

# LA INTELIGENCIA DEL OÍDO

RICARDO MANDOLINI

Professeur Émerite Université de Lille (Francia)

ricardo.mandolini@club-internet.fr

## RESUMEN

Este artículo es la traducción corregida y aumentada de mi artículo «L'intelligence de l'ouïe – Contributions pour un modèle d'intelligibilité de la perception timbrique en matière d'instrumentation et orchestration», aparecido en las Actas del coloquio *Penser la vision, penser l'audition*, textos reunidos por Catherine Kintzler (2002). Reactualizar la problemática de este artículo responde a mi deseo de poner a la consideración de los lectores una teoría susceptible de sintetizar disciplinas inherentes al quehacer del compositor que han permanecido hasta ahora separadas e independientes, tales como la síntesis aditiva propia del estudio de música electrónica y la orquestación. Ambas actividades están fundadas epistemológicamente en lo que llamo “La inteligencia del oído”, título que, además, rinde homenaje al trabajo de Rudolf Arnheim *The visual thinking*, cuya lectura supo abrir camino a mis reflexiones.

**Palabras clave:** Composición musical, Musicología, Epistemología de la percepción.

## THE INTELLIGENCE OF THE EAR.

### ABSTRACT

14

This article is a corrected and enlarged translation of my article “L'intelligence de l'ouïe - Contributions pour un modèle d'intelligibilité de la perception timbrique en matière d'instrumentation et orchestration”, which appeared in the Acts of the colloquium *Penser la vision, penser l'audition*, texts collected by Catherine Kintzler (2002). The updating of the problematic of this article responds to my desire to offer readers a theory that is capable of synthesising disciplines inherent to the composer's work that have hitherto remained separate and independent, such as the additive synthesis specific to the study of electronic music and orchestration. Both activities are epistemologically founded on what I call in Spanish “La inteligencia del oído” (“The Intelligence of the Ear”), a title which, moreover, pays homage to Rudolf Arnheim's work *The visual thinking*, whose reading opened the way to my reflections.

**Keywords:** Music Composition, Musicology, Epistemology of Perception.

### Preludio

Como compositor de música instrumental y electroacústica, siempre me he preguntado por los vínculos entre ambas expresiones. Después de trabajar mucho sobre estas cuestiones, que se plantean de forma bastante natural en la práctica compositiva, llegué a la conclusión de que la síntesis aditiva y sustractiva, por el lado del estudio electroacústico, y la instrumentación/orquestación, por el lado de la orquesta sinfónica, se superponían sobre los mismos problemas y, en consecuencia, podían tratarse a partir de criterios comunes.

Este es el camino que seguirá mi contribución: primero presentaré una aproximación a los rudimentos de la síntesis aditiva electroacústica, con el fin de identificar una clasificación de los sonidos. A continuación, esta clasificación se trasladará a la instrumentación y la orquestación. Esta convergencia se debe a la forma espontánea en que la audición conoce, reconoce, compara, destaca y evalúa la distancia que la separa de la fuente, y clasifica las señales que detecta según un orden espontáneo de importancia. Todas estas actividades se llevan a cabo de forma espontánea antes de

que la información se torne consciente, y constituyen lo que podríamos llamar *la inteligencia del oído*. Una mejor comprensión de cómo funciona esta inteligencia proporcionaría una base epistemológica para la estética musical, independientemente del estilo o de la época.

## 1. La síntesis aditiva

La síntesis aditiva es una actividad específica del estudio de música electrónica. Como consecuencia de la ley de Fourier, según la cual cualquier vibración puede descomponerse en vibraciones más simples, esta técnica parte de ondas simples como las sinusoidales —que, por cierto, no existen en la naturaleza en estado puro— y termina con complejos sonoros sintetizados en unidades perceptivas diferentes de las ondas constituyentes consideradas individualmente. Lo contrario de la síntesis aditiva es la síntesis sustractiva, es decir, la reducción de una señal compleja mediante diversas técnicas de filtrado para producir una onda simple.

Todos los sonidos existentes pueden producirse a partir de la adición física y la percepción sintética de complejos sinusoidales. La columna vertical simultánea de estas sinusoides es su configuración espectral o espectro. Los parciales, que se llaman armónicos en el caso del espectro armónico, son sus componentes individuales, es decir, cada onda considerada por separado. El espectro es uno de los factores determinantes del timbre en la música instrumental y electroacústica. Pero no es el único, como ya han demostrado los experimentos de la *musique concrète* (por ejemplo, si cortamos el transitorio de ataque de un sonido de piano grabado, el oído deja de reconocer el instrumento) y las investigaciones posteriores sobre la síntesis digital de sonidos instrumentales de David Wessel, Jean-Claude Risset, Barry Truax, Jean-Baptiste Barrière y muchos otros. A este respecto, Risset nos informa:

“El espectro es, en efecto, un parámetro sensible, pero no puede equipararse al timbre, la firma auditiva del instrumento. Antes de que la alta fidelidad se convirtiera en la norma, era posible identificar los instrumentos musicales grabados, a pesar de las importantes distorsiones lineales que perturbaban los espectros: la identidad de las fuentes debe basarse en características más robustas”.<sup>1</sup> (Risset, 1991: 245)

---

<sup>1</sup> «Le spectre est bien un paramètre sensible, mais on ne peut l'assimiler au timbre, signature auditive de l'instrument. Avant que la haute fidélité ne soit la règle, on pouvait identifier les instruments de musique enregistrés, malgré d'importants distorsions linéaires bouleversant les spectres : il faut bien que l'identité de sources tienne à des traits plus robustes». (Risset, 1991: 245)

Pero, por supuesto, todas las demás variables (evolución dinámica de los componentes, ruido del ataque, la respiración que acompaña a la onda estacionaria, la forma específica del sonido, el efecto Doppler para las señales en movimiento, etc.) se añaden al espectro para ayudar a definir el timbre específico. Siendo una característica necesaria, aunque no suficiente del timbre, la configuración espectral de un sonido es un concepto básico que no puede ignorarse. El oído reconoce inmediatamente los espectros, lo que originariamente forma parte de un mecanismo atávico de supervivencia; este reconocimiento espontáneo determina la naturaleza de la fuente y prepara al sujeto a una reacción inmediata.

El espectro de un sonido no está aislado en la naturaleza. En general, los sonidos forman parte de distintos entornos sonoros y el oído debe ser capaz de diferenciarlos, incluso cuando están mezclados en el ambiente. Entre otros elementos relevantes, el oído discierne espontáneamente el grado de simplicidad o complejidad de la organización espectral. Esto afecta a dos niveles diferentes, que interactúan fuertemente entre sí: el número de parciales, por una parte, y su relación de frecuencias, por otra. En cuanto al número de parciales, el oído identifica espectros pobres y espectros ricos. Una sola onda sinusoidal es un caso extremo de pobreza espectral, inexistente en el universo audible natural; los sonidos y ruidos en la naturaleza son siempre complejos. Pero en el estudio de música electrónica es posible generar una sola onda, resultado de una oscilación simple y periódica.

El oído percibe la falta de componentes espectrales de varias maneras. En primer lugar, la localización de la señal sinusoidal es problemática; un movimiento de la cabeza y el oído se desorienta en relación con el lugar de origen de la onda. En segundo lugar, la combinación de varias sinusoides de frecuencias muy similares en fortissimo produce un extraño fenómeno de distorsión en la región de óptima audibilidad (alrededor de 2.000 Hz). El oído percibe sonidos que en realidad no existen en la realidad física; se llaman sonidos diferenciales (su frecuencia es la diferencia entre las frecuencias implicadas).

La riqueza de un espectro está dada por la interacción de las sinusoides que lo conforman. Esta interacción se percibe en términos de brillo, aspereza y nasalidad del timbre. Pero la noción de riqueza espectral es más compleja, porque además del número real de componentes de un espectro, tenemos que considerar cuáles de sus componentes se escuchan en la realidad psico-acústica. De hecho, el oído tiene una zona óptima de audibilidad en torno a los 2.000 Hz, como demostraron los experimentos de Emil Leipp con la representación sonográfica (ver Imagen 1):

“En primer lugar, hay que recordar que la sensibilidad de nuestro oído a las distintas frecuencias no es en absoluto “homogénea”: Esto lleva a una conclusión si un sonido tiene componentes del mismo nivel físico entre 30 y 12.000 Hz, está bastante claro que no se perciben con la misma intensidad auditiva [...] Consecuencia importante: un sonido [...] cambiará de timbre si se lo traspone al registro agudo”. (Leipp: 1976: 145-146)<sup>2</sup>

En resumen, se observa que los parciales espectrales que caen fuera de la zona de audibilidad óptima no se percibirán o se percibirán de forma imperfecta. Esto tiene consecuencias en términos de dinámica, ya que será necesario compensar la ausencia audible de parciales aumentando la intensidad de los matices. En cuanto a la relación de frecuencias de los parciales, existen tres casos básicos:

17

a) *Los parciales están en proporción de números enteros entre sí.* En este caso se denominan “armónicos”, y el espectro resultante es armónico; su nombre recuerda la escala de armónicos de Pitágoras. El primer armónico, el de menor frecuencia, se denomina *frecuencia fundamental* de este espectro; se percibirá como la altura del sonido. Dada la relación numérica simple que acabo de enunciar, si la fundamental de un espectro armónico se encuentra a 100 Hz, el segundo armónico estará a 200 Hz, el tercero a 300 Hz, y así sucesivamente.

Los espectros armónicos se diferencian además tímbricamente por la acentuación de sus parciales. Cuando los armónicos pares (2º, 4º, 6º, etc.) se acentúan en relación con los impares, el timbre es predominantemente nasal. Es el caso de la onda "diente de sierra" producida en el estudio con los generadores de espectros armónicos. Cuando, por el contrario, los armónicos impares predominan sobre los pares, el sonido es suave y velado. Esto es lo que ocurre con la llamada “onda cuadrada” en la práctica electroacústica.

b) *Los parciales no están relacionados entre sí por números enteros, pero sigue siendo posible reconocer una frecuencia fundamental como tono.* En este caso, el espectro es inarmónico. Es importante saber que el oído reconoce distintos grados de inarmonicidad en función de la distribución de los parciales, en relación con el hecho de estar más o menos próximos a la distribución armónica en números enteros.

---

<sup>2</sup> «Rappelons d'abord que la sensibilité de notre oreille aux diverses fréquences n'est absolument pas “homogène”: aux très basses et très hautes fréquences le seuil de perception est beaucoup plus élevé qu'autour de 2 000 Hz. Une conclusion s'impose dès lors : si un son comporte par exemple des composantes du même niveau physique entre 30 et 12 000 Hz, il est bien évident qu'elles ne sont pas perçues comme ayant la même intensité auditive. [...] Conséquence importante : un son [...] changera de timbre si on le transpose vers l'aigu». (Leipp: 1976: 145-146).

**La zona de óptima audibilidad**

(Citado de E. LEIPP, *Acoustique et musique*, Éditions Masson, 1976, p. 146 et 147)

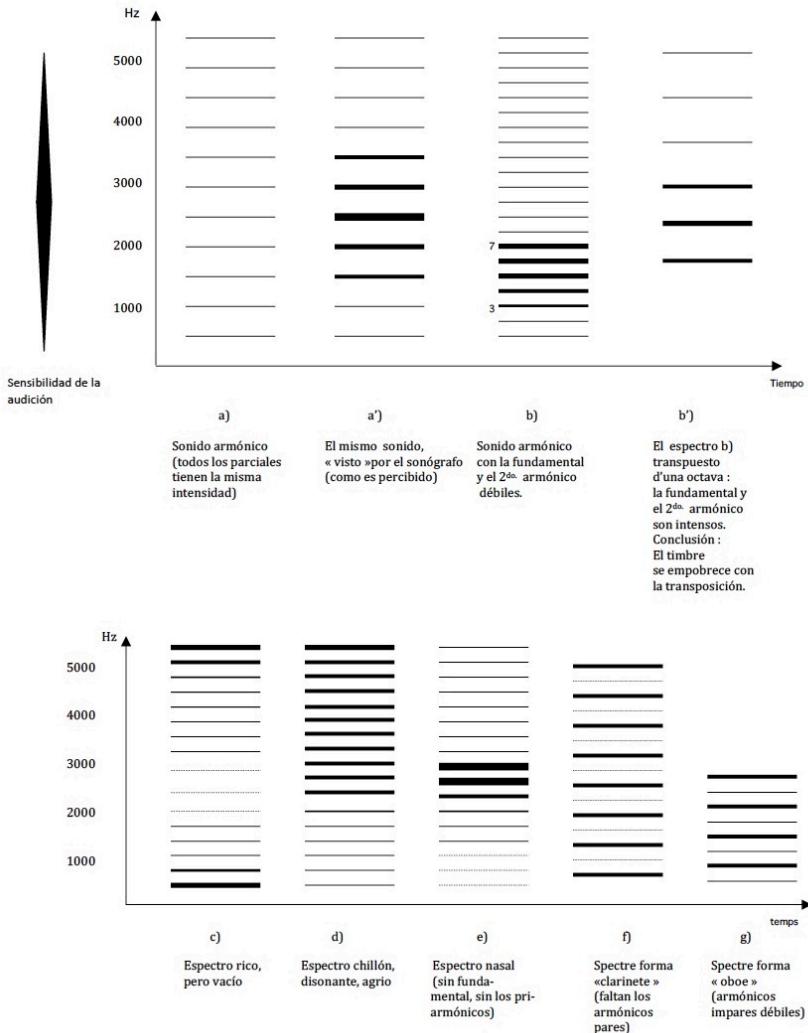


Imagen 1. Zona de óptima audibilidad (citado de Leipp, 1976: 146-47)

c) *Los parciales no están relacionados entre sí por números enteros, y es imposible reconocer una frecuencia fundamental.* El espectro es un espectro de ruido, que puede organizarse en registros (grave, medio, agudo) pero no en función de alturas precisas.

En el estudio de música electroacústica es posible generar un ruido con todas las frecuencias audibles en su espectro: se llama *ruido blanco* y, como las sinusoides y otras ondas, no existe aislado en la naturaleza. Filtrada con un filtro pasa-banda, esta fuente se transforma en lo que se conoce como *ruido de banda* o *ruido coloreado*, que puede situarse en cualquier registro (ver Imagen 2).

19

## 2. Hacia el mundo instrumental

Antes de comparar la síntesis aditiva con la instrumentación y la orquestación, me parece necesario definir estos términos.

Según Hoérée,

“[...] la orquestación comprende: a) la instrumentación, o ciencia de escribir para cada instrumento; b) la orquestación propiamente dicha, o arte de combinar y equilibrar las partes instrumentales mediante su utilización simultánea, con vistas a organizar la partitura”.<sup>3</sup> (Hoérée, 1976, vol. II: 706-13).

Se trata de un enfoque sutil; ciencia y arte se combinan aquí de tal manera que se ponen de relieve los aspectos objetivos y subjetivos de la disciplina. Los instrumentos permanecen en el ámbito de la organología, mientras que la combinación instrumental es una cuestión de creación de los compositores.

Podemos decir que la orquestación es la disciplina musical que estudia la asociación y disociación perceptiva de los timbres instrumentales en la orquesta. Se desarrolla sobre la base de unidades sintéticas producidas a partir de la adición de timbres instrumentales individuales. Dado que el sonido resultante es cualitativamente diferente de cada uno de los timbres que lo componen, la orquestación también puede definirse como *la ciencia y el arte de la creación de timbres orquestales*.

---

<sup>3</sup> «[...] l'orchestration comporte : a) l'instrumentation, ou science de l'écriture particulière à chaque instrument ; b) l'orchestration proprement dite ou art de combiner, équilibrer les parties instrumentales par leur emploi simultané, en vue de l'organisation de la partition». (Hoérée, 1976, vol. II: 706-13).

### Cuadro comparativo de configuraciones espectrales

(Citado de E. LEIPP, *Acoustique et musique*, Éditions Masson, 1976, p. 89)

20

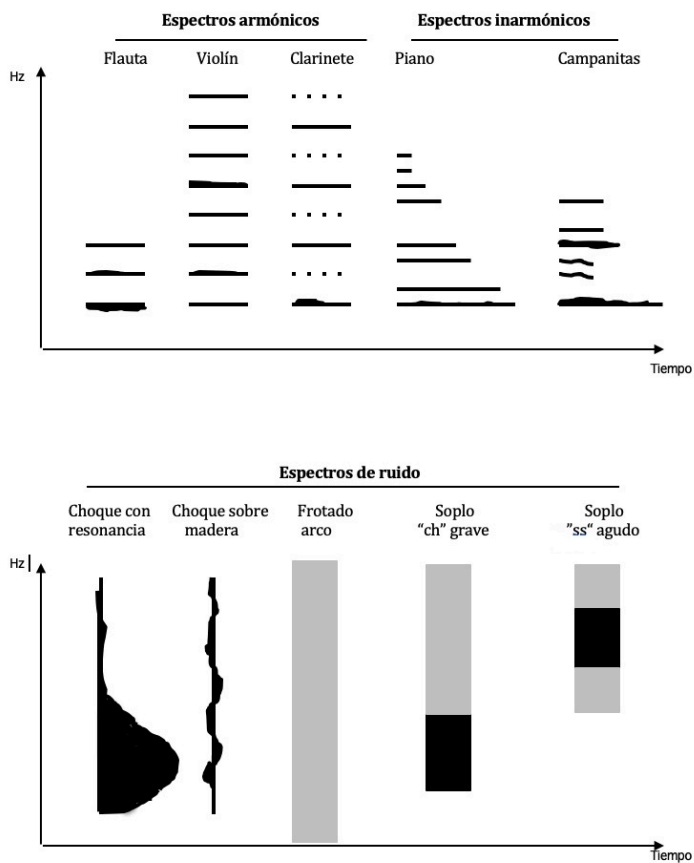


Imagen 2. Cuadro comparativo de configuraciones espectrales (citado de Leipp, 1976: 89)



### 3. Instrumentación

Si trasladamos los rudimentos de la síntesis aditiva que acabo de mencionar a los instrumentos de la orquesta, podemos observar que, en principio, los timbres instrumentales también pueden clasificarse según la simplicidad o complejidad de su espectro, o según el número de componentes, o incluso según la relación de frecuencias de los componentes.

A primera vista, podemos ver que todos los vientos y cuerdas de la orquesta tienen un espectro armónico que se ve realizado por su técnica tradicional de interpretación (esta explicación es importante porque la música contemporánea ha traído consigo otras formas de tocar que relativizan la noción de timbre que atribuimos a cada instrumento. En este sentido, Chion tiene razón al preguntarse “[...]qué significa la noción de timbre del trombón, desde el momento en que se golpea el instrumento en lugar de soplar de la manera tradicional”).<sup>4</sup>

De acuerdo con la técnica tradicional reconocida para cada instrumento, predominan en la orquesta los espectros armónicos. Así que no es por la disposición numérica de los armónicos de cada espectro por lo que los instrumentos se diferencian entre sí. En cambio, es el grado de pobreza o riqueza en cuanto a la cantidad de armónicos, así como la acentuación particular de ciertos armónicos o grupos de armónicos (formantes), lo que contribuye a determinar las diferencias tímbricas.

Si pasamos revista a los instrumentos orquestales, observamos que, en primer lugar, la familia de las flautas se caracteriza por un espectro armónico singularmente pobre en componentes, por lo que su timbre se asemeja al de la onda sinusoidal, como puede apreciarse al oído.

En segundo lugar, las demás familias de maderas, metales y cuerdas tienen un espectro rico, con diversas configuraciones de acentos armónicos en sus espectros. En cuanto a los armónicos acentuados, aparte de las series de armónicos pares e impares ya mencionadas, hay que tener claro que la forma y las dimensiones de las cajas de resonancia de los instrumentos añaden acentos a ciertas regiones del espectro. Se trata de las regiones formánticas, de gran importancia para el reconocimiento tímbrico.

Siguiendo con el espectro armónico, los instrumentos a doble lengüeta (oboe, corno inglés, fagot, contrafagot) muestran un fuerte predominio de los armónicos pares, lo que explica su característico color nasal. El timbre se asemeja al de las ondas triangular o “diente de sierra” del estudio.

---

<sup>4</sup> «[...]ce que veut dire la notion de timbre de trombone, à partir du moment où on frappe sur l'instrument, au lieu de souffler de la façon traditionnelle». (Chion, 1986: 47 y ss.).

Los instrumentos con una sola lengüeta tienen un espectro dominado por los armónicos impares, lo que explica su ductilidad dinámica y su sonido dulce, que abarca casi todo el registro. La onda cuadrada se aproxima a su configuración espectral, como puede apreciarse al oído.

Los espectros de los instrumentos de metal de embocadura (el corno en fa, las trompetas, los trombones y las tubas) presentan en sus respectivos registros graves y medios todos los armónicos acentuados de la misma manera, excepción hecha de los pertenecientes a las respectivas regiones formánticas. Se aproximan a la configuración de la onda triangular.

También las cuerdas se aproximan a la onda triangular, a excepción de la viola, cuya afinación no corresponde a sus dimensiones reales: la viola como instrumento a la octava del violonchelo habría debido ser mucho más grande de lo que es, y esa diferencia produce el color característico nasal de su timbre, explicado por la región formántica característica de su caja de resonancia.

Aparte de los instrumentos armónicos, la orquesta contiene una variedad de instrumentos cuya técnica normal de interpretación produce espectros inarmónicos. Estos instrumentos pueden clasificarse según una escala creciente de inarmonicidad. Empecemos por los instrumentos temperados (piano, guitarra, arpa, marimba, vibrafón, metalofón, celesta, glockenspiel, etc.), donde las alturas no coinciden con la escala de los armónicos; por esa razón los parciales no guardan entre sí la proporción de los números enteros. Sin embargo, los instrumentos temperados se mantienen muy cerca de la distribución armónica: es un buen ejemplo del umbral de tolerancia del oído, que sigue asimilando los instrumentos de baja inarmonicidad a los timbres armónicos. Pero detengámonos un momento en el caso de un violín en dúo con un piano: el violinista se adapta espontáneamente a la escala temperada. Si, en cambio, afinara como cuando toca solo, ¡la desafinación con el piano estaría asegurada!

Un ejemplo que demuestra la inarmonicidad del piano: el 7ª parcial de la cuerda do grave del piano es más grave (en términos de micro-intervalos) que la misma nota tocada en las teclas (un sí bemol). Esto se puede demostrar por los batidos que producen las dos frecuencias vecinas.

Los instrumentos con baja inarmonicidad pueden dividirse según la pobreza o riqueza de sus espectros. El piano, la guitarra y el arpa tienen espectros ricos, mientras que el metalofón, el xilofón y la xilomarimba tienen espectros con un número limitado de parciales.

En orden creciente de inarmonicidad, cuanto más difiere la disposición de los parciales de la distribución armónica del espectro, más difícil resulta reconocer un

tono como frecuencia fundamental. Las campanas, por ejemplo, disponen sus parciales de forma que se asemejan a la disposición armónica, pero la frecuencia fundamental compite con el parcial correspondiente a la tercera menor en orden de intensidad. En conclusión, una melodía en tonalidad mayor tocada por campanas (carillón, campanas tubulares) suena pasablemente desafinada, dado que la tercera mayor de la tonalidad entra en colisión con la tercera menor predominante del espectro.

Los instrumentos de inarmonicidad media también pueden clasificarse en función de su número de componentes. Los temple-blocks y los platillos antiguos tienen un espectro pobre, mientras que las campanas tubulares tienen un espectro rico.

Los gongs y los tímboles son instrumentos aún más inarmónicos: los primeros parciales son próximos entre sí y desdibujan la percepción de altura fundamental.

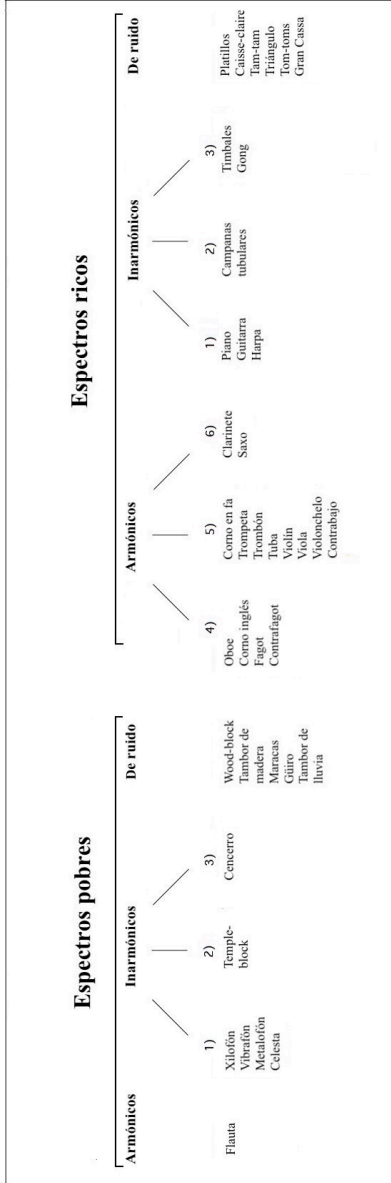
Pasamos ahora a los instrumentos de percusión indeterminada cuya altura ya no es posible de discernir, pero que permiten determinar familias de registros; es el caso de los platillos suspendidos, los tom-toms, los tambores, las cajas, etc. No es casual que estos instrumentos no se escriban sobre pentagrama, sino sobre una sola línea: ésta permite determinar tres registros posibles. En el caso de estos instrumentos, los parciales de las configuraciones espectrales están inextricablemente entrelazados.

Se mantiene la distinción entre espectros pobres y ricos: las claves y los wood-blocks son pobres en el registro agudo, y los tambores de madera son pobres en el registro grave. Ricos de espectro, son, en cambio, los platillos suspendidos, los tam-tams, las cajas, los triángulos, las panderetas, las maracas, los güiros y los tambores de lluvia, situados en el registro medio-alto, y los tom-toms y bombos en el registro grave.

Estas percusiones producen bandas de ruido que se asemejan a las bandas de ruido coloreadas del estudio electroacústico.

Me he permitido esta somera incursión en la organología para poder aclarar los términos de la hipótesis que el artículo plantea, es decir que la síntesis electroacústica y la instrumentación guardan una raíz común. Acabo de presentar los instrumentos de la orquesta en términos de complejidad espectral, ya sea en el número de componentes o en la relación numérica dentro de las configuraciones. Esto, como ya he dicho, no pretende ser el único factor determinante del reconocimiento tímbrico. Pero la clasificación expuesta puede ayudarnos a comprender hasta qué punto la noción de espectro contribuye de forma decisiva a la asociación y disociación perceptivas, del mismo modo que la afinación, el ritmo y la dinámica a los que tradicionalmente se reconoce este papel (ver Imagen 3).

**Configuración espectral de los instrumentos de orquesta**



- 1) Pequeña inarmonicidad
- 2) Inarmonicidad media
- 3) Gran inarmonicidad
- 4) Armónicos pares predominantes
- 5) Todos los armónicos acentuados
- 6) Armónicos impares predominantes

Imagen 3. Configuración espectral de los instrumentos de orquesta

#### 4. Orquestación

Hablemos ahora de orquestación. Se trata de un tópico que no puede abordarse sin reservas. De hecho, ningún tema de la música es tan escurridizo como la sistematización de la orquestación. Como ya hemos visto en las definiciones anteriores, el término se sitúa entre lo objetivo psicoacústico y lo puramente subjetivo, entre la dificultad natural de definir el timbre y de escucharlo, por una parte, y la búsqueda de novedades tímbricas propias de la composición, por otra. La confusión es bastante considerable. Piencikowski comprendió perfectamente esta dificultad cuando dijo que podía detectar

25

“[...] una ambigüedad fundamental, un equívoco entre la realidad física del timbre como objeto de análisis acústico y su función estética como modelo metafórico transpuesto al ámbito musical. La búsqueda de una conjunción entre materia y forma ha llevado a los músicos a aceptar la posibilidad de una estructura análoga a la que ofrece la observación del timbre aplicable a las categorías de la composición.

Sin embargo, existe una distancia considerable entre la realización de las obras y una forma de escritura que pretenda simplemente transponer los espectros acústicos: una simple cuestión de literalidad, que enfrenta a los optimistas del sentido literal con los realistas del sentido figurado.” (Piencikowski, 1991: 86).

Una visión de conjunto de la literatura sobre la instrumentación y la orquestación permite clasificar los tratados según dos criterios: la organología, por una parte, y los principios compositivos, por otra.

En el tratado Gieseler, Lombardi y Weyer, por ejemplo, aprendemos que

“[...] todos los libros sobre instrumentación, orquestación y organología que se han publicado hasta ahora desde el siglo XVIII se muestran divididos entre la pura información sobre instrumentos aislados y la consideración de su uso en configuraciones y conjuntos de orden musical”. (Gieseler, Lombardi, Weyer, 1985: 4)<sup>5</sup>

Así pues, cabe señalar que ni la organología por sí sola ni la creación de los compositores, considerada de forma específica, han bastado para dar a la orquestación un perfil definitivo. Y con razón: este perfil depende directamente del

---

<sup>5</sup> “Alles bis jetzt erschienen Bücher über Instrumentation, Instrumentationslehre, Orchestration, Instrumentierung sind (seit dem 18. Jahrhundert) angesiedelt zwischen Instrumentenkunde und Instrumentation als kompositorischen Vorgang, zwischen Information über Einzelinstrumente und über ihr Zusammenwirken mit dem Ziel musikalischer Gestaltung“ (Gieseler, Lombardi, Weyer, 1985: 4).

funcionamiento del oído, que es un requisito previo para cualquier manifestación sonora y para cualquier música, ya sea electroacústica o instrumental.

La orquestación también plantea dificultades históricas. En el siglo XIX, la música orquestal se componía en dos etapas. En la primera, primaban las preocupaciones melódicas, armónicas y rítmicas. En la segunda, el compositor transcribía sus temas —generalmente compuestos al piano— orquestándolos. La orquestación ayudaba a solidificar la lógica de la secuencia musical, que se componía respetando estrictamente la temática.

Históricamente, las asociaciones tímbricas tenían un valor semántico muy específico. Como nos informa Jean-Michel Court:

“Desde el *Grand Traité d'instrumentation et d'orchestration* de Hector Berlioz, todos los autores de obras orquestales han abordado, con mayor o menor éxito, la cuestión del afecto asociado a los timbres. Los Principios de orquestación (de Rimsky-Korsakov) no son una excepción a la regla, y a lo largo de sus páginas da información sobre el uso de los instrumentos y describe el efecto obtenido”. (Court, 2000: 182)<sup>6</sup>

Así pues, la orquestación se basaba tradicionalmente en la “tematización” de los colores de la orquesta, un punto de vista coherente con la estética del Romanticismo.

Con la desaparición del tema como figura central de la música, la orquestación debía ser objeto de una reflexión estructural de primer orden. Esta nueva función, decididamente típica de la última mitad del siglo XX, ya no consistía en revestir con el timbre motivos previamente compuestos – recordemos los consejos del tratado de orquestación de Rimsky-Korsakov sobre la mejor manera de *vestir melodías* –, sino en desarrollar contextos tímbricos asociativos en los que la configuración espectral servía para unir o separar acontecimientos. De este modo, el timbre se convierte en un parámetro por derecho propio, como cualquier otro.

Como ya he dicho, parto del supuesto de que la orquestación se basa en las mismas categorías que hemos identificado para las ondas y para los instrumentos individuales. La orquestación crea instrumentos perceptivos a partir de una organización de la orquesta en polos tímbricos que responden a los mismos criterios de organización y riqueza espectral. Por supuesto, cuando los espectros se acercan en la configuración, se produce la asociación perceptiva de los eventos.

---

<sup>6</sup> «Depuis le *Grand Traité d'instrumentation et d'orchestration* de Hector Berlioz, chaque auteur d'un ouvrage traitant de l'écriture pour orchestre a abordé, avec plus ou moins de bonheur, la question de l'affect associé aux timbres. Les *Principes d'orchestration* (de Rimsky-Korsakov) ne font pas exception à la règle, et au fil des pages il donne des informations concernant l'emploi des instruments et décrit l'effet obtenu». (Court, 2000: 182).

Según este punto de vista, orquestar significa dirigir la actividad instrumental de tal modo que se cree un contexto perceptivamente indisoluble, conduciendo la música hacia un polo u otro. Los instrumentos lo hacen posible, porque sus técnicas de producción sonora no son ni más ni menos que *una forma racional y sistemática de empobrecer o enriquecer su configuración espectral con los medios de que disponen*.<sup>7</sup>

### **Coda: El oído, ese desconocido**

27

Empezando por la síntesis aditiva, pasando después por la instrumentación y la orquestación, he intentado poner de relieve la manera en que el oído percibe, con manifestaciones y comportamientos que se repiten en uno u otro registro de la producción musical.

El oído funciona como un auténtico descodificador en relación con la fuente. La información recibida es decodificada primero y retransmitida después al cerebro por el nervio auditivo en contacto con las células de Corti.

Dada la masa de haces neuronales interconectados y la extrema complejidad de las interconexiones, sería incorrecto decir, como se hacía en el siglo XIX, que el sistema sensorial acumula información para que el cerebro la procese después. Los sentidos son el resultado de un proceso de adaptación orgánica, pero su localización externa no nos permite presentarlos individualmente sin considerar el conjunto como un todo. Esto plantea una verdadera pregunta: de toda la información proporcionada por los sentidos, ¿cuál llegará a ser consciente? Si no se produjera una selección inicial de la información, la conciencia se vería sumergida por mensajes de todo tipo, que tendría que clasificar según su orden de importancia, en detrimento de su velocidad de reacción. La audición, al igual que los demás sentidos, actúa como un filtro que determina si la información debe provocar una reacción inmediata y espontánea, o una mediata y reflexiva.

El modelo para entender cómo funciona la audición es complejo, debido a la continua interacción de los elementos en juego. El oído externo permite localizar espacialmente la fuente gracias, en primer lugar, a la captación de la señal en los dos pabellones auriculares y, en segundo lugar, a las diferencias, medibles en milisegundos, entre los tiempos de vibración de cada tímpano. Hasta la fecha, no existen más que modelos aproximativos de nuestra capacidad de localización

---

<sup>7</sup> Pensemos por ejemplo en las sordinas, o la diferencia de los cuernos en *fa*, *bouché* o *pavillon en l'air*, o, en el caso de las cuerdas, la variación de la posición de incidencia del arco frotando las cuerdas *sul tasto*, o *sul ponticello*. Todos estas son formas, repito, de enriquecer o empobrecer el espectro instrumental.

auditiva, que puede determinar el lugar de origen de la fuente con una precisión asombrosa.

A la localización se agrega la medición de la intensidad de la señal en el oído medio. Situados entre el tímpano y la ventana oval, tres huesecillos minúsculos, articulados por músculos y ligamentos, forman un sistema de articulación elástica. Este sistema asegura la conexión entre las dos membranas o, mejor aún, amplifica unas treinta veces la vibración del tímpano para concentrar la excitación de la ventana oval, mucho más pequeña que el tímpano. Es esta segunda vibración la que se transforma en diferencias de presión en el interior de la cóclea del oído interno. Si la señal es fuerte, el sistema muscular se relaja para evitar cualquier daño del tímpano. Si, por el contrario, la señal es débil, el sistema se tensa para permitir que la vibración recorra de manera optimizada el camino hasta el oído interno. Por tanto, un crescendo puede describirse como una actividad muscular que va de la tensión a la relajación en el oído medio.

Tras la localización en el oído externo, el oído medio descifra la velocidad a la que la fuente se acerca al oyente. Esta información es fundamental para preparar el comportamiento de respuesta que debe asumir el sujeto y la velocidad a la que debe reaccionar.

En el oído interno, las vibraciones de la ventana oval se transforman en diferencias de presión que afectan al líquido contenido en la cóclea. Es esta información la que, en última instancia, tiene la clave del análisis espectral. Las investigaciones de Albert Bregman sobre la psicología de la percepción acústica parecen convincentes a este respecto:

“Sabemos que en las primeras fases del proceso auditivo, la membrana basilar del oído interno y las fibras nerviosas descomponen toda la señal en mensajes neuronales separados para cada región de frecuencia y cada intervalo de tiempo del sonido percibido. Por tanto, puede decirse que el sistema auditivo tiene su propio espectrograma, a menudo denominado neuro-espectrograma”. (Bregman, 1991: 207)<sup>8</sup>

La diferencia entre espectros pobres y ricos y la complejidad en términos de relación de parciales se realiza aquí con una finalidad bien distinta a la de la música: se trata de descodificar la naturaleza de la señal y las intenciones del emisor. Ciertamente,

---

<sup>8</sup> «Nous savons qu'aux premiers stades du processus auditif, la membrane basilaire de l'oreille interne et les fibres nerveuses décomposent l'ensemble du signal en messages neuronaux séparés pour chaque région fréquentielle et à chaque intervalle temporel du son perçu. On peut donc dire que le système auditif dispose de son propre spectrogramme, que l'on appelle souvent le neurospectrogramme». (Bregman, 1991: 207).



esta actividad no se origina en una necesidad artística; tiene que ver con nuestros mecanismos innatos de supervivencia. Es seguramente al revés; estos mecanismos atávicos e innatos podrían ser la base epistemológica de toda estética.

“[...] los últimos descubrimientos en psicología de la percepción permiten comprender que ciertos principios de composición no resultan de la sintaxis de un estilo particular, sino que se derivan de los principios fundamentales de la percepción auditiva humana[...]. No se trata de negar la especificidad de la música[...] Simplemente digo que nuestra percepción está filtrada por un sistema auditivo diseñado para tareas más funcionales, y que la estructura musical está tamizada por los principios que rigen el funcionamiento concreto y cotidiano de este sistema auditivo”. (Bregman, 1991: 215).

29

La selección que hace el oído de la información acústica puede calificarse de “inteligente”, porque no se limita a descifrar un parámetro de la señal, sino que analiza espontáneamente un contexto paramétrico. Idénticas conclusiones pueden extraerse de nuestro conocimiento de los mecanismos de funcionamiento de los demás sentidos, a los que tradicionalmente se ha asignado un papel pasivo de simple recepción de información: esta investigación actualiza la discusión filosófica de lo sensible frente a lo inteligible desde un punto de vista menos especulativo. En lo que respecta a la percepción visual, Arnheim ha contribuido a borrar la frontera entre ambos:

“Afirmo que las operaciones cognitivas designadas con el término ‘pensamiento’, lejos de ser prerrogativa de procesos mentales que operan a un nivel muy por encima y más allá de la percepción, constituyen los ingredientes fundamentales de la percepción misma. Me refiero a operaciones que implican explorar activamente, seleccionar, captar lo esencial, simplificar, abstraer, analizar y sintetizar, completar, reajustar, comparar, resolver dificultades, así como combinar, ordenar y contextualizar. Estas operaciones no son prerrogativa de una única función mental, sino que constituyen la forma en que la mente humana y animal procesa el material cognitivo, a cualquier nivel. En este sentido, no hay ninguna diferencia fundamental entre lo que ocurre cuando una persona mira directamente al mundo y cuando ‘piensa’ con los ojos cerrados. [...] Parece que no hay proceso de pensamiento que no pueda encontrarse en funcionamiento —al menos en principio— dentro de la percepción”. (Arnheim, 1976: 21-22)<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> «Je prétends que les opérations cognitives désignées par le vocable “pensée”, loin d’être l’apanage du processus mentaux intervenant à un niveau bien au-dessus et au-delà de la perception, constituent les ingrédients fondamentaux de la perception elle-même. Je me réfère ici à des opérations qui consistent à explorer activement, à sélectionner, à appréhender ce qui est essentiel, à simplifier, à abstraire, à analyser

En resumen, podemos decir que la percepción actúa motivando las reacciones a un nivel anterior a la consciencia, que podemos llamar pre-conceptual. En diametral contradicción con el concepto de percepción que se desprende de la Estética trascendental de la Crítica de la Razón Pura de Kant, según la cual la diversidad perceptiva no produce síntesis, la percepción se revela análoga al entendimiento, realizando síntesis en forma de arquetipos de conceptos, que Arnheim denomina perceptos.

30 Pensamiento y percepción parecerían ser una misma cosa, sólo que se manifiestan en dos registros diferentes. Se cumple así, tal vez, el antiguo aforismo de la Tabla de Esmeralda:

“Lo que está abajo es  
como lo que está arriba;  
y lo que está arriba  
es como lo que está abajo  
para realizar juntos el milagro  
de una sola cosa.”

Pueda esta sabiduría abrir el camino a la verdadera discusión sobre la estética.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnheim, R. (1976). *La Pensée visuelle*. Traducido al francés por Claude Noël y Marc Le Cannu. Paris. Flammarion.
- Bregman, A. (1991). « Timbre, orchestration, dissonance et organisation auditive ». En IRCAM, *Le Timbre, Métaphore pour la Composition*. Paris. Christian Bourgeois éditeurs.

---

et à synthétiser, à compléter, à réajuster, à comparer, à résoudre des difficultés, de même qu'à combiner, à trier, à placer dans un contexte. Ces opérations ne sont pas la prérogative d'une seule et unique fonction mentale ; elles constituent la manière dont l'esprit de l'homme et celui de l'animal traitent le matériau cognitif, à quelque niveau que ce soit. Il n'y a pas à cet égard de différence fondamentale entre ce qui se passe quand une personne regarde le monde directement et quand elle "pense" les yeux fermés. [...] Il semble qu'il n'y a pas de processus de pensée que l'on ne puisse trouver à l'œuvre — en principe tout au moins — au sein de la perception». (Arnheim, 1976: 21-22).

- Chion, M. (1986). «La dissolution de la notion de timbre». *Revue d'Analyse Musicale*, 3: *Le timbre: Forme, espace, écriture*.
- Court, J.-M. (2000). *L'Orchestration dans les œuvres symphoniques de Stravinsky*. Tesis de doctorado. Universidad de Marseille-Aix-en-Provence.
- Gieseler, W., Lombardi, L., Weyer, R.-D. (1985). *Instrumentation in der Musik des 20. Jahrhunderts*. Celle. Moeck.
- Hoérée, A. (1976). «Orchestration». En *Dictionnaire Science de la Musique*, vol. II. Paris. Bordas.
- Kintzler, C. (dir.) (2002). *Peinture et musique. Penser la vision, penser l'audition*. Villeneuve d'Ascq. Presses Universitaires du Septentrion.
- Leipp, E. (1976). *Acoustique et musique*. Paris. Editions Masson.
- Piencikowski, R. (1991). «Fonction relative du timbre». En IRCAM, *Le Timbre, Métaphore pour la Composition*. Paris: Christian Bourgeois éditeurs.
- Risset, J.-C. (1991). «Timbre et synthèse de sons». En IRCAM, *Le Timbre, Métaphore pour la Composition*. Paris: Christian Bourgeois éditeurs.

## RICARDO MANDOLINI

Compositor, profesor emérito de la Universidad de Lille (Francia). Creador de la disciplina musicológica Heurística Musical y fundador del Estudio de Música Electrónica de la Universidad de Lille. Su formación musical y académica comprende los títulos de Profesor de Composición (Antiguo Conservatorio Beethoven de Buenos Aires, 1973), Kunstlerische Reifeprüfung (Musikhochschule Köln de Alemania, 1983), Doctorat d'Université (Universidad de París VIII, 1988) y Habilitation à diriger des recherches (Universidad de París I Panthéon-Sorbonne, 1993). Es autor de los libros *Langages en expansion. Réflexions critiques sur le style, le compositeur et l'œuvre* (Tesis Doctoral, 1986-1987, Atelier National de reproduction de theses); *Les divers miroirs: tentatives d'approche de la création musicale* (Trabajo de Habilitación, 1992-1993, Atelier National de reproduction de theses); *Heuristique Musicale, contributions pour une nouvelle discipline musicologique* (Delatour, Francia, 2012) y *Réflexions Critiques, l'heuristique musicale et les compositeurs* (Editions Universitaires Européennes, Omniscipsum mbH & Co.

RICARDO MANDOLINI

Revista del IIMCV Vol. 36, N°2, Año 36 - ISSN: 2683-7145

Artículo / Article

KG, Sarrebruck, Alemania, 2013); además de numerosos artículos publicados en Estados Unidos, Francia, Alemania y Chile. Es miembro del CEAC (Centre d'Etudes des Arts Contemporains) de la Universidad de Lille. Junto a María Cristina Kasem es co-organizador del concurso anual de composición SIME y de la Semana Internacional de la Música Electroacústica. Ha sido galardonado con el Premio Magisterio del Concurso Internacional de Música Electroacústica de Bourges (2002) y el Gran Premio de las Artes de Lille (2013). Su música es interpretada regularmente en los principales festivales internacionales de música contemporánea.