

## Clase 13: Técnicas de microfoneo de Instrumentos acústicos

Como anticipamos anteriormente, la elección del micrófono es el punto de partida para lograr el sonido buscado. No hay una única técnica válida para cada caso, sino que la experiencia y creatividad de quien realice la toma serán tan importantes como el conocimiento del micrófono a utilizar, donde el más caro no necesariamente será el idóneo. A su vez, conocer el instrumento en todos sus aspectos nos proporcionará importante información: *qué tipo de micrófono utilizar, dónde ubicarlo, y (algo realmente importante y a veces no muy tenido en cuenta) si la ubicación condiciona o no la ejecución del músico.*

### Espectro y rangos de altura tonal del instrumento

En la elección del micrófono lo primero que deberemos contemplar el rango del instrumento. Esto no sólo es debido a la respuesta en frecuencia del micrófono, sino también al efecto de proximidad del mismo, ya que para instrumentos con gran carga en bajas frecuencias la coloración en dicha banda será de gran importancia en base a su posicionamiento.

En la Figura 1 se puede observar el rango de cada instrumento referido a la altura tonal.

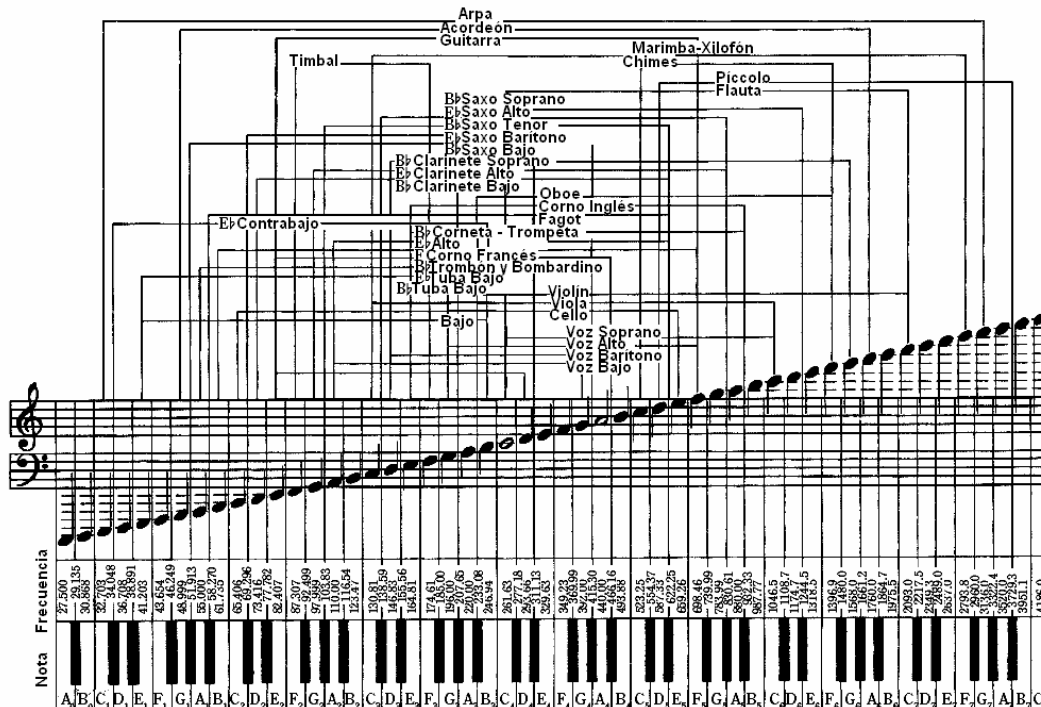


Fig. 1 – Rango tonal de cada instrumento

En dicha imagen se describe en forma muy sencilla *de qué nota a qué nota* puede ejecutar cada instrumento particular. Sin embargo, la composición armónica no necesariamente será tan acotada. Por el contrario, la presencia de armónicos

superiores e inferiores en la mayoría de los instrumentos requerirá el empleo de micrófonos con mayores anchos de banda, y sensibilidades aceptables inclusive en varias octavas superiores a su nota más aguda.

En la Tabla 1 se puede observar más claramente la relación entre altura tonal y frecuencia (y en [www.astormastering.com.ar/Rango\\_de\\_frecuencias\\_de\\_instrumentos.pdf](http://www.astormastering.com.ar/Rango_de_frecuencias_de_instrumentos.pdf) se encuentra la misma tabla, con las relaciones proporcionales entre semitonos y sus respectivas diferencias en cents).

Nota/Octava	0	1	2	3	4	5	6	7
A	27,500	55,000	110,000	220,000	440,000	880,000	1760,000	3520,000
A#	29,135	58,270	116,541	233,082	466,164	932,328	1864,655	3729,310
B	30,868	61,735	123,471	246,942	493,883	987,767	1975,533	3951,066
C	32,703	65,406	130,813	261,626	523,251	1046,502	2093,005	4186,009
C#	34,648	69,296	138,591	277,183	554,365	1108,731	2217,461	
D	36,708	73,416	146,832	293,665	587,330	1174,659	2349,318	
D#	38,891	77,782	155,563	311,127	622,254	1244,508	2489,016	
E	41,203	82,407	164,814	329,628	659,255	1318,510	2637,020	
F	43,654	87,307	174,614	349,228	698,456	1396,913	2793,826	
F#	46,249	92,499	184,997	369,994	739,989	1479,978	2959,955	
G	48,999	97,999	195,998	391,995	783,991	1567,982	3135,963	
G#	51,913	103,826	207,652	415,305	830,609	1661,219	3322,438	

Tabla 1 - Relación entre altura tonal y frecuencia

Muchos instrumentos pueden interpretar notas musicales de las octavas 0 y 1, cuyas frecuencias pueden coincidir con modos de resonancia de la sala en que se encuentran, si esta es pequeña. El *criterio de posicionamiento de la fuente en base a la sala* visto anteriormente puede ser de gran utilidad en estos casos.

### Piano acústico

El piano acústico es sin duda uno de los instrumentos que más desafíos presenta a la hora de lograr una buena toma. Es el instrumento que abarca el mayor rango de alturas tonales, y posee además un gran rango dinámico.

A la hora de microfonear un piano acústico, la sala será de gran importancia para definir su color característico. Una sala amplia tomada con un buen micrófono omnidireccional cerca de la distancia crítica del recinto nos ayudará a lograr ese objetivo, pero recordemos que la sala puede también jugarnos en contra. Tiempos de reverberación agradables a este instrumento oscilan los 0.8 a 1.3 segundos en 500Hz para salas del orden de 10.000m<sup>3</sup>, e incluso salas de concierto para interpretar Wagner u otros compositores contemporáneos a él pueden oscilar los 2 segundos.

Sin embargo, las grabaciones modernas tienden a situar al oyente en la posición de quien ejecuta el instrumento, y lograr esa sensación con buena imagen estéreo y realismo requiere de un microfoneo más complejo. Para seleccionar y

ubicar los micrófonos, describiremos brevemente el funcionamiento del piano, en particular del piano de cola, y cómo se propaga su sonido.

En primer lugar, notamos que el piano está “protegido” por un marco de madera o caja que abarca a todas sus partes y mecanismos. Esta caja provee una sonoridad que es complementada con la tapa superior, la cual cumple la función de, entre otras cosas, reflejar el sonido. Este sonido es el producto de la percusión de los macillos sobre las cuerdas, las cuales están apoyadas sobre el puente, que a su vez transmite las vibraciones a la tabla acústica. Las cuerdas del piano de cola están tensadas horizontalmente, y son golpeadas desde abajo, lo que implica que realizarán oscilaciones verticales (que denotan el intenso sonido inmediato). Sin embargo, también presentan oscilaciones horizontales muy pequeñas, que se traducirán en el sonido tardío del piano, el cual también es producto del movimiento vertical asimétrico de dos cuerdas unísonas.

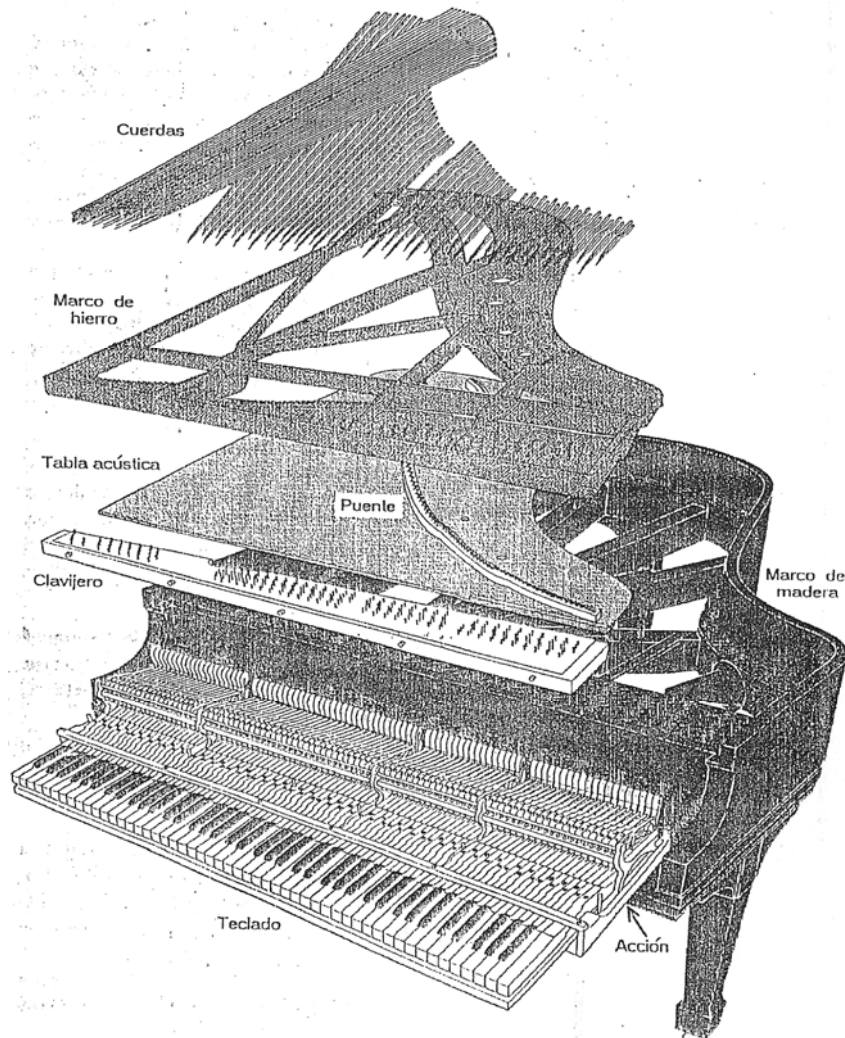


Fig. 2 – Visión expandida del piano de cola moderno (Fuente: Massmann y Ferrer, Instrumentos Musicales)

Para lograr un sonido estéreo en posición del pianista, lo ideal es trabajar una toma A-B o binaural, aunque la NOS o ORTF dan muy buenos resultados también (el objetivo es separar el registro grave del agudo en ambos canales).

Otra opción de miqueo dentro del piano es utilizando micrófonos miniatura, sobre el clavijero. Al acercar el arreglo hacia los macillos el sonido será más percutido y brillante (ideal jazz), y al colocarlo más hacia atrás –tomando más caja- el sonido será más redondo y suave. Debemos considerar que cerca de los macillos podemos exceder los 130dB de pico en algunos instantes de *ff*, lo que requerirá un micrófono apto para soportar esos niveles. Dependiendo de los estilos musicales, la suma del micrófono ambiental será de vital importancia, donde por ejemplo para música clásica estará muy presente, y para jazz no tanto.

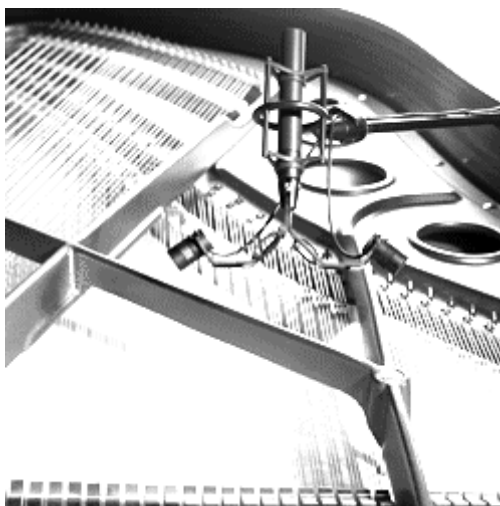


Fig. 3 – Arreglo ORTF cerca de los macillos

En música clásica, una configuración A-B de dos micrófonos omnidireccionales frente al piano (lo cual necesariamente tomará sala) da muy buenos resultados y la sensación al oyente de estar entre la audiencia. La colocación del par, distanciado entre sí a 40 o 60cm se sitúa entre 1 y 2 metros del piano. La altura ronda los 1,2 a 1,5m, para lograr obtener buena cantidad de reflexiones de la tapa.

Buenas opciones de micrófonos son los U87, 89 y TLM-170 de Neumann; 4061 de DPA; C451 y C414 de AKG (y sus miniaturas 418), 4006 de B&K; KSM44 de Shure.

## Violines y Violas

El violín por separado requiere un microfoneo diferente a una sección de cuerdas. Esto se debe a la conjunción de armónicos resultantes, lo que implica que para ensambles es mejor la toma por secciones en vez de tomar los instrumentos individualmente. Para ello se pueden utilizar micrófonos omnidireccionales como los nombrados anteriormente.

El violín consta de alrededor de 35 piezas que, al frotar adecuadamente un arco por las cuerdas, comunican a su estructura y al aire encerrado en ella las

vibraciones. La caja acústica está hecha con dos maderas diferentes tanto para la placa superior como la inferior, con sus respectivos tratamientos y diferencias de espesores a lo ancho de su superficie. La inferior usualmente es de arce, y la superior, de abeto rojo. A cada placa se le realiza una ranura donde se intercala una tira de madera de peral o álamo blanco (el filete). La barra armónica se apoya en la parte interna de la placa superior, pasando por el punto donde -del lado exterior- apoya la pata del puente más cercana a la cuerda más grave. Por último, dentro de la caja se encuentra el *alma* del violín, que consta de un cilindro de madera que une las dos placas, y se afirma mediante la fuerza de las cuerdas sobre el puente. De su posición dependerá el timbre y la ausencia de que este suene como guitarra.

En la Figura 4 se muestran los modos de resonancia de ambas placas. La placa superior (izquierda) presenta los modos de 80, 147 y 304Hz, respectivamente, mientras que la inferior (derecha) presenta (para el mismo orden que los de la superior) los modos de 116, 167 y 349Hz. Estos aportes a la coloración en las bajas frecuencias será más suave cuanto mejor sea el instrumento.

En una toma de un violín individual, tendremos ruidos parásitos tanto del músico (movimiento, rozamientos y respiración) como de las partes propias del instrumento y el arco. Esto implica que la toma cercana con micrófono omnidireccional puede ser algo sucia. Los timbres más ricos y redondos los tendremos en dirección hacia la caja; hacia las cuerdas, el sonido será más brillante y definido. Distancias del orden de los 40 a 60cm suelen dar muy buenos resultados. También suelen usarse micrófonos de contacto sobre el puente o micrófonos miniatura en el mismo lugar (estos últimos brindan mejor respuesta). Este tipo de tomas suelen beneficiarse si se combinan con toma de sala.

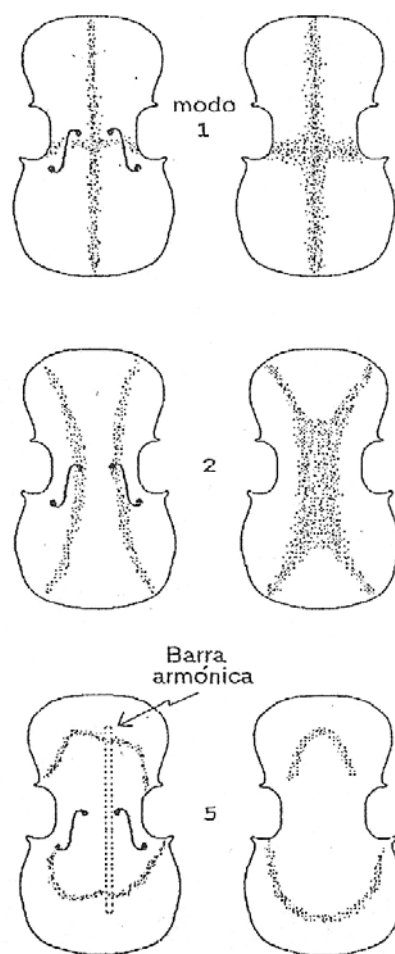


Fig. 4 - Modos de las placas del violín (Fuente: Massmann y Ferrer, Instrumentos Musicales)

Buenas opciones de micrófonos son los U87 y 86 de Neumann; 4021 de DPA; C451 y C414 de AKG (y sus miniaturas 418), MD441 de Sennheiser; CMC541 de Schoeps. En el caso de la viola, el concepto es el mismo que en el violín, y esta selección de micrófonos también le es adecuada.

## Cello

El cello es un instrumento cuya radiación sonora es altamente dependiente de la frecuencia. En la Figura 5 se puede ver claramente como una frecuencia de 100Hz, cuya longitud de onda es significativamente mayor a la del tamaño de las placas, posee una radiación isótropa; mientras que sonidos del orden de los 250Hz, cuya longitud de onda es similar al tamaño de las placas, poseen una radiación en dirección hacia atrás (esto da una idea del posicionamiento del instrumento en las cercanías a las paredes). A medida que aumenta la frecuencia, la radiación se vuelve más selectiva.

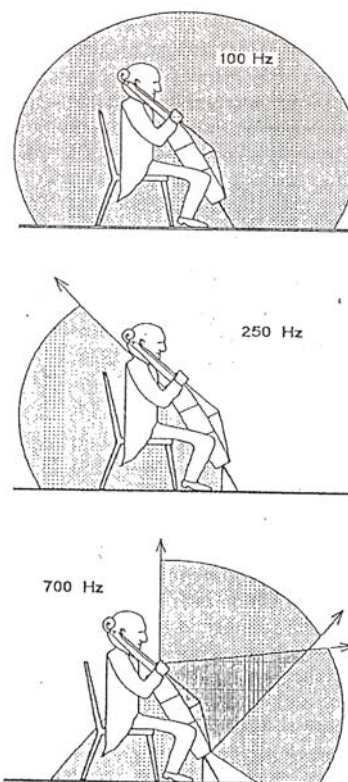


Fig. 5 - Direccionalidad de la radiación sonora del cello (Fuente: Massmann y Ferrer, Instrumentos Musicales)

Estas características de radiación hacen que los micrófonos cardioides y próximos al instrumento den excelentes resultados, especialmente los dinámicos. Micrófonos de contacto requieren de ser ecualizados en estos casos, pero colocados en el puente. Micrófonos miniatura de condensador (también en el puente) permiten modificar el timbre si se inclinan levemente hacia arriba o abajo.

Buenas opciones de micrófonos son los U87 y 86 de Neumann; 4021 de DPA; C451 y C414 de AKG (y sus miniaturas 418); SM57 de Shure; PL20 de Electrovoice.

## Contrabajo

Presenta problemáticas similares al cello, especialmente a la hora de lograr buena definición en todo el registro (de 30 a 400Hz). Para este instrumento también ofrecen muy buenos resultados los micrófonos dinámicos, donde -como en la mayoría de los instrumentos de cuerda- si se dirigen hacia la caja se obtendrán timbres más ricos y redondos, y si se dirigen levemente hacia las cuerdas se obtendrán sonidos más brillantes y definidos.

### Una curiosidad:

Las cuerdas del tema *Eleanor Rigby* de los **Beatles** tiene su color particular y tan característico debido a que fue miqueado con micrófonos low-fi: los dinámicos SM57.

Buenas opciones de micrófonos son los 4011 y 4060 de DPA; D112 de AKG; SM57 de Shure; PL20 de Electrovoice.

## **Bronces**

Los instrumentos de bronce presentan varias dificultades, especialmente respecto a la distancia en donde se encuentra su sonido natural. Para muchos de ellos, la mezcla de las fundamentales y los armónicos pares e impares en las proporciones que -junto con la sala- denotan su sonido característico se encuentra a varios metros de la fuente. Sin embargo, no siempre es posible realizar ese tipo de tomas. Incluso, en las proximidades del instrumento pueden percibirse picos del orden de 140dB, lo que también condicionará la elección del micrófono, ya que será muy fácil “saturar” al transductor. Es por ello que para cada instrumento de bronce en particular, existen formas muy distintas entre sí de tomarlos, y también grandes diferencias en lo que a micrófonos respecta (por ejemplo, una tuba puede tomarse muy bien con un D112 de AKG, pero una trompeta con un C414 de AKG o un SM57 de Shure)

## **Trompeta**

Este instrumento presenta alta directividad y niveles sonoros extremadamente fuertes, no sólo en sus valores RMS, sino en la denominada *cresta*, la cual puede superar hasta en 20dB la media, y conseguir valores del orden de 140dB. Requieren micrófonos con características brillantes, y que soporten mucho SPL. El distanciamiento puede rondar los 30 a 50cm, a alturas ligeramente inferiores a la línea del instrumento, y levemente inclinado. Micrófonos miniatura no sumergidos dentro de la campana también otorgan buena respuesta.

Buenas opciones de micrófonos son el 4007 de DPA; C418, 409 y 414 de AKG; SM57 de Shure; RE20 de Electrovoice; CMC541 de Schoeps; MD421 de Sennheiser.

## **Trombón**

Presenta las características similares a la trompeta, con la salvedad que la gordura puede perderse con micrófonos muy direccionales que tengan mucho efecto proximidad. La técnica de microfoneo es similar.

Buenas opciones de micrófonos son el 4007, 4011 o 4036 de DPA; C418 y D222 de AKG; SM57 de Shure; RE15 de Electrovoice.

## **Saxo**

En este tipo de instrumentos, es común ver micrófonos apuntados directamente a la campana, pero en realidad el color del timbre del instrumento se debe

también al sonido proveniente de la salida del aire por cada uno de los orificios de las llaves. Es por ello que el ubicar el micrófono por encima de la línea de la campana devuelve una respuesta más natural y evita el exceso de nivel por la columna de aire de las notas graves (todas las llaves cerradas). En el caso de micrófonos miniatura, lo ideal es utilizar los de cuello largo, y poner el broche en la parte de debajo de la campana, para que el micrófono apunte hacia arriba y tome campana y llaves (Figura 6).

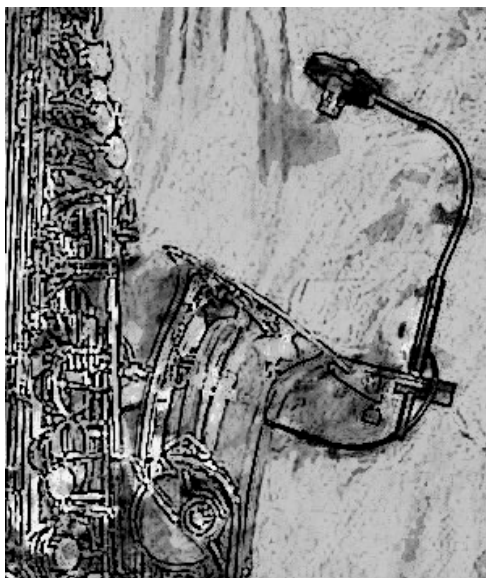


Fig. 6 - Micrófono de condensador tipo clip

En el caso del soprano, puede ser de gran utilidad utilizar dos micrófonos, o un micrófono omnidireccional situado alrededor de 20cm de la campana.

Buenas opciones de micrófonos son el 4021 de DPA; C418 de AKG; SM57 de Shure; RE20 de Electrovoice, entre otros.

### **Flautas y Clarinetes**

Si bien se suelen utilizar micrófonos cardioides, los omnidireccionales ofrecen mejores resultados, aunque también levantan los ruidos parásitos (aire o llaves), a veces en forma deseada. Igualmente, como en el caso del saxo soprano (u oboes), dos micrófonos también ofrecen buenos resultados.

Buenas opciones de micrófonos son el 4011 de DPA; C414 de AKG; MKE2 de Sennheiser; U87 de Neumann, entre otros.

### **Arpa**

Al igual que el piano, es un instrumento muy difícil de tomar, especialmente porque su sonido se aprecia con su timbre característico alrededor de los 2 o 3



metros. Incluso, si la sala no otorga una buena respuesta, tampoco podrá hacerse satisfactoriamente, ya que además de las paredes y techo, las reflexiones del piso serán muy influyentes, junto con el color de la reverberación y la densidad modal.

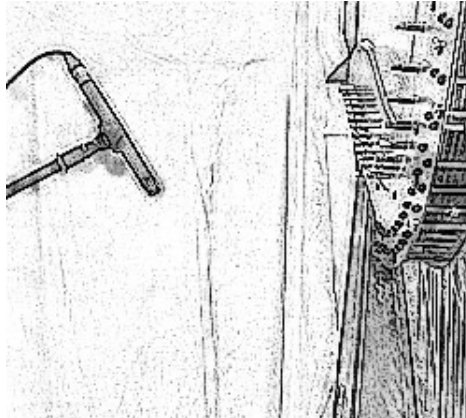


Fig. 7 - Miqueo con omnidireccional distanciado

Tomas con micrófonos omnidireccionales a distancias mayores al metro y medio ofrecen muy buenos resultados (Figura 7), especialmente en la zona de los medios graves, pero sólo podrán realizarse en estudio. En shows en vivo, por el contrario, tomas con micrófonos miniatura en alguno de los huecos (Figura 8) suelen simplificar las cosas y evitan acoples en el monitoreo, ya que el nivel sonoro en la caja es alto y se independiza bien del entorno.



Fig. 8 - Mic. Miniatura

## **Batería**

Es uno de los instrumentos más difíciles de tomar, especialmente debido a la interacción de cada uno de los cuerpos y platillos en las tomas si es que se realiza un miqueo individual para cada uno de ellos. Igualmente, dependiendo de los estilos musicales, la cantidad de micrófonos y la complejidad puede variar. En esos casos, la toma deberá complementarse con una correcta alineación temporal de las señales grabadas.

## **Batería de jazz**

La batería de jazz es muy diferente a la del rock o pop. El sonido característico de la toma de jazz al que culturalmente estamos acostumbrados a escuchar consta simplemente de dos micrófonos cardioides u omnidireccionales, en toma A-B. La toma generalmente es corta, con distancias menores a un metro entre micrófono A y *ride*, y entre micrófono B y tambor.

El bombo -cuya dinámica no admite compresor ni compuertas en su procesamiento- muchas veces no es tomado directamente, y si es así, el miqueo es realizado a distancias mayores a lo habitual.

Buenas opciones de micrófonos son el 4006 de DPA; NT2 de Rode; SM81 de Shure; AT4041, 4049 y 4051 de Audio-technica.

### **Bombo**

El bombo en la música rock o pop tiene una presencia fundamental en los planos, lo que implica que la toma debe ser hecha con un micrófono capaz de tomar el cuerpo y subarmónicos (hasta incluso cercanos a los 20-25Hz) y poder soportar las altas presiones sonoras del orden de 150dB. Cuanto más cerrado sea el patrón polar, menor interacción con el resto de los cuerpos tendrá, y podrá aprovecharse su efecto proximidad para lograr un cuerpo extra sin necesidad de sobre ecualizar. Sin embargo, micrófonos omnidireccionales muy próximos (como el 4007 o 4041 de DPA) también ofrecen muy buenos resultados.

Buenas opciones de micrófonos son el 421 de Sennheiser, D112 de AKG; Beta52 de Shure; MB6K de Audio-technica.

### **Tambor**

Hay dos formas básicas de tomarlo (sin considerar las tomas de *overhead*), con un micrófono o con varios. Cabe aclarar que, como en el caso del bombo, los sonidos parásitos estarán muy presentes -especialmente el *hi-hat*- y las presiones sonoras excederán los 140dB, lo que requerirá el uso de micrófonos capaces de soportarlas.

En tomas del parche superior, el direccionamiento del micrófono hacia el centro o hacia el aro influirá considerablemente en el timbre percibido. Esto es debido a los modos de vibración del parche (membrana circular, Figura 9). La radiación hacia el plano vertical será mayor que hacia el plano horizontal, y hacia el centro los modos armónicos no estarán excitados, por lo que el sonido será opaco, y sin una frecuencia identificable. Si en cambio el micrófono apunta hacia el aro, tomará más modos armónicos, y el sonido será más brillante y con más ataque, aunque también puede que se defina algún armónico propio de la caja.

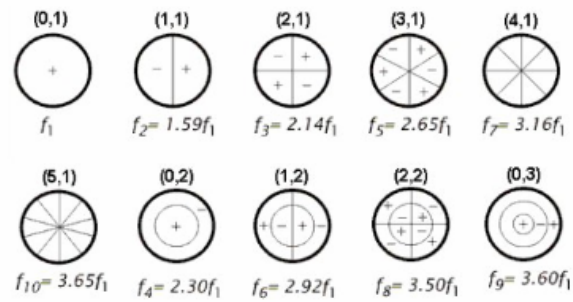


Fig. 9 – Modos de vibración de la membrana circular

En la toma con dos micrófonos, un micrófono está por encima, y el segundo por debajo del tambor, tomando la bordona. Esto permite lograr un sonido más brillante y levantar el redoble. A la hora de la suma de ambas señales, se deberán considerar las posibles cancelaciones por el distanciamiento y por percibir frentes de onda de polaridades inversas, especialmente en bajas frecuencias, aunque en determinados casos puede que sea más eficaz reducir el cuerpo en una de las señales ya que la inversión también puede ocasionar disminución de alguna otra porción del espectro importante.

En la toma con tres micrófonos (Figura 10) se utiliza el mismo criterio que con dos, pero se puede optar por distintos tipos de micrófono para elegir y/o combinar, especialmente en la parte superior. La importancia radica en la diferencia de respuestas de los micrófonos, especialmente la *transitoria*. Es común entonces ver combinaciones de dinámicos y de condensador, ya que estos últimos poseen ataques más veloces.



Fig. 10 – Toma de tambor de 3 micrófonos. Detalle de los dos superiores

Cabe aclarar que el timbre del tambor dista mucho del percibido tan cercano por el micrófono, pero esto es producto de la imposibilidad de realizar una toma de cada cuerpo individualmente a la distancia.

Buenas opciones de micrófonos son el C418 y C414 de AKG; SM57 y Beta57 de Shure; MB5K de Audio-technica; entre otros.

### **Toms**

Presentan las mismas características que el tambor, con la diferencia que si el parche posee *dampers* el tono fundamental pierde intensidad, y se elevan los modos armónicos. La utilización de micrófonos hipercardioides da muy buenos resultados, y gran cuerpo aprovechando el efecto proximidad.

Buenas opciones de micrófonos son el 421 de Senheiser, C418 de AKG; 4021 y 4022 de DPA; SM57 de Shure; MB5K de Audio-technica; entre otros.

### **Hi-hat**

La posición ideal depende del color que se desee buscar, pero nunca a la altura de la abertura, sino por encima, para evitar el flujo de aire cuando se cierra la pareja. Si se utilizan micrófonos omnidireccionales, deberán estar muy cerca, mientras que con micrófonos cardioides se pueden ubicar a 15cm de la campana. Hay quienes incluso apuntan hacia fuera de la pareja, mirando hacia fuera de la batería. Una buena técnica es lograr que el hi-hat funcione como pantalla del tambor, para hacerle sombra acústica en cada golpe y que su señal en el micrófono se vea considerablemente atenuada, por lo que la cápsula no deberá ver al tambor, especialmente en la posición de máxima sensibilidad de su patrón polar.

Buenas opciones de micrófonos son el 4007 de DPA; NT1000 de Rode; SM81 de Shure; AT4041, 4049 y 4051 de Audio-technica.

### **Overheads**

No existe una única forma de tomar toda la batería. Se puede armar un arreglo de micrófonos para complementar a cada micrófono individual, para tomar solamente los platillos, o para tomar completamente toda la batería completa. Para cada caso particular se puede utilizar cualquiera de las tomas estéreo anteriormente vistas. Sin embargo, conseguir una buena imagen estéreo con sólo dos micrófonos (para complementar sólo con un micrófono en el bombo) no es algo utópico, y con un par de micrófonos cardioides u omnidireccionales en arreglos tipo ORTF, XY o NOS se puede lograr dicho objetivo.

Buenas opciones de micrófonos son el 4006 y 4041 de DPA; NT1 o NT2 de Rode; SM81 de Shure; AT4041, 4049 y 4051 de Audio-technica.

## **Bibliografía**

Alton Everest, F. The Master Handbook of Acoustics, McGraw-Hill, 2001.

Audio-technica Users Guide

Chorubezyk, A. J; Vaneskeheian, E.; Kogan; P. Variaciones Espectrales en La Radiación Sonora de Las Membranas Circulares Según Su Punto de Excitación. FIA 2008.

DPA Microphones Users Guide.

Massmann y Ferrer. Instrumentos Musicales: Artesanía y Ciencia. Ed. Dolmer.

Shure Users Guide.

Tribaldos, Clemente. Sonido Profesional, Editorial Paraninfo, 1993.