



En mono, como es de esperarse, el micrófono bidireccional desaparece por oposición de fases. Por ello, es importante que el micrófono cardioide esté colocado de tal modo que por sí solo sea capaz de captar todo el conjunto sonoro. En estéreo, esta técnica permite controlar los niveles de un micrófono respecto al otro con lo cual se abre o se estrecha la imagen estereofónica¹⁴⁰.

Otra característica de esta técnica es la reducción de reverberación en mono, ya que una parte de ésta es capturada por el micrófono bidireccional. Por ello, conviene calcular un

¹³⁹ Nisbett, 1989: 30

¹⁴⁰ Esta técnica ha de considerarse si la finalidad de la grabación de audio va a ser postproducida junto con cine o televisión, ya que se ha usado este sistema de manera extendida, para ajustar el ángulo de apertura estereofónica a la imagen que aparece en la pantalla¹⁴⁰. A mayor intensidad en "M", más estrecha la imagen estereofónica, más se cargan las fuentes de sonido al centro; a mayor nivel en el micrófono "S", más abierta la imagen, y las fuentes se distribuyen más espaciadamente entre el centro y los lados. Este juego de relaciones debe realizarse dentro de límites tales, que no se produzca una sensación de hueco en el centro, y de hecho se pierdan las fuentes ubicadas justo en frente del sistema, dado que coinciden con el ángulo menos sensible del micrófono bidireccional. Nisbett, 1989: 32

margen para que el micrófono cardioide tenga suficiente reverberación en mono sin perder la definición o presencia en estéreo. Además de la recién descrita, la técnica M-S tiene tres variantes:

1ª.- La primera cambia el micrófono cardioide por un micrófono supercardioide, lo cual estrecha el ángulo de sensibilidad de "M", así como los ángulos que comparten los patrones polares de ambos micrófonos, responsables de la suma y resta descritas arriba. Sin embargo, es posible que la definición de los sonidos provenientes del centro y de los lados sea mayor.

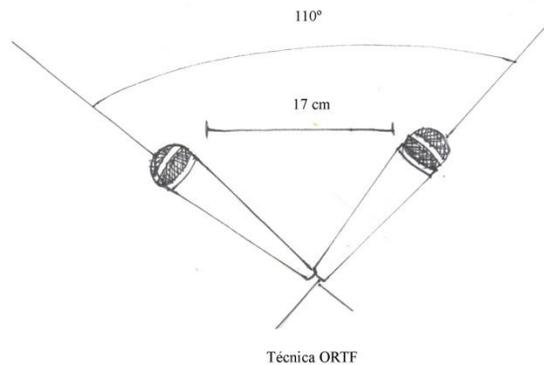
2ª.- La segunda variante sustituye el micrófono cardioide con un bidireccional. Este uso añade a la variante anterior la característica de la sensibilidad en la parte posterior del sistema, que puede ser aprovechada de diversas maneras.

3ª.- La tercera variante usa un micrófono omnidireccional para la función "M", de manera que se obtiene un sistema estereofónico que cuenta con un ángulo de captación de 360 grados. El micrófono bidireccional en este uso, sólo tiene la función de distribuir las fuentes en la imagen estereofónica, y en un sistema de reproducción monoaural el micrófono omnidireccional es completamente autosuficiente. Solamente debe cuidarse que la proporción entre reverberación y sonido directo sea adecuada, en salas muy reflejantes.

Pares no coincidentes.

Existe un par de técnicas no coincidentes, pero que mantienen una coherencia en fase aceptable. La técnica conocida como ORTF (Office de Radiodiffusion Télévision Française -Organización de Radio y Televisión Francesa-)¹⁴¹ utiliza dos micrófonos cardioides separados 17cm. entre ellos, con un ángulo total de 110 grados (55 grados a la izquierda y 55 a la derecha). Naturalmente, cada micrófono se asigna a un canal diferente. Esta técnica copia la distancia entre los oídos en la anatomía humana, sustituyendo la diferencia interaural en frecuencia por la diferencia en tiempo, además de la diferencia en intensidad provista por la direccionalidad de cada micrófono. La suma de ambos factores ofrece una gran definición de la imagen estereofónica. Ya que no se trata de una técnica de diafragmas coincidentes, su coherencia en fase es ligeramente menor que las técnicas que sí lo son. Del mismo modo que con la segunda variante de X-Y, debe prevenirse la sensación de vacío en el centro.

¹⁴¹ Nisbett, 1989: 36



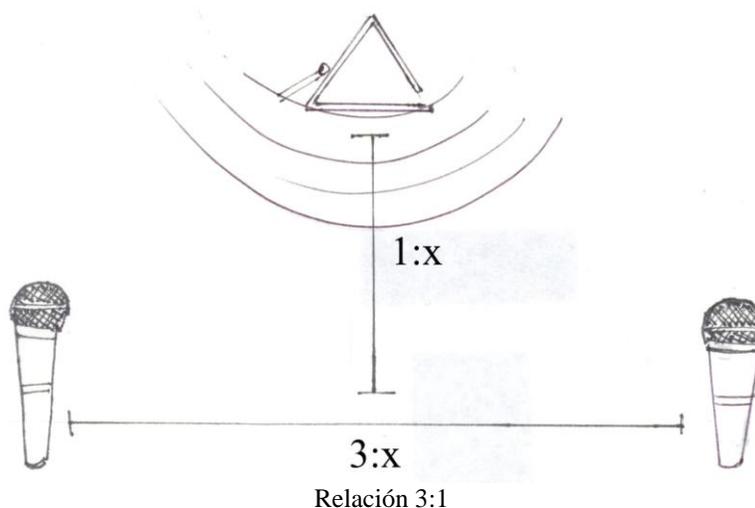
La otra es la técnica denominada NOS (Nederlandsche Omroep Stichting -Organización de Radio y Televisión Holandesa-). El principio es bastante próximo al de la técnica ORTF, con la diferencia de que la distancia entre los micrófonos es de 30cm. y la diferencia de ángulos es 90 grados (45 hacia cada lado). Aunque la mayor distancia entre los micrófonos implica mayor desfase, esta técnica ofrece mayor cobertura de las fuentes ubicadas en el centro.¹⁴²

Pares separados.

La investigación que dio lugar a los pares separados, igual que la de Blumlein, data de los años 30 y consistió en la colocación de una fila con numerosos micrófonos frente al conjunto de fuentes de sonido, de lado a lado. Esta técnica comúnmente usa dos micrófonos separados entre 1 y 10 metros, uno asignado a cada canal, lo que produce para las fuentes ubicadas a los lados del sistema entre 3 y 30 milisegundos de retraso. Así que esta disposición, basada en la distancia entre los micrófonos, no sólo aprovecha la diferencia en intensidad, sino que además se sirve del efecto Haas para lograr una ubicación estereofónica clara y natural. Al usar pares separados se debe observar que la coherencia en fase es menor que en los pares cercanos, como ORTF y NOS. Por eso, dado que la intensidad del sonido disminuye de acuerdo al cuadrado de la distancia recorrida, debe observarse la regla de 3:1, que consiste en mantener los micrófonos separados entre sí, por lo menos tres veces la distancia que éstos guarden respecto a la fuente.¹⁴³

¹⁴² Nisbett, 1989: 40

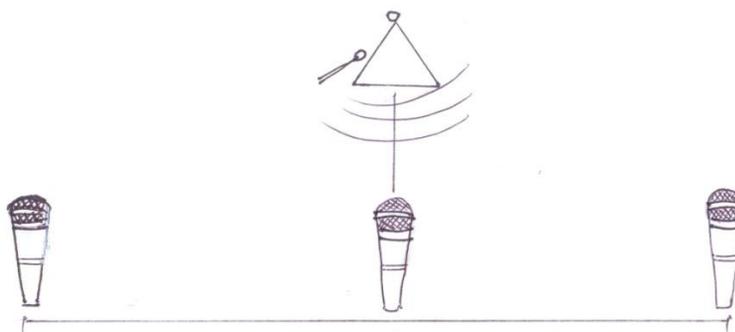
¹⁴³ Nisbett, 1989: 41



Otro factor que debe ser previsto en los pares separados es que si la separación es demasiado grande respecto a un conjunto de fuentes, se produce el efecto de hueco en el centro. Este problema se suele solucionar colocando un tercer micrófono en el centro del sistema, que se envía a ambos canales. Es importante la experimentación adecuada a cada caso, para obtener el equilibrio entre la regla de 3:1 y una imagen estereofónica integral. No obstante, se debe asumir que siempre que haya varias fuentes de sonido, la regla de 3:1 no es completamente eficaz para los instrumentos colocados a distancias intermedias que ni están en los extremos, ni en el centro¹⁴⁴. Por tanto, cualquier técnica estereofónica que se aplique a varias fuentes de sonido que no sea de diafragmas coincidentes, representa inevitablemente cierto grado de desfase. En este sistema también se pueden variar las direccionalidades de los micrófonos con el propósito de seleccionar las reflexiones del recinto.

La casa disquera DECCA ha creado su propia técnica, que lleva el mismo nombre. Se trata de una disposición mixta que emplea en la versión más sencilla, un micrófono cardioide al centro asignado a ambos canales, y dos omnidireccionales en cada extremo, enviados al canal izquierdo y derecho respectivamente. Esta variante se conoce como "DECCA 3"¹⁴⁵.

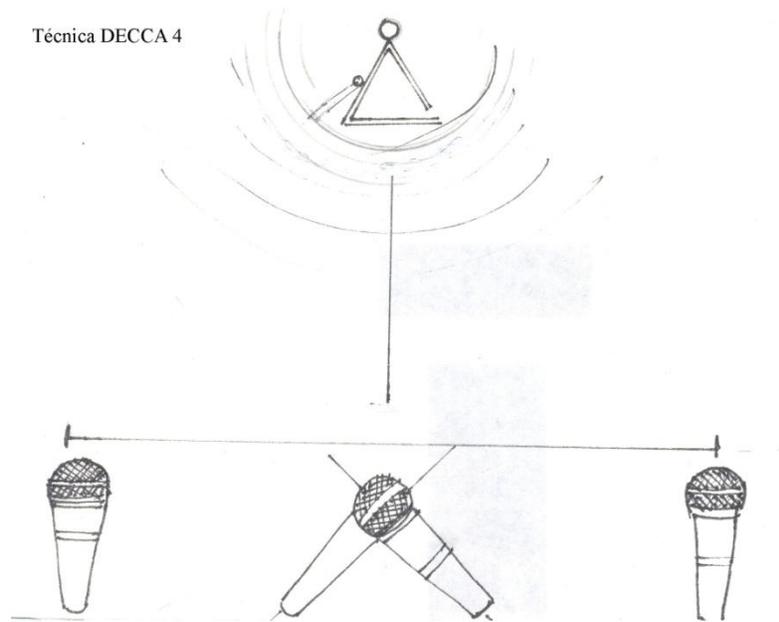
Técnica DECCA 3



¹⁴⁴ Cuenca, 1997: 68

¹⁴⁵ Nisbett, 1989: 43

La otra variante cambia el micrófono cardioide del centro por un sistema X-Y. A esta variante se le llama "DECCA 4"¹⁴⁶. En ambos casos, los micrófonos omnidireccionales son orientados 45 grados a la izquierda y 45 grados a la derecha respectivamente. Se presume en este trabajo que la razón de estas orientaciones es la búsqueda de coloración fuera de eje, en vista de que la función de los micrófonos omnidireccionales es captar la reverberación para producir la sensación de espacio, mientras que el sistema X-Y se encarga del sonido directo y la sensación de presencia.



De modo semejante al sistema M-S, se puede jugar con las intensidades de una función y de la otra, para crear el equilibrio deseado entre espacio y presencia, además de abrir o cerrar la imagen estereofónica. Además de ello, es posible usar en el centro cualquiera de las variantes de X-Y, M-S, ORTF o NOS, e incluso, modificar los patrones polares de los micrófonos colocados en los extremos.

Ya que el propósito de este texto es ofrecer las herramientas básicas de la técnica del microfoneo y los criterios para usarlas, sería excesivo analizar aquí las ventajas y desventajas de cada variante posible de esta técnica que, además, se deriva de las anteriores descritas en esta sección. Por otra parte, hay que tener en cuenta que cada situación, cada recinto, estilo, conjunto, e incluso cada ejecutante, representa una necesidad diferente y posiblemente inédita, pero si se cuenta con los criterios adecuados, es posible adaptar las técnicas básicas de manera eficaz.

¹⁴⁶ Nisbett, 1989: 46

Técnicas de Multimicrofoneo.

Las técnicas de multimicrofoneo consisten en la colocación de un micrófono para cada fuente de un conjunto. Se han abordado ya los criterios de calidad en la grabación que se pueden atribuir a la técnica en el uso de los micrófonos¹⁴⁷.

Los problemas de fase se controlan por medio del aislamiento. Como se explicó anteriormente, en el procedimiento de micrófonos múltiples, se considera el sonido de instrumentos que no es aquel al que se aplica un micrófono específico, como ruido, que se controla por medio del aislamiento por direccionalidad, respuesta en la frecuencia del micrófono y distancia¹⁴⁸.

En el multimicrofoneo vale la pena profundizar en el tema de aislamiento por distancia. Como se vio en la técnica de pares separados, la regla de 3:1¹⁴⁹ se basa en la diferencia de intensidades entre la fuente deseada y la no deseada en determinado micrófono, creada por la distancia. Si un micrófono se ubica a una distancia de determinada fuente, el segundo micrófono, aplicado a una fuente distinta, debe colocarse al menos a tres veces esa distancia, de modo que cada micrófono capte predominantemente la fuente que le corresponde, dado que mientras más semejantes sean las intensidades de la misma fuente en micrófonos colocados a distancias diferentes, mayor es la pérdida de intensidad al sumarse positivo y negativo de cada micrófono, a causa del desfase.

Siguiendo el mismo principio más allá de la regla de 3:1, conforme se agregan fuentes con sus respectivos micrófonos, hay más transductores a diversas distancias que reciban en alguna proporción una misma fuente, cuyas intensidades se suman en la consola mezcladora. Hay que tener en mente que las consideraciones anteriores se hacen asumiendo, por una parte, que todos los micrófonos usados son omnidireccionales, y por tanto, que no hay aislamiento por direccionalidad; por otra parte, que todos los micrófonos que se añaden al primero están a la misma distancia de éste. Por tanto, lo importante es mantener la diferencia de por lo menos 9.54 dB entre cada micrófono y la suma de todos los demás, independientemente del método que se utilice¹⁵⁰.

La calidad tímbrica depende en gran medida del conocimiento y observación de las características acústicas de cada instrumento. Por ese motivo, es necesario pensar en el comportamiento tímbrico de cada parte o zona de un instrumento a diversas distancias y en diferentes direcciones, con el fin de escoger la posición más adecuada al propósito de la grabación. En el capítulo II se ha descrito cómo los instrumentos emiten el sonido, por lo que ahora se puede plantear algunos criterios para colocar los micrófonos.

¹⁴⁷ Nisbett, 1989: 51

¹⁴⁸ Nisbett, 1989: 55

¹⁴⁹ Ver página 91

¹⁵⁰ Cuenca, 1997: 78

Primero, las frecuencias agudas relativas a cada instrumento ofrecen la sensación de presencia y la definición del ataque, que suele ser el punto de la envolvente con mayor intensidad y mayor riqueza de armónicos.¹⁵¹

Segundo, las frecuencias medias y medias-graves, aportan la claridad de las frecuencias fundamentales, responsables de la afinación o altura de los sonidos. Estas frecuencias constituyen un importante apoyo para los instrumentos que cumplen una función armónica en determinada obra.

Tercero, las frecuencias graves relativas a cada instrumento, además de apoyar ciertas fundamentales, dan volumen a la imagen auditiva de la fuente y una sensación de profundidad. Naturalmente, se busca reforzar estas frecuencias en instrumentos que tienen asignado el bajo armónico de una obra específica.

Cuarto, es importante observar que los requerimientos tímbricos de un instrumento solo, suelen ser muy distintos de los que el mismo instrumento puede exigir como parte de un conjunto. En las técnicas de multimicrofoneo se suele buscar que la colocación del micrófono obtenga todas las frecuencias necesarias para seleccionar posteriormente, por medio del ecualizador de la consola de mezcla, las frecuencias que ayudan a determinado instrumento a distinguirse de los demás. Por tanto, las frecuencias que dan distinción al timbre de un instrumento solo, lo pueden desvanecer como parte de un conjunto, mientras que los armónicos que lo hacen destacar en medio de un grupo, lo pueden hacer pobre si es escuchado solo¹⁵².

Dependiendo de la capacidad de observación y la experiencia del ingeniero de grabación, el micrófono puede ser colocado de manera que desde un principio aporte solamente las frecuencias que el instrumento requiere para un objetivo específico, lo que puede ofrecer un resultado más natural y ahorrarse el uso del ecualizador en la pos producción.

Cabe añadir que la calidad del sonido también es favorecida por el aislamiento aportado por la direccionalidad y la recomendación 3:1, ya que ofrecen un mayor control respecto a la tímbrica de cada instrumento.

En el caso de grabar a una orquesta o una banda de alientos, puede aplicarse la técnica de multimicrofoneo por secciones, ya que, suponiendo que se cuente con los recursos para colocar un micrófono por instrumento, ese procedimiento destruye la "pasta" o sonido de conjunto que hace que, por ejemplo, se obtenga un sonido de cuerdas en vez del sonido de varios violines, violas, cellos y contrabajos separados.

En algunos casos es posible apoyar algunos instrumentos, como el arpa, el piano o el solista, con un micrófono individual, con el propósito de que no se pierda, y en el caso del último, de tener un control independiente del timbre del instrumento. Cuando se apoya individualmente un instrumento de la orquesta es importante cuidar tanto la posición del micrófono como sus niveles, para evitar sacarlo de su contexto. Si el micrófono está demasiado cerca o tiene una presencia excesiva, da la impresión de que el instrumento apoyado está más al frente que la orquesta misma, aún cuando el nivel que marcan los

¹⁵¹ Nisbett, 1989: 71

¹⁵² De Elías, en proceso.

medidores de la consola sean menores, dada la proporción de frecuencias agudas a corta distancia.

En la música de cámara es posible utilizar una mezcla entre técnicas estereofónicas que mantengan la sensación natural de espacio y profundidad, y micrófonos individuales que permitan un control independiente de la presencia y el timbre de cada instrumento.

No obstante, donde el uso de las técnicas de multimicrofoneo es más extendido -de hecho casi indispensable-, es en la grabación y sonorización¹⁵³ de la música de tradición popular. El ejemplo más claro es el uso de los micrófonos en la grabación de la batería en diversos géneros populares, ya que se suele colocar un micrófono para cada tambor y en algunos casos, para cada platillo. Esto permite enviar el sonido de cada fuente que constituye la batería a una pista diferente para controlarla de manera independiente. Hay que recordar que aún cuando se trabaja en grabadoras multipistas, todas las pistas son mezcladas a dos canales, y por tanto requieren un gran cuidado en cuanto a su coherencia en fase. Además, mientras mejor aislada está cada fuente, se controla con mayor facilidad.

Otra metodología que facilita el aislamiento es la “ley de ortogonalidad”, que establece las siguientes reglas:

- 1.- Todos los micrófonos empleados en el mismo recinto deben ser orientados en forma paralela y en el mismo sentido, o bien con 90 grados de diferencia, respetando los ejes X, Y y Z.
- 2.- Ningún micrófono debe estar orientado en sentido opuesto a otro, aún cuando se aplique a una fuente distinta¹⁵⁴.

No es difícil imaginar las causas de estas reglas. Por un lado, si se tiene en mente que los micrófonos más adecuados para obtener un aislamiento eficaz son los micrófonos direccionales, se deduce que si se usa cualquier orientación de manera indistinta, es probable que el transductor capte una fuente diferente de aquella que le es asignada. Por otra parte, como ocurre con las dos caras de un micrófono bidireccional, la señal que para un micrófono es positiva, es negativa para un micrófono orientado en sentido opuesto respecto al primero.

No obstante, se puede orientar algún micrófono en sentido opuesto a otros si se invierte su fase eléctricamente, en la consola de mezcla, si cuenta con ese recurso, o bien invirtiendo los polos en el cable del micrófono como se describió anteriormente. Téngase en cuenta que la ley de ortogonalidad no implica que las orientaciones deban ser sólo verticales u horizontales; los tres ejes son relativos a la posición de los micrófonos y no a la tierra, de modo que pueden ser girados a conveniencia, siempre que las diferencias de orientación sean de 90 grados¹⁵⁵.

¹⁵³ Término empleado para referirse a la amplificación de sonidos por medios electrónicos, como conciertos.

¹⁵⁴ Nisbett, 1989: 82

¹⁵⁵ Nisbett, 1989: 87

Por supuesto, las reglas son una herramienta que ayuda a la aplicación de conceptos básicos sin necesidad de ser reorganizados o redescubiertos en cada ocasión; sin embargo si todas las reglas se siguieran rígidamente, sería casi imposible realizar una grabación bajo ciertas circunstancias, o por lo menos las posibilidades serían mucho más restringidas. Por tanto, más importante que las reglas, es tener en cuenta los criterios con que fueron concebidas, para establecer las prioridades adecuadas a cada caso.

El Micrófono estéreo.

Una herramienta que se ha desarrollado para la grabación en condiciones que no puedan implementarse las técnicas anteriores es el micrófono estéreo.

Los micrófonos estéreo están formados por dos capsulas bajo un mismo armazón. La peculiaridad de estos micrófonos, es que una cápsula es capaz de girar con respecto a la otra, de modo que el ángulo que forman ambas cápsulas es ajustable, entre los 90° y 110° generalmente.

Algunos micrófonos estéreo, además, permiten la direccionalidad variable de cada una de las cápsulas de forma independiente. La razón de esto es imitar las técnicas antes descritas, en especial las de pares no coincidentes como la A-B y la ORTF.

La necesidad de desarrollar este micrófono fue la portabilidad para cuando las condiciones no permitían colocar los micrófonos en un lugar específico ya fuera porque el hecho sonoro no permaneciera en un lugar fijo, como en el caso de un desfile, procesión, manifestación o peregrinación; o porque no hubiera condiciones para colocar los micrófonos, como en algunos rituales que se realizan a cielo abierto, en lugares en pendiente, acantilado, en el mar u otro lugar que no permita dejar un micrófono en un solo lugar como sucede en el estudio o la sala de concierto.

El binomio complementario de esto, es la caña extensora o *boom* donde se fija el micrófono para su manipulación, que consiste primordialmente en dirigir, acercar o alejar a conveniencia el micrófono respecto a la fuente sonora.

Por este motivo considero más importante conocer primero las técnicas de microfoneo, entender como se maneja la estereofonía, la fase y la intensidad de la fuente mediante el posicionamiento de uno o más micrófonos, para después simplemente poder manejar un micrófono estéreo con mayor conocimiento de causa y poder explotar más sus capacidades.

Manejo y operación de la mezcladora.

Como se vio con anterioridad, la mezcladora está compuesta por una serie de circuitos y mecanismos que nos permiten agrupar y manipular la señal de audio. Sin embargo la manera en que se describió su funcionamiento no ejemplifica la manera en que puede ser operada, ya que aún al saber como funciona la circuitería no nos explica la manera o maneras en que puede ser explotados todos los recursos de esta máquina.

La manera optima de saber cómo operar este aparato (y cualquier otro) es leyendo el manual de operación, no solamente como primer acercamiento e instalación de la mezcladora, sino también como referencia posterior para alguna operación avanzada, manipulación de la circuitería o reparación que se deba efectuar.

Sin embargo, aún cuando se haya leído el manual, no se tiene una metodología de cómo operar el aparato de una manera funcional y escalonada, ya que la mezcladora es un aparato complejo, en el que se involucran varias secciones, cada una independiente de la otra. Si no se visualiza correctamente el resultado puede ser que simplemente no se escuche la señal que se desea registrar o en el peor de los casos dañar físicamente el equipo, ya sea la mezcladora, la grabadora o los monitores; pues, aunque se trate de voltajes mínimos, estos aparatos no están diseñados para soportar niveles superiores para los que fueron diseñados.

Es por eso que, para tener un criterio de operación del equipo con el que vamos a grabar debemos tener en cuenta dos factores de suma importancia: El flujo de señal y los niveles de intensidad de la señal en sus múltiples etapas.

El flujo de señal en la mezcladora.

Como ya se ha explicado, el flujo de señal comprende la traslación de una onda sonora a corriente eléctrica y cómo se manipula a través de la circuitería para de nuevo convertirse en onda sonora y poder ser escuchada.

También se ha mencionado que la mezcladora esta constituida por varias secciones, en cualquiera de sus dos modalidades generales, y la señal de audio puede atravesar por todas o algunas de ellas. Esta manera de operar la consola tiene el nombre de “asignación” ya que se le determina una ruta definida para poder llegar a una sección en específico y ser monitoreada, registrada o manipulada.

Un ejemplo de asignación elemental es la que se emplea para dirigir la señal que entra desde un micrófono por un canal y sale hacia la grabadora y monitores conjuntamente.

Para ayudar entre todos los controles que están en la mezcladora, se propone una metodología para poder hacer de una manera práctica el proceso anteriormente mencionado.

Primero. Asignar un destino (Salida maestra/*master*, bus *n* o ambos según sea el caso). La señal sonora puede ser asignada directamente a la salida maestra, la cual, la mayoría de las veces esta conectada a una grabadora o a un sistema principal de sonorización (para fines de este trabajo obviaremos como configuración media que la salida maestra esta siempre conectada a una grabadora); generalmente esta señalada como *LR* (Left y Right, izquierda y derecha) o *Master*. La señal de audio también puede ser asignada simultáneamente a otras salidas como los *buses*, que por lo general y para fines de este trabajo así lo entenderemos, están conectados a otra grabadora multipista. Los controles que se encargan de esto son una serie de botones que, según sea el caso, estarán numerados del 1 al 8 ó 16, ó 24, etc., según sea la capacidad de la consola, si es de ocho, dieciséis, veinticuatro, etc., buses. Estos puede estar individualmente o agrupados por pares, 1 y 2, 3 y 4, etc. En este caso el control panorámico (*PAN*) es el que determinará hacia que destino se encausa la señal, hacia la izquierda buses nones (1, 3, 5, etc.) y hacia la derecha buses pares (2, 4, 6, etc.).

Segundo. El nivel de entrada debe establecerse desde un principio (*input level*). Como si de un flujo de agua se tratase, el nivel de entrada es igual a una llave que puede regular la intensidad del sonido (presión del líquido), que para que fluya, debe estar abierta de antemano.

El control que realiza esta acción se le denomina potenciómetro deslizable o *fader*. La razón de esto es diferenciarlo de una manera tan notoria para poder manipularlo rápidamente en caso de un incremento o disminución brusca de la intensidad de la señal que pueda dañar el equipo o hacer que se pierda.

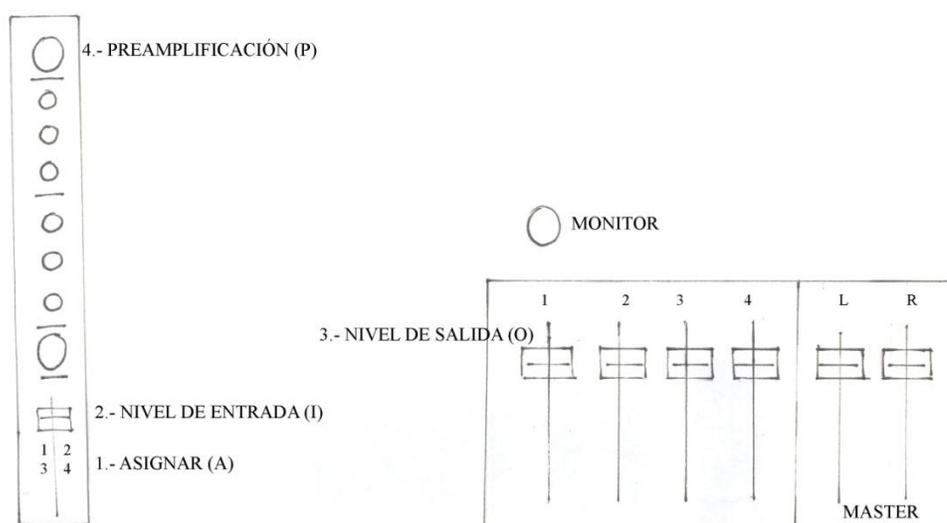
La numeración que tiene este potenciómetro no corresponde al rango real en decibeles, vatios, watts u otra unidad de potencia. En realidad es una escala arbitraria y que tiene una zona media llamada “sombreada” que es aproximadamente el promedio de la intensidad que puede manejar el potenciómetro respecto del aparato. Este promedio es una media estándar en donde se maneja la mayoría de las intensidades de las fuentes sonoras a mezclar para registrarse posteriormente. Por eso, al inicio al asignarse el flujo de corriente el *fader* se coloca en la zona “sombreada”.

Tercero. Así como hay un nivel de entrada hay un nivel de intensidad para medir cómo el sonido va a salir del sistema de la mezcladora. El nivel de salida, al igual que el nivel de entrada, es controlado por un *fader*, y se ubica, al inicio de la asignación en la zona sombreada. Durante el desarrollo de la grabación la posición del *fader* puede variar y con esto la intensidad de salida. Tanto los niveles de entrada y salida no son absolutos e inamovibles.

Cuarto. Se establece un nivel de pre amplificación, *gain*, ganancia en los términos coloquiales de la ingeniería en audio; al canal de la fuente sonora. Que en realidad no esta ligado al nivel de entrada, es decir, la pre amplificación se utiliza para reforzar la intensidad propia de la señal original, antes de pasar por las demás secciones de la mezcladora, incluso antes del nivel de entrada. Cabe señalar que las señales provenientes de micrófonos o fuentes sonoras débiles necesitan de este recurso. Las señales provenientes de instrumentos como teclados, sintetizadores, grabadoras u otras fuentes dentro de la denominación línea (*line*) no necesitan de pre amplificación, ya que lo tienen integrado. El agregar “ganancia” a

estas fuentes sonoras puede generar distorsión armónica que eventualmente dañará al equipo si la saturación es muy alta.

Quinto. Por último, hay que determinar que paso de la mezcladora queremos escuchar y a que intensidad. La mayoría de las mezcladoras pueden determinar si se escucha la señal sonora desde que entra a ésta, antes o después de ecualizarse, o, desde el regreso de la grabadora, que es la señal como ha quedado registrada, y es también la que más se recomienda monitorear; ya que es el parámetro real de cómo ha quedado el registro y si cumple con los estándares de calidad que se han considerado. El monitoreo en si es tema de especialidades en otros rubros de la ingeniería en audio, como la sonorización en vivo. En la grabación también tiene tal importancia ya que se puede determinar si la señal que se está registrando no cumple con los cánones de calidad sugeridos y en que punto del flujo de señal esta el problema, y así idear su solución.



Las mezcladoras también tienen otros recursos para variar el flujo de señal como los envíos y retornos hacia aparatos periféricos o puntos de inserción entre los canales. Su comprensión y funcionamiento no son fines de este trabajo, ya que competen más a grabación de estudio que de un equipo de campo, básico y portátil, como se comentará más adelante y por lo tanto no serán explicados.

Manejo y operación de las grabadoras.

A continuación se mencionaran algunos de los aspectos operacionales de las grabadoras para registrar una señal sonora en algún soporte ya sea analógico o digital.

Al igual que con las mezcladoras, la mejor manera de conocer todos los recursos y limitaciones que tiene el aparato en cuestión, es leer previamente el manual de usuario, donde se observarán las características propias de la máquina que se va a manipular, ya que cada una de ellas, incluso provenientes del mismo fabricante, podrían tener semejanzas en su funcionamiento, pero pequeños detalles en ocasiones, imposibilitan su apropiada operación, algún control que no existe físicamente de un modelo a otro, o que su apariencia cambie, o su función sea diferente entre modelos contemporáneos, por citar un ejemplo.

Como punto crucial en el flujo de señal, en realidad el manejo de la grabadora es muy simple, ya que se trata de un aparato que sus parámetros se fijan antes de iniciar el registro sonoro, como la velocidad de arrastre de la cinta y el sistema de reducción de ruido en el caso de las grabadoras analógicas, o la frecuencia de *sampleo* en el caso de las digitales.

Grabadoras analógicas.

La selección de la velocidad en las grabadoras no es algo casual o de menor importancia. Existen razones tanto físicas como acústicas para tener tres velocidades. Una conversación, charla, locución, declamación o cualquier otro medio de la palabra hablada no requiere de tanta fidelidad en su registro como una interpretación musical, y en ocasiones la locución puede ocupar de mayor espacio para su registro que una interpretación musical.

Por esta razón se tomó como criterio que las velocidades lentas ($3^{3/4}$ ppm) se designarían para las conversaciones, charlas, entrevistas y otras expresiones de la palabra hablada, y que las frecuencias fundamentales de la voz humana se ubican entre los 80hz y 1khz; y así se utiliza menos cinta; mientras que el registro de música utilizaría velocidades rápidas (15 ppm) por su mejor respuesta en frecuencias. Las velocidades medias ($7^{1/2}$ ppm) se utilizan con un criterio que medie entre las dos anteriores, por ejemplo una grabación de un recital donde hay que empatar el rendimiento de la cinta con la respuesta en frecuencia¹⁵⁶.

Este criterio es muy pertinente en la grabación de campo, aunque la velocidad no es un parámetro que se fije permanentemente en la grabadora, se pueden ocupar distintas cintas a distintas velocidades dependiendo de las necesidades específicas de cada registro. Por ejemplo, las entrevistas, historias de vida, discursos y charlas entre otros, pueden estar registrados en una o varias cintas a velocidad lenta. Los ejemplos musicales en otras cintas a velocidades altas, y todas grabadas en la misma máquina.

Sin embargo hay que tener cuidado de no cambiar la velocidad de grabación durante el registro ya que puede provocar una distorsión de dicho registro, y en el caso de registro

¹⁵⁶ Cuenca, 1997: 98

musical puede que el ejemplo en concreto no sea aprovechable en lo absoluto. Por esta razón la velocidad debe ser seleccionada antes de empezar el registro, tomando en cuenta las características propias del hecho sonoro en cuestión.

La manera en que se activan las cabezas de grabación para registrar el sonido en las grabadoras analógicas, es en el mismo orden en que están ubicadas en el aparato. Es decir, no se trata simplemente de oprimir uno o dos botones para que la máquina funcione. En las grabadoras de carrete abierto y en algunas de casete hay que activar las cabezas en el mismo orden en que se arrastra la cinta (*ERP, erase, record, play*; borrado, grabado y reproducción). Primero hay que oprimir el botón de *REC. (record)*, el cual activará la cabeza de borrado y la cabeza de grabación, posteriormente y sosteniendo al primer botón, se deberá oprimir el botón de *PLAY*, con lo que se activarán la cabeza que reproducirá el sonido ya impreso en la cinta y al motor de arrastre a la velocidad seleccionada.



Este procedimiento se ha obviado en algunos sistemas semiprofesionales de casete donde al oprimir el botón de grabación el botón de reproducción se activa automáticamente. En otros sistemas más domésticos, los dos botones deben ser oprimidos de manera simultánea.

La pertinencia de explicar el funcionamiento de equipos como este en un momento en que han comenzado a ser desplazados, se por que la metodología con los sistemas digitales se ha conservado de manera íntegra.

Grabadoras digitales.

En la actualidad existen dos formatos principales de grabadoras digitales. Las grabadoras que tienen una forma física y que utilizan cinta, discos magnéticos u otro soporte para registrar el sonido, y programas computacionales que registran el sonido en forma de información directamente en el disco duro de una computadora.

Como ejemplos del formato de grabadoras físicas mencionaré al *DAT (Digital Audio Tape)*, que se colocó como uno de los formatos más populares para el registro de audio para diversos propósitos como producción musical, radio, TV entre otros.



El minidisco (MD, disco miniatura) es un formato semiprofesional que almacena el sonido digitalizado utilizando grabación magneto óptica, que aunque ha sido cuestionado por su *códec*¹⁵⁷ en comprimir el rango de frecuencias, utiliza la misma tasa de muestreo que un disco compacto, 44.1khz a 16b.



Como ejemplos de programas para grabación y edición de audio en computadora, se mencionarán Pro-tools y Cubase como plataformas multifuncionales en las que se puede trabajar en estéreo, multipistas y audio contra video entre algunas de sus funciones. Y como masterizadores a dos tracks nombraremos a Soundforge y a Peak, los cuales pueden convertir al formato o códec que se necesite para integrar un registro en un producto completo como un álbum de larga duración.

Ambos formatos, físicos y programas, hay que recordar, transforman el sonido en código binario para posteriormente almacenarlo y manipularlo por otros medios.

En ese sentido, la velocidad de arrastre de la cinta ya no tiene la misma función en las grabadoras digitales, y básicamente desaparece, reemplazando esta función con la tasa de frecuencia de muestreo. El consenso para esta tasa es la que se emplea en la masterización del disco compacto (CD), que es de 44.1khz a 16b. Por su puesto se pueden seleccionar y

¹⁵⁷ Ver página 68.

utilizar otras tasas de muestreo dependiendo de la finalidad del soporte y su utilización ya sea en radio, TV, internet, multimedia, etc.¹⁵⁸.

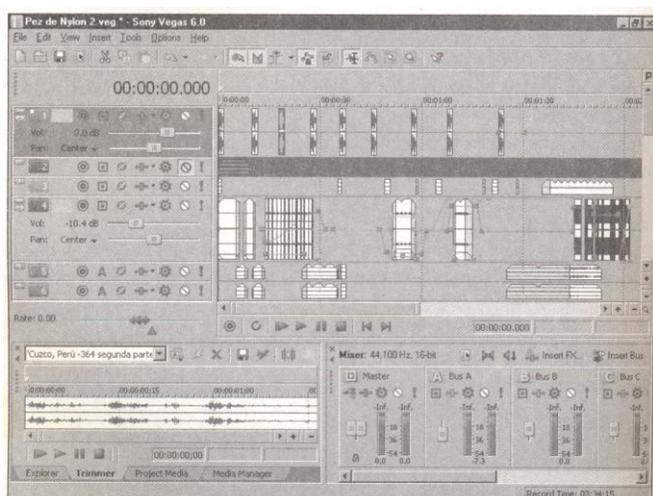
Sin importar que se trate de una grabadora analógica, digital o de un programa computacional, la grabación y producción musical, así como la radiodifusión ha adoptado tres maneras de registrar el sonido: monoaural, estéreo y multipista.

Postproducción.

Esta etapa se refiere al proceso de mezclar, editar y masterizar, es decir se realiza el armado del producto final. Es la fase de selección del material en bruto, de ajustes de niveles y de retoque de las tomas logradas durante la grabación, en la que se agregan o aplican efectos especiales a las piezas creadas, se procesa el sonido, se ensamblan las partes y se mezcla todo el material, a partir del cual se obtiene la copia maestra que se reproduce en los soportes o formatos para su difusión. En ocasiones, las etapas de grabación y postproducción pueden superponerse y sus límites tornarse difusos, debido a que muchas veces algunas de los procedimientos propios de la postproducción pueden comenzar a ser aplicados en la etapa anterior.

Mezcla.

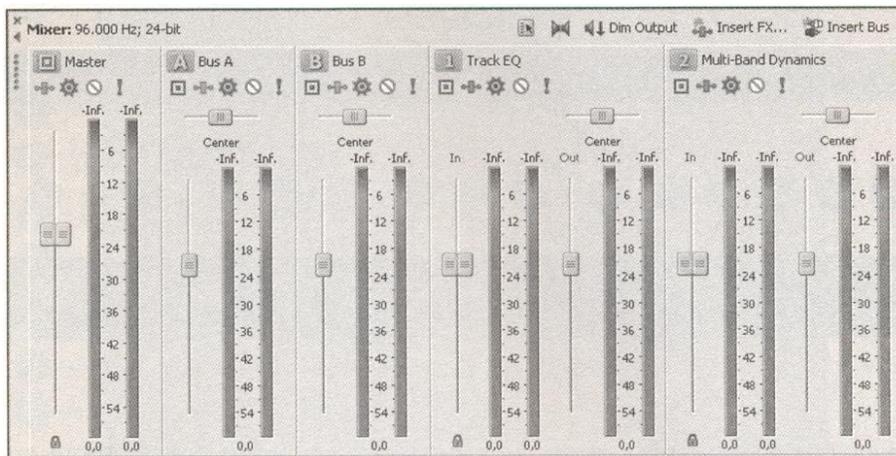
La mezcla de música con herramientas digitales, al igual que los procesos descritos antes, es herencia de decenas de conceptos originados cuando sólo se trabajaba con sistemas analógicos. De hecho, algunas de las interfaces de varios de los programas multipistas actuales tienen muchas veces un aspecto semejante al de una consola física: un panel con varias barras verticales, con los controles de cada canal, los grupos de *master*, entradas, salidas, etc.¹⁵⁹



Interface de un programa multipistas

¹⁵⁸ Cuenca, 1997: 104

¹⁵⁹ Bas, 2005: 31



Mezclador de un programa multipistas

Durante el proceso de mezcla se combinan las tomas seleccionadas para que entre todas conformen una unidad, que es la pieza musical o banda sonora terminada. En este proceso, básicamente se hacen ajustes en los niveles de intensidad particulares de cada instrumento o fuente; en el nivel de intensidad de cada canal, de los grupos, de los envíos de los efectos y del nivel general. En esta parte se determina, también, la ubicación espacial de cada instrumento en el campo estereofónico o según el sistema de sonido envolvente con el que se este trabajando. Además, se aplican efectos y procesadores para mejorar la realización. Se trata de lograr que con todos los procedimientos pertinentes se consiga el equilibrio que cada pieza necesita tener, según el criterio de su autor o productor artístico.

El cambio práctico de gran impacto en el trabajo con sonido que introdujeron las actuales técnicas digitales, es poder tener una visión global de la música y los sonidos a lo largo de una línea de tiempo a través de la pantalla de un monitor de una computadora. La ventaja de poder ver de manera virtual el sonido -haciendo tangible lo intangible-, permite acceder en cualquier momento a cualquier punto de una grabación o realizar cambios sin tener que alterar el material original. Implica una forma diferente de percibir, entender y aprender la forma, los espacios, las duraciones de la música, con el consecuente impacto en la creación y la producción de música. Cuando comienza a sonar una grabación, de un solo vistazo se puede tener una idea cabal de todas sus proporciones formales si se hace el ajuste correcto para ver el archivo completo en la pantalla de la computadora. Es muy sencillo, de ese modo, comparar las proporciones entre una estrofa y un estribillo, sencillamente viendo su tamaño en una pantalla. Inclusive es posible sacar conclusiones, para el ojo entrenado, acerca de aspectos como la dinámica, las intensidades, la densidad sonora de cada una de las partes, los espacios de silencio, tipos de ataques o caídas.

Si se está trabajando en la mezcla de una grabación multipistas, lo dicho se hace extensivo a las diversas relaciones que se establecen entre todas ellas. Frente a un tema completo que se ve de principio a fin en el monitor, se puede prever de un vistazo lo que ocurrirá a lo largo del tiempo sin necesidad de que fluya. Además, de este modo la música evoluciona especialmente de izquierda a derecha sobre una línea de tiempo. Con medios analógicos, estas percepciones no son en absoluto así, ni tampoco tan precisas. El tamaño del carrete de

una cinta magnética solamente puede llegar a sugerirnos algo acerca de la duración de la grabación, pero debemos esperar a que el tiempo trascorra y que la música fluya para conocer exactamente su tamaño, forma y proporciones.

Edición.

En el vocabulario empleado por los ingenieros de audio, productores artísticos y ejecutivos, el significado de la palabra edición es el de montaje o compaginación, en el sentido de combinar las diversas partes de un todo. Se refiere a la etapa de un trabajo en la que, con el propósito de asentarla en cualquier tipo de soporte para su reproducción y difusión, se llevan a cabo todos los ajustes y diversos tratamientos sobre el material en bruto obtenido con anterioridad, hasta lograr darle forma definitiva a una obra, composición o a cualquier producto sonoro o audiovisual. Esta acción de editar la efectúa un editor, que no es necesariamente –rara vez lo es- el autor de la obra, siguiendo pautas y pasos preestablecidos para cada proyecto. En la producción musical, estas tareas las realiza el ingeniero o técnico de sonido.

El editor es, por lo tanto, quien realiza la edición, la persona que asume la responsabilidad de lo publicado, independientemente de que sea o no su autor. Quien se hace cargo de este papel habitualmente tiene a su cargo la facultad de introducir modificaciones en la obra, en su forma o contenido, que no cambien en forma sustancial su espíritu o carácter, con el propósito de obtener una mayor adecuación de la obra a un contexto determinado. En la producción musical, esta facultad la tiene el productor artístico.

Se edita durante la etapa de postproducción, y durante la edición se llevan a cabo los ajustes pertinentes a las diversas piezas o elementos que forman parte de la composición obtenidas en la grabación, y se elaboran su compaginación y mezcla. También en esta etapa, se aplican efectos especiales y diversos tipos de procesamientos.

En el caso específico de la edición de sonido, puede tratarse tanto de producciones en las que, ciertamente, existe la necesidad de integrar y articular los lenguajes sonoros y visuales en una misma creación. El encargado de editar el sonido, según el fin que tenga cada grabación, responde a los criterios de trabajo planteados para cada producción, colabora con el productor, el compositor y/o el director y aporta soluciones creativas y eficaces para cada circunstancia.

Masterización.

Es la etapa en la que se terminan los últimos retoques para obtener la *copia maestra* (*master*), con la cual la obra podrá ser replicada para su distribución. La masterización tiene lugar una vez finalizada la mezcla, cuando se hacen los últimos ajustes de ecualización y de dinámica (normalizar, expandir, limitar, comprimir) a escala general de toda la pieza o de un conjunto de piezas que van a estar alojadas en un mismo soporte, como un disco compacto. El resultado es que el producto final tenga saltos de nivel abruptos y usualmente

se busca lograr una cierta homogeneidad sonora. En general, cuantos menos procesos haya que hacer en la masterización se deberá a un buen trabajo en las etapas precedentes.¹⁶⁰

En esta etapa final se decide que formato presentará el producto acabado. Los formatos más comunes son los que a continuación enumeraré, hay que hacer notar que los *códecs*¹⁶¹ empleados en el sonido digital pueden ser utilizados combinándose con estos formatos, el más común de estos es que una grabación estéreo se codifique como audio digital (AIFF o WAVE) o su compresión MP3.

La grabación monoaural.

El sonido monoaural (o en disposición 1.0, abreviado frecuentemente como mono) es el sonido que sólo está definido por un canal (ya sea una grabación captada con un solo micrófono o bien una mezcla final) y que origina un sonido semejante al escuchado con un solo oído¹⁶².

El sonido monoaural carece de la sensación espacial que proporciona la audición estereofónica.

Nos referimos a este término cuando tenemos un registro sonoro que no tiene ninguna diferencia para alguno de los oídos, derecho o izquierdo. Originalmente era el estándar común en los inicios de la grabación y de la transmisión de radio, ya que no se había desarrollado la tecnología que permitiera empatar dos señales de audio en la misma reproducción o transmitir las por amplitud modulada (AM).

Posteriormente, con las innovaciones tecnológicas necesarias para subsanar las deficiencias anteriores, la grabación monoaural quedó relegada a aplicaciones más prácticas, como las grabaciones de conversaciones en los medios masivos de comunicación; entrevistas, pláticas y debates entre personas y narraciones, de historias o eventos relevantes han sido registrados en este formato, ya que no requieren de una fidelidad como en el caso de la interpretación musical, basta con distinguir el discurso del locutor para entender el contenido¹⁶³.

¹⁶⁰ Bas, 2005: 33

¹⁶¹ P. 68

¹⁶² Cuenca, 1997: 115

¹⁶³ Otra aplicación que tiene este formato es la de registrar conversaciones entre la tripulación de una aeronave con el fin de que, en caso de una tragedia poder investigar si hubo responsabilidad de la tripulación o de una falla mecánica. El sistema que se utiliza para registrar esto es de hecho uno de los sistemas de registro magnetofónicos que data de 1911; pero al ser un sistema muy sencillo y durable se ha mantenido en servicio como pieza fundamental de las famosas “cajas negras”, al poder registrar conversaciones de muy larga duración (un vuelo comercial trasatlántico puede durar 6 ó 7 hrs.) en poco espacio y con gran resistencia a los elementos.

En la cinta magnetofónica, el registro en modo monoaural ocupa todo el ancho de la cinta. Esto permite que todas las partículas de la emulsión férrica registren la impresión de la onda sonora proporcionándole la fidelidad necesaria para poder reconocer las frecuencias, ataques, timbres y otros envolventes propios de la voz humana, para la cual, en la mayoría de los situaciones se emplea este formato.

Debido a que la mayoría de las grabadoras de cinta se comenzaron a fabricar después del desarrollo de la estereofonía, y su función primaria era ésta, algunos aparatos carecen de este formato, y otros tienen incorporados interruptores que seleccionan entre mono y estéreo, haciendo que las cabezas de grabación induzcan el mismo nivel de voltaje para aprovechar todo el ancho de banda.

Otros aparatos como las mezcladoras, que tienen entradas estéreo, recurren a un convencionalismo que se denomina “L (mono)”, y que al conectarse sin su par derecho (R en inglés) envía una señal del mismo nivel y panorámica (PAN) a ambos canales de la circuitería.

En la tecnología digital, la grabación monoaural sigue siendo utilizada para diversos propósitos y, como veremos, es en realidad la base de la lógica de la grabación digital.

En los sistemas de informática, recordemos, lo que en realidad manejamos es datos en código binario almacenados en dispositivos electrónicos, agrupados en bancos de datos llamados archivos. Estos tienen diferentes características dependiendo de su constitución, aunque básicamente todo se relaciona con el tamaño y protocolo de los paquetes de datos que componen un archivo.

En los *códecs* de audio, aquellos que tengan formato monoaural, funcionan de manera tal que sólo registran una onda sonora y la reproducen al mismo nivel para ambas salidas de los reproductores; parecido al funcionamiento de “L (mono)” de algunas mezcladoras. Así también, al codificar una onda y no dos, el tamaño del archivo disminuye, haciendo a este formato, que al combinarse con un códec de compresión como el mp3, se obtiene un archivo de poco tamaño ideal para almacenar programas de radio en la internet, por citar un ejemplo; aunque también son utilizados los formatos en estéreo.

La grabación estéreo.

Para resolver la sincronización de dos registros sonoros y así obtener las sensaciones espaciales propias de la psicoacústica, en lugar de reproducir dos grabaciones monoaurales se optó por dividir a la cinta magnética en dos para que se registraran ambas señales (izquierda y derecha) en la misma cinta y así evitar la sincronización de dos máquinas¹⁶⁴.

La grabación estéreo puede ser el resultado de un proceso de producción musical en la que intervengan varias fuentes de sonido mezcladas al final en este formato o puede ser el registro de primera mano de un hecho sonoro. La decisión para que este formato sea el

¹⁶⁴ Borwick, 1994: 253

estándar de las producciones musicales como producto terminado se debe a la facilidad que representa para la industria que con simplemente dos bocinas se puedan recrear la mayoría de las sensaciones psicoacústicas que percibe el oído humano, aunque desde la década de los años sesenta se han hecho intentos de recrear las sensaciones “envolventes”, como los sistemas cuadrafónicos (4.0); consiste en cuatro salidas: L y R delanteras y otras L y R traseras. O los sistemas utilizados en las actuales salas de cine comercial y domésticos “surround 5.1”, que tienen una disposición de una señal central, dos estéreo delanteras, dos estéreo traseras y una para las frecuencias graves (*boofers*)¹⁶⁵.

La decisión para escoger entre el formato estéreo y envolvente 5.1 se toma considerando que la reproducción musical imita a la audición en un auditorio, cualquiera que sea el tipo, sala de conciertos o estadio deportivo; y los géneros multimedia como el cine tratan de imitar el realismo de la audición natural, es decir de una manera omnidireccional.

Cuando se graba en formato estéreo de primera mano, hay que tener cuidado de que las fases del registro sonoro coincidan al colocar correctamente los micrófonos, ya que de tener un micrófono mal posicionado provocará un fuera de fase¹⁶⁶ resultando en pérdida de la intensidad en alguna de las dos señales o en ambas.

Si el formato estéreo es el resultado final de una producción y postproducción, el equilibrio entre las intensidades y las ubicaciones panorámicas es lo que genera el efecto de espacialidad que se quiera obtener.

En la tecnología digital, la grabación estéreo en realidad son dos archivos que se reproducen de manera simultánea, es decir, en un solo archivo la computadora almacena dos paquetes de datos, uno para el canal derecho y otro para el canal izquierdo, que pueden estar vinculados, divididos o ser dos archivos independientes que dependiendo de la plataforma se reproducen al mismo tiempo. En algunos casos, cuando la digitalización se ha llevado a cabo de manera deficiente, los registros de audio de cada canal pueden salirse de fase, esto se debe más a un error en la programación de la plataforma o programa que a las técnicas de grabación empleadas.

La grabación multipistas.

La grabación multipista es un método, más que un formato, que permite registrar múltiples fuentes sonoras por separado y en distintos momentos para luego unirlos y formar un todo. Es la forma más común de grabar música en la actualidad. Esta metodología solo se explicará de manera breve ya que compete más a la grabación en estudio.

¹⁶⁵ Bas, 2005: 272

¹⁶⁶ Para fines prácticos entenderemos que fase es cuando dos ondas sonoras coinciden en sus crestas y valles y fuera de fase es cuando dos ondas sonoras no coinciden en sus crestas y valles provocando una cancelación del sonido en las zonas desincronizadas.

A partir del principio de división de la cinta para el formato estéreo, con el desarrollo de las tecnologías para la grabación, se innovaron cabezas tanto de grabación como de reproducción que pudieran independizarse y aislar la señal de audio que se les asignara, pudiendo entonces un solo músico ejecutar distintas partes de la composición musical en diferentes momentos o que todos los músicos involucrados grabasen en forma consecutiva y no al mismo tiempo. De esta manera se obtenía un registro sonoro en el que las partes de la pieza musical se pueden manipular de manera independiente y equilibrarlas de varias maneras. Este es el sentido real de la postproducción, donde los actores responsables del producto final pueden realizar distintas versiones y propuestas del hecho sonoro (interpretación musical) final.

Las plataformas de informática para la producción musical trabajan de una manera distinta a como lo hacen las grabadoras, analógicas o digitales, puesto que no tienen la limitación física de la cinta y utilizan la capacidad del dispositivo de almacenamiento de datos (comúnmente el llamado disco duro), por principio pueden tener un número ilimitado de pistas para registrar el sonido de distintas fuentes. Las grabadoras por lo general solo pueden grabar 4, 8 o 16 pistas y sincronizarse con otra grabadora para aumentar el número de pistas¹⁶⁷.

Otra diferencia notable es que las pistas en las grabadoras, registran la señal en formato monoaural, es decir, una o más fuentes sonoras se mezclan en una pista sin diferencia entre izquierdo y derecho. Si se necesita grabar alguna fuente sonora que tenga diferencia entre su señal izquierda y derecha (estéreo) como un sintetizador, generador de tonos o un piano microfoneado con una técnica par estéreo, se deberán emplear dos pistas y ajustar la panorámica para obtener el efecto deseado. En el caso de los programas computacionales, en realidad se trabaja con varios archivos de audio a la vez, pudiendo éstos tener el formato de mono o estéreo y así utilizar una pista para señales monoaurales y otra para las señales estereofónicas; donde el hipotético sintetizador ocupara solo una pista estéreo y no dos mono.

Actualmente con el uso de computadoras personales portátiles (laptop), la grabación multipista se ha incorporado a la grabación de campo en la musicología, etnomusicología y antropología entre otras disciplinas. La decisión para determinar que formato o metodología (monoaural, estéreo o multipista) a emplear se ha abierto y el registro sonoro puede ahora aprovecharse casi con capacidades que sólo la imaginación pone el límite. Y ésta es quizá la herramienta más útil para registrar un patrimonio intangible, dándonos la oportunidad de acercarnos al entendimiento de la expresión humana que algunas sociedades llaman música.

¹⁶⁷ Bas, 2005: 270

5.- Aplicación de Técnicas de grabación.

A continuación expondré tres situaciones de grabaciones en las que se aplicaron algunas de las técnicas descritas en el capítulo anterior.

Estos tres ejemplos los describiré en las etapas, pre producción, grabación y pos producción y cómo se adaptaron las técnicas citadas ante la contingencia que presentaron cada una de las grabaciones.

Las dos primeras se llevaron a cabo en recintos diseñados para controlar y aprovechar la acústica.

La tercera es una situación en un lugar al aire libre, donde no hay control de la acústica.

Situación 1.-

Observación.

Lugar: Sala Xochipilli, ENM. Xicoténcatl no. 126 col. El Carmen Coyoacán, México DF,

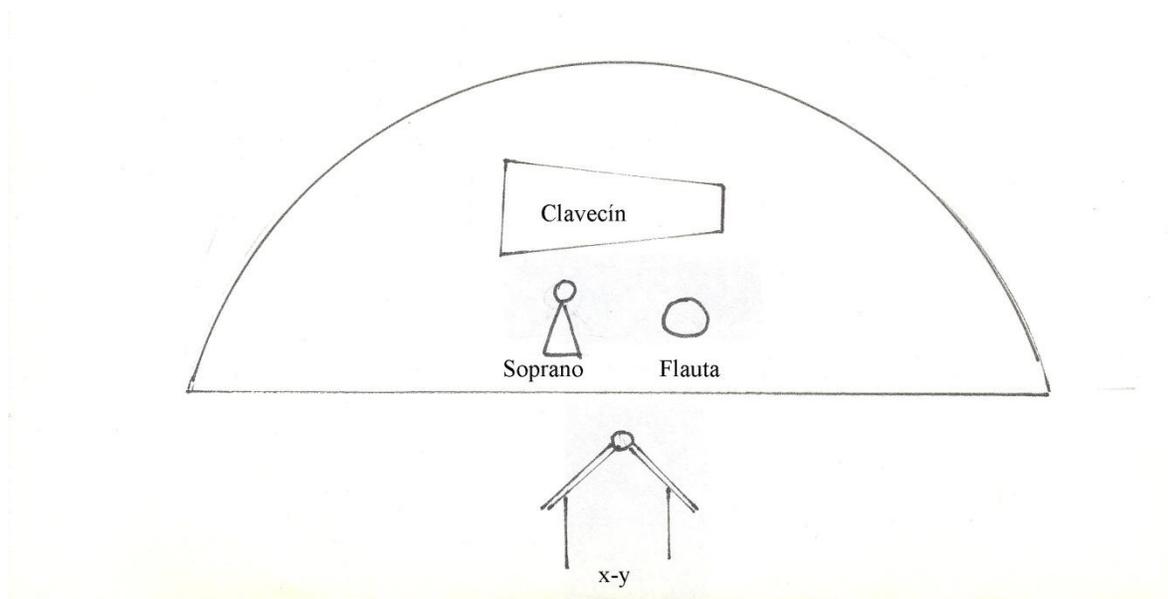
Esta sala esta diseñada para responder con una acústica rica en armónicos y resonancia, a la emisión de sonido que se genera en el escenario y se dirija hacia el auditorio donde se encuentra el público.

La sala ha sido reacondicionada y modificada en varios aspectos: originalmente, a la mitad de donde ahora se encuentra el escenario había un foso para colocar a una orquesta de cámara que acompañara en la puesta en escena de una ópera. Este foso tapado crea una caja de resonancia que afecta al registro sonoro ya que amplifica los pasos de los músicos sobre el escenario.

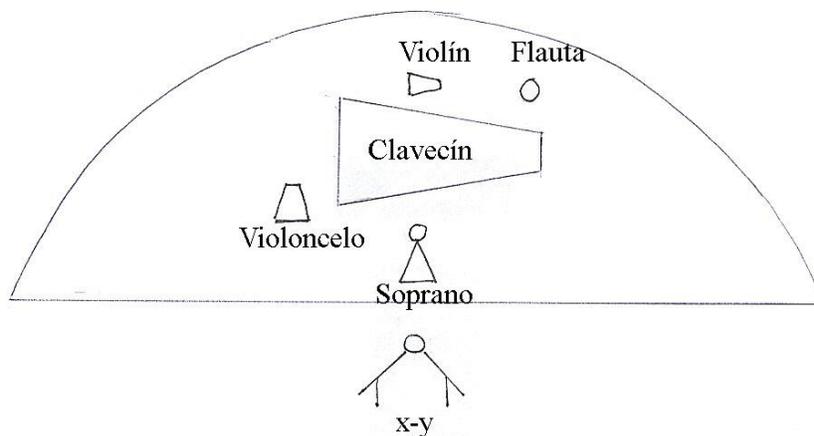
Las paredes de la sala han sido cubiertas por material acústicamente aislante de madera, anteriormente se encontraban desnudas y la resonancia se inclinaba hacia las frecuencias agudas, además de tener un eco muy persistente.

El hecho sonoro a registrar fué un recital en vivo, donde se interpretarían dos cantatas y una sonata de Alesandro Scarlatti. La pre producción consistió principalmente en observar la ubicación de la dotación instrumental. En la primera parte del programa se interpretarían una cantata de Scarlatti para soprano, flauta y clave, seguido de una sonata para flauta y clave. La segunda parte del programa se interpretaría otra cantata de Scarlatti para soprano, flauta y bajo continuo.

El ensamble estaba dispuesto con el clavecín al centro del escenario, en la primera parte del recital la soprano y la flauta frente al clave.



En la segunda parte del recital, con el clave al centro, un cello barroco al lado izquierdo, un violín atrás del clave, la flauta atrás y a la derecha del clave y frente a éste la soprano.



Esta disposición por si misma presenta a los emisores de sonido en planos. En el primer caso, la ubicación de la soprano y la flauta tienen mayor presencia que el clavecín.

Planteamiento.

Equipo empleado: 1 micrófono Shure sm 57 y un sm 58, cables XLR, consola Mackie 1402, cables "y" (plug 1/8 estéreo - RCA), pc laptop ACER 5050.

La técnica aplicada para la grabación de este ensamble en concierto en vivo, fue par estéreo coincidente "X, Y"¹⁶⁸ posicionada al centro del ensamble y no de la sala, ya que los intérpretes se colocaron ligeramente hacia el lado izquierdo. Los micrófonos con los que se aplicó esta técnica fueron dinámicos cardiodes modelos sm57 y sm58 de la marca Shure, que tienen una reputación de confiables y resistentes por su historial a nivel mundial. Escogí esta técnica porque el ensamble estaba dispuesto de una manera compacta al centro del escenario. Debido a las características de esta técnica, es idónea para el registro de las cualidades tímbricas del ensamble y su posición, así como para recrear la estereofonía de la imagen sonora original.

Aplicación.

Si bien la medición de los niveles de intensidad y ecualización es parte de la preproducción, los tiempos para cumplir con el programa presentaron una contingencia que no permitió medir estos niveles sino hasta el inicio del recital. La posición de los micrófonos que se planteo a partir de la observación del hecho sonoro, permitió que la grabación se adaptara a los tiempos de los intérpretes y que el inicio del registro no perdiera detalle por carecer de intensidad o que ésta fuera excesiva y saturara la capacidad del equipo, distorsionando así el registro.

Durante la primera parte del concierto, ambos niveles se manejaron de forma simétrica. Cortando los agudos, acentuando los medios y reforzando los graves.

Para la segunda parte del concierto, debido a la inserción del cello y el violín, los niveles de cada micrófono ya no se manejaron de manera sincrónica. Así, el nivel del micrófono izquierdo tiene una ecualización con menos graves y menor intensidad que su par derecho.

Resultado:

Se puede apreciar en este registro de audio, que la soprano es la fuente sonora principal y esa cualidad es conservada en la grabación, en segundo plano está el clavecín y los demás instrumentos que integran el ensamble. La resonancia de la sala también es recogida por la posición de los micrófonos pero en una proporción balanceada con respecto a la fuente emisora, a comparación de la muestra de control¹⁶⁹.

¹⁶⁸ Ver capítulo IV

¹⁶⁹ Ver video en CD anexo.

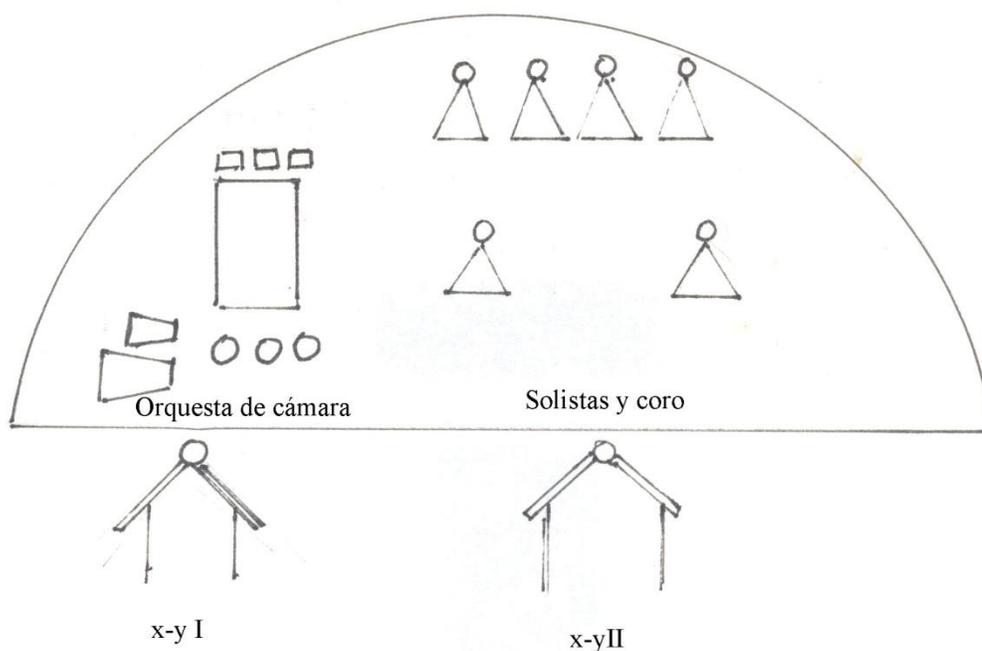
Situación 2.-

Observación.

Lugar: Sala Xochipilli, ENM. Xicotécatl no. 126 col. El Carmen Coyoacán,

México DF,

El segundo ejemplo que expongo es la grabación de un concierto en vivo de la ópera “El Paraíso de los Gatos” de Vladimir Kojoucharov para narradora, cantantes solistas, coro de niños y orquesta de cámara. Esta última se encontraba a un costado del escenario, la acción de los solistas y el coro se llevaría a cabo en el espacio restante.



Al referirnos a la acción de los protagonistas en el escenario, hay que tomar en cuenta que las fuentes sonoras, en este caso los cantantes, se van a mover y su distancia con respecto a los micrófonos no será la misma durante el desarrollo de la puesta en escena, pudiendo influir dicha movilidad en el registro que se lleve a cabo. Debido a que este ensamble ocupaba todo el escenario e incluso algunas partes de los pasillos y la primera fila de butacas, la disposición de una sola técnica de grabación es insuficiente.

Planteamiento.

Se tienen dos opciones para la colocación de los micrófonos. Una opción es una técnica que abarque todo el escenario como en el caso de una técnica como la DECCA 4. La otra

opción es tener dos sistemas coincidentes y separados; uno para la orquesta de cámara y otro para la acción escénica, y mezclarlos en la consola a tiempo real para quedar así registrados.

La técnica que escogí para este registro fue la segunda opción, dos sistemas par coincidentes X, Y para mezclarlos en tiempo real y registrarlos. Esta decisión se debió más a razones estéticas que acústicas, ya que además de grabarse el sonido para la producción de un disco, el evento se filmaría y el sonido sería también utilizado para la banda sonora del video; por este motivo decidí por dos sistemas X, Y en lugar de un DECCA 4 ya que los micrófonos empleados para la orquesta de cámara no interferían en el espacio visual de la filmación, y los empleados para el resto de la acción escénica se colocaron un metro más de lo que acostumbro y unos 40 cms o más bien al nivel de mi estatura (1.75 m) como altura mínima para que los micrófonos pudieran emular la posición de mis oídos, y también si se colocaran por debajo de ese nivel el sonido que comenzarían a registrar sería el de los zapatos haciendo sonidos con el piso.

Como se trata de una escenificación cuyo principal eje de atención es hacia el público asistente, el mismo sonido es dirigido hacia donde estaban los micrófonos que registrarían la acción del tablado.

Equipo empleado: 1 micrófono Shure sm 57 y un sm 58, 2 micrófonos Shure PG 58, cables XLR, consola Mackie 1402, cables "y" (plug 1/8 estéreo - RCA), PC laptop ACER 5050.

Aplicación.

Como se ha dicho con anterioridad, la dificultad de esta grabación era mezclar de una manera en que se pudiera distinguir las melodías vocales de los acompañamientos instrumentales, y destacar las partes de solistas, cuando sucedieran, de los instrumentos de la pasta de coro, que por cierto, al ser un coro conformado en su mayoría por niñas de edades muy jóvenes (13 y 19 años) tiene un timbre muy particular, tendiendo hacia las frecuencias agudas.

Durante el desarrollo de la puesta en escena, en algunas ocasiones tuve la dificultad de nivelar la intensidad de la emisión sonora de la narradora con la orquesta (dificultad que no se hubiera presentado si se instala una DECCA 4). En otra parte de la ópera tanto por la pasta instrumental que el compositor emplea para una de las escenas culminantes el equilibrio sonoro se da de una manera muy natural, además de la distribución que se escogió por parte del director de escena y coreógrafo, ubicando al coro atrás de los solistas y la orquesta a un costado.

En una de las escenas finales sucedió lo contrario, un solo de percusiones disparó todos los niveles y saturó una parte del registro ocasionando una ligera distorsión armónica.

Situación que se soluciona simplemente con bajar el nivel de intensidad de la mezcla maestra.

Resultado.

De esta manera, el registro que se obtuvo tiene el equilibrio entre los emisores, que a pesar de su posición entre ellos y respecto a los micrófonos y del movimiento por el escenario, fue captado por los micrófonos para poder balancearse en la mezcladora y darle los niveles con los cuales fueron registrados.

Situación 3.-

Lugar: Jardín Hidalgo, Centro de Coyoacán.

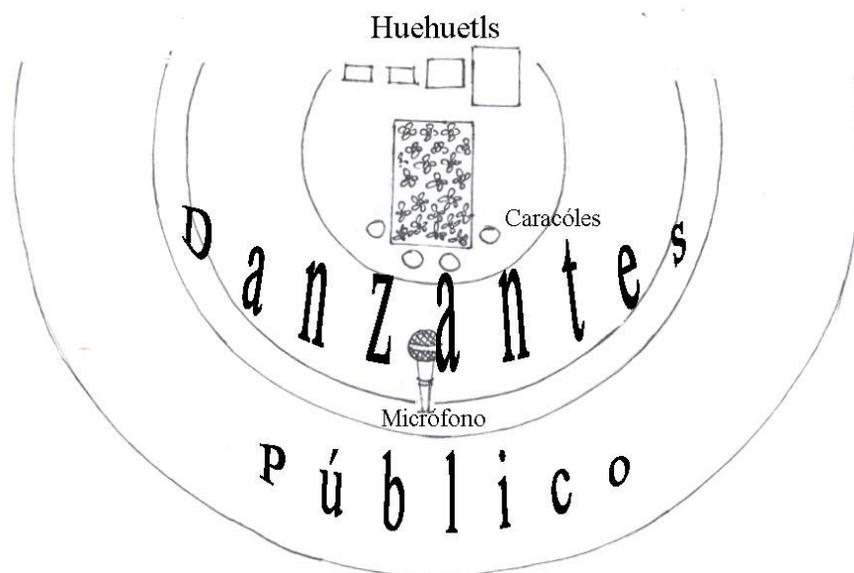
Equipo empleado: Micrófono mini estéreo Sony, Minidisc Sony. Caña extensora.

Ensamble: Danza Azteca: Huéhuetls, caracoles y huesos de fraile.

Observación

Desde el momento en que ingresé a la plaza, por el lado opuesto a donde se encontraba el ensamble, el sonido de los huéhuetls hacía notar la gran capacidad de la intensidad sonora de estos tambores en el ambiente.

El ensamble se encontraba a un costado de la iglesia de San Juan Bautista, viendo de frente al edificio delegacional. Separado del muro de la iglesia por unos dos metros se colocaron los huéhuetls y frente a ellos se dispuso una alfombra hecha de semillas y flores dedicado a Mictlāntecutli y su reino, el Mictlán, dado que el ensamble estaba dispuesto así para la celebración del día de muertos (2 de noviembre). Al frente de la alfombra se dispusieron algunos caracoles que se tocaban al inicio de cada ciclo de danza.



Los danzantes realizaban sus bailes en una formación de semicírculo. Por observaciones anteriores y posteriores a este día, se dedujo que esta formación se tomó por el número de espectadores que acudieron este día a la celebración del día de muertos, que excepcionalmente colmaron la plaza. Casi todos los danzantes llevan en sus pies gruesos juegos de zarzales, también llamados huesos de fraile, amarrados en las pantorrillas desde el tobillo hasta la rodilla.

Los demás elementos como bastones, macanas, algunos emulando espadas de obsidiana y escudos, son mas adornos que utensilios empleados para generar sonido.

Las danzas interpretadas se desarrollaron de la siguiente manera:

Al sonar los caracoles se anuncia el inicio de una danza. Los caracoles son tañidos en toques largos y continuos sin una sincronización exacta entre ellos.

Dos tambores proponen los ritmos de la danza, y posteriormente el resto de ellos se les une. Casi desde que los primeros huéhuets algunos danzantes inician ciertos pasos para seguir los ritmos propuestos, siguiendo un orden preciso, y no de manera fortuita. De esta manera, los zarzales acompañan los toques que hacen los tambores.

Planteamiento.

Por las características de este ensamble, los instrumentos que lo integran, la disposición de éstos y con respecto al publico asistente, planteaba la problemática de equilibrar la intensidad de los instrumento sin perder las cualidades tímbricas propias de los integrantes que conformaban el conjunto.

Originalmente se planteó ubicar el micrófono lo mas cerca posible al ensamble de tambores, incluso atrás de ellos con el micrófono al revés para compensar la panorámica de izquierda y derecha. De esta manera se puede explotar la sonoridad de los tambores usando un microfoneo directo.

Aplicación.

Este primer planteamiento cambió radicalmente al observar el ensamble de tambores y la ubicación de los danzantes, por un microfoneo a distancia media, frente al ensamble de tambores, por encima de las cabezas de los danzantes.

Incluso este segundo planteamiento fue modificado por la colocación de la ofrenda floral que los danzantes habían dispuesto frente a los tambores, haciendo imposible ubicarse con el micrófono frente a éstos a una distancia media.

La posición final del micrófono quedó por fuera del espacio que los danzantes utilizaban pero frente a los tambores, a manera ambiental ya que la altura del transductor fue superior a los dos metros.

Resultado.

La decisión de acomodar el equipo y la técnica de grabación permitió que pudieran apreciarse planos de intensidad entre los huéhuets, los huesos de fraile y los caracoles; ya que la intensidad propia del huehuetl es muy superior a la de los demás instrumentos empleados. Al quedar ubicado el micrófono de una manera ambiental (Graf), se captó en

primer plano a los tambores, y en segundo a los zarzales de huesos de fraile. Como las trompetas de caracol tienen una aparición aparte y no resuenan junto con los tambores, al menos en los ejemplos obtenidos en esta práctica, no tenían que competir en intensidad o timbre con el resto de los instrumentos que se emplearon para esta ejecución musical.

Comparación de los ejemplos y sus etapas de grabación.

De los ejemplos antes expuestos podemos derivar que la grabación sonora o registro de audio, es un proceso más complejo que simplemente poner un micrófono frente a una fuente sonora y activar una grabadora.

Como ya he expuesto con anterioridad, la grabación de un sonido hecho por ensayo y error no solamente desperdicia tiempo valioso para el investigador, sino que además, el producto final no tendrá la fidelidad que necesitamos para realizar las tareas que nos hayamos propuesto sobre el hecho sonoro a investigar.

Son varios los elementos y variables que deben tenerse en consideración antes de activar la grabadora por primera vez. Las condiciones y características del lugar, instrumentos o cantantes; las capacidades de los micrófonos, mezcladoras, grabadoras y audífonos, así como la disposición de los emisores y transductores con respecto al recinto, son peculiaridades que se deben observar, analizar y en su caso modificar o combinar hasta obtener el efecto deseado.

El registro sonoro no es la conclusión del quehacer etnomusicológico, en la mayoría de los casos es solo parte de un proceso en el cual lo que se pretende entender cómo y por qué la gente hace música, los elementos musicales y extra musicales que están involucrados en el proceso de la creación musical en las distintas músicas del mundo y qué significados les dan sus intérpretes.

Podemos observar que las experiencias de grabación antes citadas fueron programadas y ordenadas en un proceso inspirado en el método científico que consta a grandes rasgos de observación, planteamiento, experimentación y resultado. Para los fines concretos de este trabajo, se puede adaptar este método a las etapas de grabación manejando a la observación y planteamiento como parte de la pre producción, la experimentación como parte de la producción y los resultados dentro de la etapa de post producción.

Pre producción.

Anteriormente había descrito que la pre producción es la primera etapa de grabación, en la que se planea, y diseñan estrategias de lo que se va a grabar; como he planteado en las situaciones de aplicaciones de técnicas anteriores, no en todas las circunstancias se dispone del tiempo necesario para experimentar y diseñar una estrategia para cada grabación. En ese caso, es importante que el investigador tenga la capacidad de observar cómo se despliega un hecho sonoro para poder determinar cómo registrarlo con la mayor fidelidad posible.

En los dos primeros casos se observa que la interpretación y ejecución del hecho sonoro de un concierto programado, se dispuso del tiempo necesario para, aprovechando los ensayos, realizar la observación necesaria acerca de en dónde se ubicaban las fuentes sonoras. En el tercer caso el hecho sonoro no se realizaba en un espacio controlado sino al aire libre y además ya había dado inicio, condiciones a las cuales se enfrenta el etnomusicólogo de manera cotidiana teniendo que adaptarse a la contingencia y la observación, el planteamiento así como la experimentación se deben hacer durante la evolución del evento.

El primer ejemplo plantea una situación acústicamente simple: un ensamble de cámara de 3 a 5 integrantes en un recital en vivo y cuya disposición mantendría una sola ubicación en el escenario durante la interpretación de las obras. Esta circunstancia permite un criterio, una metodología y un sistema de grabación único para todo el desarrollo del hecho sonoro, sin necesidad de cambiar en algún momento la disposición de los micrófonos, o intervenir en la ubicación de los integrantes del ensamble, opción casi imposible ya que la audición del público es de los intereses principales después de la interpretación de la obra y no en si la grabación, cuya calidad recae en los criterios del ingeniero y/o productor.

Este ensamble tiene una pasta sonora particular y para grabarlo, hay que considerar la manera en que emiten el sonido, su intensidad y su timbre; es decir, cómo y en qué dirección emiten el sonido, con qué fuerza y el equilibrio entre los integrantes del ensamble y que frecuencias dan las características particulares de cada instrumento y cómo se relacionan con los demás miembros del ensamble.

El segundo ejemplo planteaba una mayor complejidad, ya que, como se describió anteriormente, el ensamble en su totalidad era mucho más grande y tenía la característica del movimiento por parte de sus integrantes por todo el escenario, además del requerimiento de que los micrófonos no interfirieran en el espacio visual para poder filmarlo.

Como en el primer caso, la disposición de los micrófonos debía de cumplir con las privativas de quedar en un lugar fijo para lograr el equilibrio entre los emisores sonoros, así

como no impedir el movimiento en el escenario ni estorbar en el campo de visual de las cámaras de video.

El comportamiento acústico de este ensamble, por sus peculiaridades, sería mejor visualizarlo en dos partes para formar un todo. Por un lado la orquesta de cámara estaba integrada de instrumentos modernos, que emitía una pasta sonora homogénea, y la colocación del ensamble ubicaba a los instrumentos menos sonoros más cerca y a los de mayor intensidad a mayor distancia, los violines al frente y las percusiones al fondo. Por el otro lado el escenario donde el coro, los solistas y la narradora harían la interpretación musical planeada. La dificultad en esta situación era la movilidad por el escenario. La solución a esta problemática se explicara en el siguiente inciso, la producción.

En el tercer caso, como ya se ha expuesto, la observación y planteamiento de la grabación se realizó cuando el evento sonoro ya había empezado, esta situación no resto oportunidad para evaluar las características acústicas del espacio en el que se desenvolvía el hecho sonoro, así como la participación de los integrantes, músicos y danzantes, tanto entre ellos como con la audiencia. Cabe mencionar que aunque casi imperceptible, hay una división entre el espacio ritual y los demás asistentes que tienen el papel de espectadores y entre todos conforman un evento completo¹⁷⁰.

Para aprovechar el planteamiento anterior y adaptarlo a las estrategias para grabar este tipo de situaciones, el investigador que registrara un evento sonoro como el aquí expuesto, debería comenzar por asumir el papel de espectador y así apreciar a los músicos, danzantes y demás asistentes como un todo compuesto de emisores y barreras acústicas, en donde el público lleva a cabo esta función sin darse cuenta, de esta manera, el investigador tiene la oportunidad de experimentar con una sombra acústica ubicando el o los micrófonos entre los músicos y la audiencia, en medio de ésta, o detrás.

En el caso particular de este ejemplo, una danza tradicional denominada “Danza Azteca”, la sonoridad de los instrumentos, en especial los tambores huehuetls, es tan intensa que por si solos pueden saturar y distorsionar el registro.

Por ese motivo, la preproducción (observación y planteamiento) de este ejemplo, se lleva a cabo junto con la audición de los participantes y el monitoreo de cómo responde el equipo a la intensidad de la sonoridad de este ensamble. Con solo observar y escuchar al ensamble para ubicar los micrófonos no garantiza un registro con los criterios de calidad que se propongan.

¹⁷⁰ Blacking, 1995: 142

La manera en que los instrumentos emiten el sonido y como se comportan en un espacio acústicamente no controlado, son elementos de consideración que se evalúan monitoreando la grabación mientras queda registrado en el medio empleado. De esta manera la fidelidad tímbrica y los niveles de intensidad podrán ser controlados para obtener el resultado deseado.

Por lo anterior hay que mencionar dos consideraciones:

Primera. Que al contrario de los dos ejemplos anteriores se puede tener la ventaja de movilidad del equipo empleado, evitando interferir o estorbar a los participantes del hecho sonoro, permite utilizar un solo micrófono ya sea direccional o estéreo y una grabadora portátil que no necesiten una posición fija, y así cambiar el planteamiento de ubicación de los micrófonos, hasta obtener la fidelidad deseada y obtener un registro sonoro de acuerdo a los criterios que nos hayamos propuesto.

Segunda. La cualidad de la portabilidad nos libera de la sujeción a una toma de corriente eléctrica fija, que como en el ejemplo citado y en muchas otras situaciones en zonas rurales o urbanas, no se cuenta con estas instalaciones, por lo que, la preproducción inicia antes de que el hecho sonoro se lleve a cabo, en ocasiones hasta con varios días de anterioridad, siendo el suministro de energía eléctrica un asunto a resolver con antelación.

Producción.

En la segunda etapa, la producción, el material queda finalmente registrado con la mayoría de los criterios planteados en la fase anterior. La prioridad ahora es que el registro sonoro mantenga la fidelidad deseada y no se distorsione en calidad tímbrica, ni en los planos sonoros planteados ni en intensidad.

La manera en que este cuidado se lleva a cabo es mediante el monitoreo constante de la respuesta del equipo durante la grabación y cómo el sonido queda registrado en el medio que escojamos para esto. Es decir, hay que escuchar la grabación que ya ha quedado registrada, en la cinta, disco duro, casete o dispositivo que se haya elegido mientras se va grabando, para tener una audición veraz y advertir si hay un cambio de frecuencias, que pueden enmascarar algunos de los emisores sonoros, o si la intensidad no es muy baja para que éstos no se distinguen, o muy fuerte que distorsionen el sonido al superar las capacidades del equipo empleado y el sonido registrado en realidad sea considerado como ruido ya que no es fiel al original.

Por ejemplo:

En el primer caso que estoy citando, durante la primer mitad, el equilibrio del ensamble en cuestión de intensidad no fue problema, ya que los integrantes habían acordado la ubicación de cada uno de ellos para que los instrumentos de menor intensidad no quedaran enmascarados por los demás; en concreto la flauta dulce contra el clavecín y la soprano. En este caso el cuidado durante la grabación para conservar la calidad del registro fue mínimo, ya que el planteamiento original resultó satisfactoriamente. Durante la segunda mitad, al agregarse los demás integrantes, el monitoreo evidenció que el violoncelo, instrumento con un timbre más grave y sonoridad más intensa, enmascaraba a la flauta dulce; por lo que tuve que adaptar el control de volumen del canal donde estaba conectado el micrófono que directamente recibía el sonido del celo, y aumentar en el ecualizador del otro canal las frecuencias características de la flauta dulce (agudas en particular para este caso) para destacarla y así evitar el enmascaramiento y equilibrar al ensamble completo.

El monitoreo que se escuchó fue, en ambos casos, el de la señal ya grabada en la computadora, ya que el sonido previo al dispositivo, si bien puede indicarnos la respuesta en frecuencias y la intensidad de los emisores para obtener un balance sonoro del ensamble en su totalidad, no indica si la intensidad de los emisores supera la respuesta en frecuencias y de saturación del dispositivo que se emplea para grabar, pudiendo engañar a quien realiza la grabación. Y en algunas situaciones, como la planteada, nos indica los cambios en el balance tímbrico o de intensidad que no es el mismo frente al escenario, que después de

haber atravesado toda la circuitería con la que se realizó el registro, y la respuesta en frecuencias que tiene cada dispositivo.

Otro detalle al respecto es que estos aparatos utilizan energía eléctrica para funcionar. Por principio, la energía es igual a calor. Sucede que durante un funcionamiento prolongado y continuo del equipo, es decir una grabación que dure varias horas, la respuesta del equipo puede variar dependiendo de la temperatura del mismo equipo y, en algunos casos extremos, descomponerse por la fatiga de los materiales expuestos al calor de la misma circuitería. Si bien parecería que esta consideración es parte de la pre producción, en la práctica, aparece como contingencia de la producción, puesto que la duración de una grabación de campo no siempre se ajustan a lo que originalmente se tiene previsto.

En el segundo caso, el monitoreo fue empleado para poder considerar los cambios de intensidad entre los integrantes del ensamble, y así poder hacer las correcciones directamente en los potenciómetros como el de ganancia y los “*faders*” donde estaban conectados los micrófonos, para poder conservar el equilibrio del ensamble. La audición del registro durante el desarrollo de este caso fue constante, ya que las dinámicas cambiaban constantemente, así como la ubicación de los miembros del coro, los solistas, y la narradora por el escenario.

Como acabamos de mencionar, en este caso, la audición para conservar el equilibrio se enfocó más en la intensidad para que la totalidad de los integrantes se definieran en los planos sonoros que se habían planteado, más que en revisar que las frecuencias de algunos emisores no enmascararen a otros.

La manipulación de los controles en este caso, se centra en los potenciómetros que regulan la intensidad en valores de voltaje eléctrico, para aumentar o disminuir la intensidad sonora, la ganancia y los “*faders*”.

Hay que tomar en cuenta que en este caso, trabajé con dos sistemas de microfoneo cuyas señales se unificaban en la mezcladora. Los controles de ganancia y “*faders*” se manipulaban conforme los emisores aumentaban o disminuían la intensidad de su sonido, ya sea por posición, que se alejaran o se acercaran a los micrófonos, o por que la dirección de la emisión fuera directa o indirecta hacia los micrófonos.

En el tercer caso, el equilibrio del registro principalmente se obtuvo por la colocación de los micrófonos, en este caso un micrófono estéreo que coloqué a una distancia ambiental, que por la sonoridad de los instrumentos que conformaban al ensamble, en algunos momentos de la interpretación, como cuando fueron sonados los caracoles. La portabilidad del micrófono me permitió corregir el equilibrio de intensidad moviéndolo hacia los emisores en lugar de aumentar la potencia del registro en la grabadora, función que no se

puede hacer mientras la grabadora esta funcionando (en ese modelo de aparato en específico). Por lo que evitar una saturación que provoque una distorsión en la señal del registro, en este caso en particular, se controla con la posición del micrófono. Otras grabadoras pueden controlar el voltaje con que la intensidad del registro queda registrado, por lo que, el manejo de la intensidad puede combinarse entre el potenciómetro de ganancia, y la posición del micrófono.

Lo que no puede manipularse en este tipo de situación, es la respuesta en frecuencia, y por lo tanto el equilibrio tímbrico, ya que no se cuenta con potenciómetros que varían el rango de frecuencias como en la sección de ecualización de la mezcladora. La grabación que queda registrada se llama grabación en “*flat*”, como cuando el ecualizador se encuentra en posición cero, que mencioné en el capítulo tres. Por lo tanto la respuesta en frecuencia depende de la calidad del micrófono, para este tipo de grabaciones se recomienda que los micrófonos tengan una respuesta pareja y homogénea para todas o casi todas las frecuencias del espectro de audición humana, y así acercarse a una grabación plana, que su sentido es tener un equilibrio tímbrico y ser fiel al original.

Pos producción.

Esta es la etapa en la que los registros obtenidos son adaptados a los criterios finales con los que se presentara la producción completa. Estos criterios varían dependiendo de la finalidad de la grabación, sea la comercial o la de análisis y difusión, y se lleva a cabo en el estudio de grabación. Ya que este proceso se aparta de los fines del presente trabajo solo se explicará brevemente.

En este proceso el material obtenido se manipula para darle el acabado deseado para los fines convenientes, éstos dependen de criterios que cambian dependiendo del público destinado. Es decir, los criterios con los que se hace una producción comercial son distintos a los de una producción de análisis o de difusión, o de conservación.

Por ejemplo, en una producción comercial, todos los sonidos ambientales, climáticos, personales y demás que no sean parte de la interpretación musical son considerados como ruidos (tomando en cuenta las definiciones de sonido y ruido que expuse anteriormente). Por el contrario, esos mismos sonidos en una producción que se utilice para un análisis extra musical, como el etnomusicológico, sociológico, antropológico, etnológico, entre otros, aportarán datos relevantes como el momento en que se realizó el registro, quienes, además de los músicos se encontraban presentes al momento de la grabación, el clima y las características del lugar o el clima en que se hizo la grabación.

La manera en que este nuevo equilibrio tímbrico se hace es precisamente manipulando las frecuencias de las fuentes sonoras que nos interesa destacar, puesto que el equilibrio de intensidades ya ha quedado fijo en el tipo de grabación que planteo en este trabajo, a diferencia de la grabación en estudio como he mencionado anteriormente.

El ejemplo uno se registró para tener una constancia de una actividad académica por lo que el criterio para la post producción fue ubicar en la duración de la grabación el inicio y final de cada pieza y movimiento para separarla y presentarla como una pista separada pero que es parte de una obra más grande. A esto se le llama edición para separar las pistas (*track*), sin alterar la calidad tímbrica con que originalmente se registró.

El segundo ejemplo tenía un doble objetivo, primero presentar una producción comercial en formato de Disco Compacto (CD), por lo que se mejoró la calidad tímbrica del ensamble y se separaron las pistas por cada parte de la ópera. El segundo objetivo de esta grabación era emplearla como banda sonora en una producción audiovisual, es decir, el sonido que acompañaría a la imagen en un video, por lo que se realizó una versión con la calidad tímbrica mejorada pero sin la edición de pistas para el proceso conocido como sincronización audio-video.

El tercer ejemplo tenía el propósito de registrar un evento cultural en una fecha específica para poder analizar los elementos musicales y culturales que componían el evento, la postproducción consistió en duplicar el archivo a un formato más fácil de reproducir como el Disco Compacto y así analizarla a conveniencia de los interesados.

6.- CONCLUSIONES.

Al final de la elaboración de este trabajo que combina la teoría, la práctica y experiencias, he reflexionado acerca de los siguientes temas y problemáticas:

- I) La etnomusicología es una disciplina que estudia las músicas del mundo de tradición oral, y algunas escritas, centrandose su atención en entender el por qué las personas se organizan para hacer música, de qué manera llevan a cabo las interpretaciones musicales, cómo y con que instrumentos realizan su labor musical, cuándo y dónde llevan a cabo esta labor, para qué las personas hacen su música y qué significados le dan a ésta en relación a su propia cultura.

La etnomusicología se reconoce como una disciplina relativamente joven, nace a mediados del siglo XIX, y desde su origen se ha apoyado en el desarrollo tecnológico para poder cumplir con uno de sus intereses primordiales, el de poder registrar y recopilar los ejemplos de músicas de tradición oral no escritas para poder preservarlas, analizarlas y compararlas con criterios específicos.

Aunque estos criterios se han modificado notablemente y la comparación ha cedido su lugar central por el del entendimiento de los códigos culturales que hacen la música y su significado hacia ésta; la labor primaria, la de recopilación, sigue siendo fundamental para el trabajo que hace el etnomusicólogo. A este trabajo podemos denominarlo como Grabación de Campo.

- II) Para poder realizar este trabajo, el etnomusicólogo debe entender que la música esta hecha de sonido. Éste es un fenómeno físico producido por cuerpos sonoros que están sumergidos en un medio por el cual se propagan las ondas que son percibidas por los escuchas, quienes interpretan los sonidos, entendiendo estos estímulos como sonidos, ruidos, palabras o música.

La acústica estudia la manera en que los cuerpos emiten el sonido y la forma en que es percibida por el receptor, también estudia cómo interactúan los cuerpos sonoros en relación al medio de propagación y los demás cuerpos que producen el sonido o afectan la propagación de las ondas sonoras por el medio hasta el destinatario que codificará el sonido.

La mayoría de los cuerpos que producen sonidos empleados en la música se les denomina instrumentos musicales. El estudio de éstos es la organología, que además de estudiar como los instrumentos musicales se comportan al momento de generar sonido, también estudia como las personas que manipulan los instrumentos, los producen y que materiales emplean para elaborarlos y que significados tienen para las personas que los tocan cuando hacen música o cuando están inactivos.

- III) La grabación de campo se realiza empleando aparatos cuya finalidad es la de captar el sonido, procesarlo y registrarlo en un medio para su conservación. El entendimiento de cómo funcionan estos aparatos, nos dará la ventaja de operarlos explotando lo más posible sus capacidades técnicas y así registrar el sonido con la mayor fidelidad con el original.

Si no se tiene claro el desempeño de cada uno de los aparatos y de las partes que actúan en los mecanismos o circuitería por la cual el sonido, ya convertido en señal eléctrica es conducido para quedar grabado, puede que el registro obtenido no convenga a los fines que se propone en cada situación de grabación. Es por ese motivo que hay que entender el funcionamiento de estos aparatos y también sus limitaciones físicas y técnicas para optimizar en lo posible su rendimiento, y evitar el deterioro del equipo, así como la distorsión del sonido y arruinar el registro sonoro que nos hemos planteado. Es por eso mi reiteración (en el sentido) de que para conocer a cabalidad el funcionamiento, características y limitaciones del equipo, se debe leer y comprender los manuales de operación y las especificaciones técnicas que el fabricante del aparato incluye con éste.

- IV) Existen ciertas estrategias y técnicas para poder utilizar en conjunto los aparatos con los que se graba el sonido. Estas técnicas y estrategias tienen la finalidad de emular la audición humana y ayudarnos para obtener una relación fidedigna entre el hecho sonoro y la manera en que la escuchamos y como la registramos. Hay que recordar que estas técnicas no son la audición humana, y ésta es nuestro principal parámetro para poder comparar el hecho sonoro con su registro y determinar si éste conserva fidelidad con el original.

También hay que tomar en cuenta que ningún hecho sonoro es igual a otro, por lo que, las técnicas que he descrito no son absolutas e inamovibles. El criterio ha seguir para modificarlas y obtener el resultado deseado es una vez más nuestra audición.

- V) La interpretación musical es un evento organizado. En ese sentido, la grabación de una interpretación musical debe ser un evento organizado que conlleva un planeamiento previo, el cual nos permitirá registrar la música y presentarla de manera que pueda percibirse y entenderse. La no organización y planeación de la grabación puede frustrar completamente el trabajo de registro ya sea en el estudio de grabación o en el campo.

Para poder organizar y planear el trabajo de grabación, se puede ordenar de una manera lógica los pasos a seguir, basándonos en el método científico, a saber: observación, planteamiento, experimentación y resultado; adaptándolo a los procesos de la grabación que son preproducción, producción y postproducción. En donde la preproducción se observará el hecho sonoro, sus peculiaridades y problemáticas para grabar, en la producción es la etapa de aplicación de técnicas y estrategias para experimentar si el registro del hecho sonoro satisface los criterios para que quede plasmado y en la postproducción se evaluarán los resultados para integrar un producto completo, o corregirlos si es necesario para adaptarlos a los fines que nos hayamos propuesto.

Las observaciones anteriores han sido resultado de la investigación que realicé para la elaboración del presente trabajo y de mi experiencia personal, que en lo particular, pude comparar las bases teóricas que he expuesto con las vivencias propias a lo largo de más de diez años realizando grabaciones de campo, en los estudios de licenciatura y posteriormente en la práctica profesional.

En mi propia perspectiva pude profundizar campos de conocimiento que en su oportunidad ampliaron mi perspectiva en algunos temas en particular en la técnica en el uso de los micrófonos, o el audio digital. Y también pude contrastar lo que dicta la teoría con las aplicaciones en la vida real, encontrando que los conceptos teóricos en la grabación y más en la grabación de campo son del todo flexibles, dependiendo de la contingencia de cualquier situación uno puede escoger una técnica y aplicar su inventiva para adaptarla para obtener los resultados esperados. Que a fin de cuentas es un registro sonoro como la mayor fidelidad posible.

Por eso la reiteración de que la improvisación y la inventiva no debe ser confundido con una practica empírica, no sólo porque ésta puede significar una ausencia del conocimiento necesario para llevar a cabo la grabación que tengamos programada y por el contrario, la inventiva es improvisar pero con conocimiento de causa de qué problema se me presenta, cómo puedo resolverlo y de qué elementos puedo disponer, tanto físicos como eventuales, ya que en la mayoría de las ocasiones, el tiempo es un elemento que corre en nuestra contra. La práctica empírica en la mayoría de los casos se basa en el ensayo y error hasta obtener resultados satisfactorios, tomando más tiempo. El común de una grabación de campo y del grueso de las grabaciones comerciales no disponen de esa cualidad temporal, ya sea por la premura de cumplir con el programa o porque los costos, mientras más tiempo se tarde, más se incrementarán.

La practica de la grabación empírica no contempla que la percepción de los oídos humanos no es igual a como captan el sonido los micrófonos. En cambio, la base teórica nos indica de qué manera se puede emular la audición humana ubicando los micrófonos a una distancia respecto al emisor sonoro y respecto a los mismos micrófonos.

Por lo tanto, los campos de conocimiento expuestos en este trabajo debieran ser parte del basamento teórico con que el etnomusicólogo adquiere su formación profesional, para saber como enfrentarse a cualquier circunstancia que se le presente y poder realizar su actividad primordial, registrar la música de los pueblos del mundo con la mayor fidelidad posible para así estudiarla entenderla y transmitirla.

Como he expuesto estos campos de conocimiento incluyen las teorías antropológicas y etnomusicológicas para poder visualizar un evento cultural y musical así como los códigos de que está hecho. La acústica para entender como se emite el sonido y la organología enfocada también hacia como los instrumentos musicales producen el sonido y la música, y los simbolismos que giran alrededor de esta actividad. La ingeniería en audio para entender como funcionan los aparatos que se emplean en el registro sonoro, así como las técnicas en que pueden ser utilizados de manera individual y en conjunto, tanto en el estudio de grabación como las circunstancias, implicaciones y contingencias que implica la grabación de campo.

Por último quisiera exponer que, si bien la grabación de campo, es una labor que requiere de la comprensión de muchos elementos y conceptos, pudiendo ser en ocasiones ardua y extenuante, no es un fin en si mismo, es una etapa en un viaje de exploración entre el investigador y el hecho sonoro al que se enfrenta. Una exploración que con cada experiencia se vuelve propia y profunda al descubrir facetas que uno desconoce de si mismo. Dejando de analizar y estudiar las actividades musicales que le llamaron la atención, convirtiéndose en un participante muy activo de ese fenómeno cultural al que llamamos MÚSICA.

Bibliografía.

- Aldred, John. Manual of sound recording.
Watford, Herts, Fountain, 1978
- Alkin, Glyn Grabacion y reproduccion de sonido
CUEC, UNAM, Mexico, 1988
- Bartlett, Bruce. Introduction to professional recording techniques
H. W. Sams, Indianapolis, Indiana, EUA, 1987
- Bartlett, Bruce Practical recording techniques
Sams, Carmel, Indiana, EUA, 1992
- Bars G. & Cooley T. Shadows in the field. New Perspectives for Fieldwork in Ethnomusicology.
Oxford University Press, Nueva York, 1997.
- Bas, Pablo Audio Digital.
MP Ediciones (Manuales USERS), Buenos Aires, Argentina, 2005
- Blacking, John Music, Culture & Experince: Selected pappers.
University of Chicago, Chicago, Illinois, EUA, 1995.
- Borwick, John Sound Recording Practice.
Oxford University Press, Nueva York, E.U.A. 1994
- Brice, Richard. Music engineering
Newnes, Oxford, EUA, 2001
- Chamorro, Arturo ed. Sabiduria Popular.
El Colegio de Michoacán, Zamora, México, 1983
- Chamorro, Arturo Los Instrumentos de percusión en México
El Colegio de Michoacán, Zamora, México, 1984
- Cruces, Francisco (compilador) Las Culturas Musicales.
Ed. Trotta, Madrid, 2001.
- Cuenca David, Ignasi. Tecnologia basica del sonido.
Madrid, Paraninfo, 1997.
- De Elías, Roberto La técnica en el uso de los micrófonos.
(folleto en proceso)

- Denyer, Ralph Manual de Guitarra.
Editorial Raices, Barcelona, España, 1992
- Fletcher, Neville Horner. The physics of musical instruments
Springer, New York, EUA, 1998
- Frayne, John George Elements of sound recording
J. Wiley, Nueva York, 1949
- Hood, Mantle. The Ethnomusicologist
McGrawHill Book Company, N.Y., EUA, 1971
- Howard, David M. Acoustics and psychoacoustics.
Focal, Oxford, EUA 1996
- Kaufman, Kay A Century of ethnomusicological thought
Garland, Nueva York, EUA. 1990
- King, Gordon John The audio handbook.
Hewnes-butterworths, London, 1975
- Kunst, Jaap, Ethnomusicology : a study of its nature, its problems, methods and representative personalities to which is added abibliography
The Hague, Nueva York, EUA,1959
- Merriam, Allan P. The anthropology of music
Northwestern University, Evanston, Illinois, EUA, 1964.
- Myers, Helen. Ethnomusicology an introduction.
Macmillan Press, Nueva York, 1992.
- Netl, Bruno. Reference materials in ethnomusicology:A bibliographic essay
Biblioteca del Congreso, Detroit, EUA, 1917
- Nisbett, Alec. The use of microphones
London, Focal, 1989
- Olázabal, Tirso de. Acústica musical y organología
Ricordi americana, Buenos Aires, 1954
- Pelinski, Ramon Adolfo. Invitacion a la etnomusicologia : quince fragmentos y un tango
Tres Cantos, Madrid, 2000

Rossing, Thomas D. The science of sound.

Reading. Addison-wesley, Massachusetts, E.U.A. 1990.

Wagner, Michael J. Introductory musical acoustics

Contemporary publishing, Raleigh, North Carolina, 1994