

## El espacio de la imaginación.

Oscar Pablo Di Liscia

### Algunos aspectos del tratamiento espacial del sonido en relación con la poética musical

Tuve una de mis impresiones más fuertes del trabajo artístico sobre la cualidad espacial del sonido, curiosamente (¿o no...?), durante la presentación de la película *Kaos*, de los hermanos Taviani. Esta primera escena muestra a dos pastores sicilianos que cazan un pájaro, pero mientras uno de ellos pretende retenerlo, el otro le ata una campanilla al cuello y lo suelta a volar, diciendo “música...!”. El pájaro vuela por todo el valle en el que se encontraban los pastores y recibimos, no sólo la imagen visual del espacio que recorre, sino también su imagen acústica, a través del sonido de la campana. Aun cuando la principal función de esta escena breve es la “invocación a Pirandello”, explora los dos aspectos básicos en la relación sonido-espacio: el *ámbito* en el que ocurren los sonidos y la *localización* espacial de las fuentes sonoras.

Ustedes habrán experimentado esto en muchas situaciones y seguramente hay algunas de ellas –diferentes en los detalles pero parecidas en lo esencial– que recuerdan especialmente. Cualquiera sea la naturaleza de estas situaciones habrá que mencionar, aunque sea obvio, que su particularidad se debe a un contexto más complejo que el que puede describirse limitándose a la relación sonido-espacio.

El tratamiento espacial del sonido involucra dos aspectos que llamaré *ámbito* y *localización*. Es imprescindible realizar algunas consideraciones generales sobre ellos.

*Ámbito* es el o los espacios reales o imaginarios en los que la o las fuentes sonoras se localizan (e. g., una sala de conciertos, una catedral, etc.). Las características del ámbito, por ejemplo, pueden modificar notablemente algunas cualidades espectrales de las señales acústicas que emiten las fuentes sonoras. Dice F. R. Moore:

“Si introducimos un sonido conocido en un sitio determinado de un recinto y grabamos el resultado desde otra posición del recinto, la

diferencia entre el sonido de entrada y el de salida es el efecto del recinto. En particular, cuando el sonido de entrada es un pulso, el sonido de salida es la respuesta del recinto para fuente y ubicación del oyente dados. En otras palabras, podemos modelar los recintos como filtros<sup>1</sup>”.

Otra cualidad decisiva en la determinación de las características acústicas de un recinto es su tiempo de reverberación, que es constante en cualquier punto del mismo.

Uno de los modelos propuestos para el tratamiento de los ámbitos en la música electroacústica es considerar un “recinto interior” (en el que se encuentran él o los oyentes) y un “recinto exterior” (un recinto que no tiene existencia real, pero cuyas cualidades se transmiten a través de la obra; i. e., el “espacio en el que transcurre la obra”). Los parlantes son considerados ventanas acústicas a través de las cuales los oyentes pueden percibir algunas cualidades de ese espacio exterior.<sup>1 y 2</sup>

*Localización* es la posición de la fuente sonora real o virtual en un ámbito determinado. Dicha posición no tiene porqué ser siempre la misma a través del tiempo, sino que las fuentes pueden moverse de diversas maneras y con diversas velocidades (que tampoco tienen que ser siempre constantes). Nuestra percepción utiliza datos vinculados a tres órdenes para determinar la localización de una fuente sonora: plano horizontal (“acimut”), distancia (cerca/lejos) y plano vertical (arriba/abajo).

Los principales datos que nos orientan en el plano horizontal son la diferencia interaural de tiempo (diferencia de tiempo de arribo de la señal a cada oído) y la diferencia interaural de intensidad (diferente amplitud de la señal en cada oído).

Los datos que nos orientan respecto de la distancia son la intensidad global y la relación entre la intensidad del sonido directo y la reverberación densa (para distancias mayores que a 100 mts se consideran también los efectos de absorción de los gases del aire, despreciables a distancias menores).

Cuando la fuente sonora y/o el oyente se mueven a distintas velocidades, otro dato muy importante es el efecto Doppler, por el que la frecuencia de la señal acústica que llega al oyente se modifica en la medida en que se acercan o alejan.

Otro aspecto a analizar es el hecho de que una fuente sonora real en movimiento no sólo produce su señal acústica, sino que también su desplazamiento

<sup>1</sup> Moore, F. R.: *Elements of computer music*, New Jersey, Prentice Hall, 1990, Cap.4 “Rooms”.

<sup>2</sup> Moore, F. R.: A general model for spatial procesing of sounds, *Computer Music Journal*, 1983.

mueve el aire produciendo otra. Podemos entonces pensar en un “clarinete imposible” que suena y a la vez se desplaza a gran velocidad, con lo que agregaremos a su sonido el ruido que produce el desplazamiento de su “cuerpo” en el aire.<sup>3</sup> Aun cuando no conozcamos la fuente, en señales sintéticas, podemos manejarnos con analogías de ese tipo, y ésta es la razón por la que probablemente el *crossfade* (panorámico) de una señal con espectro de ruido sea más efectivo que el de una con espectro armónico.

A la reverberación –que es el resultado de las numerosas reflexiones de la señal acústica en los elementos físicos del recinto– se la suele dividir –por razones prácticas– en dos fenómenos: primeros ecos y reverberación global o densa. Los primeros ecos son una colección de reflexiones que ocurre aproximadamente en los primeros 80 milisegundos, y entrega datos acerca de la posición de la fuente en los tres órdenes, siendo especialmente significativo el lapso entre el comienzo de la señal directa y el primer eco. Pasados los 80 msecs, la colección de ecos es cada vez más densa y se percibe estadísticamente.

Finalmente, el efecto de “filtro” que producen nuestros oídos resulta también un indicador decisivo en el plano horizontal y el vertical.

La tecnología de procesamiento de sonido ha posibilitado el desarrollo de sistemas de espacialización sonora que permiten el ingreso de señales acústicas junto con datos acerca del ámbito y la localización de una fuente sonora virtual, para obtener una simulación de esta situación a la salida.<sup>4</sup> Otro procedimiento consiste en la “captura” por grabación de las cualidades acústicas de un ámbito y/o fuente en movimiento, para ser aisladas luego y reproducidas o aplicadas a otras señales.<sup>5y3</sup> Dichos sistemas se encuentran todavía en una etapa experimental, pero han demostrado un razonable –aunque no completo– porcentaje de eficiencia.

<sup>3</sup> Ver, por ejemplo, el método usado por Stockhausen para grabar sonidos en movimiento circular en: Purce, Jill: “La spiralle dans la musique de Stockhausen”, *Musique en jeu*, Vol.15, París, 1974.

<sup>4</sup> Moore, op.cit., otros modelos se exponen en: Bosi, Marina: An interactive real-time system for the control of sound localization, *Computer Music Journal*, 1990.

Chowning, John: *The simulation of moving sound sources*, JAES, 1971. Lezcano, F.: *Quad sound playback hardware and software*, CCRMA, Stanford University, 1992.

Di Liscia, O. y Bonnier, E.: *DSPA: software tools for spatial treatment of sound*, III Simposio Brasileiro de Computação e Música, Anais pp.21-26, UFP, Brasil, 1996.

<sup>5</sup> Moore, op.cit. en <sup>1</sup>

Mi experiencia me ha demostrado que habitualmente hay que “exagerar” la simulación para obtener un resultado perceptivo convincente. Sin embargo, no creo que esto se deba a fallas en el funcionamiento de los sistemas (sin perjuicio de que pueda haberlas en otros aspectos). Si descartamos –por razones de simplicidad– los inconvenientes que puedan surgir a causa de un inadecuado sistema de reproducción y los que surgirían a causa de un mal recinto o localización de los oyentes, podremos considerar al menos tres factores que conspiran en contra del “sistema perfecto de tratamiento espacial”:

1. Si consideramos el modelo expuesto de “recinto interior” y “recinto exterior” y a los parlantes como ventanas acústicas a través de las que el oyente percibe determinadas características espaciales, podremos decir –realizando un paralelo con lo visual– que nunca tendremos una visión completa del exterior mirando por una ventana. Es por esto que los parlantes, cuando se requiere una sensación espacial más contundente, se tienen que transformar en “hiperventanas”.

2. Nuestra experiencia natural con el movimiento y el espacio habitualmente involucra al sentido de la vista. En ausencia de él como apoyo, las trayectorias de objetos imaginarios –aun cuando algunos puedan asociarse a los reales– son más difíciles de seguir, sobre todo cuando son complejas. Asimismo, ni siquiera con ayuda de nuestra vista podemos seguir en detalle el movimiento complejo de varios objetos a la vez (¡Los árbitros de fútbol seguramente sabrán esto, aunque no me van a dar la razón...!).

3. Es difícil de procesar el uso de señales que no son asociables a fuentes conocidas o de aquellas asociables a fuentes conocidas describiendo movimientos que no les son propios, dado que para esto recurrimos a los datos de nuestra experiencia. Si lográramos, por ejemplo, que los oyentes percibieran un sonido de avión localizado “debajo de ellos”, podríamos crearles la ilusión de que están volando “más arriba”. Un proyecto ambicioso..., pero lo menciono para que adviertan la cantidad de información no directamente relacionada con el sonido que participaría en esta experiencia.

Podríamos hablar de otros factores, pero es más estimulante analizar cómo los músicos hemos sacado y podemos seguir sacando provecho de los actuales medios. Lejos de considerar las limitaciones como algo negativo, nos hemos sentido especialmente atraídos hacia el tratamiento espacial del sonido, porque la necesidad del ajuste fino, o de la intervención artesanal del compositor, nos produce la tentación irresistible de plantearnos cuestiones que se acercan más al terreno de lo estético que al de lo técnico.

Como punto de partida para discutir esto, propongo la determinación de

*concepciones en el tratamiento espacial del sonido.* He establecido estas categorías a través del análisis de material bibliográfico relacionado con cada obra electroacústica, habitualmente desarrollado por su autor. La mayoría de las veces, el autor revela los programas y/o técnicas y dispositivos usados en su obra y su relación con los aspectos compositivos. Habida cuenta de las dificultades que plantea el análisis de la música electroacústica, y la crítica influencia de las condiciones de audición en la espacialización de sonido, estos datos son decisivos. Las categorías que considero son:

*Real:* tratamiento espacial rigurosamente vinculado a datos del mundo real (simulación "estricta"). Se usan programas de procesamiento espacial, pero los parámetros y rangos elegidos corresponden lo más estrictamente posible con datos de los fenómenos reales. Un corrimiento de frecuencia cualquiera puede ser indicio de "efecto Doppler", pero sólo si se conecta con otros indicios de manera exacta –escalamiento de ganancia de acuerdo con la distancia y el ángulo de la fuente, etc.–, podrá corresponder con el fenómeno real de movimiento de una fuente sonora. Un buen ejemplo de esto es la obra *Turenas* de John Chowning. Otra posibilidad es el uso de grabaciones binaurales de material sonoro absolutamente inalteradas, de manera de reproducir lo más fielmente posible la "situación de audición" del oyente que representaban los micrófonos.<sup>3</sup>

*Neutro:* el compositor minimiza los procedimientos que tienden a conferir a las estructuras sonoras una cualidad espacial. Las fuentes "están en el lugar en el que suenan los parlantes" y toman la cualidad acústica del ámbito de reproducción. Un ejemplo clásico de esto son los *Sincronismos* para piano y cinta de Mario Davidowsky. Aquí es necesario aclarar algo: desde el momento en que se usa el *stereo*, existe una intención de tratamiento espacial, por lo tanto, es obvio que no es posible encontrar ejemplos puros. El tratamiento *stereo* de esta obra, sin embargo, se reduce al control de amplitud de los sonidos en cada parlante. El ámbito de movimiento de las fuentes virtuales es una línea entre los dos parlantes. La aparición de determinadas estructuras sonoras en uno u otro parlante, y su paso gradual (panorámico), es concebida más bien como una cualidad del material relacionada con su ritmo, velocidad global, textura, variedad, etc., antes que con la cualidad cinética de fuentes sonoras o la cualidad evocativa de un ámbito. La impresión que me causó esta obra "en vivo" es la de escuchar a dos instrumentos: por un lado el piano, y por el otro un instrumento gigante con dos fuentes direccionales (los parlantes). Para analizar un caso así, habría que realizar una taxonomía de los

tipos y modos de alternancia de las señales en los parlantes y sus velocidades, para vincular a las estructuras de altura, registro, timbre, dinámica, ritmo, etc.

*Hiperreal*: tratamiento espacial asociable con la realidad, pero más contundente y verosímil que la realidad (simulación “efectiva”). Por ejemplo, yo mismo he yuxtapuesto señales digitales con un tiempo de reverberación creciente, para reforzar la simulación de alejamiento de una fuente, a pesar de que éste debiera ser constante. Asimismo, el control de la amplitud de la señal en función de la distancia muchas veces debe ser “retocado” (generalmente exagerado) para obtener un efecto de alejamiento o acercamiento más contundente. A causa de las numerosas limitaciones de los sistemas y las técnicas (algunas de ellas mencionadas antes), este tipo de trabajo es de los más usados en la música electroacústica.

*Virtual*: el tratamiento espacial se realiza de una manera que no sería posible en el mundo real. Involucra un número muy variado de recursos, desde crear ambientes “anómalos” hasta hacer realizar a las fuentes sonoras movimientos imposibles, o forzarlas a una localización para la que no son aptas. He visto, por ejemplo, a compositores muy experimentados superponer diferentes estratos sonoros usando varias cámaras con diferentes tiempos de reverberación (e. g., Oscar Edelstein en *Viril occidente IIs*). El tiempo de reverberación es propio de un recinto, pero el propósito en este caso no es que los oyentes perciban sonidos provenientes de varios recintos diferentes a la vez, sino el de producir un recinto virtual, con cierta relación con los reales, pero a la vez con cierto desvío de ellos. Otra utilidad “secundaria” de este recurso es la transparencia que puede lograrse en texturas muy complejas en las que el tratamiento espacial diferente de diversas estructuras sonoras contribuye a distinguirlas. Con respecto a los movimientos “imposibles”, no es tan raro y difícil como parece, más bien es bastante común, por ejemplo, tomar una grabación de señales acústicas provenientes de fuentes habitualmente quietas (e. g., instrumentos tradicionales) y realizar panorámicos.

Lo expuesto es una clasificación operativa que conviene usar sólo para definir la tendencia saliente en el tratamiento espacial de una obra o una parte de ésta. Muchas veces estos tratamientos se yuxtaponen en una misma obra, o se modulan de uno a otro.

Estas concepciones pueden asociarse a funciones del discurso musical, sobre todo en obras que tengan un carácter referencial. Aunque parezca inge-

nuo, el tratamiento neutro combinado con cualquiera de los otros tres se ha usado para producir dos tipos de efecto:

- Las fuentes sonoras irrumpen, desde un ambiente "exterior", en el ambiente en el que está el público, o bien se escapan de allí hacia un ambiente "exterior" (a esto lo llamaré, con la indulgencia de ustedes, efecto "Rosa púrpura del Cairo").
- Actúan como "interruptor" –como si hiciéramos sonar nuestros dedos y dijéramos: "hola, despierten, estamos aquí, esto es una grabación...!"–. Esto no es tan difícil de lograr, si la reverberación es suprimida abruptamente para volver al oyente a la sensación artificiosa de música grabada en estudio.

Un recurso que se sitúa entre la concepción hiperreal y la virtual es utilizar una mutación de espectro asociada al progresivo acercamiento de una fuente sonora. Cuando se aleja de nosotros, la amplitud de su señal decrece en función de la distancia. En los instrumentos cuyo espectro favorece los parciales inferiores, esto actúa parecido a un filtro "pasa bajos", ya que los superiores tienden a ser inaudibles por el efecto de la distancia; viceversa, a medida que se acercan, su espectro es más "brillante". Si aprovechamos la potencia de esta trayectoria y por medio de algún otro recurso (e. g., un filtro resonante) aumentamos más la amplitud de los armónicos superiores, obtendremos un efecto de hiper acercamiento, aun a costa de crear un instrumento irreal. Más todavía, puede utilizarse otro tipo de transformación (por ej., Frecuencia Modulada) en un porcentaje muy mínimo, de manera tal que se produzca un ensanchamiento extra en la banda del espectro. La sensación en este caso es la de encontrarnos con un sonido que creíamos que tenía una cualidad espectral y, al escucharlo cerca, resulta que tiene otra. Podría también usarse al distanciamiento espacial entre fuente virtual y oyente como un recurso para desdibujar las características de la señal acústica y realizar modulaciones de un material sonoro a otro.

Otro recurso vinculado al anterior es el de producir un efecto de disociación en los parciales de una señal digital, esto es, tomarla primero como una unidad y luego, por agregado de modulación en amplitud y frecuencia aleatoria y diferente en cada parcial, además de panorámicos ligeramente diferentes también en cada uno, simular la presencia de varias señales, correspondientes con varias fuentes diferentes. Acerca de esto existen trabajos <sup>6y7</sup> en los que se tratan

<sup>6</sup> Chowning, John: *Music from machines: Perceptual fusion. Auditory perspective*, CCRMA, Stanford University, California, 1990.

<sup>7</sup> Bergman, A.: *Auditory scene analysis: the perceptual organization of sound*, Massachusetts, MIT Press, 1994.

—entre otros temas— algunos aspectos técnicos y perceptivos relacionados con la segregación y fusión de estratos en las señales acústicas, otro tema clave para lo que nos ocupa y que, por su extensión e importancia, motivaría un tratamiento imposible de realizar en esta exposición.

Los límites de este trabajo me impiden desarrollar otras posibilidades o ampliar los temas que expuse, pero no quisiera finalizar sin mencionar el uso de la cualidad espacial del sonido como un parámetro más en la estructura musical. En primer lugar, debo decir que no he intentado soslayar este tema por considerarlo de poca importancia, por el contrario, he tratado a través de mi exposición de crear un marco general para enfrentarlo. Desde el inicio de la música electroacústica en stereo, por otra parte, un sinnúmero de compositores ha logrado vincular ciertas cualidades espaciales a otros rasgos de las estructuras musicales (e. g., *Kontakte* de Stockhausen, *The Palace* de Roger Reynolds) y su trabajo, además de valorarse estéticamente, puede tomarse como base para elaborar una serie de recursos o soluciones personales aplicadas al problema. Yo creo que la manera más efectiva para analizarlo es establecer previamente categorías generales de tratamiento espacial, como he intentado. Ya que están íntimamente ligadas a la poética de la obra, a partir de allí se esclarecerán los recursos técnicos y su vinculación a otros aspectos de la estructura musical. Quizá entonces podamos describir un vuelo tan conmovedor como el que mencioné al comienzo.