

Interiores

Pablo Cetta.

Realizó sus estudios musicales en la Facultad de Artes y Ciencias Musicales de la U.C.A.
psettus@gmail.com

Recibido Septiembre 25 de 2007
Aprobado Diciembre 03 de 2007

Resumen

La música como arte y ciencia, su relación con la tecnología, y los aspectos creativos de una composición actual conforman la temática de este artículo. *Interiores* (2004) es una pieza de cámara con procesamiento electrónico del sonido en tiempo real, escrita en el marco de la Tesis de Doctorado *Un modelo para la simulación del Espacio en Música*. En esta obra se plantea una fuerte integración de los parámetros musicales con el espacio virtual que rodea al oyente, simulado a través de ocho parlantes dispuestos en los vértices de un cubo imaginario, ubicado en una sala de conciertos.

Palabras clave: composición musical, espacialización del sonido

Interiors

Abstract

Music as art and science, its relation with technology, and the creative aspects of a current composition make up the theme of this article. *Interiors* (2004) is a piece of chamber music with electronic processing of the sound in real time, written within the framework of the Doctoral Thesis, *A model for the simulation of Space in Music*. This work proposes a strong integration of the musical parameters with the virtual space that surrounds the listener, simulated by means of eight loudspeakers placed in the vertices of an imaginary cube, located in a concert hall.

Keywords: musical composition, spatial location of sound

“Vanguardia” es un término que aplicamos corrientemente a la creación artística, en particular, cuando nos enfrentamos a determinada producción estética sin poder encasillarla, ni vincularla directamente con aquello que nos resulta conocido. Así solemos llamar a lo que se opone francamente a lo establecido. Hablamos de vanguardia cuando el presente es confuso, cuando nos sentimos rodeados por posibles genialidades o absurdas banalidades sin poder discriminar unas de otras.

Cantidad de obras forman ya parte de la historia por exhibir en su momento una postura distinta, una problemática nueva, o una mera oposición a lo conocido. Algunas nos obnubilan hoy con su belleza y principios constructivos, mientras que a otras les atribuimos escaso valor artístico. Parece ser más revelador, en estas últimas, lo que se dijo de ellas que la obra misma, como si cierta opinión autorizada les hubiera conferido el don de la permanencia. Pero

¿es útil el concepto de vanguardia al pensar en la creación? ¿Hasta qué punto es eficaz para dar cuenta de la tarea del artista? Hablando de música, resulta curioso observar en los compositores del siglo XX un marcado rechazo por la aplicación de tal denominación a su obra y por las etiquetas impuestas a sus estilos. Y hablamos de compositores, no de productores de dichos manifiestos o pancartas sonoras, que si bien llevaron a repensar nuestros propios rumbos no generaron necesariamente arte.

El término "atonalismo", por ejemplo, es portador de una negación, la de un sistema que guió por siglos la organización de la música en prácticamente todos sus aspectos. Pero esta ruptura, este supuesto abandono del sistema tonal producido a principios del siglo pasado, es entendida hoy como una consecuencia absolutamente natural del cromatismo romántico. Contrariamente a cómo se juzgaba en ese entonces, vemos que no ocurrió ninguna revolución, simplemente una re-evolución del material sonoro, un paso más de un lógico devenir. Dicho sea de paso, Schönberg nunca aceptó ser llamado vanguardista, y propuso denominar "pantonal" a su música, aquella anterior al dodecafonismo.

A esta Segunda Escuela de Viena siguieron luego estéticas, obras y creadores geniales, y hoy estamos mucho más distendidos, pues entendimos a dónde se dirigían. Experimentamos también una mirada más comprensiva del pasado, y una necesidad de integrarnos a él e integrarlo en la obra. Finalmente, podemos asegurar que nos hallamos en una meseta propicia para la profundización, sobre las bases conquistadas por quienes nos precedieron. Pero crear se impone. Es un estado del alma que nos sobrepasa. Una pulsión por construir lo indecible, lo inmaterial. Una fuerza que reclama un cauce o ley que haga posible lo impensable para que se convierta en obra. Del mismo modo, sentimos las creaciones de algunos otros, como actos de verdadera trascendencia. Pero ¿qué es original si no se conecta con nuestro origen? ¿Qué es real si no proviene de nuestra misma esencia y se vincula con la propia historia? No somos músicos, somos la música.

Lo verdadero es que produjimos un siglo de música dramática y compleja, muchas veces cegados por la búsqueda de una fórmula mágica que pudiera convertir a las ideas en belleza. Pero también es cierto que la música se ha pensado a sí misma como nunca antes. Y este arte-ciencia, de tanto observarse, parece haber encontrado hace algunos años atrás su propio origen en la esencia misma del sonido, en el timbre. Cada vez más, la composición musical se acerca a la labor científica, tanto en sus métodos como en la forma de establecer vínculos con sus orígenes. Frente a esto, la idea de vanguardia carece casi por completo de interés. El músico, lejos de buscar el efecto de ruptura que suele acompañar a este concepto, actúa como un investigador, ligado al trabajo y a los descubrimientos de sus predecesores.

En definitiva, no existe forma alguna de crear si no ocurre en el mismo frente de batalla ¿Existen acaso los científicos de vanguardia? Su misión es hurgar, descubrir, inventar, reflexionar sobre sus logros y los de otros para así continuar. Útil sería que aquellos que simplemente observan, estrechen la franja del presente, pues la música sigue tan viva como siempre.

Música-Tecnología

242

Desde hace tiempo la música se encuentra en firme contacto con la tecnología, relación que se inicia a partir de la invención de los dispositivos de registro sonoro. De medios nuevos surgen estéticas nuevas, y muchas de ellas son motivo de confrontaciones y controversias. Lo cierto es que la música que hace uso de los medios, envuelve una actividad multidisciplinaria, que obliga a moverse más allá de las especialidades. Los científicos actúan en el campo del arte y los artistas en el de la ciencia. Entre tanto, la música gana poco a poco un nuevo espacio.

Ya a fines de la década del 50 los compositores comienzan a utilizar computadoras, animados por la posibilidad de un control exhaustivo del sonido y de los parámetros musicales. En la actualidad, los medios digitales se aplican en la composición asistida, en la generación de sonido y música, mediante las más variadas técnicas de síntesis y algoritmos compositivos, y en el procesamiento en tiempo real del sonido proveniente de instrumentos acústicos convencionales.

Las obras de cámara y orquestales del movimiento espectral francés de mediados de la década del 70, a modo de ejemplo, parten de la resíntesis de espectros sonoros con instrumentos acústicos tradicionales. Del análisis espectral de un sonido instrumental -o a veces electrónico- se crea una versión metafórica, cuyas componentes son imitadas del original usando los instrumentos de un ensamble u orquesta. Estas ideas compositivas impulsaron la utilización de herramientas apropiadas de análisis y representación del sonido, sin las cuales esta música no podría existir.

Un ámbito de aplicación particularmente importante de los recursos tecnológicos en la música, ocurre en relación con el tratamiento de las cualidades espaciales del sonido. En la actualidad, los medios han ampliado enormemente los límites de lo posible.

Espacio-Música

Observamos en la historia diversos modos de utilización del espacio en música con fines expresivos, que responden no sólo a cuestiones acústicas, sino poéticas, sociales, culturales, cósmicas y religiosas.

La puesta en relieve del espacio en la representación musical, se remonta al canto antifonal y responsorial y continúa hasta hoy, pasando por diversos es-

tilos y períodos. A principios del siglo XVI, por ejemplo, algunos compositores demuestran un interés particular por la disposición espacial de los recursos vocales. Tal es el caso de Willaert, que con su estilo policoral explota las posibilidades arquitectónicas que se presentan en la catedral de San Marcos, en Venecia. El lugar donde se desarrolla la obra puede ser considerado tan sólo como un marco, o como una instancia capaz de generar la obra misma. Durante el siglo XX han existido muchos intentos destinados a romper la disposición tradicional del concierto, en la cual, instrumentistas y público conforman dos entidades bien separadas. Los compositores parten de distribuciones particulares de los grupos instrumentales hasta llegar a la ubicación de los músicos en la platea misma, esparcidos entre los oyentes. Bártok recurre a dos orquestas simétricas en *Música para cuerdas percusión y celesta*, idea que retoma luego Ligeti en su obra *Ramificaciones*. Stockhausen ubica tres orquestas en *Gruppen*, en su búsqueda obsesiva de integración de los parámetros musicales, y más tarde, en *Lichter* crea constantes modulaciones tímbricas y recorridos espaciales entre voces e instrumentos, diseminados en el espacio de audición.

En el ámbito de la música electrónica, la primera obra que hace uso de la espacialización del sonido es *Gesang der Jünglinge* (1955-56), de Stockhausen, concebida originalmente para cinco grupos de parlantes, distribuidos en las esquinas del auditorio y en el techo. Lo mismo ocurre en su siguiente obra electrónica, *Kontakte* (1959-60), de la cual produjo otra versión que incorpora piano y percusión combinados con los sonidos electrónicos. Para esta obra, el autor diseñó un mecanismo basado en una mesa redonda giratoria, con un parlante fijado a su superficie. A los lados de la mesa colocó cuatro micrófonos que registraban los sonidos producidos por ese parlante. Ubicado frente a un cronómetro, podía girar la mesa y realizar las trayectorias circulares planeadas en su partitura. El sistema puede hoy parecerse precario, pero la audición de su música aún nos sorprende.

Boulez, por su parte, recurre a la antigua idea responsorial en *Répons* (1981-1984), obra compuesta para solistas, un conjunto de cámara, sonidos electrónicos y electrónica en tiempo real. El público se ubica entre los músicos y los parlantes, rodeando al sonido, y siendo rodeado por él. Desde el punto de vista formal, Boulez compara a su obra con la forma del Museo Guggenheim de Nueva York, donde el espectador se enfrenta con lo que tiene delante de sí, guarda en la memoria lo que acaba de ver y puede presentir lo que vendrá. Esta forma de espiral en el tiempo es abierta y cerrada al mismo tiempo; si se interrumpe en cierto punto su forma sigue siendo perfecta, pues no carece de nada, pero a la vez, es posible continuarla al infinito.

Otra obra que transforma el espacio de representación es *Il Prometeo*, de Luigi Nono, concebida originalmente para San Marcos, pero estrenada finalmente en San Lorenzo en 1984. Aquí, el compositor propone una desvinculación de lo que se ve respecto a lo que se escucha, en una suerte de contrapunto escénico. Los grupos instrumentales, las voces y los sonidos provenientes de los parlantes, interactúan conformando un laberinto sonoro -émulo de la acústica natural veneciana- montado sobre una estructura especialmente diseñada por el arquitecto Renzo Piano.

Un último ejemplo, que considero interesante, es *Le noir de l'étoile* (1990) de Gerard Grisey. Esta obra fue escrita para seis percussionistas dispuestos alrededor del público, sonidos grabados y transmisión de señales astronómicas en tiempo real. Grisey dictó clases de composición en Berkeley, entre los años 1982 y 1986. Allí conoció al astrónomo Jo Silk, quien le hizo "escuchar" diversas señales electromagnéticas provenientes de erupciones solares y pulsares, captadas por radiotelescopios -una versión acústica de estas señales puede ser reproducidas a través de un parlante. Los pulsares -residuos cósmicos resultantes de la explosión de supernovas, que giran en el espacio transmitiendo señales periódicas, a la manera de un faro cósmico- producen diferentes alturas

o ritmos, de acuerdo a su velocidad de giro, y sólo pueden ser registrados a determinada hora del día. Para esta obra, Grisey utilizó grabaciones del pulsar Véla, que sólo aparece en el hemisferio sur, residuo de la explosión de una supernova que debió verse claramente hace 12.000 años; y la reproducción en tiempo real del pulsar 0329+54 -generado por una estrella que explotó hace cinco millones de años- cuya señal tarda 7.500 años en llegar a la tierra. Estos sonidos se combinan con la percusión para dar forma a la obra. El estreno tuvo lugar en Bruselas el 16 de Marzo de 1991, a las 17 horas, ya que 0329+54 hace su aparición a las 17:46 en el radiotelescopio de Nançay en Sologne, desde donde se transmitieron las señales al lugar del concierto. Grisey mismo, con los comentarios acerca de su obra, propone reflexionar acerca de la llegada en directo, al lugar del concierto, de estos relojes cósmicos impasibles, que han franqueado años luz hasta llegar a nosotros. Las señales, se encuentran con una música que no sólo prepara su entrada en escena, sino cuya organización temporal deviene de sus características rotacionales.

Estos casos, y tantos otros dispersos en el tiempo, permiten notar que las características espaciales de la música han sido ampliamente aprovechadas en función de la expresión. Ya sea a través de ideas extramusicales o en vinculación con la estructuración misma de la obra. El espacio cumple una función integradora del discurso. Toda sensación sonora lleva implícita una determinada cualidad espacial, y el espacio se manifiesta a través del sonido. Los medios electroacústicos actuales han aumentado considerablemente las posibilidades de tratamiento del espacio, pues mediante la simulación, es posible multiplicar las fuentes sonoras y distribuir las en ambientes virtuales, según la voluntad del compositor.

Comencé mi primera obra electroacústica *Bosco: jardín al compás del deseo* en 1989, impulsado por la problemática del espacio en música. Esta pieza –basada en el famoso tríptico de Hieronymus Bosch *El jardín de las delicias*- fue presentada en

el contexto de un trabajo de investigación y desarrollo de hardware, de carácter interdisciplinario. Diez años después, animados por los avances tecnológicos ocurridos durante ese tiempo, retomé el tema en *Interiores*, estrenada en 2004 como parte de la defensa de mi tesis de Doctorado en Música, en la especialidad Composición.

Investigación-Composición

Interiores fue escrita para flauta, oboe, saxo alto, clarinete bajo, piano y procesamiento electrónico en tiempo real. La tesis, por otra parte, describe el diseño y desarrollo de programas de computación de asistencia en la composición musical, especialmente orientados al tratamiento del espacio en música, que luego fueron aplicados en la composición de esa obra.

La composición musical y el desarrollo de programas presentan temáticas bien diferenciadas, pero mutuamente relacionadas. El primer objetivo, la composición, surge del deseo de expresar la poética del espacio en términos sonoros. El segundo, las herramientas de creación,

The image displays two systems of a musical score for the piece 'Interiores'. The first system (top) contains measures 11 through 13. The second system (bottom) also contains measures 11 through 13. The score is written for six parts: Flute (Fl.), Oboe (Ob.), Alto Saxophone (Sax.), Bass Clarinet (Cl.), Piano (P.), and Electronic Processing (E.). The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and dynamic markings like 'ppp' (pianissimo) and 'f' (forte). Performance instructions like 'rit.' (ritardando) and 'pizz.' (pizzicato) are also present. The score is organized into measures, with measure numbers 11, 12, and 13 clearly marked at the beginning of each staff line.

Figura 1. Fragmento de *Interiores*

de la necesidad del compositor de generar un entorno apropiado que posibilite la realización de su obra, sin el cual ésta no podría existir.

Los programas asistentes, empleados en la génesis de la obra sirven a la simulación de fuentes aparentes en ambientes virtuales, y su desplazamiento en el espacio; el tratamiento del espacio interno de la música en relación a las trayectorias descritas por esas fuentes; el control espacial de la altura, de las relaciones temporales entre los eventos sonoros, del timbre y la textura y la generación de volúmenes espaciales, y el control de la posición de las fuentes que los generan. Intervienen temas relacionados con la audición, el procesamiento de señales digitales, la informática y la música.

La tarea comienza con un relevamiento previo de los aspectos psicoacústicos relativos a la audición espacial, y de técnicas de simulación de imágenes espaciales en ambientes ilusorios. Luego, trasladé algunos de los sistemas de espacialización preexistentes (Chowning, Moore, Ambisonics) al ámbito del procesamiento en tiempo real, incorporándolos como asistentes adicionales del entorno compositivo. La plataforma elegida para el desarrollo de software es el sistema gráfico de programación Max-MSP, creado en el IRCAM, en París. Se basa en objetos interconectables, con funciones específicas, orientados al procesamiento digital de señales de audio. Bajo este entorno es posible crear nuevos objetos, escritos en lenguaje C, que incrementan sus posibilidades.

Finalmente, desarrollé un modelo de localización espacial del sonido que parte de una técnica de grabación denominada binaural. Se trata de un sistema de síntesis binaural, con reproducción transaural cuadrafónica. Realicé un primer programa para sistema operativo Windows, que luego trasladé a Max-MSP, donde opera en tiempo real. El software creado procesa el sonido proveniente de instrumentos musicales tradicionales, o de fuentes electrónicas, y lo distribuye espacialmente a través de parlantes en la sala de concierto. Transforma las señales monofónicas que ingresan a la computadora, e induce al oyente a

percibir una imagen espacial, similar a la que experimentaría frente a una o más fuentes estáticas o en movimiento, y un espacio de características materiales distintas a las del recinto en que se encuentra.

Al modelo se agregan otros objetos que aportan un mayor realismo en la localización. Entre ellos, la simulación de la acción filtrante del aire en función de la distancia fuente-sujeto, y la simulación de las primeras reflexiones que ocurren en las paredes, techo y piso del recinto simulado. Los objetos creados admiten cierta variedad en cuanto a posibilidades de interconexión. Incluso, en un mismo entorno es posible utilizar más de una técnica de espacialización.

Considerando las aplicaciones musicales que veremos más adelante, fue necesario disponer de un sistema de ubicación de las fuentes virtuales de posibilidades múltiples. Por esto, implementé diversos módulos integrados en una interfaz gráfica, que sirve de herramienta para el trazado de trayectoria o posiciones fijas de las fuentes. El sistema de posicionamiento consta de dos vectores solidarios controlados por transformaciones geométricas en coordenadas homogéneas.

Integración de la música al espacio virtual

Los eventos sonoros, al igual que las estructuras musicales, se desenvuelven en un espacio propio e interno, delimitado por los parámetros que los caracterizan. Algunas propiedades de ese espacio son observables a través de los movimientos de un intérprete o un director de orquesta, que transforma y exterioriza ciertos recorridos inscriptos en la partitura, en gestos visibles.

Siguiendo esta idea, podemos concebir el problema de la localización espacial del sonido aplicado a la composición, como una exteriorización del espacio interno de la música, y a la vez, como una interiorización del espacio externo. Esto significa que las trayectorias espaciales se desenvuelven en relación con

los recorridos interiores del sonido, y que los parámetros del sonido o la música pueden ser alterados por la trayectoria de las fuentes virtuales.

Consideramos, entonces, dos aspectos: (a) el sonido genera la trayectoria; (b) la trayectoria transforma al sonido. El primer caso involucra la detección de la magnitud de algunos parámetros elegidos, como la altura, la dinámica, el grado de tonicidad o la duración de los sonidos instrumentales que ingresan a una computadora. Estos parámetros se agrupan por ternas, y a cada uno de ellos se le asigna una componente del espacio. Si los parámetros varían, cambian en consecuencia las coordenadas de la posición de la fuente. Las acciones musicales que realizan los instrumentistas provienen de la partitura, donde se contempla la modificación gradual de estas variables, no sólo en función del discurso a generar, sino también de los recorridos espaciales.

En el segundo caso, la descomposición de las trayectorias sobre los ejes de coordenadas produce valores que alteran la magnitud de los parámetros de procesamiento del sonido. Lo que suena es transformado por la trayectoria elegida para la fuente. La aplicación más inmediata de la exteriorización del espacio interno es lo que denomino "registro espacial de la altura". Cada nota adquiere una posición fija en el espacio. A cada grado del total cromático corresponde un ángulo sobre el plano horizontal, y a cada octava un ángulo de elevación. Esta disposición coincide con cierta forma de representar la altura, a través de una espiral ascendente, en la cual todos los grados de igual nombre coinciden verticalmente.

Si disponemos los eventos sonoros secuencialmente, el sentido de giro de la fuente se relaciona con la direccionalidad melódica. Si ejecutamos una escala cromática ascendente, por ejemplo, percibimos que la fuente que la genera rota y sube, describiendo la espiral antes mencionada. La velocidad del movimiento, por otra parte, depende de la interválica presente. Si las distancias entre las notas son más amplias, la velocidad aumenta en consecuencia.

Desde el punto de vista de la implementación, debemos considerar que el recorrido de la fuente debe presentar curvas suavizadas en el tiempo. Esto lo logramos a través de rampas de cierta duración entre valores sucesivos de altura, que amortiguan las desviaciones de los giros melódicos. También es preciso considerar el nivel de tonicidad del sonido, a fin de decidir la posición de la fuente en caso de que no exista altura definida. Con el propósito de evitar que el oyente “aprenda” con excesiva rapidez las relaciones entre altura y espacio virtual, realizamos transformaciones de la posición de la espiral, tales como desplazamientos o rotaciones, como parte de las modificaciones ambientales que luego veremos.

Otro aspecto a considerar es el relativo a las distancias. La simulación de la distancia debe depender, en primer grado, de la intensidad de los eventos sonoros. Mientras menor es la intensidad, más lejos se encuentra la fuente del eje de la espiral. Para incrementar el realismo de la situación, implemento un efecto filtrante, asociado a la amplitud de la señal. De este modo, las dinámicas tenues se asocian a espectros pobres y las fuertes a espectros más brillantes. La figura siguiente muestra un esquema del proceso.

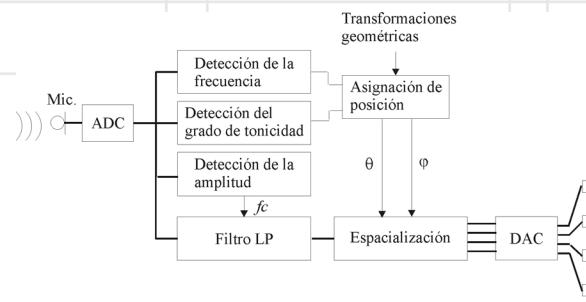
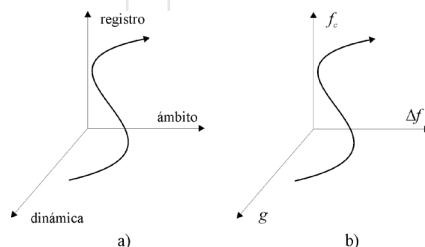


Figura 2. Esquema de implementación de módulo de espacialización en función de la altura, la dinámica y el grado de tonicidad de los eventos sonoros

Frente a la superposición de estratos melódicos podemos hablar, entonces, de un contrapunto extendido que involucra a las trayectorias.

Otro ejemplo de exteriorización del espacio interno de la música lo observamos en la figura 3. El registro, el ámbito melódico y la dinámica de una sucesión de sonidos, conforman las componentes de una trayectoria espacial, que actúa como correlato del movimiento interno del gesto musical (a). El registro se traduce en elevación de una fuente sonora, y el ámbito melódico y la dinámica en su desplazamiento a lo largo y a lo ancho del cuarto virtual. A su vez, la misma trayectoria sirve para transformar los parámetros de un proceso de filtrado aplicado a otro objeto sonoro (b). Los parámetros de la sucesión melódica, traducidos al terreno de la música electrónica, se convierten ahora en frecuencia de corte, ancho de banda y ganancia del filtro.

Figura 3. Relación entre los parámetros de un gesto musical y su desplazamiento en el espacio (a) y utilización de la misma trayectoria en el procesamiento de un objeto sonoro con un filtro (b)



Extendiendo este principio a otros parámetros, podemos crear múltiples trayectorias para una misma fuente -tantas como ternas de variables consideremos-, o bien, aplicar las coordenadas definidas por la trayectoria de una fuente al control de la magnitud de los parámetros de otro sonido o fragmento de música. De este modo, la evolución dinámica de un evento sonoro, su tonicidad, el nivel de consonancia de las redes interválicas de un sector musical, su densidad cronométrica o polifónica, o la relación de periodicidad o aperiodicidad de una sucesión de eventos, se constituyen como variables del espacio, o parámetros transformados por las trayectorias en él descriptas.

También es posible intercambiar los parámetros asignados a cada eje de coordenadas del espacio virtual a fin de rotarlo, o modificar el factor de escala, a la manera de un zoom espacial. Las coordenadas obtenidas pueden sufrir transformaciones geométricas, y las mutaciones del sonido o las secuencias de eventos pueden coincidir en tiempo con los movimientos de la fuente, o bien ser anticipadas, o retardadas a la manera de un eco. La magnitud de los parámetros, traducidas tanto a coordenadas cartesianas como esféricas, duplica las trayectorias posibles, sin que por esto se altere la percepción de estas relaciones. Por último, cualquier parámetro del sonido o la música puede afectar no sólo a las trayectorias, sino también a las dimensiones o características acústicas del espacio virtual.

Tratamiento espacial de la altura y el timbre

La organización de conjuntos de grados cromáticos (PCS, por *pitch class sets*), como método de control de la altura, resulta eficaz. He dedicado cierto tiempo al estudio de sus propiedades, y al desarrollo de programas de composición asistida que utilicé luego en la composición de algunas obras (Cetta, 2003).

Del análisis de las características de los conjuntos, surgen clasificaciones orientadas a la generación de similitudes, oposiciones o transformaciones entre campos de altura. En el caso de los conjuntos formados por cuatro sonidos, por ejemplo, una clasificación posible surge en relación al grado de asociación respecto al sistema tonal -acordes de séptima, tríadas con notas agregadas, acorde bimodal, conjuntos cuyos subconjuntos son acordes por terceras, acordes por cuartas, fragmentos de escalas reconocibles- o disociación respecto a este sistema, ordenados por sus características propias.

Las relaciones entre los campos de altura se regulan en función al nivel de consonancia de cada conjunto. La determinación del grado de consonancia puede

establecerse por varios métodos, pero básicamente tiene en cuenta la cantidad y calidad de las clases interválicas presentes en cada conjunto, y la disposición vertical u horizontal de sus sonidos en el registro. En el ordenamiento se comparan todos los conjuntos, pero también se establecen subcategorías de acuerdo a la ausencia de uno o más intervalos en particular, cantidad de clases interválicas presentes, cantidad de transposiciones o inversiones no redundantes, etc.

Cuando varios instrumentos monódicos ejecutan simultáneamente las notas de un conjunto, cada sonido se diferencia por su timbre, por el modo de ejecución empleado y por la ubicación de cada instrumentista en el escenario. Cualquiera de estas características puede ser transformada, aplicando el procesamiento adecuado. Pero es posible, además, simular la producción de varias alturas organizadas con un único instrumento monódico, transportando aquella que ejecuta a otras distancias, y aplicando a cada nota un tratamiento tímbrico diferenciado y una ubicación particular en el espacio.

Para la implementación de este proceso, programé un objeto de control que genera los índices de transposición a utilizar en la transposición. Estos índices son calculados para conjuntos de grados cromáticos de tres y cuatro elementos, cuya denominación se especifica en una de sus entradas. Si elegimos el conjunto 4-15, por ejemplo, e informamos al programa que la nota ejecutada corresponde a la posición del bajo, al tocar un *do*, es posible obtener *do#*, *mi* y *fa#*, que completan el conjunto antes mencionado. El objeto calcula una transposición posible y decide si lo invierte o no, por lo cual, en cada interpretación de la misma nota escuchamos un acorde con la misma estructura interválica (4-15, en el ejemplo) pero transpuesta, invertida, o permutada de formas distintas.

Las transposiciones del sonido de un mismo instrumento, presentan un nivel de coherencia mucho mayor que en el caso de varios instrumentos ejecutando las notas de un acorde. Obviamente la relación de las componentes espectra-

les es la misma para todas, pero desplazada en frecuencia. Esta característica genera una integración de los sonidos, que guía a la percepción de un único espectro, por lo cual, este tratamiento de la altura produce resultados más bien tímbricos. El efecto se potencia en la combinación de estos acordes-espectros con el tratamiento interválico de las fundamentales.

Con el propósito de generar acciones musicales variadas, recurrimos a un objeto que detecta si la nota supera en duración un cierto umbral. Sólo en ese caso la operación de armonización es llevada a cabo. Esto permite la ejecución de giros rápidos –adornos, por ejemplo- sin armonización y detenciones, donde la armonía aparece a través de un crescendo programado. La distribución espacial de estas acciones complementa el efecto buscado.

Por otra parte, mediante el procesamiento adecuado, el sonido de un instrumento puede convertirse en el de otro, y la modulación entre ambos ser acompañada por una trayectoria, que los vincula espacialmente.

Tratamiento espacial de las relaciones temporales

Es posible comparar el tiempo de un fragmento musical con las dimensiones del espacio virtual. Desde un punto de vista perceptual, al aumentar el espacio, la sensación de transcurso del tiempo parece disminuir. Esta idea considerada a través del tema que nos ocupa, puede justificarse a través de diversas causas, una de ellas es la acción de la reverberación, que disminuye la resolución temporal. Otra surge en relación con los primeros ecos; las diferencias temporales entre los tiempos de arribo de las primeras reflexiones aumentan a medida que el espacio crece. Los primeros ecos considerados son seis y se producen por el rebote del sonido que emana la fuente sobre las cuatro paredes del recinto, el techo y el piso.

Dejemos de lado, por el momento, la disminución en la intensidad del sonido debida a la distancia, y la absorción asociada a la reflexión, aprovechando la virtualidad de nuestras aplicaciones del espacio. Si las dimensiones del ambiente virtual crecen considerablemente a medida que transcurre el tiempo, llega un momento en que los ecos son percibidos con un grado de separación tal, que se pueden expresar en términos aplicables al ritmo.

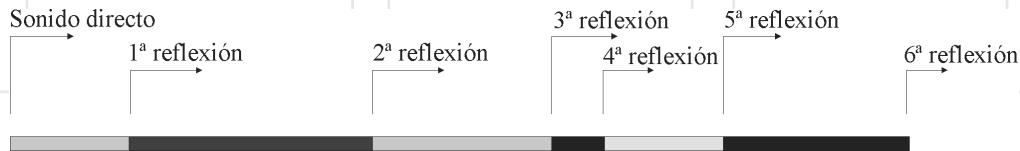


Figura 4. Relaciones entre los tiempos de llegada de las primeras reflexiones, medidos con segmentos

Si modificamos la dirección de la fuente o la distancia, percibimos un cambio en la estructura temporal generada por las reflexiones. La figura 5 muestra cómo se transforma esa estructura, cuando el ángulo de azimut varía entre 0° y 45° . El gráfico surge del cálculo del tiempo de arribo de las seis primeras reflexiones, para una elevación de la fuente equivalente a 5° , y una distancia fuente-sujeto igual a 0.483 veces el lado del recinto, formado por un cubo.

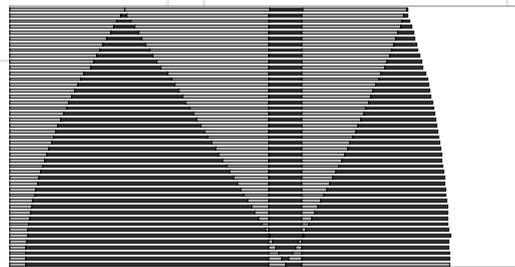


Figura 5. Relaciones entre los tiempos de llegada de las primeras reflexiones, variando el ángulo de azimut

En este sentido, las dimensiones del ambiente virtual funcionan como un indicador de tempo de las reflexiones. La figura siguiente es una traslación del gráfico anterior a notación musical. La duración más pequeña se expresa como apoyatura de la semicorchea. Una traslación similar es posible, usando corcheas de quintillo o seisillo, como figuras de menor valor.



Figura 6. Ibíd. Figura 5, pero representado en notación musical

Se aprecian claramente las características modulatorias que surgen de la disposición sucesiva de estas células. Los ritmos se generan del ataque de los instrumentos, pero además, surgen de las acentuaciones, del ordenamiento perceptual de sucesiones de grados cromáticos, de la incorporación de adornos o articulaciones diferenciadas o de la modificación del timbre en cada evento.

Los ritmos son generados con un programa (ver figura 7) que utiliza los mismos objetos usados en el modelo de localización espacial del sonido propuesto que fueron destinados a la simulación de las primeras reflexiones. Este software toma las trayectorias diseñadas en la interfaz gráfica antes mencionada, y calcula los ritmos derivados de los primeros ecos. Los resultados pueden aplicarse no solo a la producción de esquemas rítmicos a ejecutar por los instrumentos, sino también al control temporal en tiempo real de otras unidades de procesamiento del sonido.

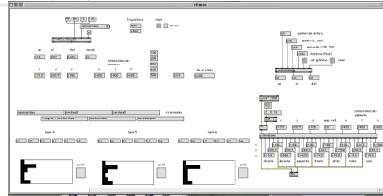


Figura 7. Software que genera ritmos a partir de trayectorias.

Hemos visto una vinculación perceptible de la relación espacio-tiempo. Es posible resaltar sus coincidencias, o bien ponerlas en conflicto, mediante el control de las dimensiones espaciales y las densidades temporales. La expansión del espacio, y los ritmos asociados a las primeras reflexiones, se vinculan de algún modo, con la dilatación temporal propia del espectralismo. En esta música, la dilatación del tiempo da lugar a la resíntesis instrumental de las componentes sinusoidales de un sonido analizado. De no aplicarse tal aumento a la grilla temporal, las complejas variaciones espectrales de las componentes que ocurren durante el ataque del sonido, no podrían ser imitadas con instrumentos mecánicos convencionales. El procesamiento electroacústico permite, en nuestro caso, un recorrido gradual que parte de las reflexiones ambientales de un sonido instrumental y conduce a la generación de ritmos de ataque de varios instrumentos distribuidos en el espacio.

Tratamiento espacial de la textura

Los sonidos impulsivos, según vimos antes, resultan más fáciles de localizar que los sonidos continuantes. Las acciones musicales formadas por sucesiones de sonidos breves, por analogía, brindan mayores posibilidades espaciales que otras construidas sobre sonidos largos. La figura siguiente, presentada a modo de ejemplo, reúne algunos comportamientos típicos donde los tipos de articulación del sonido ayudan a la localización de la fuente.



Figura 8. Sucesiones de sonidos breves, agrupadas de acuerdo a cantidad de alturas ejecutadas.

Un modo artificial de crear sucesiones de sonidos impulsivos, resulta de la fragmentación aleatoria de sonidos continuantes. Uno de los objetos programados hace uso de este principio, con el propósito de atomizar un evento sonoro y distribuirlo en el espacio, en un volumen de dimensiones variables, definible por el usuario. Para la distribución de los fragmentos en el espacio se recurre a otro objeto, que genera coordenadas de forma aleatoria, comprendidas en una zona especificada, que puede modificarse en el tiempo, incluso con algún parámetro sonoro.

Otra forma de tratamiento espacial de la textura consiste en la generación de volúmenes, delimitados por fuentes vinculadas, que reproducen eventos provenientes de instrumentos musicales, y sonidos sintetizados. Las herramientas destinadas al control preciso de las coordenadas que definen la posición de las fuentes virtuales, vistas con anterioridad, fueron diseñadas con el propósito de facilitar la generación de movimientos complejos de varias fuentes que se desplazan en conjunto.

En la figura 9 observamos distintas formas geométricas, definidas por la ubicación de las fuentes aparentes que rotan sobre su centro, o bien se trasladan en el espacio. Los números representan la cantidad de emisores involucrados en cada caso.

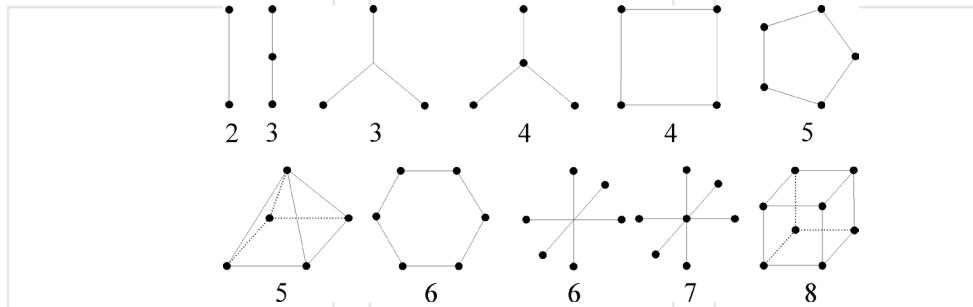


Figura 9. Ubicación de fuentes sonoras en complejos geométricos.

La textura global de estas formas en rotación, se presenta como una sucesión de texturas sonoras o musicales individuales, emanadas por cada elemento del conjunto. El movimiento pone de relieve las dimensiones y la forma de estos complejos sonoros, compuestos principalmente de acciones iterativas, cuyos elementos se dispersan velozmente, y construyen luego otros volúmenes.

Podemos imaginar que los complejos permanecen fijos, mientras el oyente los rodea, como si se tratara de esculturas sonoras. El desplazamiento virtual del oyente alrededor de los objetos puede simularse mediante rotaciones y traslaciones del ambiente en su totalidad, manteniendo fijas las posiciones relativas de cada conjunto dentro del recinto. Esto conduce a pensar un tipo de música, en la cual los recorridos en el espacio virtual son definidos por el mismo oyente, quien se detiene y examina cada objeto sonoro, rodeando y apreciando su textura según su voluntad. Algunos complejos permanecen fijos, y otros se desplazan sin intervención del que escucha en un intrincado laberinto que invita a encontrar una salida.

Conclusión

La potencia heurística de la noción de “vanguardia” pierde su eficacia al momento de la creación. La novedad no surge del anuncio de grandes rupturas o de las expresiones de un manifiesto estético. De allí no extraemos los materiales ni los procedimientos que conforman la música.

Hemos visto qué teorías entran en juego actualmente en la elaboración de una obra. Hoy, a partir de las investigaciones sobre el sonido se puede avanzar, profundizar ciertos caminos o aspectos y crear allí algo nuevo.

Las ideas compositivas aquí expuestas, algunas plasmadas en *Interiores*, plantean puntos de partida interesantes para los próximos desarrollos. La integración de los aspectos temporales y espaciales de la música, la exploración de su espacio interno en relación con el espacio externo, la creación de herramientas que hagan posible una música interactiva basada en las decisiones de un oyente, provocan desafíos nuevos. Estos temas, seguramente, serán profundizados en el futuro.

Bibliografía

CETTA, P. “Principios de estructuración de la altura empleando conjuntos de grados cromáticos” en Cetta, P. (comp.) *Altura-Timbre-Espacio*. Educa. Buenos Aires, 2003.

_____. *Un modelo para la simulación del Espacio en Música*. Tesis de Doctorado. FACM-UCA. 2004.