



FACULTAD DE ARTES Y CIENCIAS MUSICALES

CENTRO DE ESTUDIOS ELECTROACÚSTICOS

CUESTIONES DE OBJETIVO

Tristan Murail

Traducción del francés de María Julia Druvielle

Quizás en algún momento, resulta indispensable para un compositor reflexionar sobre su práctica. ¿Debe por eso comunicar sus reflexiones? Hablar de uno mismo constituye un riesgo: perturbar el propio desarrollo, desembocar en una autocensura. Por otra parte, ¿corresponde verdaderamente al compositor construir teorías? ¿No sería eso quizás una falla de nuestra musicología? Si la observación perturba al objeto observado, qué decir cuando el objeto observado y el observador no son más que uno. Agreguemos que la ambigüedad del vocabulario no facilita nada. Yo no creo que la música exprese sentido. En consecuencia, términos como lenguaje, escritura, mensaje, estructura, etcétera, pueden ser utilizados solamente como una vaga analogía respecto al lenguaje hablado. Tomaré, pues, siempre estas palabras en el sentido más amplio y más banal, sin referirme a una cierta ideología o sistema de análisis. Otra precisión del vocabulario: generalmente se califica a la música que nosotros hacemos como “espectral”. Ni Gerard Grisey, ni yo mismo, somos responsables de esta denominación que nos parece fuertemente simplista. Sin embargo, yo la conservaré por comodidad, sabiendo también que otros epítetos son igualmente simplistas, serial, impresionista, neoclásico, etc.

Al leer hace poco algunas reflexiones sobre el modo de pensamiento oriental -más precisamente el pensamiento chino-japonés- me vino al espíritu que eso podría ilustrar, de algún modo, mi actitud ante el fenómeno musical. La actitud oriental consistiría, por ejemplo, en definir más bien un objeto por círculos sucesivos que por su desarmado en elementos constitutivos. En consecuencia, un tipo de lenguaje que procede por bloques de significación, por impresiones superpuestas, más que un lenguaje analítico como el indoeuropeo. Se trata de comprender al objeto, en el sentido etimológico hasta identificarse con él. El arquero no apunta al blanco, el arquero y el blanco son dos polos de un mismo proceso. El artista participa de la misma visión unitaria del mundo. No trata de describir el objeto sino de reflejar el sentimiento creado en él por impregnación de ese objeto, hace la experiencia del blanco recibiendo a la flecha. Me parece que, del mismo modo, mi material no es la nota musical, ni siquiera el sonido musical, sino el sentimiento creado por esta nota y por este sonido. El material no es el espectro armónico (objeto), sino la armonicidad de ese espectro (sentimiento), y más aún las posibilidades de cambio que supone el movimiento de la flecha. Si el material es cambio, eso también significa que el material es forma. Las dos nociones se unen. El objeto musical se encuentra progresivamente envuelto en círculos a través de un acercamiento global a través de “zooms” sucesivos.

El recorrido de un compositor, que busca a la vez expresarse e inventar en el sentido más fuerte, debe consistir en una sucesión de avances intuitivos y avances teóricos que se dan fuerza el uno al otro. Es cierto que después de una fase un poco intuitiva buscamos bases objetivas para una renovación de la escritura

musical, en contraste con lo arbitrario de los sistemas y el “dejar hacer”. Retrospectivamente, se puede decir entonces que se trata de comprender las reglas naturales de organización de los sonidos, luego se trata de formalizarlas, de generalizarlas y de sacar de esas observaciones un vocabulario, luego una sintaxis, y por qué no una expresión.

Pero los sonidos, y más aún las relaciones entre los sonidos, tienen una realidad acústica y una realidad perceptiva que no son necesariamente equivalentes. El estudio de este sentimiento es el objeto de la psicoacústica y de la psicología de la percepción, que no se deberían ignorar. Tomemos como ejemplo la percepción del tiempo. Aunque yo haya sido tentado por el concepto, creo ilusorias las tentativas de alinear nuestro tiempo musical sobre el de los hindúes o sobre el de los javaneses. Las nociones de música dinámica, de tiempo móvil, etc., están demasiado profundamente ancladas en nuestra cultura, para ser desplazadas por la obra de uno solo. Resulta de esto, que nuestra herencia cultural, la aprehensión del fenómeno sonoro que nos revelan las ciencias citadas anteriormente, son para mí una parte del material musical que yo debo utilizar al mismo nivel que el espectro de sonidos ofrecidos por la tecnología del presente.

La explosión actual del mundo sonoro, y de los medios para su investigación, cuestiona naturalmente los sistemas de escritura. Los límites desaparecen, las clasificaciones tradicionales no tienen más sentido y lo continuo reemplaza a lo discreto. Un acercamiento analítico, es decir, la descomposición del sonido en parámetros, ya no es suficiente, y los procedimientos tradicionales de la música occidental, juego combinatorio, contrapunto de líneas, permutaciones, imitaciones, etcétera, pierden su poder ante los fenómenos continuos. Un acercamiento global se vuelve necesario para intentar comprender el sonido en toda su complejidad, en toda su libertad, y poder imponerle reglas de organización que exige todo trabajo de composición. Pero estas reglas no deben ser heterogéneas con la naturaleza de los sonidos. Hay que aceptar las diferencias, las jerarquías, las anomalías, y abstenerse tanto como sea posible de análisis simplistas o reduccionistas.

El trabajo a partir del sonido, no es como se cree a veces una simple búsqueda de un sonido hermoso, sino la búsqueda de un medio de comunicar claramente por el sonido. El timbre es una de las categorías sonoras más pregnantes y reconocibles. De eso, resultan importantes las combinaciones de frecuencias (que producen el timbre) para la articulación de un discurso musical. Ciertamente se encontrará en las músicas espectrales muy hermosos sonidos. Pero también, como contrapartida indispensable alguno de los sonidos más horribles jamás producidos en la historia de la música. Ese no es el problema, el problema es reintroducir en el seno de los fenómenos sonoros sistemas de jerarquía, de imantación, de direccionalidad que permitan crear una retórica musical sobre bases nuevas.

Finalmente, es a cierta música concebida en lo abstracto, que una orquestación rutilante será paradójicamente muy útil y hasta necesaria. Sin este ropaje, ellas serán ininteligibles o muy poco interesantes (comparar los intentos de serialización del timbre). Por el contrario, las estructuras espectrales tienen a menudo un sentido fuera de la orquestación y poseen una cierta plasticidad, ya que ellas mismas son extraídas de la estructura del timbre. Se acomodan tanto para ser realizadas a partir de sonidos sinusoidales, esto por definición, como a partir de timbres instrumentales más ricos que producirán efectos multiplicadores del espectro. Son suficientemente pertinentes y elásticas para ser sometidas a tratamientos diversos guardando su identidad. Permiten un juego sobre los fenómenos de memorización y reconocimiento, que la escritura combinatoria generalmente no permite, por captación insuficiente de las configuraciones que ellos crean. Aparece aquí una propiedad central de las estructuras espectrales. Pueden producir a voluntad timbre o armonía, sin que haya ni conflicto ni redundancia. Esta propiedad es aprovechada abundantemente en las piezas mixtas (Gerard Grisey *Jour-Contrejour*; Murail, *Les Courants de l'Espace, Desintegrations*).

Se opone, a menudo, la obra de compositores que se preocupan más de la forma, y menos del sentimiento dinámico, en detrimento de una cierta calidad del sonido, con la obra de otros, preocupados más por el placer sonoro instantáneo en detrimento de búsquedas formales. Es seguro que hace falta al menos una de estas dos cualidades. Y es este sentimiento dinámico que prevalece, que permite soportar las torpezas de escritura de Beethoven o las insuficiencias auditivas de Xenakis, del mismo modo que, si se juega el juego, uno puede

sumergirse en el tiempo inmóvil o eterno de Messiaen hasta olvidar su rigidez formal. En cuanto a mí, no veo ninguna razón para oponer estas dos concepciones. Mi ideal, que no pretendo alcanzar siempre, es llegar a reunir las, a fundirlas. Es el objetivo de una música espectral basada a la vez en las cualidades de los sonidos y en el empleo de procesos. Más aún, se puede extraer una dinámica de la materia sonora o, por el contrario, construir sonido y por qué no placer sonoro por medio de una dinámica imperiosa. Crear en suma una arquitectura por el sonido.

En el comienzo de nuestra práctica no se encuentra ninguna prohibición. Dicho de otra manera, no se define negativamente con respecto a un cierto sistema de escritura. Para mí, la teoría sólo puede desarrollarse por observación de una práctica, práctica composicional, práctica experimental. La teorización, o más modestamente, la sistematización de una práctica, eventualmente puede conducir a extrapolaciones dignas de ser experimentadas. En consecuencia, un regreso a la práctica y al nacimiento de una verdadera dialéctica práctica-teórica. Si hay algo que rechazo, es ante todo la noción de prohibición puesta *a priori*, o la noción de un sistema de escritura puesto como axioma.

Lo que no quiere decir que todo se vuelve posible, sino que las elecciones entre los posibles deben realizarse de manera positiva, como la consecuencia de procesos creativos y no por procesos de censura o eliminación. Tomemos un ejemplo simple, que extraigo de la observación de partituras seriales, sin que este ejemplo signifique una crítica al método serial, que no es mi propósito. Estructurar una partitura a partir de una serie constituye, verdaderamente, un proceso positivo, aunque la idea de partida es arbitraria. Sin embargo, la práctica de muchos músicos que se sitúan en la línea de la escuela serial es muy diferente. La noción de serie es más o menos abandonada, mientras que sólo subsiste finalmente un sistema de prohibiciones, evitar ciertos intervalos, ciertas series, ciertas formulaciones, que aseguran efectivamente la coherencia de la escritura.

No creo pues que haya que hablar concretamente de un “sistema espectral”, si se pudiera definir como un conjunto de reglas a respetar para obtener un producto determinado. Por el contrario, creo que se podría hablar de una “actitud espectral”, que lleva a un método espectral. Nuestra actitud frente a los fenómenos sonoros y musicales ha sido brevemente evocada con anterioridad. La práctica composicional que surge de esta actitud constituye, quizás, un método que permitirá ante todo orientarse, no perderse en un universo ilimitado, sin reglas en el sentido geométrico. Un universo que no es más compartimentado por categorías reduccionistas o simplistas, sino un universo caracterizado por un continuo y por interrelaciones complejas. Se ve aquí que estamos bien lejos de la simple búsqueda de una nueva consonancia, o de una búsqueda centrada únicamente en la verticalidad y en la obtención del placer sonoro (aunque esto tampoco sea considerado prohibido).

Para incluirnos en el universo espectral, no es suficiente alinear algunas series armónicas bien provistas, es necesario antes que nada tomar conciencia del fenómeno musical, lo que se traduce con algunos preceptos esenciales como los que se enumeran en la siguiente lista no limitativa:

- Pensar lo continuo antes de pensar lo discreto (corolario: saber que todo está ligado).
- Tener una visión global y no secuencial o “celular”.
- Utilizar procedimientos de organización de tipo logarítmicos, exponenciales, y no lineales.
- No construir de manera combinatoria sino funcional.
- Preocuparse por la relación entre la concepción y la percepción.

Las consecuencias de este cambio de punto de vista van más allá del estilo de los compositores de la primera generación espectral. Numerosos compositores más jóvenes han aprovechado ya estas ideas y llegan a resultados muy diferentes y nuevos. Hasta ciertos principios de base (procesos, interpolaciones, funciones y

también estudios de los espectros) son ahora considerados evidentes y establecidos por compositores de todas las tendencias.

Nada justifica la división a priori del espacio de alturas, legados de la tonalidad y del temperamento igual, sino la historia. Nada obliga a aprisionar a la duración en grillas construidas con la notación típica del solfeo tradicional. Estos símbolos son fuente de muchos abusos y de muchos sinsabores, no son más que pálidos reflejos de las duraciones sensibles. Las interrelaciones entre los fenómenos son considerados más importantes que los fenómenos mismos.

Sin embargo, son necesarios útiles aptos para manejar los grandes continuos así revelados. Las alturas son pues medidas en frecuencia, y no en grados cromáticos, y lo continuo de las frecuencias es controlado por la noción de espectro. Por supuesto, se puede decir que es como el temperamento, el espectro es un filtro de lo continuo. Todo espectro crea, en efecto, grillas, escalas con barras desiguales, pero lo importante es que estas grillas sean el resultado de la acción del compositor en lugar de constituirse una premisa de su trabajo.

El espectro es a la vez la grilla que permite las operaciones de escritura, y es el material mismo, el modo y el tema, todo a la vez, para introducir una comparación arriesgada. Es así que la distinción forma-materia se va a volver caduca: el contenido tiende a identificarse con el continente. Según el punto de vista, el espectro se va a metamorfosear en apariencia melódica (neumas) armónica, tímbrica y también rítmica, en ciertos casos extremos, o tomar una apariencia ambigua. Finalmente, más que como una nueva grilla es mejor considerar al espectro como el campo de las relaciones posibles en un grupo de frecuencias: concepción de conjunto en el sentido matemático. Esta concepción podrá ser ampliada a todas las otras manifestaciones del discurso musical: un espectro es un conjunto, un sonido es un conjunto; una forma, una microforma, una figuración orquestal, un grupo de duraciones... todo eso constituye conjuntos sobre los cuales es posible operar.

No corresponde a este texto examinar las diferentes razas de espectros armónicos, inarmónicos, no lineales, etcétera, ni las diversas operaciones que se pueden realizar con ellos, proliferaciones, metamorfosis, derivados, superposiciones, interpolaciones, etcétera. Se tendrá en cuenta, sobre todo, el hecho que el espectro ofrece a la vez, una materia y un marco bajo la forma de una red de relaciones entre las cuales se puede elegir, pero de la cual no se debería salir si se quiere respetar las reglas de juego y asegurar de este modo las coherencias armónicas y discursivas necesarias. Agreguemos que, a diferencia de los campos armónicos, muy a menudo sustituidos por la serie, los espectros, a imagen de los sonidos musicales, son raramente estáticos y están ellos mismos sometidos a procesos que alteran continuamente su aspecto...

Un procedimiento inverso es posible: el que consiste en construir un espectro teniendo las cualidades requeridas para la expresión de una estructura formal o de un gesto musical. Se dispone entonces de un cierto número de útiles, (imitación de espectros naturales, construcción de espectros por cálculo o utilización de funciones, tratamiento de esos espectros con filtros, distorsión, modulación, etcétera). Sucede también, frecuentemente, que el espectro es construido por el desarrollo de un proceso formal (ver ejemplo 1).

El tiempo, evidentemente, también será considerado en su continuidad. La unidad de referencia será pues el segundo más que la negra. La noción de duración se volverá más general, englobando a las duraciones de un fragmento o de una sección, Surgirá de la duración individual de los eventos, del intervalo entre eventos análogos y de comienzo marcado (lo que generalmente denominamos ritmo) y del tempo. El discurso será el mismo que para las alturas, sin cortes a priori, sin relación obligatoria con las figuras del solfeo. Ninguna ilusión de complejidad nacida de la superposición de Xtolests, o de la utilización de medidas irregulares tan inútiles como arbitrarias. El cálculo de las duraciones se parece, en gran parte, al cálculo de las frecuencias (utilización de funciones, distorsiones, interpolaciones, procesos...).

Se puede también, más fácilmente que para las alturas, utilizar métodos gráficos para controlar la duración. La precisión necesaria es menor, en efecto, pero a simple vista se puede apreciar fácilmente una relación de

duraciones. Los métodos gráficos de control de la frecuencia no pueden realmente expresar la complejidad de las interrelaciones en el seno de una serie. Los métodos gráficos que empleo son de dos tipos: simples gráficos de funciones dibujadas a mano alzada (uniendo los puntos que resultan de los cálculos) y representaciones espaciales del episodio musical proyectado. Se trata casi, en este último caso, de una cartografía de la obra, anterior a su realización definitiva, donde todas las informaciones esenciales se encuentran reunidas.

Es así que se dibuja un acercamiento de tipo global, elemento esencial en la definición del método espectral. En tal acercamiento, idealmente, todo debería estar ligado. Todo desplazamiento de duración, frecuencia, densidad, debería modificar instantáneamente el equilibrio general. Las modificaciones deberían transmitirse de unas a otras como en una de hoja de cálculo informática, no habría pues estructuras fuera de tiempo, ya que nada podría concebirse fuera de la duración.

Finalmente, es a nivel de la duración que las interrelaciones tienen los efectos más sensibles. En música, las duraciones están casi siempre ligadas mutuamente por funciones. La duración de todo episodio, de todo proceso, puede analizarse como la suma de duraciones elementales. Todo reajuste de una duración individual debería, por lo tanto, tener una repercusión sobre la forma global. En otros momentos, las duraciones son el producto de procesos cruzados (evolución de una densidad + evolución de una velocidad media, o bien, proporciones de proporciones, ejemplo 3) y las repercusiones pueden producirse en otras dimensiones del discurso: aspectos melódicos, progresiones de los parámetros espectrales...

Por acercamientos sucesivos, por efecto del zoom, son engendradas estructuras de orden cada vez más local hasta el detalle más ínfimo. El destino de la nota individual está ya inscripto en el proyecto compositivo. Como, a pesar de todo y felizmente, el trabajo no es enteramente automático habrá que hacer elecciones. A menudo, detectar agrupamientos de alturas o de duraciones particularmente interesantes, pregnantes u originales. Se incorporarán así micro o macroformas implícitamente contenidas en el proyecto de partida. Me gusta imaginarme como un escultor frente a un bloque de piedra, que recubre una forma oculta. Un espectro podrá, de este modo, encubrir formas de dimensiones diversas que se podrán desprender según ciertos criterios, a través de ciertos útiles filtros activos, selección de las alturas temperadas, regiones espectrales, formantes, exploración espectral. Una de las ventajas mayores de esta concepción es que la misma técnica podrá aplicarse a menudo en diversos momentos de la construcción de una partitura: a la gran forma, a las secciones, las figuraciones, los sonidos, los elementos de la retórica musical (secuenciaciones, densidades, registros, espesores, consistencias y neumas...).

Esta técnica de composición desde lo global al detalle se opone totalmente a las técnicas clásicas de construcción a partir de células. Sin embargo, yo no creo que haya que establecer una polémica sobre la legitimidad de uno u otro procedimiento; los dos han hecho sus pruebas, y bien a menudo, los procedimientos reales de los compositores son más pragmáticos que lo que dicen sus discursos o sus teorías. Las dos visiones, pueden, a veces, reunirse y ayudarse entre ellas.

Sin embargo, existe un caso en el cual un acercamiento de tipo global me parece necesario: cuando se quiere manipular esta nueva raza de sonidos, que llamaré sonidos complejos. Esta categoría agrupa los sonidos provenientes de las nuevas técnicas instrumentales (multifónicos y otros), sonidos sintéticos (en particular los sonidos inarmónicos), sonidos provenientes de tratamientos electrónicos, y una gran parte de sonidos de percusión. Los sonidos complejos constituyen un grave problema para la escritura tradicional, pues escapan a las descripciones demasiado simples de los parámetros. Se debe entonces, o bien ignorarlos o bien reducirlos a una de sus dimensiones, con el riesgo de efectos descontrolados sobre las estructuras musicales. No hay otro modo más que desarmar estos sonidos, analizarlos para comprender su estructura y para poder manejarlos luego como conjuntos en el sentido matemático. Es la única manera de manipular estos objetos complejos, si se quiere a la vez respetarlos e integrarlos perfectamente en el discurso musical.

De otro modo se recurrirá, indefectiblemente, al empirismo, a lo arbitrario, actitudes paradójales si uno pretende tener un cierto rigor en la escritura. Por supuesto, no estamos obligados a utilizar multifónicos de instrumentos de viento o sonidos sintéticos, pero quién no utiliza la percusión.

La ausencia de control real sobre los sonidos de percusión (parches, metales, maderas) produce a menudo efectos perversos sobre las partituras mejor construidas. Los instrumentos de percusión son esencialmente escritos en función de procedimientos rítmicos, y el compositor olvida que tiene siempre alturas espectrales y que son objetos sonoros bien definidos, bien identificables y en número limitado. Muy pronto, la percepción de estos objetos sonoros, perjudica la percepción de las duraciones, mientras que la falta de renovación de las alturas espectrales perturba el discurso armónico. Por todas estas razones manipulo, por mi parte, estos objetos sonoros, que es la percusión, con una gran prudencia y parsimonia. Tanto más aún porque la definición de los instrumentos carece de precisión. Cuál es la banda de frecuencia de unos platillos agudos o de un tom grave. Del mismo modo que los micrófonos poseen una curva de respuesta, estos instrumentos deberían ser provistos de un análisis espectral, y sus características deberían ser estandarizadas.

La informática agrega una nueva dimensión, la de la interpolación de los seres híbridos o ambiguos, los continuos de timbre. El procedimiento más elemental de trabajo sobre las frecuencias lleva a la producción de bloques no temperados y de timbres inarmónicos. Además, los sonidos creados de este modo pueden ser inestables o movedizos. Para describir estos sonidos, es necesario pues describir igualmente los procesos. El acercamiento a los fenómenos electrónicos o informáticos a través de un sistema de escritura inadecuado provoca, frecuentemente, el retorno a procedimientos estáticos (campos armónicos congelados, por ejemplo, que aparecen en tantas obras mixtas recientes), que tienen la ventaja de limitar proliferaciones incontrolables, pero que a la vez reducen el interés por recurrir a una tecnología avanzada.

Hablando de campos armónicos, he aquí una noción común a muchas músicas de hoy. Plantear como principio una cierta sinonimia entre lo vertical y lo horizontal. Del mismo modo que una serie o una célula cualquiera sirve para engendrar acordes y melodías, del mismo modo, un espectro será utilizado tanto en su dimensión vertical como horizontal, con un agregado, la posibilidad de concebir situaciones intermedias en el interior de una especie de dimensión fractal donde la percepción oscilará entre varios análisis posibles o se abandonará al encanto de las ambigüedades.

Pero vayamos más lejos. Se pasa fácilmente de la noción de espectro a la de función, o más generalmente de algoritmo. Los espectros armónicos, los espectros provenientes de modulaciones en anillo o de frecuencia, los provenientes de distorsión armónica, obedecen a modelos matemáticos relativamente simples. Se pueden imaginar procesos de modificación de los parámetros de los modelos, que crearán flujos armónicos, o cantidades de imágenes espectrales diferentes, así como el cine cuantifica el movimiento. Algoritmos de este tipo pueden fácilmente regir todos los demás aspectos del discurso musical. Las nociones de funciones o de procesos son muy cercanas, y pueden por lo tanto agruparse bajo la noción de algoritmo. Los mismos procedimientos sirven para regir lo vertical y lo horizontal, lo sucesivo y lo simultáneo. Las configuraciones de partida y de llegada se olvidan pronto, en provecho del énfasis puesto sobre el proceso de cambio, y por la infinidad de nuevas situaciones que permite crear. Me parece que hay allí un punto, a veces mal comprendido, pero esencial en la definición del método espectral.

Ante una materia tan flexible, tan manipulable, es necesario encontrar criterios que permitan apreciar los encadenamientos, las mutaciones, las tasas de renovación, las oposiciones y las semejanzas. En ausencia de una grilla común a todos los objetos manipulados, el problema no es fácil de resolver. Por ejemplo, se tienen pocas posibilidades de encontrar frecuencias exactamente comunes a dos espectros, o más generalmente, valores estrictamente iguales en dos series de números calculados por medio de una función. Para establecer comparaciones es necesario recurrir a prácticas de aproximación, tener en cuenta los efectos de la banda crítica y utilizar la feliz imprecisión de la percepción. Se hace completamente necesario introducir la noción de jerarquía para poder operar las clasificaciones: de lo armónico a lo inarmónico, de lo liso a lo rugoso, de

lo ordenado a lo desordenado. Se debe tener en cuenta la especificidad de cada relación de frecuencias. Dos ejemplos simples, la octava tiene propiedades poderosas de origen acústico y cultural que es necesario reconocer. Es esto una razón para no utilizarla, para suprimirla. Un intervalo no es más que una relación de frecuencias. Ahora bien, A/B no es igual a B/A, no se podría tener como equivalentes un intervalo y su inversión, detalle suficiente para cuestionar muchos trucos de escritura y muchos análisis. Reconocer las diferencias no significa establecer un juicio, armónico no es sinónimo de consonante, ordenado no es sinónimo de marcha militar. Se encontrará el equilibrio tanto en lo armónico o la periodicidad, situaciones de lo más ordenadas, como en su contrario exacto, el ruido, el ruido-sonido, o el ruido rítmico. Una de las definiciones sería “desorden integral”. Todas las situaciones intermediarias vehiculan, transmiten, transportan, más o menos desequilibrio que lleva a los fenómenos de imantación y de dinamismo ya mencionados. Componer consistiría en gran parte en controlar, gestionar este desequilibrio.

La exploración de las jerarquías hace aparecer lo que yo llamaré la vectorización del discurso musical, que significa que todo proceso está orientado y posee un sentido, o por lo menos, una significación que el oyente siente, que se lo lleva verdaderamente a algún lado, que hay un piloto en el avión. Esta vectorización crea inevitablemente sensaciones de tensión y de distensión, de progresión o de estancamiento, juega con el confort de lo esperado y el placer de la sorpresa, con los fenómenos de límites o de vuelta insidiosa de tendencias. Crea el dinamismo del discurso en una palabra. Lo que más allá de los modos de escritura, más allá de las revoluciones superficiales y de las polémicas estériles, llama directamente a las categorías mentales del oyente occidental. Es en el fondo, en este nivel en el que yo querría componer. Y si la expresión de la escritura musical tiene un sentido, es de estas nociones que yo quisiera extraer mi vocabulario y mi sintaxis. La modelización ayuda ampliamente a franquear las arenas movedizas de la escritura, nota por nota. Del mismo modo, la utilización generalizada de símbolos gráficos en el plano del esbozo. Más que símbolos del solfeo, la utilización, si se quiere, de ideogramas más que de alfabetos. Yo creo que solamente la informática nos permitirá ir verdaderamente lejos en esta dirección. Que solamente ella nos dará los grados de libertad necesarios para mantener el trabajo de concepción a la altura requerida, haciéndonos sobrepasar tareas subalternas y ayudándonos a dirigir las reglas de las interrelaciones.

El desarrollo de instrumentos conceptuales y de útiles prácticos es la condición para la profundización de la composición espectral, así definida. Posponer directamente el proceso, su variación, su complejización, va más allá de las capacidades del espíritu humano. Yo soy muy consciente que hasta ahora se ha podido permanecer en un estadio relativamente elemental de la utilización de estas técnicas. Por deseo de ser comprendido, recurría a procesos muy directos e inmediatos, era necesario experimentar y quizás también demostrar. Se planteó, sin embargo, el problema de lo previsible, de la eventualidad de sobrepasar, al menos puntualmente, la dominación de procesos demasiado direccionales, de introducir nociones de variación o de ornamentación.

Yo empecé por utilizar la aleatoriedad y la permutación limitada para variar el aspecto de los procesos. Las multiplicaciones de funciones para dar formas más interesante a las curvas empleadas (combinando por ejemplo, una senoide y una exponencial, algoritmo que domina las extinciones de las componentes de los sonidos de campana sintetizados por la orquesta al comienzo de *Gondwana*). Introducir lo aleatorio para “humanizar” procesos demasiado mecánicos, forma parte de las posibilidades elementales de la informática. Se utiliza esta aleatoriedad hasta en la síntesis de los sonidos mismos, para hacerlos más vivos. Procedimientos análogos se aplican en los niveles microscópicos y macroscópicos. Lo aleatorio, controlado en sus tasas y sus efectos, flexibiliza los procesos sin destruirlos.

Los procedimientos de permutación clásicos (que Messiaen empleó frecuentemente) tienen tendencia a producir un resultado estático: una vuelta casi constante sobre los elementos constitutivos. Las permutaciones limitadas, en el interior de una serie de eventos producida por un algoritmo, introducen algunos elementos inesperados o refuerzan un sentimiento de suspenso. Por ejemplo, intercambiando ciertos valores de a dos, respetando la direccionalidad del proceso emprendido. El ejemplo 1 muestra una permutación limitada, en el interior de una serie de distorsiones espectrales. Los procesos de aleatoriedad o de permutación pueden ser incluidos en el algoritmo mismo, al menos cuando se trata de manipular objetos

simples. En *Désintegrations* he manejado a menudo el orden de lectura de las tablas de onda (donde se encuentran descriptos todos los componentes de un espectro o los tiempos de ocurrencia de micro eventos, ver números III al IX de la partitura). La computadora calcula en función de datos generales (tiempos de ataque de una nube de sonido, tiempo de permutación, porcentaje de aleatoriedad) el detalle de la realización y lo transmite directamente al programa de síntesis. La partitura instrumental fue escrita luego, según los resultados de estos cálculos. Cuando se trata de ordenar los espectros, como en el ejemplo citado anteriormente, la cuestión es más delicada. Pues, nada permite predecir el interés de los encadenamientos calculados, al menos, en el estado actual de nuestra tecnología espectral.

La misma prudencia se impone cuando se trata de superponer procesos. Se encontrarán, a menudo, superposiciones de procesos muy diferentes, y difícilmente, superposición de algoritmos que dirijan todos los aspectos del discurso a la vez. Se trata entonces de un verdadero contrapunto de músicas, difícil de realizar de manera convincente. Se producen a menudo zonas de indecisión o de fracturas, configuraciones insólitas o llamativas, como el encuentro de dos placas tectónicas. Los mismos fenómenos se producen cuando se exagera un proceso hasta sus últimas consecuencias: una verdadera metamorfosis de la materia. Aparece el recorrido ya expuesto: observación – modelización – generalización - desarrollo algorítmico - engendramiento de nuevos objetos.

Sin embargo, a fuerza de ser cada vez más complejo, de generalizar, de ir a los extremos, nos alejamos cada vez más del modelo natural y de los modelos de percepción, sobre los cuales nos basábamos para establecer una cierta legitimidad del proceso. Interpolaciones, distorsiones, curvas de todo sentido, todos procedimientos muy útiles para construir transiciones, forzar la direccionalidad, materializar conceptos o simplemente ideas, o intereses musicales hacen que uno se aleje más o menos violentamente de los datos iniciales. ¿Hay que alegrarse o inquietarse por esto? Se encuentran, finalmente, problemas comparables a los de la composición combinatoria. No hay razón para que las combinaciones ofrecidas por el cálculo tengan un valor musical en sí (pueden, sin embargo, tener sentido por el rigor del proceso. Se podrían evocar las “durezas” de los últimos cuartetos de Beethoven -o más generalmente- las nociones de disonancia y de nota de paso de la música tonal).

Si se desea operar sobre las selecciones, se debe entonces volver a lo arbitrario, o si se prefiere, al juicio intuitivo, a la experiencia del compositor. Acepto que a veces suavizo los resultados semiautomáticos de los procesos que empleo, eliminando una parte de ellos. En los procesos de interpolaciones o de crecimiento progresivo de un parámetro suelo calcular más etapas de lo necesario, a fin de poder deshacerme de algunas, porque ellas contradicen de un modo u otro la idea misma del proceso de base.

El método encubre, en sí mismo, un dispositivo de autodestrucción. Pero, sin duda, esto es verdadero en todo sistema. Mi esperanza es que el método sea lo suficientemente abierto, y que la ausencia de prohibiciones permita una regeneración interna. Pero no quiero prejuzgar con respecto al desarrollo de una práctica, o ponerme en legislador. La teoría debe servir para evitar la repetición, el nacimiento de reflejos y de tics, y no para esterilizar un proceso. No debe ser pretexto para la complejidad inútil. Finalmente, más avanzo en mi recorrido de compositor, más me doy cuenta que lo importante es la simplicidad, y que es infinitamente complejo ser simple, y tan simple ser complicado. Sucede que después de haber buscado días enteros la solución a un problema, complicando, variando, superponiendo, distorsionando, camuflando quizás eventuales debilidades con una falsa complejidad, finalmente, al eliminar sin piedad todas esas desviaciones gratuitas, la evidencia se impone a mí simple como toda evidencia, pero tan costosa en energía creadora. Son los momentos de mi música de los cuales estoy más orgulloso, cuando todo puede ser resumido en algunos sonidos.

Es por eso que me parece más importante establecer una nueva actitud, capaz de enfrentar, al menos durante un cierto tiempo, las sorpresas que nos reserva el desarrollo de la técnica musical. Una nueva actitud más que una nueva doctrina a ser condenada por anticipado (las doctrinas tienen vidas cada vez más breves).

Demasiada teoría, demasiada falsa complejidad lleva, finalmente, a dar demasiada importancia a la partitura bajo su aspecto gráfico. Me acuerdo de un compositor muy conocido, que explicaba en un taller del Festival de Royan, que llenaba su página orquestal hasta obtener un efecto gráfico satisfactorio... Sin llegar a estos excesos, hay una fuerte tendencia a confundir la obra musical con la partitura, el territorio con el mapa que lo representa. Para que un mapa se confunda con el territorio, nos hace notar Borges, el mapa debería ser proporcional a la dimensión del territorio y recubrirlo punto por punto fijando todos los detalles: el mapa sería el territorio. Hasta el momento no tenemos los medios técnicos para una adecuación de este tipo. Aún en el caso de la música grabada en cinta, donde la partitura se confunde con el instrumento, queda un margen de variación (la acústica de la sala, la fidelidad de los parlantes). Un día, quizás, por estimulación neuronal directa...

El mapa no es más que una representación simbólica y aproximativa, un mensaje codificado que permite la ejecución, y no una manifestación de la música misma. En última instancia es un cuadro (Mâche: *Tempora*, para tres samplers; Murail: *Tellur*, para guitarra). Nos encontramos entonces frente a un aparente dilema: ¿precisión de la ejecución o precisión de la partitura? En realidad, nada es preciso. La génesis, luego la escucha de una obra musical no son más que una seguidilla de distorsiones, de la idea a la puesta en forma, de ésta a la partitura, de ésta a la ejecución, y de la ejecución a la percepción.

El problema de la precisión de la notación se plantea mucho en materia rítmica: tal serie de duraciones, calculada en unidades temporales y no en figuras propias del solfeo, y obtenida como consecuencia de un proceso determinado, se revelará como muy interesante a la lectura y la experimentación (con el truco de un secuenciador, por ejemplo). No será imposible anotar las divisiones temporales complejas, ni los cambios de tempo. La partitura obtenida con este proceso de notación será, sin embargo, casi inejecutable, sobre todo para una orquesta. El resultado estará muy alejado de la idea inicial. Si simplifico, si aumento el factor de aproximación hasta hacer la partitura ejecutable, obtendré finalmente, un resultado más fiel al producto resultante del cálculo inicial. Se llega pues, en este caso, a la paradoja siguiente: demasiada precisión en la notación trae aparejada una erosión del mensaje.

Estos problemas no son nuevos; el encuadre, la reducción de las ideas musicales por un sistema de notación demasiado pobre o demasiado rígido, tiene como corolario al intérprete, que debe reencontrar detrás de la página anotada, la idea original (pienso por ejemplo en los preludios de Debussy). Para la música espectral, en la cual el timbre es tan importante, ya se trate del timbre individual de los instrumentos, de su modo de interpretación, o de sonidos sintéticos surgidos de una fusión en el contexto de interpretación, la cuestión se vuelve primordial. Si el músico no comprende lo que se espera de él, toca simplemente “nota por nota”, sin llegar a una comprensión global, plagada de verdaderos contrasentidos.

Ni la partitura escrita, ni la ejecución, son pues la obra misma, sino representaciones más o menos fieles de esta obra. Es en los bosquejos, esquemas gráficos, listados, algoritmos, donde se puede encontrar la huella de la partitura ideal. En el pasaje a la partitura anotada es importante conservar las relaciones. Se debe buscar una relación de homotesia entre la música percibida, música interpretada, partitura escrita, partitura ideal, sin esperar una equivalencia total. Se tendrá también en cuenta la existencia de los mecanismos autocorrectores del oído (fisiológicos o culturales). Estos mecanismos existen para la música tonal, y son los que permiten ignorar la inercia del séptimo pupitre de los primeros violines, soportar las desviaciones de justeza de los cantantes de ópera o tolerar los tempi excéntricos de los directores de orquesta. Mi experiencia me ha demostrado que existe, también en la música espectral, lo que nos autoriza a utilizar aproximaciones en el pasaje a la notación de alturas y duraciones. No estoy seguro que estas cuestiones existan para todos los tipos de música actuales, lo que no significa dejar de plantear ciertas cuestiones.

Encontrar la partitura ideal observando a simple vista la partitura anotada no siempre es fácil. Para entregarse a un verdadero trabajo de análisis será necesario poseer claves. Por supuesto, es posible decir lo mismo para todo tipo de música. Sin embargo, es relativamente fácil identificar un tema, una célula, una serie. Es más delicado, pero no imposible, reconstruir una génesis espectral o el algoritmo de un proceso.

Tomar conciencia de las sucesivas degradaciones del mensaje es interesarse en el problema de la comunicación. No estar interesado en las consecuencias sonoras del acto compositivo es para mí un verdadero rechazo a la comunicación. Si el compositor no comunica, no sorprende que las salas se vacíen. Yo acepto que se quiera afirmar la predominancia del concepto, en este caso por qué no ir hasta el final del procedimiento y atenerse al concepto: ¡ni concierto, ni partitura! Berlioz en lugar de escribir para cuarenta arpas y cuarenta pianos, y agregar así más dificultades, se contenta con exponer el concepto de “*Euphonia*” en forma novelada. Borges, en lugar de escribir novelas que lo aburren, se contenta con escribir críticas ficcionales, que son suficientes para exponer sus ideas esenciales. El arte conceptual debe permanecer en el plano del concepto.

La elección de un tipo de comunicación no deja de tener consecuencias estéticas, de este modo, los adeptos de la música neo-romántica (nueva simplicidad) eligen dirigirse al auditorio de los conciertos de orquesta clásicos, en tanto que los adeptos de la música sobre el papel se dirigen prioritariamente a los jurados de concursos de composición internacionales. Uno puede preguntarse, sin embargo, si en estos casos extremos queda una comunicación entre el compositor y el público. En el primer caso, el código de comunicación termina siendo la sustancia musical misma, se podría decir lo mismo del rock y sus derivados. En el segundo, ya no hay ni comunicación ni códigos. Nos entregamos a un trabajo con símbolos y grafismos desconectados de toda aplicación sonora. Se podría invocar aquí la ley de Parkinson (aquella donde un cierto número de empleados dedica la mayor parte de su tiempo a administrarse, y no necesita más comunicarse con el universo exterior). Más allá de un cierto grado de proliferación conceptual o combinatoria, el objeto partitura es suficiente a sí mismo, no tiene más influencia sobre la realidad sonora, no sirve por lo tanto para nada más que para ser enviado a los jurados antes mencionados, para ser comentado o imitado.

Para mí, la música existe solamente en el momento en que es oída. Es oída de una cierta manera, a menudo simbólica por el compositor en el momento de la concepción, y luego la larga cadena de distorsiones se pone en juego hasta que el público la escuche. Me parece esencial que subsista esta relación de homotésia evocada anteriormente, entre los conceptos del compositor, lo que llamaba partitura ideal, y la percepción final. En consecuencia, resultan importantes los factores acústicos, psicoacústicos, culturales y su influencia sobre la escritura misma. No hay que hacerse ilusiones, el público receptor no es universal, es un público occidental, modelado por siglos de práctica musical, debe ser razonablemente abierto y prevenido, sin lo cual la comunicación no podrá establecerse. Yo deseo, sin embargo, que se extienda más allá del círculo de los colegas y jurados internacionales. Pero deseo también expresarme con toda libertad, sin tener en cuenta convenciones, prejuicios, condicionamientos. Lo que implica un cierto número de consecuencias y plantea un cierto número de cuestionamientos.

¿Se puede oír lo que es inaudito? ¿Cómo introducir la novedad? La política de la tabla rasa es ilusoria: no se puede evitar tener en cuenta lo adquirido en el pasado, salvo que retrocedamos al estado de australopitecos. Pienso por el contrario que, lejos de agregar limitaciones, lo adquirido, es decir nuestra cultura, nuestro funcionamiento mental, forma parte de nuestro material musical, en el mismo nivel que los sonidos conocidos o por inventar, y que se los puede integrar con toda libertad en un discurso nuevo. Pero por otra parte, la búsqueda de la novedad, el rechazo de los sistemas considerados como perimidos, las rupturas, forman también parte de la actitud occidental, al contrario de muchas otras culturas donde la estabilidad es la regla y donde el margen de creación del músico está muy estrictamente enmarcado por una práctica secular. Es esta dualidad misma la que debe permitirnos construir un discurso musical nuevo, con toda libertad y toda inteligibilidad, sin nostalgia ni complejos.

Ejemplo 1

Modelización y generalización de una observación Cálculos de duraciones y permutaciones

Ejemplos extraídos de *Désintegrations*, para cinta y 17 músicos

En el número X, a consecuencia de un proceso complejo realizado en el número IX, la música converge hacia un *mi* 1 repetido *ff* en el trombón. Después de un momento de balanceo, en el cual un *sol* 1 acentuado en clarinete bajo (salido del mismo proceso) duda en desaparecer, el trombón queda solo.

Un espectro armónico defectivo (filtrado) es desplegado entonces por la cinta magnética, como salido del sonido del trombón. Este espectro está basado sobre el *mi* 0, y el trombón ejecuta el segundo armónico.



Como varias veces en la obra, este espectro va a ser sometido a una distorsión progresiva. El origen de la distorsión espectral se encuentra en la observación de los espectros del piano: el análisis muestra que el sonido no es completamente armónico, sino que los parciales son más altos que los teóricos. La diferencia, el escalonamiento entre un nivel y el otro, está en función del número de parcial (esto explica muchas cosas sobre la brillantez del piano, su timbre particular y la escritura que surge de ello).

Se puede modelizar este fenómeno por medio de una función matemática. Utilizo para esto una potencia ($y = ax^b$), en lugar de una función exponencial de crecimiento demasiado rápido.

En el caso del piano, la distorsión es débil (b es apenas superior a 1). Se puede extrapolar, simplemente, aumentando el valor del parámetro b , creando así una serie de nuevos espectros inarmónicos.

Para medir de manera más intuitiva y musical el progreso de una distorsión, en lugar de trabajar directamente sobre los parámetros de la función prefiero utilizar puntos de referencia. Por ejemplo, la evolución de un armónico elegido. En este ejemplo había controlado el proceso por medio del armónico 12, escalonado progresivamente por pasos de $\frac{1}{4}$ de tono. Un programa de computadora se encarga luego de calcular los parámetros en función de estos datos, y luego de calcular los espectros mismos.



Los espectros están anotados aquí con una aproximación de un cuarto de tono, sin embargo, como fueron grabados directamente en la cinta magnética, ninguna aproximación fue necesaria. El ordenador utilizó las frecuencias exactas que resultan del cálculo. Estos espectros se utilizan también para la escritura de la parte instrumental, que es aquí muy sobria, y que subraya algunos formantes de los espectros.

El ritmo de los cambios de espectro está determinado por una curva de aceleración (del mismo tipo que la función de distorsión).

El aumento de la distorsión provoca una tensión que va en aumento, esencialmente por un efecto de registro que se abre.

Al final del proceso, la tensión ha aumentado de tal manera que un efecto límite se desata. La música se balancea hacia otro proceso. El primer espectro del número XI fue determinado por un procedimiento que se parece a la “regresión lineal” de los estadísticos, a la vez cercano al último espectro de X pero de color mucho más claro, porque es armónico y provoca un fuerte cambio de iluminación y una sensación de continuidad.



Al generalizar la idea de distorsión espectral (o bien de construcción de espectros por medio de funciones) es posible abandonar toda referencia instrumental. En el ejemplo anterior, la presencia del trombón daba la impresión que todo el proceso tenía por finalidad distorsionar un sonido instrumental. En el número VIII de *Désintegrations*, se oye una serie de 7 espectros provenientes de la distorsión de un espectro armónico arbitrariamente construido. Los puntos de referencia de la distorsión son los armónicos 3 y 21 que evolucionan respectivamente de a 1/2 tono y de a un 1/4 de tono, lo que provoca una traslación y una compresión progresiva de los espectros.



Cada espectro, interpretado por la cinta magnética, está animado por desplazamientos en el espacio, cada vez más rápidos según la curva siguiente. Los valores están en hertz:

0.2326 0.2534 2.861 4.8 7 9.4 12

El número de oscilaciones sigue la evolución siguiente:

1 3 4 9 3 6 45 (curva creciente, pero no regular)

Al multiplicar el número de oscilaciones por el período (inversa del valor expresado en Hz) se obtiene la duración de cada espectro en segundos: 4.3 2.4 1.5 1.9 3.3 2.8 3.8

Se ve que al combinar estas dos curvas se obtiene un nuevo perfil (decrecimiento, luego crecimiento irregular).

La explicación anterior corresponde probablemente a la génesis de este pasaje (he olvidado el orden de las operaciones efectuadas) pero da cuenta de las interrelaciones tal como se las observa.

Sin embargo, los siete espectros no están enunciados en el mismo orden de distorsión creciente, están ligeramente permutados: 1 4 5 2 6 3 7. Este nuevo orden introduce alguna imprevisibilidad, siempre conservando la dirección global.

Luego, el trabajo sobre el ámbito de los espectros ha sido efectuado de manera de obtener un efecto de “acordeón”. Para conservar una densidad cercana para cada espectro, ha sido necesario filtrar ciertas componentes o, contrariamente, completar ciertas zonas espectrales hasta llegar al resultado final.



Ejemplo 2

Interrelaciones en *13 Couleurs du soleil couchant*

A la escucha, *13 Couleurs du soleil couchant* puede parecer una partitura bastante impresionista. Pero es, en realidad, una obra muy predeterminada y calculada. Casi toda su escritura proviene del proyecto inicial, materializado por curvas similares, que rigen frecuencias, duraciones y pulsaciones.

Los 13 colores corresponden a 13 intervalos generadores, cada vez más estrechos a medida que son dispuestos en el registro agudo (con algunas excepciones):



Se puede trazar el cuadro siguiente:

Colores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Frecuencia media en (Hz.)	311	402	770	1132	1418	1751	1285	687	526	330	163	136	66
Dur. de las secciones (seg)	66	53	41	33	27	24	26	32	40	50	69	83	113
Pulsación media (seg)	17	6	2.7	0.9	0.4	0.18	0.3	0.55	1	1.65	2.85	4.8	6

Habría que agregar una secuencia introductiva, 0, basada en un solo sonido (*mi* 5) -intervalo nulo.

Los instrumentos de control son a menudo de tipo estadístico (“pulsación media”) lo que significa que las direcciones de los procesos están siempre controladas, pero que a un nivel de detalle, puede existir una cierta libertad -casi como una ornamentación-, o bien que otros procedimientos pueden interferir a nivel local.

Los intervalos están dispuestos de manera tal que proceden unos de otros por diversos medios de encadenamiento, o de proliferación espectral. He aquí la evolución armónica de las secciones 1 a 3.



En 1a, el primer intervalo todavía no está materializado; el violoncelo *sul ponticello* descompone el *re#* 3 en un espectro armónico (con fuerte presencia de los armónicos 3 y 5 = *sol* 5, que prefigura el *sol* 4 del primer intervalo).

En 1b, el clarinete descompone de nuevo el *re#*, pero de manera mucho más clara, y deja oír el *sol* 4. El violín se apodera del *sol* y lo hace deslizar suavemente $\frac{1}{4}$ de tono, como producto de una modulación de amplitud (modulación en anillo) entre el *sol* $\frac{1}{4}$ y el *re#* se obtienen las nuevas frecuencias de *si* 3 y *mi* 5. El *si* forma, a su vez, el próximo intervalo generador con el *re#* (los símbolos delta y omega designan respectivamente el sonido diferencial y el sonido adicional).

Los mismos juegos de modulación actúan en 2. El piano aproxima y almacena algunas frecuencias oídas. Se las puede considerar como armónicos aproximados de una fundamental *fa* 0, que el piano interpreta.

El tercer intervalo proviene del acorde interpretado por el piano; se comienza a derivar por modulación (3a) o relación armónica (3b), etc...

La escritura de las partes instrumentales puede organizarse libremente en el interior de un marco definido rigurosamente. Las figuraciones melódicas, por ejemplo, utilizarán las frecuencias disponibles, respetando el valor de pulsación de la sección.

Ejemplo 3

Juego de proporciones y evoluciones de parámetros en *Gondwana*, para orquesta, letra F

Sobre el modelo de sonidos producidos por modulación de frecuencia, cuyo contenido espectral crece con el aumento del índice de modulación, la música consiste esencialmente en una serie de ondas calculadas por esta técnica. El aumento del índice de modulación provoca las figuraciones que pueden observarse en el gráfico.

Las ondas proceden de a pares. La duración de los pares decrece hasta *e*, luego crece nuevamente. La relación de duraciones crece continuamente hasta que las dos ondas casi se fusionan. La primera onda desemboca en una resonancia de bronce; la segunda, en una resonancia de cuerdas tremoladas. Las duraciones de las resonancias están incluidas en las duraciones de las ondas. Al mismo tiempo, la moduladora aumenta por pasos de 4,87 hz, mientras que el índice por pasos de 1 ó 2. La portadora, materializada por un sonido tenido de corno, queda fija en el *do* un cuarto de tono 3 (ver tabla).

- 1) *e* y *e'* tienen la misma moduladora. La fusión entre las dos ondas de cada par comienza así.
- 2) a partir de *f*, las dos ondas casi se unen, la segunda se vuelve un eco de la primera.
- 3) *h* e *i* utilizan el espectro de *g*, progresivamente filtrado.



	Duración de las cuplas	Relación 2da. Oleada / cupla	Duración de las ondas	Modulante (Hz)	Índice
a	31.6	0.57	13.6	7.88	2
a'			18	12.75	4
b	25.7	0.591	10.5	17.92	6
b'			15.23	22.49	8
c	18.2	0.615	7	27.36	10
c'			11.2	32.23	11
d	9.4	0.627	3.5	37.1	12
d'			5.9	41.97	13
e	4.9	0.633	1.8	46.84	14
e'			3.1	-	-
f	7.5	/	/	51.71	15
g	14.5	/	/	56.58	16
h	23	/	/	-	-
i	37	/	/	-	-



Espectros resultantes de los cálculos de modulación en frecuencia:

A partir de c' (de d en la realización) interviene un fenómeno de “rebatimiento”: el aumento de la moduladora y del índice provoca la aparición de frecuencias negativas, que se repliegan en el campo positivo alterando la forma de las ondas.

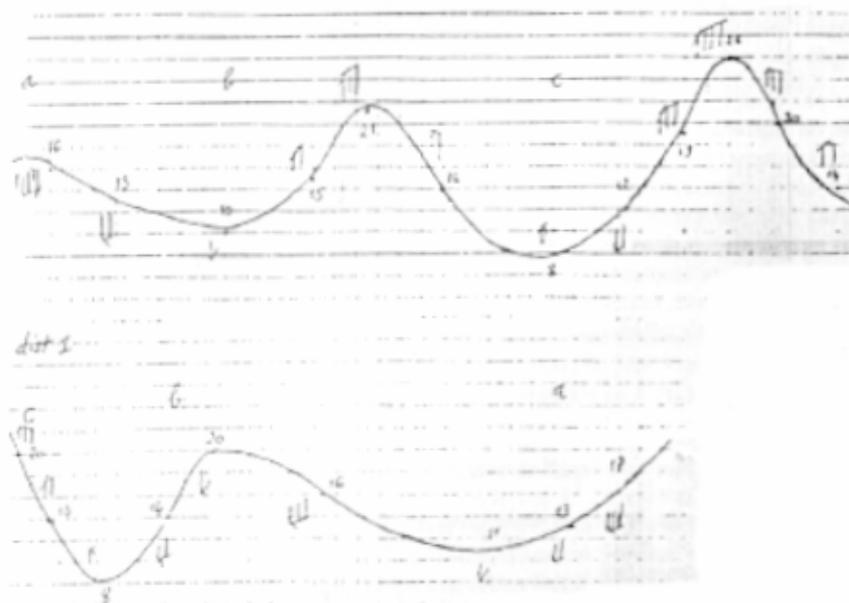
Los guiones indican frecuencias demasiado bajas para ser percibidas como alturas, y por lo tanto, dejadas de lado a partir de c .

En la realización final, las alturas son a menudo aproximadas al medio tono, a causa de la rapidez de los trazos.

Ejemplo 4

Elaboración rítmica y melódica en *Vues Aériennes*, para trompa, violín, violoncelo y piano, sección III B

La sección utiliza un espectro armónico recurrente en toda la obra y tres distorsiones de este espectro. La línea melódica del corno está inscripta en estos espectros; las cuerdas le responden transportando los mismos espectros una octava; el piano ejecuta en el extremo agudo los armónicos del corno. La parte del corno ha sido determinada por el dibujo de una curva, que evoca una senoide de amplitud y de frecuencia variable (el tiempo está en la abscisa, el rango armónico en la ordenada). Las notas principales corresponden a los extremos de las ondulaciones y a puntos intermedios en número creciente sobre cada porción ascendente o descendente. Ellas son adornadas por grupos de apoyaturas, cuyo número de elementos depende también, con algunas irregularidades, del dibujo de las curvas. Las duraciones siguen el mismo esquema. Las ondulaciones tienden a ampliarse en dos direcciones, pero como el número de puntos intermedios aumenta, las duraciones son en promedio cada vez más cortas. Por otra parte, son más largas cuando corresponden al hueco de las ondas. Para romper un poco el aspecto demasiado sistemático del proceso, el fragmento de curva correspondiente a la “distorsión 1” ha sido invertido en el eje del tiempo. Los números corresponden al rango armónico de cada nota principal.



Realización del fragmento. Las pequeñas notas son elegidas libremente entre las alturas ofrecidas por el espectro del momento. Los cambios de tiempo permiten aproximar las duraciones calculadas.



Artículo publicado en Entretemps Nro. 8. Septiembre de 1989.