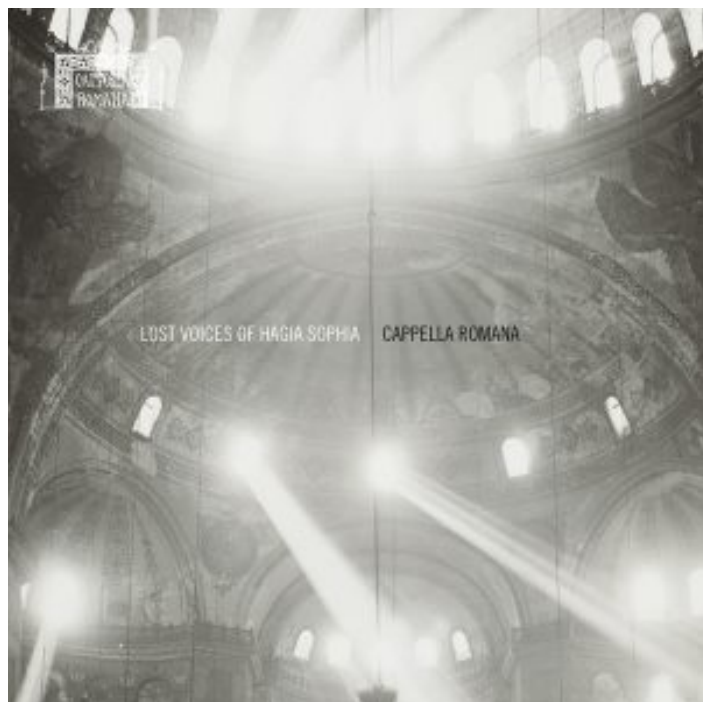


El sonido coral al alcance de la mano

Profesor. Harald Jers, Director (Alemania)

LOS CD QUE AQUÍ SE PRESENTAN SE CENTRAN EN TÉCNICAS DE GRABACIÓN ESPECIALES CON EL OBJETIVO DE ALCANZAR CONCEPTOS ARTÍSTICOS. AMBOS ALBUMES TIENEN CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE AUDIO DIFERENTES Y SON OBRAS ÚNICAS QUE PERMITEN TRASLADAR NUESTROS HOGARES UNA EXPERIENCIA AUDITIVA QUE NORMALMENTE SOLO SE PUEDE PERCIBIR EN UNA SALA DE CONCIERTOS. EN AMBOS CASOS, SE RECOMIENDA ESCUCHAR ESTAS OBRAS CON AURICULARES DE ALTA CALIDAD PARA ASÍ PODER CAPTAR CON PRECISIÓN LA ATMÓSFERA QUE SE CREA EN LA SALA. ESTE MÉTODO DIFIERE DEL SURROUND 5.1, PUES SE BASA PRINCIPALMENTE EN LA SÍNTESIS BINAURAL, CON UN SISTEMA DE SONIDO MULTICANAL QUE REQUIERE UN SOFISTICADO SISTEMA DE ALTAVOCES.

Lost Voices of Hagia Sophia



La *Hagia Sophia*, más conocida como Santa Sofía (que se puede traducir como „sabiduría sagrada“) fue construida como iglesia bizantina en la parte europea de Estambul en el año 532-537 D.C por el emperador Justiniano, y se considera el edificio más importante de todos los tiempos. Se utilizó para celebrar la liturgia con actuaciones musicales hasta

1453, cuando se convirtió en mezquita tras la conquista otomana de Constantinopla. Posteriormente, comenzó a

utilizarse como muse entre 1935 y 2020, lo que llevó a la prohibición de toda música instrumental y vocal en el recinto. Por lo tanto, ha sido imposible escuchar música bizantina y ni siquiera su reciente reconversión a mezquita en 2020 ha cambiado esto.

Por suerte, en el año 2010 un grupo de investigadores de la Universidad de Stanford fueron capaces de “preservar” la información acústica principal de la sala con una sencilla medición, que se pone a tanto a disposición de la ciencia con fines de investigación como a disposición del oyente de este CD, como una impresión auditiva. Desde hace varias décadas, la acústica de salas y la simulación acústica de salas utilizan técnicas de medición que permiten una simulación virtual de las mismas.

Tanto en la planificación de salas como en la medición de salas ya existentes, la impresión sonora puede reproducirse de forma muy realista con la ayuda de respuestas binaurales que responden al impulso de la sala. Según la teoría de los sistemas lineales e invariantes en el tiempo y bajo ciertas condiciones generales, todas las características de transmisión están en la respuesta al impulso. Una vez grabada, tomando como punto de partida la fuente sonora y como punto de recepción al oyente, cualquier señal sonora directa puede escucharse en este espacio gracias a la convolución, una operación matemática.

En mayo de 2010, y gracias a estallar un globo en Santa Sofía a unos 3 metros de altura, se pudo estimular la sala de forma acústica. La “respuesta de la sala” se grabó con dos micrófonos omnidireccionales colocados en el pelo de uno de los investigadores. A partir de este perfil acústico, se generaron respuestas al impulso de la sala para su uso en posibles conciertos en directo. Tras las primeras grabaciones del conjunto Cappella Romana, especializado en música sacra bizantina bajo la batuta del Profesor Alexander Lingas, en 2011, se celebraron dos conciertos en el Bing Hall de Stanford

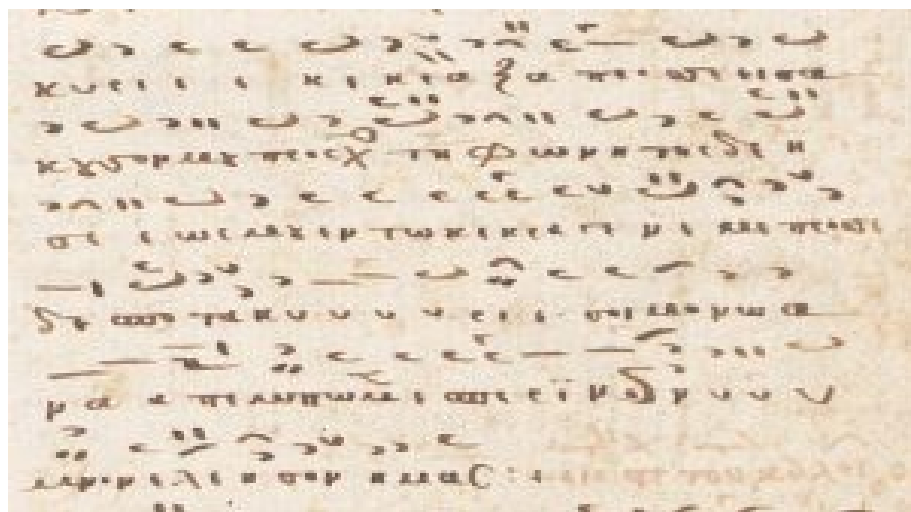
en los años 2013 y 2016.



capella romana © CCRMA Stanford University

La sala de conciertos ovalada, con capacidad para 842 personas, tiene filas ascendentes en forma de terraza. El amplio espacio escénico da cabida al conjunto vocal de 13 componentes. Cada miembro del conjunto tenía un micrófono cerca de la boca. Esta grabación de sonido en directo se reprodujo en el estudio, junto con las respuestas al impulso de la sala de Santa Sofía mediante 24 altavoces tanto para los intérpretes como para el público. Este álbum recoge una recopilación de los conciertos y ensayos, una experiencia sonora que ha resultado imposible de disfrutar en los últimos 500 años y que nos permite tener una mejor idea de cómo podía sonar la sala en el siglo VI. A pesar de que la acústica se ha visto afectada por las obras de construcción que se realizaron para retirar los motivos cristianos que adornaban la sala, el mobiliario interior, las decoraciones y las campanas, que se cubrieron con yeso en 1453, además de cómo los 500 fieles de la época habrían afectado a la acústica, se puede decir que

hoy en día, los efectos de estas alteraciones en Santa Sofía no han sido tan devastadores como los de las grandes basílicas paleocristianas de Roma y Jerusalén.



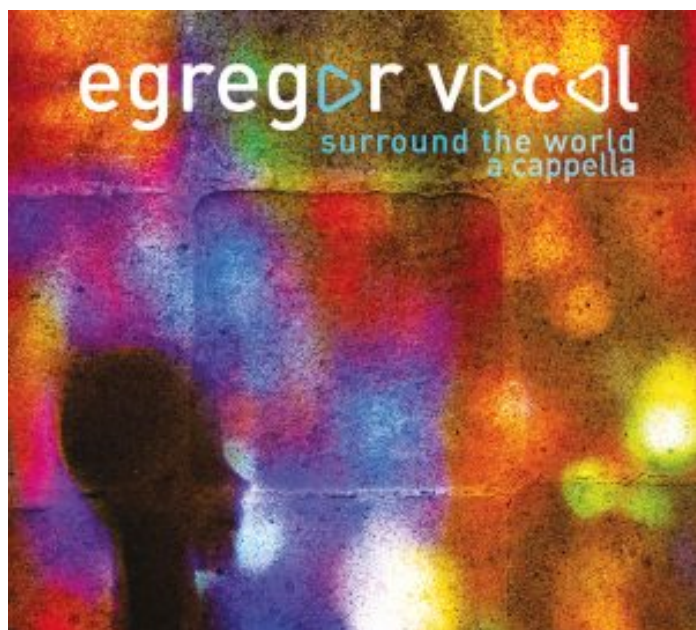
First verse of the Kekragarion (Ps. 140) "Lord I have called to you, hear me. Give heed to the voice of my supplication when I call upon you" and its refrain "It is only to you, O Lord and Master, that we send up our evening hymn: have mercy on us." From MS Athens 2062, f 54r, reprinted with permission.

El repertorio del CD incluye varios cantos bizantinos medievales que conmemoran la fiesta de la Exaltación de la Santa Cruz en Constantinopla. El profesor Alexander Lingas, especialista en este género musical, ha recuperado numerosos manuscritos sobre la práctica interpretativa y es el encargado de dirigir este conjunto tan especial. Los cantantes, que poseen una formación vocal y de estilo de primer nivel, consiguen insuflar vida, además de meditación, al juego entre los largos tonos en fundamental y quinta, y el roce y la sonoridad de la melodía. La interacción entre el espacio y la música influye de forma positiva en los tempos lentos y permite a los cantantes afinar de forma adecuada teniendo en

cuenta la resonancia de Santa Sofía. El sonido del pedal llena el espacio como si de un órgano se tratase, y las voces que suenan por encima parecen relajarse, mientras se mezclan en esta “cama sonora” mediante difusas reflexiones tempranas. El conjunto vocal estadounidense lleva desde 1991 participando tanto en conciertos como en numerosas grabaciones. Su director es profesor universitario en Londres y se especializa en historia de la música bizantina. Cuando los cantantes apagan su voz, se puede escuchar una impresionante reverberación que dura 12 segundos, aislada de cualquier ruido externo. Aunque gran parte de la liturgia se ha celebrado por la zona del ambón, cerca del centro del templo Santa Sofía, algunos de los miembros de la Cappella Romana, como el diácono y el sacerdote, cantan desde distintos lugares, ubicándose entre el ambón y el ábside. Desde aquí las voces suenan más difusas y distantes debido a su acústica.

Para un oyente de música actual, el repertorio puede parecer un poco monótono y poco variado armónicamente poco variado. No obstante, como se recomienda y posteriormente se explica en el Blue-Ray que acompaña este álbum, el oyente también puede entender la música del CD de forma pictórica, meditativa y atmosférica. La arquitectura, los materiales utilizados y los arreglos se funden con la música. La comprensión del texto se eleva hasta alcanzar un alto nivel sonoro gracias los largos melismas, pero seguramente también por algunos de los cantos se utilizaban durante la liturgia para acompañar la música.

Surround the World a cappella



El disco *Surround the world a cappella* del conjunto coral *egregor vocal* también hace incapié en el audio binaural. Este álbum se basa en la representación del el número 16 de varias formas y en diversos contextos: 16 obras vocales, 16 países diferentes, 16 configuraciones de salas acústicas y 16 grupos vocales, desde solos, dúos,

tríos, etc., hasta llegar al hexadecateto, compuesto por 16 voces. A diferencia de la técnica de grabación que se utilizó en *Lost voices of Hagia Sophia*, en la que se reconstruyeron las respuestas al impulso de la sala y se utilizó la técnica de audio, los técnicos de este álbum crearon esas grabaciones binaurales con una cabeza artificial, con una configuración distinta para cada obra: por ejemplo, utilizando sola voz desde diferentes posiciones, un dúo opuesto, un sonido romántico a distancia un coro doble opuesto o voces individuales separadas del coro total.

Desde hace décadas se utilizan las “cabezas artificiales” tanto en producción musical como en investigación. Estos dispositivos representan la cabeza o el torso del ser humano, que disponen de dos micrófonos en el centro de los dos pabellones auriculares artificiales. Por lo tanto, esta técnica especial de grabación en estéreo reproduce no sólo las diferencias en el tiempo de ejecución y nivel de sonido, sino también las coloraciones espectrales del sonido que son necesarias para la percepción espacial localizada tras el procesamiento en el cerebro sobre la base de la experiencia auditiva humana. Para conseguir un efecto realista en la sala son necesarios unos auriculares, así como una disposición concreta de los altavoces o una forma particular de procesar

la señal. Los 16 cantantes internacionales del innovador grupo *egregor vocal*, bajo la dirección artística de Thomas Roullon, han conseguido ser conocidos por su enfoque experimental tanto en concierto como en sus grabaciones. En este CD también se pueden descubrir obras que carecen de fronteras, tanto en su origen como en su estilo, pues se recopilan desde arreglos de canciones renacentistas y folclóricas hasta obras corales románticas y contemporáneas para agrupaciones y arreglos de jazz.



egregor vocal © Pauline David

Se eligió como lugar de grabación la iglesia de Saint-Jacques de Pouzauges y los espacios tanto interiores como exteriores del Priorato de Grammont, no muy lejos de allí. Estancias como la cocina, el refectorio, la bodega, la habitación de invitados, la zona del pasillo o la escalera ofrecían grandes posibilidades a la hora de elegir cómo disponer los instrumentos y de la cabeza del artista artificial que

grabaría el sonido, algo sobre lo que se puede leer más en el libreto que acompaña al disco. Como particularidad adicional, el conjunto optó por la afinación de un La a 432 Hz, algo que también había defendido Verdi. Dado que el número 432 es divisible por 3, 6 y 9 (haciendo referencia a Nikola Tesla), este “diapasón de la tierra” y su tono correspondiente nos sugieren una armonía especial, característica de los lugares de piedra y madera en conjunto con la naturaleza. Para algunos oyentes absolutos puede resultar algo difícil acostumbrarse, pero en general este tono aporta una cierta relajación a las grabaciones.



Thomas Roullon ©
Aino Karvo

Hay dos grabaciones que sin duda hay que destacar. La primera de ellas es el arreglo de jazz de *Les Moulins De Mon Cœur*, que está disponible en una grabación 8D. Con 8D no nos referimos a 8 dimensiones, sino a una señal de audio que parece proceder de 8 direcciones distintas. Esta es una tendencia de YouTube en las técnicas de grabación que ha ido ganando fuerza desde el año 2018. Las seis voces grabadas por separado recorren el espacio sonoro gracias a un procesamiento electrónico, que hace que el sonido envolvente del CD sea más amplio. Por otro lado, también cabe mencionar la grabación de xxx de la Liberté a 12 voces del ciclo *Figure humaine* de Francis Poulenc. En las

grabaciones multipista digitales, los dos sextetos están separados en el espacio. A medida que aumenta el tempo de la música, el escenario sonoro se amplía de forma simultánea desde el punto de vista acústico. Como característica especial, cabe mencionar que la grabación multipista también permite procesar la afinación. En este caso se eligió la afinación Kirnberger, una variante de las afinaciones bien temperadas del siglo XVIII, lo que sin duda confiere a esta grabación una especial singularidad.

En el plano vocal, en todas las obras las voces formadas se complementan muy bien, sin perder necesariamente sus propias características tonales. Las sopranos, claras y esbeltas, se sitúan junto a los bajos, sonoros y que gozan de flexibilidad. Por otra parte, los tenores, radiantes y al unísono, se complementan con los altos, cálidos y melódicos. Sin embargo, en ocasiones algunas de las voces femeninas tienden a ser un poco agudas y las masculinas parecen especialmente incisivas. Sin embargo, las dificultades vocales se han resuelto muy bien, lo que ha permitido obtener una entonación y un equilibrio dinámico de gran calidad. Debido a cómo el conjunto se colocó en la sala, se evitaron los tempos muy lentos y de orientación romántica, lo que, sin embargo, nos permite disfrutar de una agradable vivacidad y gran frescura.

Conclusión

En definitiva, nos encontramos ante dos producciones sonoras que, sin duda, merecen la pena y que, con auriculares, ofrecen una experiencia auditiva completamente novedosa. También hay que mencionar que estos resultados no se pueden disfrutar de sonido estéreo, como los que solemos tener en nuestros hogares. Pero en este caso se puede disfrutar de la alta calidad de los conjuntos y sus carácter experimental.



© Horst Schmeck

Harald Jers es profesor de dirección coral en la Musikhochschule de Mannheim (Alemania). El centro de dirección coral de esta institución alberga uno de los programas de dirección más importantes de Europa y se ofrecen estudios de dirección con especializaciones en el ámbito coral, sinfónico, en ópera, conjunto de viento, jazz y de vanguardia. Asimismo, Harald Jers trabaja como director independiente y organiza cursos de dirección en simposios internacionales, festivales de música y conferencias. También enseña dirección coral, canto y formación vocal sobre la acústica musical y es jurado en concursos corales internacionales y de composición. Gracias a sus estudios de dirección de orquesta, enseñanza musical y de la voz, música eclesiástica y física, Jers ha intensificado su labor de investigación en el campo de la acústica coral y de salas de conciertos. Tras una estancia de investigación y docencia en Suecia patrocinada por la Unión Europea, recibió el primer premio de la Acoustical Society of America por sus resultados en investigación y la práctica musical. Harald Jers ha logrado un gran éxito gracias a extender la investigación el campo de la acústica coral y el sonido, estudiando las características sonoras de cada obra y época. Asimismo, también ha creado una metodología de ensayo sistemática y una técnica de dirección eficaz, como demuestran los numerosos premios en concursos corales internacionales que ha obtenido con sus con sus coros, los CDs que ha publicado, sus producciones radiofónicas y sus publicaciones en libros y

revistas profesionales. Correo electrónico: harald.jers@gmx.de

Traducido del alemán por María Ruiz, España

Dirección de coros y acústica coral: fenómenos y dependencias

Por Profesor Harald Jers

Introducción

Muchos directores de coro coinciden plenamente en que la calidad de un coro a menudo depende de la calidad de su director. Es evidente que, por este motivo, los directores tienen que mostrar diversidad y versatilidad en un gran número de áreas; además, el éxito de su trabajo aumenta cada vez que se tienen en cuenta los aspectos corales más importantes. Se podría nombrar una larga lista de habilidades necesarias. Un aspecto que no se suele tener en cuenta es la acústica. La música se basa irrefutablemente en las leyes de la física. Por lo tanto, los conocimientos sobre las leyes naturales acústicas pueden ayudar al director de coro a comprender distintos contextos y extraer de ellos valiosas consecuencias musicales. En la mayoría de los casos, si no se tienen estos conocimientos de base, la solución a los problemas se basaría en la experiencia personal o en la intuición. Este artículo intenta ejemplificar de manera clara cómo los músicos pueden aprovechar los conocimientos sobre acústica de forma

sistemática.

Física objetiva y evaluación subjetiva

Los cantantes y profesores de canto dan por sobrentendidos muchos términos como “frecuencia”, “armónico” y “resonancia”. Proceden originariamente del repertorio de términos de la física y otorgan un carácter fundado a la práctica del canto, que de lo contrario, sería más bien intuitiva. Sin embargo, si uno se guía a modo de ejemplo por los debates sobre la valoración de la entonación del canto y su evaluación estética, se tienen a menudo distintos puntos de vista, e incluso también discusiones. Todo ello se debe frecuentemente al distinto uso de los términos acústicos, además de a la falta de criterios de valoración objetivos. En la acústica, como parte de la física, los términos están definidos claramente y, por lo tanto, pueden suponer una ayuda para los músicos. Además, los métodos de análisis acústico ofrecen la posibilidad de desarrollar criterios objetivos que constituyen un complemento óptimo y necesario para la experiencia de canto y habilidades pedagógicas. Después de varios siglos de estudio de la acústica de la voz, en los últimos años ha sido posible una investigación de la acústica coral más profunda mediante el desarrollo técnico de sistemas de medida y programas de análisis, así como de amplio conocimiento técnico necesario en canto, dirección de coro, psicoacústica, física, procesamiento de señales, metrología y acústica arquitectónica.

Consideración acústica del canto

Se puede ilustrar la acústica de producción del canto muy simplemente de la siguiente manera: los pulmones facilitan la energía para que en la laringe se produzca la fuente de sonido elemental. El tracto vocal, situado justo encima, actúa como filtro y forma, según la posición del mismo, los sonidos

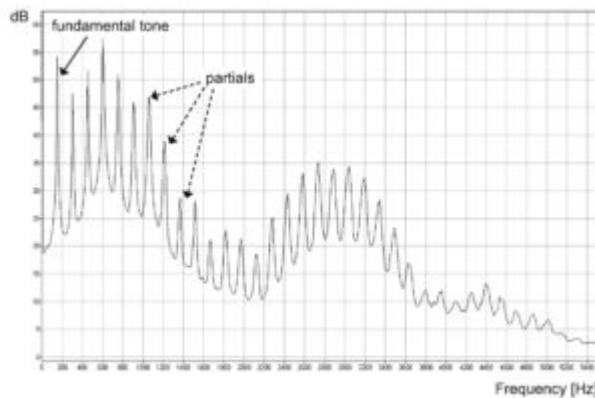
naturales con distintos volúmenes. En los labios existe todavía otro filtro en lo que se refiere a la emisión de resonancia, que de nuevo modifica el sonido. Mediante las cualidades acústicas de la expansión de la resonancia, así como de la acústica arquitectónica, en cada lugar el sonido llegará más o menos modificado. La última variación tiene lugar en el oído y la transmisión neuronal al cerebro como sonido percibido por el oyente. Los distintos aspectos de esta larga cadena de sucesos y cambios del sonido se deberían poner a contraluz en este artículo y sobreponerse en la relación práctica coral.

Producción del sonido

Desde el punto de vista acústico, el tono generado por un instrumento o por la voz se compone de un gran número de parciales armónicos, o simplemente armónicos, con distintos volúmenes. La frecuencia del tono fundamental, que es idéntica a la de los intervalos del armónico, determina la altura del tono percibido. La proporción de los volúmenes de los armónicos por separado, también llamada espectro, repercute en la percepción de los distintos timbres. Por ello, cuando escuchamos los mismos tonos fundamentales podemos diferenciar que los emiten distintos instrumentos, es decir, que son distintos timbres.

Sonido vocal

La voz hablada y cantada se compone, tanto fonética como acústicamente, de vocales y consonantes principalmente. En la gráfica adjunta se presenta un análisis espectral de una vocal que aclara cómo se presenta la distribución de las frecuencias en este sonido.



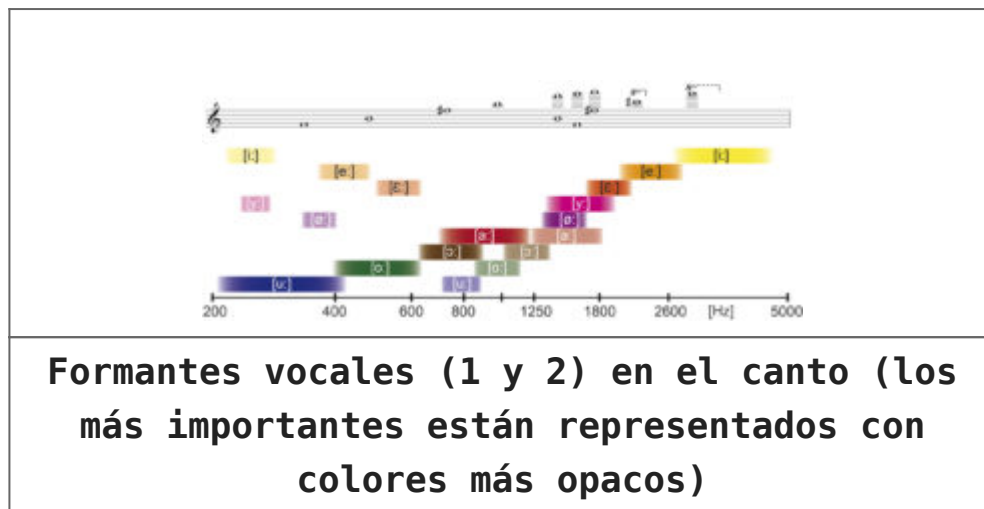
Vocal “a” en un tono: tono fundamental con armónicos en el que se aprecia mucha energía en el rango de frecuencias graves.

Las vocales son las principales portadoras del sonido y son responsables de un sonido vocal bonito y de la intensidad. El análisis espectral muestra el tono fundamental con numerosos armónicos. La potencia del sonido vocal, y por tanto de la voz, se encuentran en el rango de frecuencias más grave.

Formantes vocales

Aquellos rangos de frecuencias en los que los sonidos naturales muestran volúmenes especialmente fuertes se denominan formantes. Para cada vocal existe una serie de formantes característicos que son necesarios para la percepción de ese timbre y se llaman formantes vocales. Existen distintos formantes numerados de la frecuencia más grave a la más aguda. Los primeros dos formantes son decisivos y suficientes para la percepción acústica de una vocal y su comprensibilidad. El resto de formantes más agudos caracterizan más bien el timbre y la forma particular de articular del hablante o cantante. Los formantes vocales varían incluso de una persona a otra, y también entre mujeres, hombres y niños, mejor dicho, entre distintos timbres. Para algunas vocales, las combinaciones de ambos formantes vocales

son específicas y se representan en el siguiente diagrama a partir de los formantes proporcionados:



Cuando se canta, se amplifican aquellos armónicos que se encuentran en el ámbito de los correspondientes formantes vocales. Por lo tanto, en el coro la educación vocal determina de forma decisiva la entonación dentro de la voz grupal, es decir, lograr que los formantes vocales sean tan similares como sea posible. Cuando se cantan intervalos o acordes en coro, los armónicos y formantes vocales idénticos son decisivos para una buena entonación.

Aspectos de la fonación

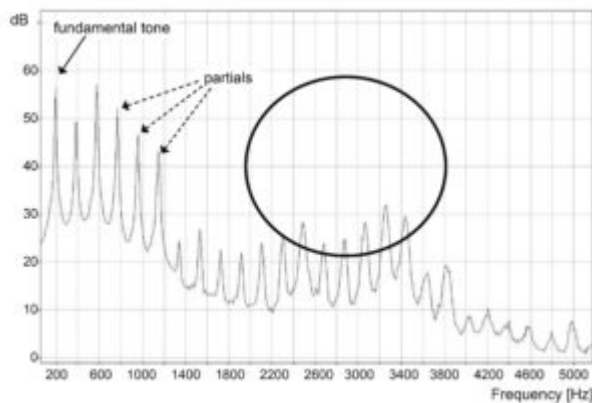
Cada cambio anatómico de la posición de la lengua, el velo del paladar, la laringe, la apertura de la boca y la mandíbula inferior conlleva variaciones del tracto vocal. Dichas variaciones se producen ante incidentes fonéticos y, a la hora de hablar, suceden muy rápidamente. Algunos de los aspectos relevantes en la fonación, como la posición de la voz, la resistencia, el volumen, el ajuste vocal, el refuerzo del sonido y los armónicos de la voz pueden manifestarse mediante estos enfoques acústicos y utilizarse detalladamente.

Ajuste vocal

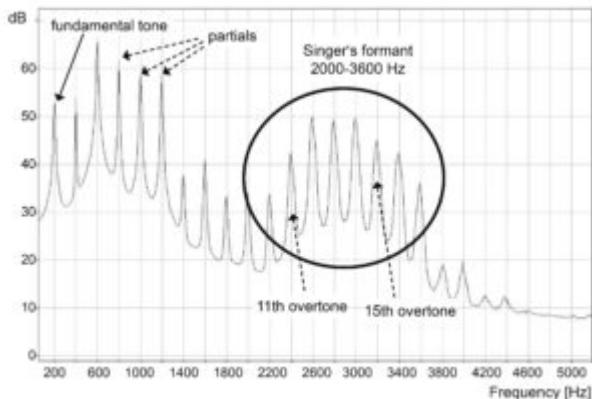
A modo de ejemplo, en la fonación se aspira mediante los denominados ajustes vocales a fusionar las vocales más fuertes y aportar a la voz un color básico uniforme, independientemente del timbre vocal. Desde el punto de vista acústico, el primer formante vocal depende mucho de la posición de la mandíbula y el segundo de la posición de la lengua principalmente. El ajuste vocal se realiza por medio de variaciones de la posición de la mandíbula y la lengua, ya sea al mismo tiempo o independientemente una de otra. Por lo tanto, se presentan también distintos enfoques de la fonación que se basan en cambios en la posición de la mandíbula y/o la lengua y tienen como objetivo un balance de inteligibilidad vocal y uniformidad de la voz. Ya que este control separado requiere mucha práctica, es un largo proceso de aprendizaje del que se habla a menudo en clases de canto o en fonación vocal.

Formante del canto

La fuerza de la voz del cantante no solo es interesante desde el punto de vista del solista sino también cuando se canta en coro. En este contexto, el rango de frecuencias entre 2 000 y 4 000 Hz adquiere especial importancia. Este rango, también llamado “formante del canto”, designa el claro aumento del volumen de los armónicos en esta frecuencia. En relación directa con el formante del canto se encuentra el término de “posición vocal”, que se trata de un importante objetivo en el ámbito de la fonación, puesto que mediante una mejora de la posición vocal se logra un refuerzo de los armónicos similar al aumento del formante del canto.



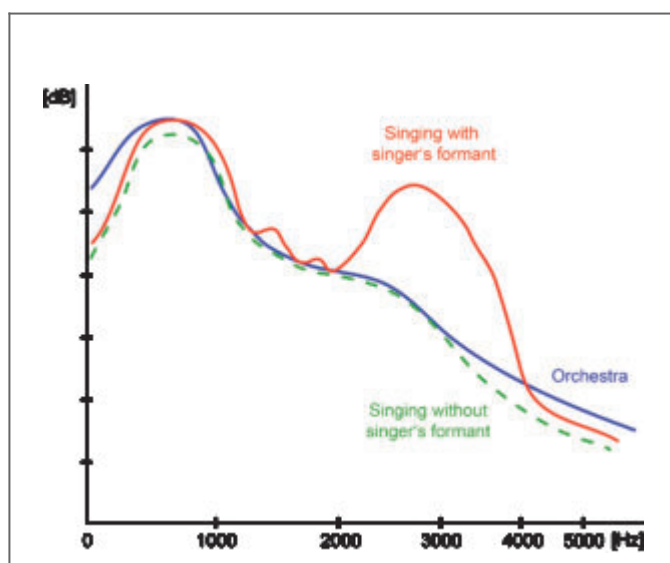
Espectro de un tono cantado (la bemol, frecuencia del tono fundamental de 200 Hz) sobre la vocal "a" Sin haber recibido clases de fonación/canto



Espectro de un tono cantado (la bemol, frecuencia del tono fundamental de 200 Hz) sobre la vocal "a" con haber recibido clases de fonación/canto

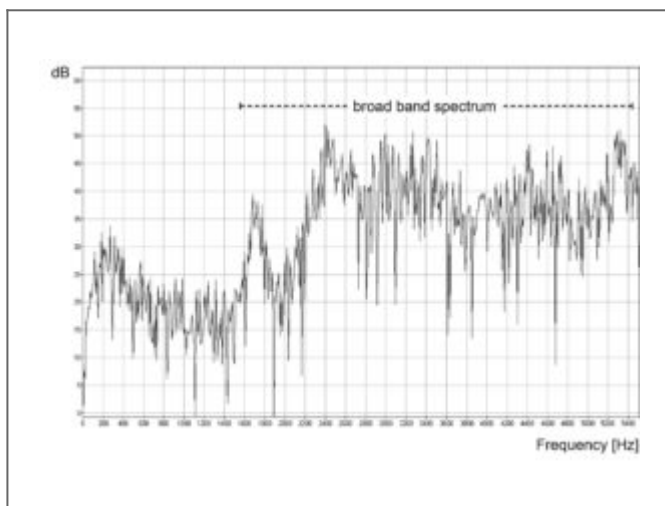
En las gráficas adjuntas se puede ver claramente el aumento de los armónicos 10-15 en un tono cantado con formante del canto en comparación a sin formante del canto. El aprendizaje del formante del canto y la posición vocal asociada también pueden tener importancia si se aplican a la música coral. La posición de la voz puede aportar gran brillantez, comprensibilidad del texto y audibilidad. Por otra parte, permite un rango dinámico más alto en comparación con el esfuerzo relativamente bajo del cantante, lo que hace que el canto sea sonoro y natural.

En el siguiente gráfico se presentan los espectros promedio de una orquesta y de un cantante. Se puede ver sobre un gran rango de frecuencias que la voz es menos fuerte que la orquesta. Solo en el rango de frecuencias desde aproximadamente los 2 000 hasta cerca de los 3 200 Hz los armónicos son más fuertes que la orquesta. Por ello, un cantante es difícil de escuchar entre tantos instrumentos por lo general, especialmente en este rango de frecuencias en el que el oído limita los armónicos para percibir la altura del tono fundamental. Como los intervalos entre los armónicos son equidistantes y equivalen a la frecuencia del tono fundamental, el oído puede clasificar la altura del tono inequívocamente. En el canto coral a menudo se da la situación en la que el cantante que ha recibido clases de canto ya es capaz de cantar con formante del canto. De este modo, se le podrá escuchar por encima de la media del coro. Junto al objetivo generalizado de los directores de coro de “limitar” a los cantantes con mejor formación para así obligarles a cantar con menos formantes del canto, existe además otra estrategia más eficaz pero algo más costosa, que consiste en que el resto de cantantes se inicien en el canto con formantes del canto. La ventaja de este método es un rango notablemente más dinámico del coro y un sonido conjunto más claro, flexible y fresco.



Consonante sorda “sch”: la energía predomina en el rango de frecuencias más alto.

Al contrario que con las vocales y sus sonidos de unión, las consonantes sordas se forman sin la participación de las cuerdas vocales y generadas principalmente mediante la fricción y refracción de corrientes de aire por las vías de articulación. Mediante esta producción de sonido átona, también no periódica, poseen una de todas las frecuencias del amplio espectro, que por lo general presenta una energía principal en el rango de frecuencias más alto de hasta cerca de 12 000 Hz.



Consonante sorda “sch”: la energía predomina en el rango de frecuencias más alto.

En las consonantes y timbres sonoros existen formas mixtas de formas de onda periódicas y no periódicas en las que se superponen las mismas proporciones. En una melodía cantada, junto con el desarrollo del tono fundamental y los cambios armónicos correspondientes, también según el texto, aparecen muchos y variados cambios del espectro que con el tiempo reproducen el desarrollo espectral. Por lo tanto, las consonantes dividen y estructuran los tonos vocales de forma lógica.

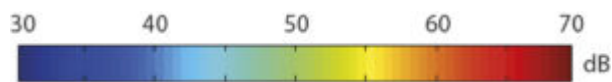
Mediante la amplia sugerencia de frecuencia en el oído y la

alta energía, las consonantes se perciben por lo general muy fuertemente. Esto explica también el fenómeno que tiene lugar en la práctica coral por el que consonantes que no suenan exactamente igual se perciben claramente y también se considera que molestan. Un refuerzo de las consonantes seguramente aclararía este problema a los coristas aficionados, pero llevaría a un desequilibrado balance de volumen con las vocales. Puesto que la energía de las consonantes ya es, de por sí, bastante alta, basta una articulación normal de las consonantes que suenan simultáneamente, lo que se puede conseguir a través de la sensibilización de los cantantes del coro, además de la respectiva precisión por parte del director.

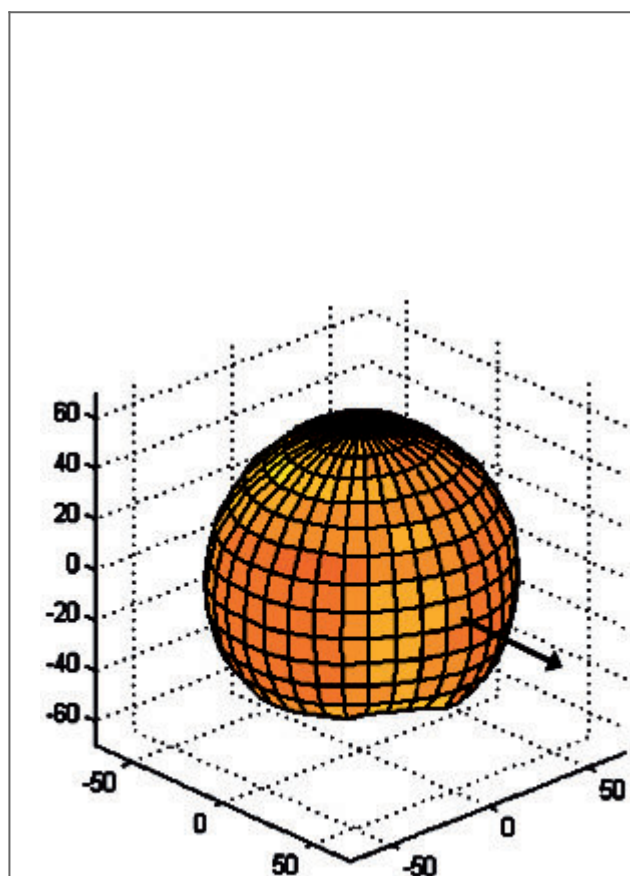
La radiación de sonido de los cantantes

Junto con la calidad y el sonido de la voz de canto, la radiación de sonido de los cantantes de coro es importante para los oyentes en la sala de ensayos o de concierto. El motivo principal es la forma en la que el cantante emite el sonido y en qué direcciones se expande la radiación y con qué intensidad. El llamado “diagrama de radiación” señala una característica del cantante que solo depende de la geometría corporal y las propiedades de absorción y reflexión acústicas del cuerpo. A través de los labios, nariz, orejas, cabeza, hombros y todo el tronco superior el sonido se flexiona, refleja o absorbe de forma distinta para cada frecuencia. Cada frecuencia de un tono cantado, es decir, cada correspondiente tono fundamental y sus sendos armónicos, tiene como resultado una radiación distinta, como se puede ver en algunos gráficos mencionados a continuación a modo de ejemplo. Los gráficos retratados muestran diagramas de esferas que describen el comportamiento del sonido alrededor del cantante. Se trata de una representación de la presión sonora en decibelios (dB), una magnitud física que corresponde a la sonoridad aproximada que percibe el oyente. La intensidad de la radiación se

representa tanto por la discrepancia de las esferas como por las distintas tonalidades: el rojo significa una fuerte radiación, el azul una radiación limitada. La dirección en la que mira el cantante se indica mediante una flecha. A modo de ejemplo, aquí está representada la radiación de tres armónicos de los espectros mencionados anteriormente.

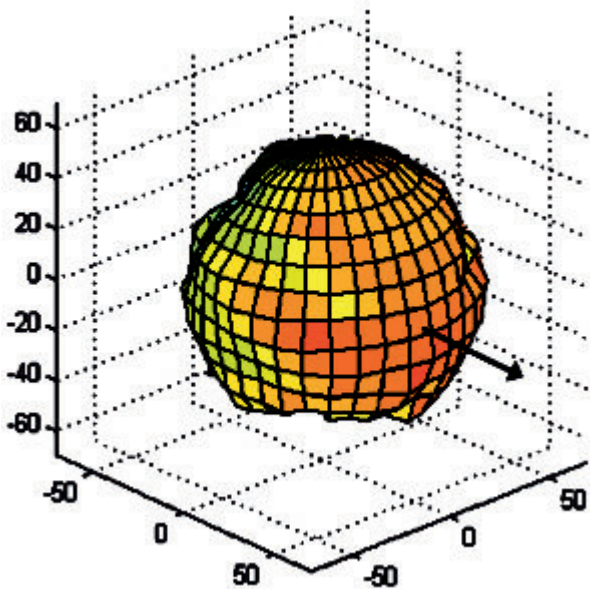


Tono fundamental (200 Hz)



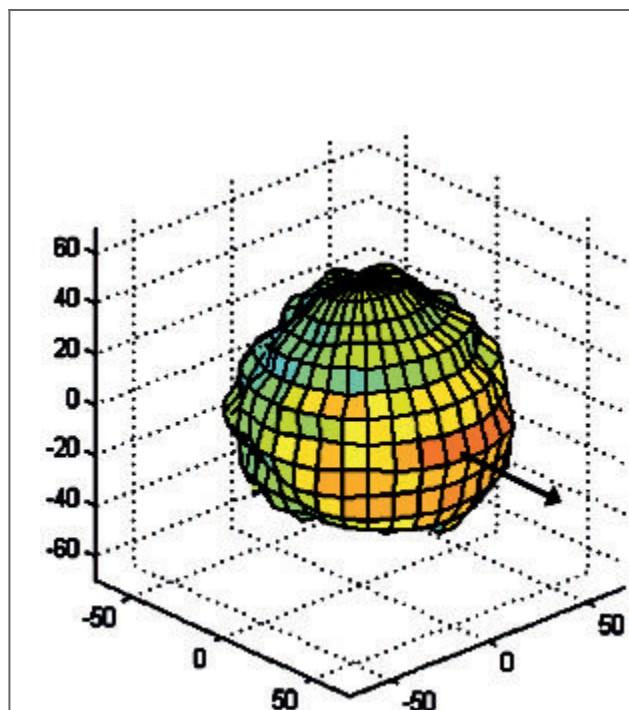
La radiación es casi esférica, lo que significa que este armónico se difunda en todas las direcciones con la misma intensidad. Este efecto se produce también en los *subwoofer* de los aparatos de música caseros, cuya disposición en las salas de estar apenas importa, ya que en las frecuencias graves la característica de radiación de cada fuente de sonido es, por lo general, esférica.

Décimo armónico (2 400 Hz)



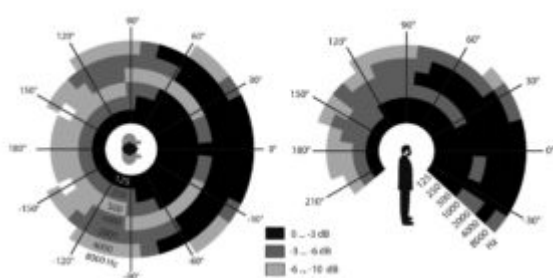
En este gráfico se puede reconocer claramente otro comportamiento de la radiación. Se aprecia una directividad más marcada en el semiplano frontal. Sin embargo, la radiación más fuerte no se limita a la parte delantera, sino que está ligeramente concentrada en un lado, mejor dicho, en la zona superior. La radiación hacia la parte trasera e inferior es notablemente limitada. Estos efectos se presentan en cantantes u oradores cuya voz de canto o de hablar es distinta según desde qué lado se dirige al oyente.

Decimoquinto armónico (3 400 Hz)



La emisión principal se concentra en la zona delantera, según la tendencia en la zona inferior, con una influencia muy amplia hacia los lados. En la parte posterior del cantante se puede ver que no hay ninguna radiación, sino que contrariamente a lo que se espera, a veces hay incluso amplificaciones.

Una representación óptica de esta radiación se indica mediante las dos gráficas siguientes sobre la característica de la radiación en dos niveles, proyección horizontal y vista lateral. Los datos de frecuencias describen la frecuencia media de los respectivos valores dentro de una octava. Las áreas muestran las principales zonas de radiación de la voz de canto: las áreas en gris oscuro muestran una disminución en comparación con el nivel más alto de 0 a -3 dB, las zonas grises de -3 a -6 y las gris claro de -6 a -10 dB. Las zonas sin marcar tienen un descenso del nivel mayor de -10 dB. La radiación aquí representada para tres armónicos también se manifiesta en los otros armónicos del espectro de canto y repercute, según la intensidad del armónico, en todo el sonido. Especialmente en el campo de los formantes del canto reforzados entre 2 000 y 3 600 Hz se registran claras direccionalidades. Cuando más orientada hacia el frente es la direccionalidad, más sonoro y sólido percibe el oyente el tono. Esto pone de relieve, una vez más, la considerable importancia del formante del canto.



Zonas de radiación principales de cantantes (promedio en octavas)

Consecuencias para la práctica coral y del canto

La radiación del cantante se puede resumir como sigue: en frecuencias graves de 80-500 Hz, la radiación es casi esférica. Para estas frecuencias es también importante el control del cantante. En frecuencias medias de entre 500-2 000 Hz la emisión principal está orientada fundamentalmente hacia delante; en frecuencias algo más altas, la radiación es más fuerte hacia arriba a la derecha, y hacia la izquierda y atrás para la radiación reducida. Sin embargo, en la parte posterior del cantante existe un máximo local debido a la interferencia constructiva. En frecuencias altas de 2 000-5 000 Hz se emite, además de la fuerte radiación hacia delante, una gran parte de la energía hacia la derecha y la izquierda; la radiación disminuye en gran medida hacia atrás.

Para lograr un gran volumen de sonido para un solista o cantante de coro, la situación en la sala de conciertos y con respecto a la orquesta tiene una importancia especial. Para que la energía orientada a los lados, hacia arriba y hacia atrás no se pierda, las paredes reflectantes bien dispuestas son de vital importancia. En una situación de concierto en la práctica coral, los investigadores han descubierto también consecuencias:

- Los armónicos en vocales poseen cada uno distintas propiedades de emisión, mediante las que el sonido en distintas direcciones se percibe como distintos timbres.

- La posición del cantante puede utilizarse incluso como medio artístico para poner en práctica las ideas tonales del director del coro.
- Debe tenerse especialmente en cuenta la posición de los cantantes vecinos, que pueden modificar en gran medida el timbre sonoro.
- Las consonantes tienen, debido a su alta frecuencia, una sólida direccionalidad; sin embargo, pueden atenuarse en gran medida a través de grandes distancias u obstáculos.
- Las paredes reflectantes deben situarse a una altura suficiente detrás del coro, y además la energía relativamente alta de la radiación hacia atrás debe utilizarse y reflectarse hacia delante.
- Una distancia mayor entre los cantantes sirve para un mayor despliegue de sonido en vez de una absorción por parte de los cantantes contiguos.
- También debería haber suficiente espacio entre las filas del coro.
- El escenario también debería estar situado lo suficientemente alto para que el sonido ligeramente orientado hacia abajo no desaparezca en la ropa de las filas anteriores.

Expansión del sonido

El canto de un cantante del coro, es decir, la forma de onda descrita anteriormente, se extiende en forma de ola esférica. Por lo tanto, está sujeta a las leyes de ondas mecánicas. Cuando golpea contra un obstáculo, se pueden mencionar brevemente los tres fenómenos más importantes que tienen lugar:

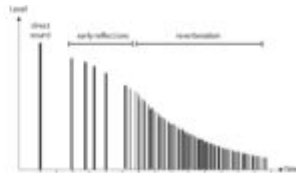
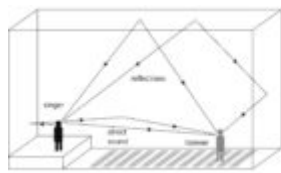
- **Reflexión:** Las ondas sonoras se reflejan cuando chocan contra grandes obstáculos, el ángulo de reflexión corresponde al ángulo de incidencia.
- **Absorción:** Al encontrarse con un obstáculo, la absorción

hace que la energía de la onda de sonido disminuya. Esta reducción de energía es muy diferente según las distintas frecuencias y depende de las propiedades acústicas del obstáculo.

- **Difracción:** Las ondas sonoras pueden experimentar también una desviación de la dirección de propagación debido al choque contra un obstáculo. Este particular fenómeno igualmente depende en gran medida de la frecuencia y repercute en distinto grado según la proporción de la longitud de onda y el tamaño del obstáculo.

Acústica arquitectónica

Basándonos en las leyes de propagación del sonido, en las salas de concierto, iglesias y otras salas de música especiales, la acústica se manifiesta de una determinada manera. Este resultado acústico depende de la situación de la fuente de sonido (por ejemplo, el coro) y el receptor del sonido (por ejemplo, el público). El esquema de esta acústica arquitectónica se explicará brevemente mediante las siguientes imágenes: el sonido de un cantante de coro se transmite en primer lugar a través del aire directamente a un oyente del público. Se producen más ondas sonoras ligeramente difuminadas por una reflexión contra el techo, la pared o el suelo. Estas son las primeras reflexiones. Dado que el sonido se puede reflejar varias veces, el sonido del cantante de coro llega al oyente también notablemente difuminado; el conjunto de estos sucesos de sonido se conoce como reverberación. Según lo rápido que se pierda la energía del sonido en la habitación, mayor es la longitud de la reverberación.



Propagación del sonido y distribución de la energía en el espacio

La acústica de una sala se rige principalmente por cuatro aspectos: el tamaño de la habitación, su forma, las propiedades acústicas de las superficies y la situación de las fuentes de sonido:

1. **Tamaño de la habitación:** Las habitaciones grandes tienen mucho tiempo de reverberación, que se minimiza mediante las superficies absorbentes. Debido a las grandes distancias, la energía del sonido y la sonoridad percibida por el oyente disminuyen significativamente. Además, debido a la relativamente lenta velocidad del sonido (el sonido viaja a aproximadamente 34 m por cada 1/10 de segundo) se pueden dar varios tiempos de escucha entre el sonido original y las distintas reflexiones. Esto conlleva distorsiones y molestas superposiciones. Incluso en los espacios más pequeños la inteligibilidad se puede ver notablemente afectada por reflexiones inoportunas.
2. **Forma:** Las formas de habitación más propicias son aquellas en las que el sonido llega al oyente directamente, sin reflexiones que lo refuercen o debiliten. Esto ayuda al oyente a asociar cuál es la fuente de sonido. En muchas iglesias a menudo hay numerosas superficies redondas en las que el sonido se refleja de todos los lados hacia el centro, por ejemplo, en el coro de la iglesia, bóvedas o una capilla. Se producen así a menudo incómodas interferencias o retrasos que molestan al oyente.
3. **Propiedades acústicas de la superficie:** Las superficies duras y lisas reflejan muy bien el sonido, por lo que la

energía de una onda sonora tarda mucho en degradarse, lo que causa tiempos de reverberación largos y que las iglesias sean consideradas a menudo ruidosas. Las superficies porosas y a menudo llamadas poco reflectantes, como por ejemplo la tela, absorben el sonido. La acústica de una habitación está determinada principalmente por el tipo y distribución de estas superficies. La presencia de personas afecta a la acústica de la habitación también por absorción. Las salas pueden verse significativamente alteradas si se cambian estas superficies. Los materiales suaves y porosos, como por ejemplo bancos tapizados, hacen que una iglesia ruidosa sea tranquila.

4. **Situación de las fuentes de sonido:** Las fuentes de sonido se refuerzan cuando están situadas directamente enfrente de una superficie reflectante. Cuanto más lejos esté la fuente de sonido de la pared, más débil se volverá por la reflexión y mayor será la diferencia de reproducción de la reflexión frente al sonido directo. Por lo tanto, el volumen, la presencia y la transparencia de la música pueden variar por la posición de las fuentes de sonido y las paredes.

Coro y sala

Otro aspecto importante es la relación entre el coro y la sala. Es necesario distinguir la audibilidad de los cantantes del coro en el escenario de la percepción que tiene el oyente del sonido en el público; ambas dependen de la acústica de la sala. Vienen determinadas como sistema acústico por las propiedades geométricas y acústicas de las paredes, el techo, el suelo o los obstáculos más grandes de la sala de ensayo o concierto. El diagrama de radiación descrito anteriormente de los cantantes y las distintas posiciones del coro en el escenario tienen por lo tanto un gran impacto no solo en la audibilidad de los cantantes entre sí, sino también en cómo

los oyentes perciben el sonido. Cada cantante es una fuente de sonido cuyo sonido se puede reflejar en el sistema acústico o también difractarse contra los objetos. Este comportamiento es altamente dependiente de la frecuencia y determina la distribución de energía en la habitación. En términos generales, se diferencia el área alrededor del cantante del área que está a mayor distancia según cómo de alto sea el sonido directo del cantante, es decir la fracción que se transmite directamente al público.

En una sala con mucha reverberación y muchas reflexiones en las zonas donde se juntan las paredes, el campo cercano alrededor de cada cantante es bastante pequeño, es decir, los cantantes ya están levemente distanciados de sus compañeros de canto en el campo lejano. Esto significa que el cantante, independientemente de su posición en el escenario, tendrá una sensación auditiva similar del coro al completo y la colocación tendrá menos influencia en la audibilidad. Del mismo modo, los cambios en la formación del coro serán inapreciables para la audiencia. Seguro que cada coro ha tenido al menos una vez la sensación de que en una iglesia “desprotegida” es mucho más complicado localizar la voz de otro cantante entre las distintas voces. En una sala “seca” con menos reverberación, el campo cercano es notablemente mayor y la colocación y la formación en el coro, es decir, la distancia de los cantantes entre sí, pueden influir en la audibilidad de los cantantes. El hecho de que los cantantes se escuchen mejor entre ellos también provoca un mejor resultado final para el oyente.

Disposición del coro: Formación – Colocación – Distancia

En la colocación del coro se pueden diferenciar fundamentalmente tres aspectos distintos:

1. Con la **colocación** nos referimos normalmente a la

disposición de los cantantes dentro de una misma voz. Existen distintos enfoques y filosofías. Algunos directores de coro recomiendan que los cantantes con un timbre y volumen similar estén situados, a ser posible, uno junto a otro. Otros directores tratan de evitar este posicionamiento y alternan distintos sonidos y timbres, para que se genere un efecto de ajuste y el conjunto de las voces se alinee un poco. Aquí debemos tener en cuenta que normalmente es muy difícil que las voces con el mismo timbre puedan percibir las otras voces. Si no prestamos atención, esto puede tener consecuencias poco favorables para la entonación o el balance del volumen. Los criterios sociales e interpersonales son, sin duda, una razón importante más para la formación del coro, que ahora abordaremos con mayor detalle.

2. La **formación** se refiere a la colocación de las distintas voces. En este sentido, muchos países tienen tradiciones que sin duda han surgido, en gran parte, de la literatura sobre canto. Además, intervienen aspectos prácticos, como el tamaño de los cantantes y, en relación con esto, el poder ver bien al director. El espacio que ocupa cada voz también hace que nos decantemos por una formación u otra. La tabla que está a continuación refleja tres formaciones bastante habituales y sus ventajas y desventajas.
3. A menudo se pasa por alto la **distancia** entre los cantantes del coro. En primer lugar, la distancia repercute en el volumen de un cantante en relación con el resto del coro. Algunos balances de volumen son favorables para el coro y otros no; depende en gran medida del espacio en el que nos encontremos. Por otro lado, la distancia puede aportar un desarrollo del sonido al oyente distinto del que se quiere proyectar.

Formación	Ventajas	Desventajas	Esquema de la formación
-----------	----------	-------------	-------------------------

Formación en bloque	Sonido a menudo más fuerte que en la formación en filas. De utilidad para obras polifónicas.	Los cantantes de los márgenes pueden tener problemas para escuchar a otros cantantes de su misma voz. Los cantantes situados en medio de una voz pueden tener problemas para distinguir la voz propia de cada cantante en su misma grupo.	SSSAAATTTBBB SSSAAATTTBBB SSSAAATTTBBB SSSAAATTTBBB Director
Formación en filas	Especialmente indicada para música homofónica, para percibir adecuadamente las entradas y el balance de cada voz.	Algunas voces están muy alejadas de los propios cantantes.	TTTTTTBBBBBB TTTTTTBBBBBB SSSSSSAAAAAA SSSSSSAAAAAA Director
De base mixta (en cuartetos SATB)	Promueve la confianza en uno mismo. El público percibe las voces más mezcladas y a menudo más fuerte. Los cantantes pueden percibir muy fácilmente las otras voces; muchas veces mejora la afinación.	Se requiere de práctica previa. Los cantantes deben ser experimentados. Los cantantes pueden sentirse “solos” a veces. Es difícil para el director de coro dirigir a grupos individuales.	SATBSATBSATB BTASBTASBTAS SATBSATBSATB BTASBTASBTAS Director

Ventajas y desventajas de las formaciones de coro habituales

La acústica de un coro en una sala es el resultado, desde el punto de vista acústico, de la producción de sonido de cada cantante, la radiación, la acústica de la sala y la posición de los coristas en la misma. Por lo tanto, se puede afirmar que, en resumen, la formación del coro y su colocación son un

medio artístico para llevar a cabo un concepto sonoro que cada director de coro puede establecer deliberadamente y para lo que debe tomar una decisión. La formación de los coros ya no es un hecho dado al que el director debe adaptarse.

Audición y percepción

La música llega al oído del oyente en el público a través de una trayectoria bastante complicada a través de la sala. Según la posición, las impresiones pueden ser bastante diferentes. El oído representa un filtro adicional que será interpretado por el cerebro y que el oyente percibirá finalmente como sonido. Por otra parte, cabe mencionar que la capacidad auditiva también tiene una influencia importante sobre la percepción del sonido del coro. Con la edad disminuye la capacidad auditiva asociada a las frecuencias agudas, lo que significa que las consonantes se escucharán más débiles y posiblemente no se comprenda bien el sentido de lo que se canta, aunque las vocales todavía se escuchen fuertes.

La grabación de coros

Las anteriormente mencionadas formaciones y colocaciones son significativas de manera decisiva para un coro que esté en una sala y el oyente del público. En el caso de la grabación tanto de una actuación en directo como en un estudio, se aplican otras reglas, ya que los oídos de los oyentes en el público están situados más lejos y los micrófonos principales y, en caso de ser necesarios, secundarios están notablemente más cerca. Así se eliminan las notables influencias de las paredes laterales y sus propiedades de reflexión y se dispone un sistema acústico diferente.

Resumen

La acústica de un coro es un complejo sistema de muchos parámetros que interactúan entre ellos. Además del sonido puro producido a través de la laringe y el filtro del tracto vocal, la voz humana continúa experimentando una radiación que varía según las distintas frecuencias a través del diagrama de radiación. Por otra parte, la posición en el escenario o la posición de los propios cantantes en el coro influye en la radiación; además, la capacidad de los coristas de escucharse unos a otros se ve afectada significativamente tanto por la posición entre ellos como por el espacio que los rodea. Para que el sonido se expanda en la habitación, los parámetros de la acústica arquitectónica y sus propiedades acústicas son decisivos. La percepción del sonido por parte del oyente actúa como un filtro adicional para las leyes acústicas, además de atribuírsele un juicio subjetivo.

Harald Jers es director y profesor de dirección de coro en la Musikhochschule de Mannheim. Lleva a cabo cursos de dirección y talleres internacionales en distintos conservatorios superiores y academias de música europeas. Es también jurado de competiciones corales y de composición, así como ponente en academias de música internacionales y congresos especializados. La combinación de distintas disciplinas supone un símbolo característico de su trabajo como director, algunas de ellas basadas en sus títulos universitarios en Dirección, Conservatorio Superior en la especialidad de Canto, Música Sacra y Física. Su amplio trasfondo de conocimiento musical gracias a su investigación intensiva en el ámbito de la acústica coral y arquitectónica le sirve para lograr mejoras en la calidad de sonido del coro, para llevar a cabo una metodología de ensayos más eficaz y para optimizar la disposición de la orquesta y el coro. Con su coro de cámara

CONSONO ha ganado numerosos certámenes de coros internacionales, lo que tiene su origen en su intenso trabajo en el sonido coral. Correo electrónico: harald.jers@gmx.de

Traducido del alemán por Ana Medina, España

Revisado por Carmen Torrijos, España