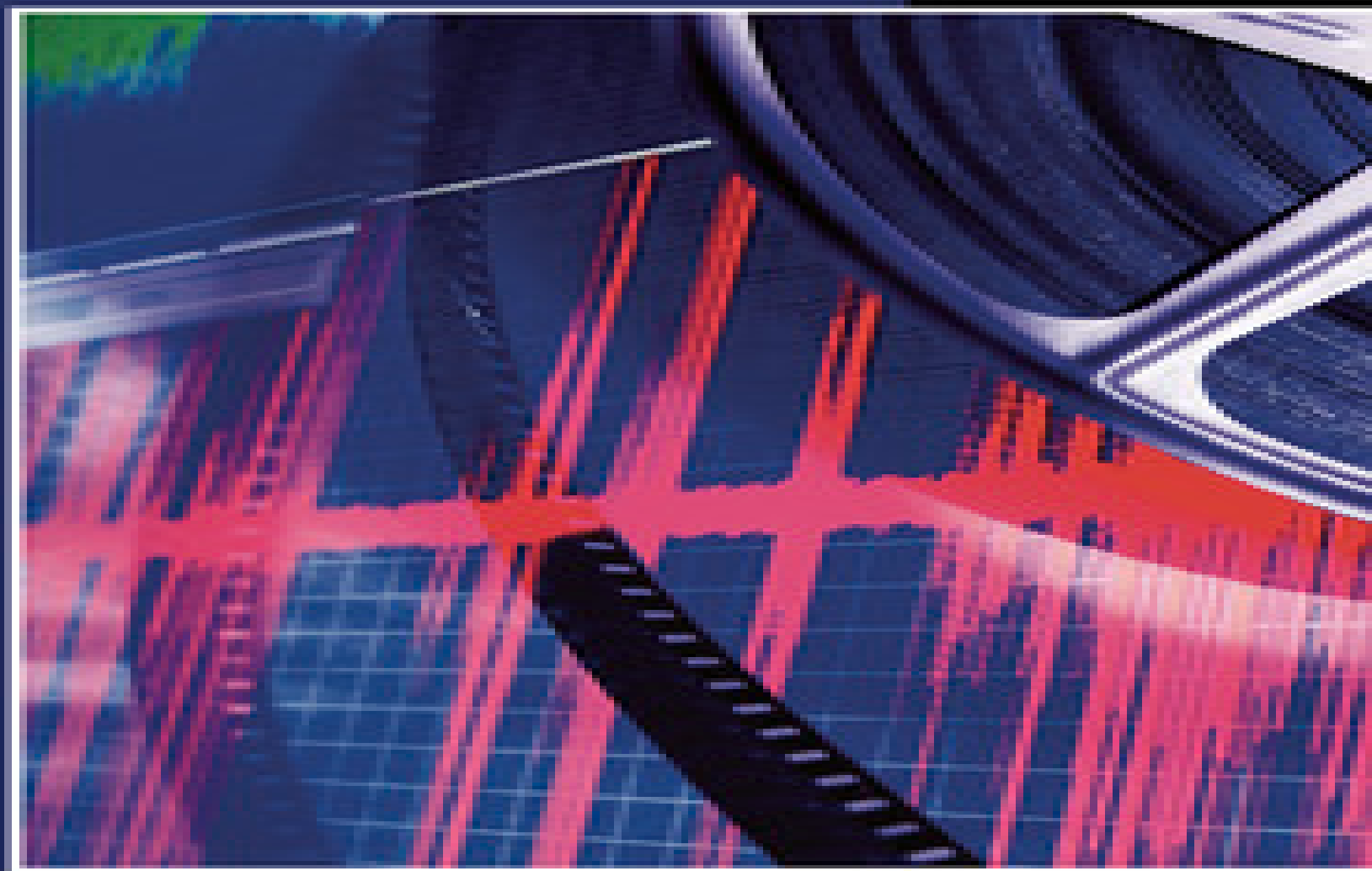


# SONIDO O AUDIOVISU MANUAL DE S

Adm



D6	183
Digital Betacam	183
Betacam SX	184
DVCAM	184
DVCPRO	185
DVCPRO50	185
DVCPROHD	185
Digital-S	186
MPEG IMX	186
HDCAM	186
HD D5	187
XDCAM	187
DV	188
Mini-DV	188
Digital 8	189
Micro MV	189
HDV	189
<b>CAPÍTULO 8</b>	
<b>EDICIÓN Y POST-PRODUCCIÓN</b>	191
Definición	193
Sincronismo	193
Neo-pilot	194
FM Sync	195
Cristal Sync	195
SMPTE-EBU	195
24 fps	196
25fps	196
30 fps	197
29,97	197
29,97 drop frame	197
30 fps drop frame	198
Transferencias	198
Edición	200
Diálogos	200
Música	201
Efectos (Ambiente-FX-Foley)	203
Edición digital	206
Rutina básica	208
Mezclas	211
Transiciones	212
Fundidos	212
Uniones	213
Cortes	214

Salidas	214
Master	215
Doblajes	215
Análogo-Óptico	216
Digitales	216
Video	217
<b>CAPÍTULO 9</b>	
<b>REPRODUCCIÓN</b>	219
Definición	221
Divisores de Frecuencia	222
Amplificadores	222
Parlantes	223
Características	223
Sensibilidad	223
Respuesta de Frecuencias	223
Impedancia	224
Potencia	224
Transductores Eléctricos	224
Parlantes Dinámicos	224
Parlantes Electrostáticos	225
Parlantes Piezoeléctricos	225
Clasificación	226
Parlante de Graves	226
Parlante de Medios	226
Parlante de Agudos	226
Baffles	227
Baffle Cerrado	227
Baffle Activo-Pasivo	228
Baffle Ventana	228
Monitores	229
Alta Potencia	229
Baja Potencia	230
Auriculares	230
Estéreo	231
Dolby Surround	232
Sistema 5.1	233
Sistema 7.1	234
Sistema THX	235
Estudio vs. Sala de Exhibición	235
Glosario	237
Bibliografía	246

*Dedico este trabajo a Mónica,  
mi amada mujer.*  
ADRIÁN BIRLIS

#### **AGRADECIMIENTOS:**

Ángel Rodríguez Bravo, Susana Espinosa, Eduardo Abbate, Pedro Aguilar, Gustavo Basso, Adrián Costoya, Daniel Caviglia, Rodolfo Hermida, Jorge Padín, Antonio Luaces, Alejandro Rodríguez, Esteban Bernal, Juan Carlos Ugerman, Ricardo Pagnotti, Claudio Tolchinsky, Jorge Surraco, Mauricio Díaz, Diego Temprano, Gladys Marcos, Mónica Modernell, Natalia Alcoleas, Alfonso Alcoleas, Luana Alcoleas, Delfina Smith, Leonardo Birlis, Nelson Birlis, Mateo Birlis, Candela Birlis, Silvina Franchello, Niche, Alberto Cortés, Luis Pietragalla, SVC Digidesign, Metrovisión, Instituto Nacional de Cine y Artes Audiovisuales, Universidad Nacional de Lanús, Universidad de Palermo, Escuela Superior de Cinematografía, Instituto Tecnológico de Música Contemporánea, Centro de Investigación y Experimentación en Video y Cine, Buenos Aires Comunicación.

Para estudiar el sonido, la ciencia recurre a la doble naturaleza de este fenómeno. Por un lado, el aspecto físico que lo estudia como perturbaciones en el aire provocadas por un objeto vibrante, definiendo sus características internas, midiendo sus evoluciones temporales, calculando todas sus dimensiones, etc.; y por otro lado, el aspecto perceptivo que se encarga de explicar cómo son captadas esas formas sonoras por nuestro mecanismo de audición, qué interpretación realiza el cerebro y cuáles son las sensaciones que provocan.

Desde el punto de vista estrictamente físico, la ciencia, ya con varios siglos de investigación, está en condiciones de: medir el sonido, copiarlo, grabarlo, filtrarlo, y digitalizarlo, entre muchas otras operaciones, con un nivel de precisión milimétrico y con divisiones de tiempo del orden de los milisegundos. Desde el punto de vista de la percepción sonora se ha investigado desde hace muy pocos años. Descontando el grandioso aporte de la música y los innumerables avances médicos sobre el estudio del oído y el meca-

# Introducción

nismo de audición, aún queda mucho por experimentar acerca de las subjetividades en la percepción sonora, o la coherencia perceptiva entre imagen y sonido. Por otro lado el crecimiento de los multimedia, la cultura de masas y la industria del entretenimiento que obligan a una continua búsqueda de códigos audiovisuales serían razones suficientes para llevarnos a una investigación profunda.

Dicho de otra manera, es muy importante que estos dos aspectos, físico y perceptivo, siempre sean evaluados de manera conjunta para obtener los mayores beneficios de cada uno de ellos en cuanto a la narración audiovisual se refiere. Es decir, de nada nos servirá la tecnología con sus gigantescos avances y logros si éstos rebasan los límites de la percepción humana. O sea, no echaremos buena mano de los recursos tecnológicos si no sabemos cómo, cuándo y en qué medida utilizarlos. Por ejemplo, la edición digital del sonido permite manipular las formas sonoras en partes tan pequeñas como se desee, digamos si se quiere una milésima de segundo, pero la percepción humana no está capacitada para responder a estímulos tan cortos. De hecho, la duración mínima de una forma sonora para que pueda ser percibida debe ser superior a 5 milisegundos, y recién cuando hayan pasado 150 milisegundos se podrá percibir su intensidad real. Además el sonido debe estar sincronizado con la imagen, esto quiere decir que si trabajamos con 24 fotogramas por segundo cada fotograma tendrá una duración de 41,66 milisegundos. A lo sumo se podrá adelantar el sonido uno o dos fotogramas con respecto a la imagen para sorprender al espectador. O sea que se sacrifica cierto grado de precisión digital sonora en pos de una perfecta sincronía con la imagen. En efecto, existe una gran diferencia entre 1 ms y 41,66 ms. Todos estos factores tienen una implicancia directa en el discurso audiovisual, conocer sus limitaciones tanto como sus posibilidades nos permitirá alcanzar una mejor y más completa narración. Es decir, cuanto más profundo sea nuestro conocimiento de todos y cada uno de estos códigos audiovisuales, mayor será el provecho que obtendremos en su aplicación con fines prácticos y estéticos.

En definitiva, ésta será la estrategia que perseguirá el libro: analizar en detalle todos los datos físicos de un evento sonoro y obtener la respuesta que provocarían desde el punto de vista perceptivo. Para

ello, en el capítulo 1 comenzaremos analizando los fundamentos físicos del sonido. Su comportamiento como vibración mecánica en forma de ondas. Las propiedades y dimensiones que lo caracterizan. Sus componentes intrínsecos y su naturaleza compleja. Estudiaremos la propagación del sonido y su relación con los ambientes o locaciones. Nos familiarizaremos con las unidades que se utilizan para la medición de los principales parámetros del sonido así como con las leyes que fundamentan ciertos fenómenos acústicos. Todo esto bajo una estricta observación física.

En el capítulo 2 estudiaremos el sonido desde el costado humano, desde el punto de vista perceptivo, aunque mejor sería decir desde el punto de escucha perceptivo. Analizaremos las formas sonoras como estímulos que provocarán determinadas sensaciones. Veremos cómo se perciben las sensaciones de intensidad, tono, timbre, espacio, etc. y cuáles son los umbrales o los límites del oído en la interpretación de estos estímulos. Comprenderemos la naturaleza de aquellos sonidos que resultan desagradables, o que generan malestar, incomodidad o incluso dolor, y la de aquellos que se perciben placenteros y armónicos. Ejemplificaremos cada una de las definiciones no sólo en este capítulo sino a lo largo del libro, con situaciones esclarecedoras que suelen presentarse habitualmente en la realización de un audiovisual.

En el capítulo 3 hablaremos de los micrófonos. Los clasificaremos según sus propiedades técnicas y según su construcción. Analizaremos qué micrófono elegir para una determinada situación, cuál es su mejor ubicación y qué resultados se pueden esperar de cada uno de ellos.

El capítulo 4 estará reservado a las consolas de mezclas. Entender el funcionamiento de este instrumento ayuda a comprender la libertad con que pueden ser manipuladas las formas sonoras. Cual si se tratara de una gran autopista diseñada para que en ella viajen las señales de audio por carriles independientes y en diferentes direcciones, la consola de mezcla es una herramienta fundamental en todo estudio. Aprenderemos a manejarla ya que se requiere en todas las etapas de cualquier producción de audio.

En el capítulo 5 veremos cada uno de los procesos a los que puede ser sometida una señal para lograr ser mejorada. Los procesadores de ecualización y filtrado, la reverberación necesaria para su localización

en el espacio sonoro, los compresores, los reductores de ruido y todos los efectos disponibles serán estudiados en detalle para conocer el potencial operativo con el que contamos en la actualidad.

En los capítulos 6 y 7 hablaremos de la grabación del sonido, que puede ser analógica o digital. Veremos cómo hay que grabar en los distintos formatos de video, películas, cintas magnéticas, disco rígido, etc. Todos estos formatos serán minuciosamente catalogados según sus capacidades dinámicas y la disponibilidad de pistas que ofrezcan.

El capítulo 8 abarca las etapas de edición y post-producción. Estudiaremos todos los tipos de sincronismo que podremos utilizar, las transferencias que tendremos que realizar y el armado de las distintas bandas sonoras. Compararemos las potencialidades de la edición digital y analizaremos cómo deben configurarse las mezclas de diálogos, música y efectos según el master que deba entregarse.

Por último, en el capítulo 9, cerrando la cadena de audio, veremos todos los instrumentos y los sistemas que nos permitirán oír las formas sonoras en cuestión. Todos los sistemas de reproducción existentes, tanto para las salas de exhibición como para los equipos domésticos, serán estudiados detenidamente.

---

# Física del sonido

---

# CAPÍTULO I

### **DEFINICIÓN**

El sonido es una vibración mecánica que se transmite con pequeñas variaciones de presión a través de un medio elástico.

### **MEDIOS ELÁSTICOS**

En 1660, Robert Boyle logró demostrar que el sonido necesita de un medio elástico a través del cual se puedan transmitir las vibraciones sonoras. El sencillo experimento presentado por este notable científico consistió en introducir un reloj despertador en una campana de vidrio de la que se extrajo el aire, entonces se generó vacío y se impidió de esta manera que se escuchara la alarma del despertador cuando el reloj daba la hora exacta. Posteriormente, a medida que se dejaba ingresar pequeñas cantidades de aire comenzó a oírse la atenuada campanilla.

No sólo el aire es un buen medio para que se propague el sonido, de hecho, en el agua es aproximadamente 5 veces más veloz y viaja excepcionalmente rápido a través de los metales, casi 20 veces más rápido que en el aire.

## ONDAS

El sonido se transmite en forma de ondas.

Cada vez que un objeto vibra –por ejemplo un diapasón, una cuerda de violín o el parche de un tambor–, empuja repetidamente a las moléculas del medio elástico –en este caso el aire–, que están más cerca de él; éstas a su vez desplazan a sus vecinas, y así, como en una especie de reacción en cadena, se consigue la propagación conocida como onda elástica. En el momento que las moléculas chocan entre sí forman una compresión y cuando se alejan producen una rarefacción; las compresiones y rarefacciones se extienden por el aire formando una onda de presión que viaja a la velocidad del sonido. Las ondas elásticas sólo pueden darse en un medio (sólido, líquido o gaseoso) que posea propiedades de masa y elasticidad, o sea que si una partícula es desplazada de su ubicación existirán determinadas fuerzas que harán que recobre la posición de equilibrio. Es importante notar que es una distancia infinitesimal todo lo que puede recorrer una partícula en su oscilación y, sin embargo la perturbación sonora puede viajar varios kilómetros hasta extinguirse. Además, cuando la dirección del movimiento de la partícula coincide con la dirección de la propagación estamos en presencia de ondas longitudinales, que es el caso específico de las ondas sonoras; y por el contrario, cuando el movimiento de la partícula forma un ángulo recto con la dirección de la propagación, hablamos de ondas transversales; ejemplo de éstas son las ondulaciones que se generan al arrojar un corcho en un estanque de agua, aquí la propagación se puede observar en los anillos que se van agrandando sobre un plano horizontal a lo largo de la superficie del estanque mientras que el movimiento de las partículas se da en un plano vertical reflejado por la oscilación del corcho que sólo sube y baja.

Si representamos gráficamente las sucesivas compresiones y rarefacciones del aire como una onda plana, obtenemos el siguiente oscilograma:

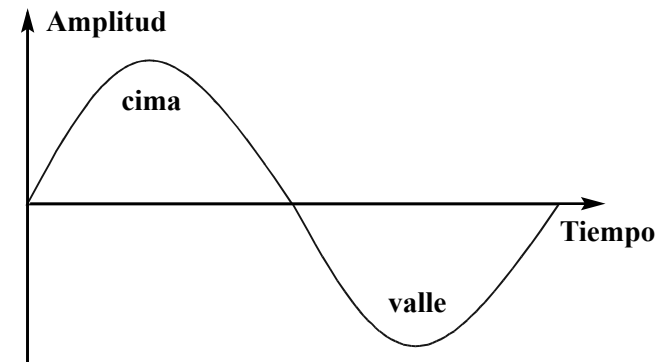


Figura 1.1  
Ondas

La zona más alta o la cima de la onda se relaciona con las compresiones de las moléculas del aire y, por el contrario, los valles con los enrarecimientos o rarefacciones del aire. Partiendo de una cima, por ejemplo, la oscilación describe un ciclo completo recién cuando alcanza la cima siguiente. Esta onda senoidal bien podría ser la que escucharíamos de un diapasón o tono puro.

## VELOCIDAD DEL SONIDO

La velocidad del sonido es también la velocidad con que la perturbación pasa de unas partículas a las próximas. Va a depender entonces de la masa y elasticidad del medio además de la temperatura. Su unidad es el m/seg. (se mide en metros por segundo).

Si consideramos al aire como un gas ideal, la velocidad del sonido sólo dependerá de la temperatura. Si el aire está frío, las moléculas se desplazan con lentitud; si el aire se calienta, las moléculas chocan con más rapidez. Por lo tanto, la velocidad del sonido aumenta con la temperatura.

A 0 °C el sonido viaja a 331,31 m/seg.

A 20 °C el sonido viaja a 344 m/seg.

A 100 °C el sonido viaja a 385,87 m/seg.



En los líquidos las ondas sonoras se transmiten con más rapidez que en el aire. Por ejemplo, la velocidad del sonido en el agua a 20 °C es de unos 1479 m/seg.

Los sólidos son los mejores transmisores del sonido. En el cuarzo se propaga a una velocidad de 5490 m/seg. y en el acero a 6100 m/seg.

### PERÍODO

Al tiempo empleado en completar un ciclo se lo conoce como período. Cada vez que se repite una oscilación es porque se completa un ciclo. Recordemos que un ciclo es el recorrido que existe entre dos cimas consecutivas de presión o dos valles consecutivos de enrarecimiento. El período se denomina con la letra T y se mide en segundos.

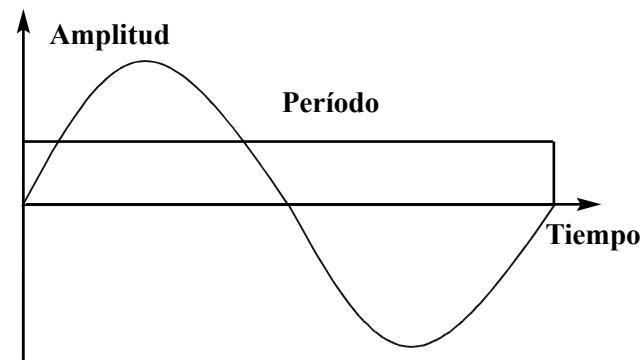


Figura 2.1  
Período

### FRECUENCIA

La frecuencia de un sonido vendrá dada en principio por el número de vibraciones por segundo que realiza el objeto vibrante, o, lo que es lo mismo, por la cantidad de ciclos por segundo que completan en su oscilación las partículas del aire. La unidad de frecuencia es el Hertzio o Hz (se mide en ciclos por segundo).

1 Hertzio = 1 ciclo por segundo

Por otra parte la frecuencia es por definición la inversa del período, o sea:  $f=1/T$ .

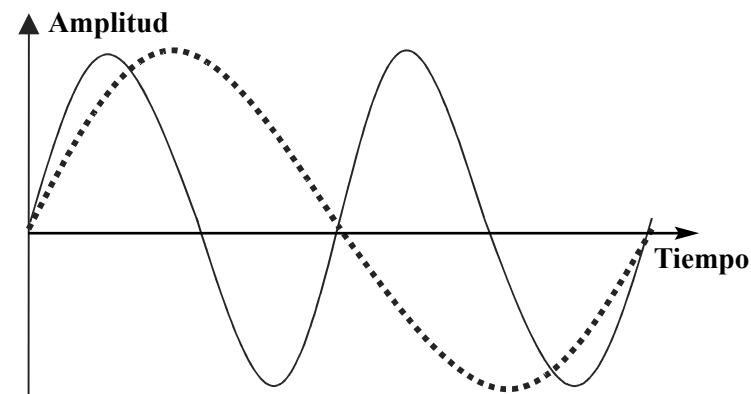


Figura 3.1  
Frecuencia

En la figura 3.1 se representan dos ondas. Una de ellas alcanza sólo un ciclo en el mismo tiempo que la otra completa dos ciclos. Esta última tiene el doble de frecuencia.

La frecuencia de las ondas aumenta si se incrementa el número de ciclos por segundo. Para subir la frecuencia del sonido, por ejemplo de una cuerda de violín vibrando, debe acortarse la longitud de la cuerda. Si se quiere bajar la frecuencia del sonido en un tubo de aire como el de una trompeta es necesario alargar el recorrido del aire en el tubo haciendo uso de las válvulas, de manera que para lograr la nota más grave de este pequeño instrumento, el aire debe recorrer casi dos metros. Como se puede apreciar, si sube la frecuencia el sonido es más agudo y si baja más grave, por lo que comúnmente se dice que la frecuencia está relacionada con el tono.

Pitágoras, en la antigua Grecia (550 a.C.), pudo demostrar esta relación numérica entre los sonidos dando lugar al sistema musical occidental de doce notas que aún sigue vigente. Lo que este notable matemático hizo fue expresar como razón de números enteros la longitud de