

Modulación de textura y espectro en el sonido de las aves latinoamericanas aplicada a la composición musical electroacústica

por Daniel Schachter¹

Introducción

Este trabajo surge a partir del proyecto colaborativo “*El sutil sonido de las plumas*” cuya idea es plantear la composición colectiva por parte de una serie de compositores latinoamericanos, de una pieza electroacústica basada precisamente en el canto de los pájaros.

El canto de las aves es sin dudas un elemento fuertemente inspirador para un trabajo de composición musical, y mas aún cuando se trata de música electroacústica. Eso se debe a dos características fundamentales que son a mi juicio igualmente importantes: Por un lado su incitante y prácticamente inagotable variedad tímbrica, por otro lado su sorprendente y desafiante homogeneidad en lo referido a la articulación del sonido, lo que sin dudas pone a prueba nuestra percepción y nos plantea el desafío de una escucha mas atenta y mas gozosa en la medida que logremos agudizar nuestra percepción focal de las texturas sonoras.

A lo largo de este artículo intentaré esbozar las metodologías de trabajo puestas en juego para obtener el resultado final esperado, las que toman como punto de partida la influencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación para la concreción de un proyecto de estas características para luego plantear algunas alternativas de trabajo como el estudio de la cualidad espectral del sonido de algunas aves. El carácter general de la propuesta de composición permite elegir entre una enorme variedad de pájaros. Mi objetivo será llevar a cabo un análisis comparativo desde el punto de vista de las texturas puestas en juego, tomando en cuenta la natural capacidad perceptiva del oído humano y nuestra capacidad de organizar jerárquicamente los sonidos de acuerdo a las Leyes de la Gestalt. A partir de allí se analizará la relación entre esas texturas y los espectros sonoros, buscando similitudes y diferencias que permitan elaborar diversos criterios para llevar a cabo enlaces entre las texturas considerando tanto el contenido espectral como el aspecto perceptivo para la construcción del discurso sonoro.

Un escenario apasionante para un proyecto colaborativo de composición

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ofrece alternativas muy interesantes para encarar un trabajo de composición llevado a cabo a distancia por una serie de compositores, en torno a una idea desarrollada en común por todos los integrantes de. Podríamos afirmar sin temor a equivocarnos que un trabajo de estas características solo es posible a través de la aplicación de las TIC que resultan extremadamente útiles tanto en la etapa de creación como en la de difusión tanto en concierto como a través de los medios de comunicación. Gustavo Basso sostiene que “...en los tiempos que corren se siente la necesidad de integrar el saber propio de cada actividad artística a los conocimientos y técnicas necesarios para participar en los nuevos medios y espacios de producción...” (Basso 2001).

De acuerdo a lo expresado por los Ministros del Area de la Administración Pública y Reforma del Estado de los países iberoamericanos reunidos en la ciudad de Pucón (Chile) en 2007:

¹ Compositor, Artista Sonoro, Profesor e Investigador Coordinador del CEPASA (Centro de Estudios en Producción Sonora y Audiovisual) del Departamento de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Lanús, Buenos Aires, Argentina. Co-Director del Festival Internacional Acusmático y Multimedial “Sonomágenes”.
daniel@schachter.com.ar <http://www.schachter.com.ar>

“El mundo contemporáneo se caracteriza por las profundas transformaciones originadas en el desarrollo y difusión de las tecnologías de la información y de la comunicación -TIC- en la sociedad... el uso público de las TIC contribuirá de manera decisiva al desarrollo, con la conciencia de que en la actualidad la sociedad de la información y el conocimiento puede contribuir al reconocimiento de la multiculturalidad, la diversidad lingüística, y el conocimiento entre los pueblos, fortaleciendo así, el desarrollo cultural y lingüístico” (CLAD 2007).

Nuevas tecnologías, nuevas herramientas, nuevas ideas.

El gran desarrollo de la tecnología informática ha ejercido sin dudas una influencia muy marcada en nuestro modo de trabajar con el sonido. La composición con medios electroacústicos recibió por cierto un gran impulso al pasar del mundo analógico al dominio digital. Desde los años 50' hasta prácticamente la mitad de los 80' los compositores necesitaron inevitablemente asociarse de alguna forma con algún centro de producción o laboratorio de música electroacústica para poder trabajar, y sus obras eran en su mayoría compuestas en tiempo diferido, es decir totalmente creadas en el estudio en la forma definitiva con la que se presentarán en concierto. A partir de los nuevos desarrollos tecnológicos, que hacen posible la realización de música en vivo con medios electroacústicos, paulatinamente se ha revalorizado el trabajo con instrumentos. Los costos se han reducido notablemente haciendo posible que el compositor pueda disponer de un estudio propio y la tecnología desarrolló todo tipo de dispositivos para la creación sonora, el control y la transformación del sonido en vivo, abriendo sin dudas las puertas de la imaginación.

Si analizamos la influencia de las TIC en este campo, concluiremos que se ha dado una relación históricamente necesaria entre el arte y la tecnología de nuestro tiempo, continuando con una línea que nos muestra como en cada período de la historia ha existido una relación estrecha entre las herramientas disponibles para la creación artística y su resultado estético.

En la actualidad no solo es posible pensar en la modificación de conceptos muy arraigados como por ejemplo el ritual del concierto, integrando al público con la idea de escenario sonoro donde transcurre la obra musical², sino que además el desarrollo de las tecnologías de comunicación permite ampliar ese escenario a escala global, tanto en lo relativo a eventos donde el público pueda residir en una ciudad distante de donde se produce el evento al que asiste, pero también hace posible que los compositores lleven a cabo trabajos a distancia.

El estímulo tanto por parte de los organismos oficiales como de empresas privadas para el acceso a las TIC hace posible emprendimientos creativos como el presente proyecto. Entre los múltiples desarrollos informáticos puestos a disposición de un colectivo de compositores, se destacan por un lado los repositorios en línea donde es posible alojar tomas de sonido y/o imagen para su utilización por parte de los colegas. La posibilidad de acceder en forma remota a un depósito de archivos multimediales, amplía sin dudas el horizonte y permite elaborar múltiples alternativas para el trabajo en común.

El proyecto Norte-Sur, un antecedente particularmente interesante

² La inclusión del público dentro del escenario sonoro es ya hoy un hecho habitual en los conciertos de música electroacústica pura, en los que gran parte de las composiciones son creadas para sistemas de audio de cuatro, seis, ocho o mas canales.

A modo de ejemplo presentaré una breve reseña referida a un proyecto colaborativo llevado a cabo entre 2007 y 2008 por un grupo de compositores latinoamericanos, en conjunto con colegas de países escandinavos. En aquella oportunidad nueve compositores latinoamericanos trabajaron en colaboración con ocho compositores de diferentes países escandinavos. La consigna fue componer cada uno una obra puramente electroacústica íntegramente basada en los sonidos captados por los autores en sus países, comprometiéndose cada uno a que cuanto menos la mitad de los sonidos utilizados en su pieza corresponda al colectivo de compositores de la región opuesta a la suya, para lo cual se habilitó un repositorio de sonidos en línea donde cada uno de los compositores alojaron su propio material. De esa manera, se logró unificar la temática trabajando a miles de kilómetros de distancia, entre artistas que en muchos casos no se conocen personalmente.

Trabajaron en este proyecto por el lado latinoamericano dos compositores de Chile (Cecilia García-Gracia y José Miguel Candela), tres de Argentina (Raúl Minsburg, Daniel Schachter y Ricardo Dal Farra), dos de Brasil (Jorge Antunes y José Augusto Mannis), una de Venezuela (Adina Izarra) y una de Colombia (Catalina Peralta). Raúl Minsburg actuó como coordinador de los compositores latinoamericanos. Por su parte, por los países escandinavos tomaron parte de esta experiencia dos compositores de Islandia (Rikhardur H. Fridriksson y Hans Peter Stubbe Tegelbjaerg), dos de Noruega (Anders Vinjar y Natasha Barrett), dos de Suecia (Jens Hedman y Hanna Hartman), uno de las Islas Faroe (Heðin Ziska Davidsen) y uno de Finlandia (Petri Kuljuntausta). Jens Hedman actuó como coordinador desde el lado escandinavo y aportó el contacto con el sello discográfico que se mostró muy interesado en concretar la experiencia.

El resultado artístico de esta experiencia inédita puede apreciarse en el CD que resultó como producto de la misma: "North-South Project" con el código de Catálogo EM013 del sello Elektron Records de Estocolmo, Suecia. En el sitio web del sello discográfico se puede acceder a esta edición en: www.elektronrecords.com/wordpress/releases/em1013³

Composición a distancia y desafío a la imaginación

Así como el proyecto *Norte-Sur* convocó a un grupo de artistas a construir diferentes escenarios sonoros tomando como punto de partida los diferentes registros del entorno llevados a cabo por los colegas, en el caso de *El sutil sonido de las plumas* plantea un desafío especialmente notable como es la construcción de una obra colectiva sobre un tema en común tan cercano a los autores convocados como es el sonido de las aves latinoamericanas. Esta es sin dudas una característica saliente de este proyecto que a simple vista puede aparecer como una reducción del problema pero que a mi juicio muy por el contrario plantea una problemática diferente como es la de la puesta en juego de elementos comunes pero a la vez diferentes si tomamos en cuenta la enorme variedad de aves de nuestra región y el rango espectral de los sonidos de las mismas.

Esta particularidad unida a la metodología de trabajo trazada en el proyecto, consistente en la composición por etapas partiendo de la distribución del tiempo entre los autores plantea sin dudas el apasionante desafío de imaginar la construcción colectiva de un discurso sonoro. Tomando en cuenta tanto los materiales sonoros utilizados como la organización del trabajo en etapas con el objetivo de alcanzar como resultado final la composición de una obra musical

³ Toda la información correspondiente a los compositores como así también a las obras incluidas en el disco compacto fueron recopilados por Adina Izarra, alojados en <http://www.nortesouth.blogspot.com.ar/> y posteriormente fueron incorporados por Jens Hedman al sitio web del sello discográfico Elektron Records y se encuentran disponibles en: www.elektronrecords.com/wordpress/north-south

creada con medios electroacústicos en la cual cada uno de los artistas intervinientes toma como punto de partida el que su colega inmediato anterior deja planteado como final de su intervención, resulta especialmente interesante la búsqueda de elementos comunes entre los diferentes registros sonoros que constituyen el material de base, como así también el estudio de las transiciones posibles entre los sonidos o entre los entornos o paisajes sonoros en los que aparecen a lo largo de la composición.

Desde el punto de vista formal, no parece posible pensar el trabajo terminado como una serie de variaciones a partir de ciertos elementos utilizados por todos los autores, porque cada uno de los colegas toma a su cargo la elaboración de su propio su propio material y trabajará su propio fragmento musical transformando sus sonidos de acuerdo a su propio criterio. De esta forma, el ordenamiento temporal de los fragmentos en etapas sucesivas y yuxtapuestas en base a sonidos propios pero correspondientes a un tema común a todos pasa a ser la idea central que sin dudas definirá las características de la obra concluida.

La percepción como referencia en la composición de música electroacústica

En toda obra musical existen elementos afines y opuestos pero particularmente en la música electroacústica el origen de las fuentes sonoras es un tema central dado que siempre aporta por sí mismo diversos rasgos característicos que impactan la percepción auditiva. Los que deben tenerse en cuenta para garantizar la continuidad del relato, la profundidad de los contrastes, la definición de cuales serían los elementos principales y secundarios a lo largo de la composición. Estas ideas remiten a la Teoría de la Gestalt introducida por Max Wertheimer a comienzos del siglo pasado. La Gestalt introdujo una serie de leyes o principios generales muy utilizados en las artes visuales pero no tanto en la música (Wertheimer 1938). Existen sin embargo algunas referencias interesantes a la Teoría de la Gestalt en los escritos teóricos relativos a la Espectromorfología del Sonido (Smalley, Spectro-morphology and Structuring Processes 1986) como así también en aquellos referidos al análisis de cuestiones perceptivas (Bregman 1990) entre otros citados en la bibliografía.

Precisamente la percepción pasa a ser un elemento fundamental para comprender la relación entre compositor y oyente en la música electroacústica. Con relación a esta cuestión Denis Smalley destaca que la percepción del autor y del receptor no son iguales, indicando que actúan en diferentes niveles.

“...A pesar de que (auditivamente) no podamos detectar (en una obra) jerarquías estructurales consistentes, buscaremos perceptivamente que esa estructura nos revele múltiples capas o niveles: necesitamos (como oyentes) que se nos ofrezca la posibilidad de variar nuestro enfoque perceptivo a través de una serie de niveles en el proceso de escucha. De hecho, una obra debe poseer esta cualidad focal para poder sobrevivir a repetidas audiciones en las que no solo buscaríamos acceder a la recompensa de situarnos en la situación de escucha previa, sino también acceder a nuevas revelaciones...”⁴ (Smalley 1986)

Sostiene Smalley que la profundidad focal del compositor será necesariamente mayor a la del oyente dada su familiaridad con los materiales puestos en juego como así también con el desarrollo del relato. Así, el compositor de música electroacústica debe enfrentarse a un público cuyo primer esfuerzo se concentrará en escuchar el material sonoro puesto en juego

⁴ Traducción del original en inglés por D. Schachter

por el autor y por lo tanto su capacidad para percibir en detalle todas las variaciones en la textura solo se manifestará al cabo de diversas audiciones de la misma pieza. Por lo tanto la complejidad de la propuesta sonora debe considerar esta circunstancia y poseer esta capacidad de variación focal para tolerar repetidas audiciones.

La textura y el estudio de la evolución textural

Cuando en música hablamos de textura, nos referimos a la ocurrencia simultánea de eventos en planos diferentes. El concepto hace referencia al manejo de voces en diferentes planos que transcurren a lo largo de un eje temporal asumiendo roles diversos. Estas ideas han sido exploradas en innumerables publicaciones pero utilizando una terminología muy específica y totalmente relacionada a la música instrumental. Por cierto se menciona la textura, pero a nivel analítico cuando se refiere a cuestiones relativas a la simultaneidad sonora, planos, contrastes, similares u opuestos se habla de armonía, contrapunto o forma; y en el análisis particular de elementos que juegan entre sí durante el desarrollo de un discurso, se habla por ejemplo de inversiones, retrogradaciones, transposiciones, etc.

Las técnicas seriales de composición que tuvieron gran auge a partir de los años '50 toman estas ideas y las desarrollan hasta el límite de lo posible. Este camino que va de lo general a lo particular se caracteriza por dos elementos muy notorios, uno con respecto a la evolución temporal de las alturas y otro relativo a la ocurrencia simultánea de los sonidos. El primero parte de la consideración de la escala templada como ordenamiento posible y utilizable dejando de lado otras posibles maneras de ordenar los sonidos como por ejemplo la escalas natural, la pitagórica o cualquier escala no occidental. El segundo elemento que aparece con claridad es el abandono de la idea de textura al adentrarse mas y mas en el estudio de los elementos que precisamente constituyen la textura, muy posiblemente debido a que al referirnos a la textura estamos en definitiva hablando de la percepción del discurso, cuestión que sin dudas no es el elemento central de estudio para las técnicas seriales. Así el serialismo integral en su afán por universalizar conceptos se cierra sobre sí mismo, no toma en cuenta la diferente capacidad perceptiva de nuestro sistema auditivo en los diferentes rangos de frecuencias y a la hora de organizar el material de acuerdo a sus reglas subordina las cualidades tímbricas de las fuentes sonoras (los instrumentos) a su rol dentro de la sintaxis.

Un estudio del discurso sonoro que no pierda de vista la idea de la textura, tomará en cuenta la percepción dado que el concepto mismo de simultaneidad se basa en la audición y reconocimiento de elementos que permanecen estáticos o inmodificables en diferentes planos respecto de otros que se modifican o pasan de un estado a otro haciendo evidente cierta inestabilidad o ambigüedad. La unión de estos elementos y su evolución conjunta en el tiempo permitirá reconocer un discurso sonoro como tal. Esta cualidad de nuestro sistema auditivo permite la aplicación de la Teoría de la Gestalt al campo de la música en general, pero especialmente al de la electroacústica donde las reglas de la armonía y el contrapunto tradicionales no se aplican, pero donde la complejidad de la relación entre los elementos que la constituyen hace necesario el uso de una terminología precisa para el análisis.

El Espectro como eje del discurso y como herramienta de análisis

Hacia fines de la década de los '70 el compositor y teórico francés Hugues Dufourt introduce el término "música espectral" (Dufourt 1985) para abarcar el movimiento estético surgido en esa década en Francia, cuyos exponentes mas destacados son Gerard Grisey (1946-1998) y Tristan Murail (1947). El espectralismo hace hincapié en la importancia del espectro sonoro e

incorpora su estudio a través del análisis de la Transformada Rápida de Fourier (conocida como FFT) como elemento principal en el diseño de la técnica de composición musical. A través de esta herramienta cualquier sonido puede ser visualizado en un gráfico de espectro o espectrograma y a partir de allí la alteración de esa representación gráfica puede volver al estado previo, o sea al sonido mismo solo que transformado en todo o en parte. Este análisis y control del contenido espectral del sonido es un elemento central para las técnicas espectrales.

Según Grisey el espectralismo no es en sí mismo un sistema de composición sino una actitud o una manera de entender el fenómeno sonoro. Los procedimientos de análisis del espectro no asumen el rigor que ponen de manifiesto las técnicas seriales ni la música tonal tradicional. Dufourt, Grisey y Murail compusieron principalmente música instrumental, pero a partir de estas ideas, el espectralismo se desarrolló también en el ámbito de la música electroacústica y uno de los centros de investigación donde se dio impulso a éstas técnicas fue el IRCAM⁵ de París. La gran mayoría de los compositores que allí trabajaron recibieron en mayor o menor medida esta influencia. Por otra parte, el IRCAM desarrolló herramientas informáticas especialmente diseñadas para el análisis y la transformación del espectro sonoro. Simultáneamente otros centros de investigación como el GRM⁶ también desarrollaron herramientas fundamentales para el mismo fin sin pasar a las filas del espectralismo desde el punto de vista estético. La modificación del espectro sonoro se ha convertido en uno de los elementos más característicos de la composición en la Música Electroacústica.

La idea de Modulación aplicada al análisis en la composición de Música Electroacústica

El término Modulación es usado por diferentes disciplinas y con distintos significados. En música tonal lleva ese nombre el cambio de tono o modo durante el transcurso de una obra musical, y que presupone la existencia de varias capas denominadas voces. Este proceso puesto de manifiesto a través de una cadencia transición o pasaje entre la tonalidad anterior y la posterior en la línea del tiempo. Puede modularse a los llamados tonos vecinos o a otros más alejados de la nota principal o tónica original, que serán más o menos cercanos de acuerdo a cual sea el rol que desempeñe la nueva tónica en la original o punto de partida, o también por cambio del modo. Este proceso de transformación se lleva a cabo durante el pasaje o cadencia entre una situación anterior y otra posterior mediante diversos procedimientos. Por ejemplo, a través de un camino de varios acordes sucesivos (denominado cadencia) para acercar dos tonalidades mediante acordes de paso o transitorios; a través de un acorde de enlace o paso que sirve como puente entre ambas tonalidades; alterando cromáticamente una o más notas de un acorde de la tonalidad original para transformarlo en un acorde la tonalidad de destino o incluso mediante la instalación lisa y llana de otra tonalidad sin proceso alguno de transición, etc.

La modulación es un recurso técnico que trae consigo un resultado perceptivo dado que altera el centro tonal, es decir la altura principal. Dado que las diferentes notas asumen distintos roles de acuerdo a cual de ellas sea la principal o fundamental, la modulación implica un cambio de roles en las notas involucradas. El procedimiento de modulación puede producirse por una alteración de la armonía que sustenta a la melodía o por la alteración de ambas en forma simultánea. Así, es posible luego analizar tonalmente una composición, y a partir de la

⁵ IRCAM o Institut de Recherche et Coordination Acoustique-Musique fue creado en Francia en 1970 por Georges Pompidou y comenzó a trabajar en 1977 bajo la dirección de Pierre Boulez.

⁶ GRM o Groupe de Recherches Musicales fue creado por Pierre Schaeffer en 1958 como continuador del Groupe de Recherches de Musique Concrète creado por el mismo Schaeffer en 1951. Las primeras experiencias en Música Concreta fueron realizadas allí.

comprensión de estas situaciones armónicas es viable también llevar a cabo el análisis de la textura resultante, dado que la superposición de los sonidos dentro de los mencionados enlaces armónicos solo adquiere sentido cuando se aprecia su desarrollo en el transcurso del tiempo, cuando la simultaneidad del discurso en diversas capas puede explicarse a partir de la percepción de las diferentes situaciones sonoras. El análisis armónico tonal no es el objetivo de este artículo, por lo que estos conceptos no serán desarrollados con mayor profundidad.

Cuando estudiamos el sonido desde el punto de vista de la Física, entendemos por modulación al proceso mediante el cual una señal sonora es utilizada para controlar la variación de algún parámetro de otra (Basso 2001). En la música electroacústica se utilizan muy habitualmente algunos procedimientos de transformación del sonido en los que se aplican conceptos de la Física, como por ejemplo la modulación de amplitud, la modulación de frecuencia o la modulación en anillo. En estos casos, la idea de modulación se refiere a la modificación de un elemento o parámetro por la acción de otro. Por ejemplo en la modulación de amplitud, será la amplitud de una onda sonora la que afecte la amplitud de otra, y en la modulación de frecuencia la amplitud de una onda afectará la frecuencia de otra. Al poner en juego un procedimiento de modulación el resultado no estará necesariamente relacionado con la percepción⁷, aún cuando los compositores utilizan estas herramientas para modificar el resultado sonoro y por lo tanto buscan habitualmente un efecto perceptible.

¿Cuál de estos conceptos de modulación podrán ser aplicados al espectro o la textura en la Música Electroacústica? Para responder esta pregunta en primer lugar podríamos referirnos a ciertos elementos comunes a la Música y a la Física. En ambos casos podemos reconocer una situación previa y una posterior, y de acuerdo al método de análisis podremos individualizar elementos que han permanecido invariables⁸, otros que han variado y posiblemente algunas situaciones ambiguas o intermedias. En el discurso de la Música Tonal, las modulaciones siempre se producen durante el transcurso de la línea temporal. Por su parte en la Música Electroacústica muchas veces esos procedimientos son usados a partir de lo que usualmente se denomina *material de base*⁹, con el objeto de crear el material sonoro que luego será utilizado en la composición.

Por lo tanto, deberemos atender a las variaciones perceptibles que se produzcan en la textura del sonido para encontrar una situación de modulación. El análisis del espectro sonoro puede ser una herramienta idónea para localizar estos puntos de cambio en el transcurso de una obra musical. Precisamente a partir del análisis es posible avanzar para que una vez detectada una situación sonora dada, individualizados sus componentes y apreciada la evolución de los mismos sea posible además inferir en mayor o menor medida los procedimientos puestos en juego por parte del compositor para obtener dicho resultado.

Transformando, es decir modulando el espectro sonoro podemos plantear variaciones espectrales a partir de una toma de sonido original. De acuerdo al grado de intervención en el espectro, la variación en la textura podrá involucrar una o más capas. Por ejemplo ciertos elementos que aparecen como fijos en un *fondo* estático pueden desprenderse del mismo y

⁷ Como por ejemplo el procedimiento llamado Dithering donde un ruido no perceptible modula a una señal para corregir posibles errores de cálculo en la digitalización del sonido.

⁸ A pesar de que hayan cambiado de rol por ser grados diferentes en las tonalidades de origen y destino.

⁹ Una de las características de la música electroacústica es precisamente la originalidad de los sonidos que asumen el rol unificado de instrumentos-notas. El material de base es el punto de partida a partir del cual el compositor construye los protagonistas sonoros de cada una de sus obras.

pasar a integrar una *figura* que evoluciona en el tiempo, o bien pueden ser percibidas de pronto como una nueva capa y por lo tanto hacer mas densa la textura.

Percepción del espectro vs. percepción de la textura

El estudio de las características espectrales de los sonidos utilizados durante el proceso de composición puede poner de manifiesto las similitudes o diferencias a partir de las cuales trabaja el compositor. Con respecto a esto, el reconocimiento de las fuentes es habitualmente un tema de discusión en la composición con medios electroacústicos. Smalley (1986) hace referencia al mayor o menor grado de proximidad espectral respecto de las características del Objeto Sonoro original y para esto utiliza la palabra *surrogacy* que se traduce como subrogación reemplazo o sustitución. De esta forma, un sonido podrá dar lugar a otros cuya fuente sea aún reconocible (subrogaciones del primer orden); variaciones todavía reconocibles pero sin tanta certeza (subrogaciones del segundo orden); o variaciones totalmente alejadas de las características espectrales del original (subrogaciones de orden remoto). Sin dudas será nuestra Gestalt la que percibirá estas cuestiones. Habrá registros cercanos, valores de intensidad comparables, frases con duraciones similares, y demás elementos analizables desde el punto de vista gestáltico. Luego la obra terminada será puesta a prueba por el concepto central de la Gestalt: la percepción del todo mas allá de las características de las partes.

Por otro lado, la capacidad perceptiva del oído humano está limitada por su diferente sensibilidad a las diferentes frecuencias del espectro audible (Fletcher y Munson 1933), así como por el reconocimiento discreto de las alturas e intensidades. De esta forma comprendemos diversos valores de frecuencia como por ejemplo 438, 440 o 442 Hz. como correspondientes a la misma altura (la nota LA), o diversos valores de amplitud medidos en Decibeles son auditivamente consistentes con un *forte* o un *piano*. A partir de esto podríamos inferir que sucede algo similar con la percepción del espectro sonoro y preguntarnos ¿como percibe nuestro sistema auditivo las variaciones espectrales tan habituales en la música electroacústica?

De la misma forma en que nuestro sistema auditivo no percibe variación de altura en las pequeñas variaciones de frecuencia, podríamos inferir que para que una variación espectral impacte nuestra percepción debería superar un umbral dado. Siguiendo la idea de la relación figura-fondo, para que la variación o alteración de ciertos elementos del espectro que constituye el fondo puedan ser reconocidos, tal modificación debería aparecer como claramente reconocible por el oído. Dicho en otras palabras, ciertos elementos de ese espectro deberían aparecer como despegándose o alejándose de aquel fondo que hasta un momento dado integraban y por lo tanto convirtiendo dicha textura de dos capas en una textura de tres capas. En otras palabras, podríamos afirmar que la modificación o modulación del espectro sonoro sería perceptible en tanto y en cuanto implique una modificación o modulación de la textura sonora.

El análisis espectral como herramienta de trabajo para el estudio de la evolución textural.

De la misma forma que la partitura resulta útil para llevar a cabo el análisis en la música instrumental, en el caso de la música electroacústica es necesario contar con una herramienta idónea que permita el estudio de la evolución del sonido como complemento del análisis puramente perceptivo. La representación visual del *sonograma* resulta especialmente adecuada para este fin porque ilustra acerca de la evolución en el tiempo del espectro de

frecuencias (Helmut 1996). Rodrigo Cádiz hace referencia a esta cualidad del *sonograma* y lo describe como herramienta de trabajo cuando menciona a Helmut:

“... En adición a esto, propone la utilización de capas adicionales de información relevante tales como relaciones de alturas, fraseo, dinámicas locales y globales y técnicas empleadas. El sonograma se propone como una interesante herramienta de análisis y que ha sido utilizada para entender el diseño sonoro de obras electroacústicas. Un sonograma consiste básicamente en un gráfico bi-dimensional en donde el eje X corresponde al tiempo y el eje Y al eje de frecuencias. Distintos colores son utilizados para representar las intensidades individuales de los componentes de frecuencia presentes en la música. A pesar de que la información visual que un sonograma proporciona no corresponde directamente al sonido, puede proveer información útil de la música y servir como un complemento a otras formas de análisis...” (Cádiz 2003)

El análisis espectral permite registrar la evolución y alteración del espectro sonoro a lo largo del tiempo, y el estudio de las modificaciones del espectro puede permitirnos apreciar en casos tales modificaciones se traducen perceptivamente en modificaciones de la textura. A partir de allí, toda vez que exista similitud entre diferentes situaciones en las que se aprecie una alteración en la textura, sería posible inferir la existencia de un procedimiento de composición diseñado a tal efecto. En ese caso podríamos hablar de modulación textural.

Existen muchas herramientas disponibles para realizar este tipo de análisis. Algunas de uso libre y otras de pago, tanto en la plataforma Mac como PC o Linux. En todos los casos se trata de desarrollos de software basados en la descomposición de la información digitalizada de la forma de onda. El estudio seguramente revelará alteraciones que son detectadas por el programa informático que estemos utilizando pero que podrían pasar inadvertidos para nuestro sistema auditivo. Por ejemplo una alteración notoria en la amplitud de una o varias frecuencias extremadamente graves o agudas¹⁰ puede no ser percibida por nuestro oído, con lo cual perceptivamente la textura no se modificará. Ocurrirá lo mismo con toda modificación espectral detectable mediante instrumentos de medición pero indetectable para nuestros oídos por el efecto de enmascaramiento producido por la mayor intensidad de cierta porción del espectro que hace imperceptible la región donde esa alteración se produjo, o por causa del *efecto de precedencia* o *efecto Hass* que se produce cuando por ejemplo dos sonidos complejos se producen con un intervalo temporal de aproximadamente 40 milisegundos. En tal caso, la ubicación de la fuente será la del primer sonido (Basso 2006). Esto sucederá aún cuando el contenido espectral de los sonidos sea muy distinto porque en estos casos la duración y la forma dinámica tendrán absoluta prioridad, por lo tanto en estos casos también podríamos estar ante una variación espectral imperceptible.

En general todas las características propias de nuestro sistema auditivo influirán en mayor o menor medida en la forma de reconocer situaciones sonoras y podrán por lo tanto modificar la percepción de la textura sonora haciendo mas o menos perceptibles las modificaciones espectrales producidas en el tiempo. Dice Basso:

“...Con respecto a las señales mas simples los factores espectrales no aportan información espacial relevante. Por este motivo los datos empleados en la

¹⁰ Alrededor de los 20 Hz., es decir nuestro umbral de percepción de frecuencias. Por encima de los 18 KHz. nuestra percepción merma notablemente y la cima de percepción de frecuencias se encuentra aproximadamente alrededor de los 20 HHZ.

localización de sinusoides son principalmente binaurales. De todos ellos se destacan claramente la *diferencia interaural de intensidad* (IID) y la *diferencia interaural de tiempo* (ITD)... Una cabeza humana promedio se puede aproximar a una esfera de alrededor de 20 cm. de diámetro. A causa del fenómeno de difracción, la cabeza no va a provocar una sombra acústica nítida por debajo de 1700 Hz. y va a resultar acústicamente transparente por debajo de los 500 Hz. ... el mínimo cambio detectable... llega a 1 dB para señales frontales siempre que la frecuencia de la señal supere los 1000 Hz. ...” con relación a la ITD dice: “... si las señales son estrictamente sinusoidales la diferencia de tiempo equivale a una diferencia de fase... en altas frecuencias la longitud de onda es menor que la distancia promedio entre los oídos y la diferencia de fase provee datos ambiguos...” (Basso 2006).

Las condiciones de escucha ejercerán también su influencia en nuestra capacidad de reconocer las alteraciones producidas en el espectro sonoro. Por ejemplo, el mayor o menor grado de reverberación de una sala de conciertos afectará el balance entre ondas directas y reflejas. Esto no solo afectará la percepción de la música electroacústica, el exceso de reverberación será sin dudas un distractor siempre perjudicial para la escucha dado que enturbiará la textura del sonido y como consecuencia hará mucho más difícil el reconocimiento de las variaciones en el campo espectral.

El sonido de las aves desde la perspectiva de la composición electroacústica

El canto de las aves posee sin dudas un atractivo muy especial que nos permite trasladarnos con nuestra imaginación a diversos escenarios, y la variedad de especies existentes en nuestra región hace esta experiencia aún más interesante. Sin embargo, a la hora de abordar un proyecto de composición musical que los tome como punto de partida deberemos tener especial cuidado en el manejo de su espectro sonoro. Básicamente existen dos alternativas para trabajar con sonidos tomados de la naturaleza:

- Componer un Soundscape o Paisaje Sonoro que intente trasladar al soporte lo más fielmente posible la sensación de inmersión en un contexto natural dado. Existen diversos emprendimientos a nivel mundial como el *World Soundscape Project* (WSP) iniciado en Canadá por Murray Schaeffer en la Universidad Simon Fraser, cuya finalidad original incluía un fuerte contenido ecologista dado que se planteaba es registrar los paisajes sonoros que en la actualidad están sufriendo un deterioro importante como consecuencia de la contaminación acústica. Dado que esta idea apunta a la preservación del entorno sonoro, es naturalmente contraria a la manipulación espectral del sonido de las aves consideradas como objetos sonoros. Por lo tanto no resulta aplicable a un trabajo colectivo a menos que sea elegida como modalidad de trabajo por los artistas involucrados.
- Componer una obra electroacústica a partir de la selección de una serie de tomas de sonido correspondientes al canto de las aves, estructurando el discurso alrededor de la variación y transformación de esos sonidos, es decir de acuerdo a las premisas habituales en la composición con medios electroacústicos. En este caso, dada la homogeneidad tanto en lo referido a la articulación del sonido¹¹ como en el registro o tesitura¹² del sonido de las

¹¹ Relación entre la porción indeterminada del ataque y el posterior reposo. Coincide con la sucesión ataque-caída-sostén en la envolvente dinámica de un sonido dado. En el caso de las aves, existe en muchos casos una marcada similitud entre las características sonoras del ataque del sonido correspondiente a diferentes ejemplares.

aves. Esto se debe a que existen muchísimas especies que comparten una zona aproximadamente equivalente dentro del registro de alturas. Aquí se aplicarán por lo tanto todas las consideraciones desarrolladas mas arriba referidas a la percepción de la alteración espectral.

Conclusiones

En la música electroacústica la percepción es un elemento central, tanto para el compositor como para el oyente, ambos con diferentes capacidades focales para reconocer las diferentes capas texturales que presenta el discurso sonoro. Esa idea de textura nos remite al manejo de planos que transcurren en el eje del tiempo, unos con mayor movilidad que otros. Por otro lado, el manejo de la evolución textural puede ejercerse desde el control de los parámetros del espectro sonoro. La idea de los espectralistas franceses de considerar al espectro como elemento principal contrasta con la rigidez de los preceptos del serialismo integral, y la música electroacústica permite avanzar precisamente en ese sentido.

Los escritos de Denis Smalley citados en la bibliografía se refieren a nuestras capacidades perceptivas para reconocer las sustituciones o subrogaciones espectrales de los objetos sonoros puestos en juego en una composición electroacústica, donde la mayor o menor proximidad al original podrá o no servir como indicio de las fuentes. A partir de esto podemos afirmar que nuestra percepción se verá condicionada tanto por la limitación del sistema auditivo para reconocer frecuencias sobreagudas o subgraves, como por nuestra natural discreción en la percepción de variaciones de amplitud o volumen sonoro.

Extendiendo esta idea al reconocimiento de las variaciones espectrales podemos afirmar que en muchos casos será posible verificar alteraciones en el espectro que no impactarán nuestra percepción. Por lo tanto, así como diferenciamos al concepto de frecuencia de la idea perceptiva de altura, podríamos referirnos a la textura en la música electroacústica como espectro sonoro percibido.

Mediante el análisis espectral podremos entonces registrar cualquier alteración temporal del espectro. El manejo de todas estas variables por parte del compositor de música electroacústica le hará posible manejar las alteraciones espectrales perceptibles. Así, podríamos hablar de modulación textural toda vez que hagamos referencia a un procedimiento de composición sea diseñado alrededor de esta idea.

Bibliografía

CLAD, Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo. «Carta Iberoamericana de Gobierno Electrónico.» *IX Conferencia Iberoamericana de Ministros de Administración Pública y Reforma del Estado*. Pucón: CLAD, 2007.

Wertheimer, Max. «Laws of organization in perceptual forms.» En *A source book of Gestalt psychology*, de W Ellis, editado por Routledge & Kegan Paul. Londres: Kapusta, 1938.

Schaeffer, Pierre. *Traité des Objets musicaux*. París: Éditions du Seuil, 1966.

Smalley, Denis. «Spectro-morphology and Structuring Processes.» En *The Language of Electroacoustic Music*, de Simon Emmerson. Londres: Macmillan Press, 1986.

¹² Segmento de frecuencias entre las que se encuentran todos los sonidos emitidos por una fuente dada.

- Smalley, Denis. «Spectromorphology: explaining sound-shapes.» *Organised Sound* 2, nº 2 (1997): 107-126.
- Basso, Gustavo. *Percepción Auditiva*. Bernal, Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes, 2006.
- Basso, Gustavo. *La Transformada de Fourier en la música*. La Plata, Buenos Aires: Ediciones Al Margen - Colección Universitaria, 2001.
- Rudy, Paul. «Spectro-morphological Diatonicism: Unlocking Style and Tonality in the works of Denis Smalley through Aural Analysis.» *Journal SEAMUS - Sociedad de Música electroacústica de EE.UU.*, 2003: 16(2): 18–27.
- Bregman, Albert. *Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound*. Cambridge, MA: MIT Press, 1990.
- Cádiz, Rodrigo. «Estrategias auditivas, Perceptuales y Analíticas en la Música Electroacústica.» *Resonancias* (Instituto de Música de la Pont. Univ. Católica de Chile), 2003: 47-65.
- Thoresen, Lasse. «Spectromorphological Analysis of Sound Objects. An adaptation of Pierre Schaeffer's Typomorphology.» *EMS Conference 2006 Terminology and Translation*. Beijing: Electroacoustic Music Studies, 2006.
- Dufourt, Hugues. «Musique spectrale.» *Conséquences*, nº 7-8 (1985): 111-115.
- Beauchamp, James, y otros. *Analysis, Synthesis and Perception of Musical Sounds*. Editado por James Beauchamp. New York: Springer, 2007.
- Donnadieu, Sophie. «Mental Representation of the Timbre of Complex Sounds.» En *Analysis, Synthesis and Perception of Musical Sounds*, de James W. Beauchamp. New York: Springer, 2007.
- Hajda, John M. «The Effect of Dynamic Acoustical Features on Musical Timbre.» En *Analysis, Synthesis and Perception of Musical Sounds*, de James W. Beauchamp. New York: Springer, 2007.
- Horner, Andrew. «A Comparison of Wavetable and FM Data Reduction Methods for Resynthesis of Musical Sounds.» En *Analysis, Synthesis and Perception of Musical Sounds*, de James W. Beauchamp. New York: Springer, 2007.
- Rodet, Xavier, y Diemo Schwarz. «Spectral Envelopes and Additive+Residual Analysis/Synthesis.» En *Analysis, Synthesis and Perception of Musical Sounds*, de James W. Beauchamp. New York: Springer, 2007.
- Fletcher, Harvey, y W. A. Munson. «Loudness, its definition, measurement and calculation.» *Journal of the Acoustic Society of America* 5 (1933): 82-108.
- Beauchamp, James. «Analysis and Synthesis of Musical Instrument Sounds.» En *Análisis, Synthesis and Perception of Musical Sounds*, de James Beauchamp, 2-86. New York: Springer, 2007.
- Helmut, Mara. «Multidimensional representation of electroacoustic music.» *Journal of New Music Research* 25 (1996): 77-103.