


## Percepción visual de la composición en el sistema UPIC

### *Visual perception of musical composition on UPIC system*

 María Luisa Acuña Fuentes (Conservatoire à Rayonnement Départemental Jacques Higuélin de Pantin, Francia)

[marisaacuna.f@gmail.com](mailto:marisaacuna.f@gmail.com)

#### Resumen

A lo largo de la historia, la evolución de la notación musical ha significado un cambio en la manera de concebir la composición y la interpretación musical. El uso de los gráficos en la notación compositiva, particularmente durante el siglo XX, ha dado lugar en algunos casos a interpretaciones más intuitivas y al mismo tiempo a la posibilidad de extrapolar dichas notaciones o grafismos al análisis de partituras clásicas u otros formatos visuales, como es el caso del espectrograma. El avance de las nuevas tecnologías y nuevos sistemas, como la UPIC de Xenakis, revelan nuevas formas de composición a través del gráfico. Por otra parte, el imaginario sonoro y visual mostrará diferentes interpretaciones a nivel cognitivo de las estructuras musicales como sucede con el uso de la teoría de la Gestalt. En este artículo se van a presentar varios ejemplos del uso del grafismo para la composición en UPIC y cómo el uso de dichos gráficos puede cambiar la concepción de una obra para el compositor, así como la percepción de la misma.

**Palabras clave:** Xenakis, UPIC, gráfico, imaginario, Gestalt, cognición

doi: 10.59180/29525993.a6464109

Fecha de recepción: 21 de febrero de 2025

Fecha de aceptación: 13 de enero de 2026

## Abstract

*Musical notation has changed the way we conceptualize musical composition and performance through history. Using graphics in compositional notation, especially during the 20th century, has led to more intuitive interpretations in certain cases; at the same time, these notations or graphics can be extrapolated to analyze classical scores or other visual formats, such as the spectrogram. New forms of composition through the graph are revealed by the advancement of new technologies and systems, like Xenakis' UPIC. At a cognitive level, the visual and sound imaginary will display different interpretations of musical structures, just like the use of Gestalt theory. This article will feature several examples of using graphics for composition on UPIC, and also the impact of these graphics on the composer's conception and perception of the composition.*

**Keywords:** *Xenakis, UPIC, graphic, imaginary, Gestalt, cognition*



## El imaginario visual y sonoro

Podemos definir el imaginario como representaciones y conceptos que están almacenados en el cerebro y que están ligados a procesos cognitivos humanos. El imaginario no solamente está unido a imágenes mentales, sino también puede estar ligado a emociones y sonidos. La estructura del imaginario puede ser muy compleja, ya que las imágenes mentales creadas por el cerebro pueden ser transformadas de varias maneras. Dichas transformaciones de las imágenes pueden estar unidas a otros elementos presentes en el imaginario como los sonidos. El uso de representaciones visuales ligadas al mundo de los sonidos hace que la percepción de ambos elementos –visual y auditiva– sea subjetiva. Cada representación del imaginario tiene particularidades, pero estas imágenes son sólo una representación mental y no la experiencia vivida en el mundo real (Peretz y Zatorre 2003, 5). Por eso estas imágenes son muy subjetivas y están ligadas a factores muy diferentes. Así, las experiencias personales en las que los sentidos y las emociones se mezclan –y aún más especialmente cuando varios sentidos, como los visuales y auditivos, están involucrados en la percepción de la experiencia– predefinirán estas imágenes mentales (Löbbers, Barthel y Fazekas 2021, 5). La imagen tiene un papel muy importante en el proceso de información y en el aprendizaje; en consecuencia, las representaciones visuales que forman parte de la imaginación están ligadas al aprendizaje social e individual, como sucede con la música. La creación artística apela a la imaginación ya que intenta crear algo que antes no existía sin la intervención del razonamiento. Sin embargo, la imaginación puede crear imágenes o experiencias desarrolladas a partir de aquellas ya vistas o experimentadas.

Los estudios de Reybrouck (1997) van más allá del hecho de establecer conexiones entre el imaginario visual y el sonoro, haciendo una aproximación más cercana a la psicología visual y concretamente a aquella que está ligada con la teoría de la Gestalt. La Gestalt o teoría de la percepción nació en Alemania a principios del siglo XX. Esta teoría fue expuesta por Max Wertheimer, Kurt Koffka y Wolfgang Köhler y aparece en el mundo de la psicología, concretamente en el campo de la psicología experimental. Aunque el objetivo principal de la teoría de la Gestalt es el análisis de formas visuales, otros estudios han remarcado la posibilidad de aplicar estos principios al mundo de la música y al análisis de sus formas (Reybrouk 1997, 59). La palabra *Gestalt* se traduce del alemán como “forma”,

“estructura” o “figura”. Esta teoría pretendía demostrar que el cerebro humano es capaz de organizar elementos o figuras –aquellas que son percibidas de forma aislada– obteniendo como resultado conjunto de dicha organización otra figura diferente. El conjunto presenta inherentemente un mayor nivel de percepción y comprensión que la suma de las partes de manera independiente. Como hemos señalado, la teoría de la Gestalt puede ser extrapolada a la música ya que todos los elementos sonoros percibidos en una obra –como los trazos de una forma visual– pueden formar un todo; sin embargo, aunque esta aproximación tuvo al inicio un cariz intuitivo y filosófico, la investigación actual en psicología de la música ha aportado evidencia empírica que respalda estos principios (Deutch 2012).

Sin embargo, partiendo de la base que los diferentes principios de la teoría de la Gestalt –como los principios de cierre, proximidad o figura/fondo– son delimitados por el imaginario que hemos comentado anteriormente y por lo tanto de la experiencia visual de cada individuo con cada imagen, cabría concluir que la aplicación de dicha teoría en la música estaría igualmente limitada por la experiencia musical/auditiva de cada individuo y su imaginario sonoro. En el caso por ejemplo del principio de cierre donde el cerebro tiende a cerrar las figuras abiertas, podríamos extrapolarlo musicalmente al uso de una cadencia final, según el imaginario sonoro de cada individuo y su experiencia musical. En el caso del principio de similitud, el individuo intentaría encontrar elementos comunes en la obra musical. Este principio fundamental para el análisis, al igual que otros principios de la teoría de la Gestalt aplicados a la música, deben contar igualmente con la variable temporal –ya que la música no es estática– y en ese sentido, estos principios solo podrían ser entendidos en la escucha total de la obra y en la capacidad de memorizar cada uno de estos elementos sonoros (Reybrouk 1989, 84).

Con respecto a las *gestalts* sonoras, algunos estudios sobre percepción auditiva han mostrado cómo la manera en que los oyentes perciben y organizan sonidos complejos depende de las características del timbre, sean estas estáticas –como los armónicos presentes– o dinámicas –como la duración del ataque o cambios en la amplitud–. En este sentido, Iverson (1995, 761) observó que los oyentes perciben distintos flujos de sonido en la música no solo por las diferencias evidentes de altura o intensidad, sino también por los cambios dinámicos del timbre que hemos mencionado. De esta manera, dos instrumentos que tocan una misma nota –en la misma frecuencia– pueden percibirse como distintos si uno produce, por ejemplo, un ataque más rápido y el otro un ataque más gradual. En relación a estas percepciones a nivel cognitivo, la similitud entre los sonidos influye directamente en cómo los oyentes los agrupan mentalmente formando *gestalts*. Como consecuencia, los sonidos con timbres estáticos similares o con ataques parecidos tienden a percibirse como pertenecientes al mismo grupo *gestalt*, mientras que el resto se percibirán de manera separada. Este proceso refleja la capacidad del cerebro para organizar activamente la información sonora en patrones coherentes. Estos hallazgos podrían estar relacionados con la idea de que la percepción musical, donde existen varios eventos sonoros, comparte principios similares a los de la teoría de la Gestalt aplicados a la visión, ya que el cerebro tiende a agrupar elementos próximos en frecuencia, amplitud o tiempo. El hecho de que dichas *gestalts* se puedan organizar así podría facilitar la percepción auditiva y visual particularmente en la composición para UPIIC, tanto para el compositor como para el oyente.

Por otra parte, cada experiencia priorizará los conceptos adquiridos; de esta manera, los individuos pueden anular o rechazar ciertas percepciones que no son coherentes con un contexto social. A medida que el ser humano crece, las percepciones se vuelven cada vez más complejas y los elementos externos e internos forman el pensamiento de cada individuo (Reybrouk 1997, 63). De esta manera, los oyentes cuya cultura musical esté vinculada a la de la música occidental podrán identificar más

rápidamente ciertos patrones armónicos como cadencias o secuencias de acordes en una tonalidad. Reybrouk señala que los ciclos de quintas y la estructuras que forman a lo largo de una obra son los elementos más importantes en la formación de *gestalts* en el caso de la música occidental. De manera similar, las melodías siguen patrones armónicos y a menudo se presentan en un número determinado de compases o ritmos creando estructuras sonoras que serían análogas a formas geométricas –a nivel visual– cuyas distribuciones son simétricas. Esta simetría sonora limita las estructuras musicales al uso de modelos tonales, a diferencia de los modelos geométricos visuales donde los elementos asimétricos pueden ser reconocibles en la naturaleza. Los factores culturales cambian dicha concepción musical y melódica. Como ya hemos argumentado, en la identificación de las *gestalts* en la música se necesita la dimensión temporal para su comprensión total. La analogía visual de los elementos de la Gestalt en la música estaría compuesta por temporalidades musicales que se conciben mentalmente (Reybrouk 2004, 420), a diferencia de las formas geométricas que se conciben espacialmente.

Otro problema con la aplicación de la Gestalt a la música es su complejidad textural. La música puede estar compuesta de diferentes capas o voces. La atención se podría centrar especialmente en una de las voces por su temporalidad, de modo que la percepción y atención de los elementos en el espacio y el tiempo determinarán las *gestalts* resultantes. Cabe señalar que, en el caso de la música, es posible percibir diferentes *gestalts* sonoras que son esenciales para realizar un análisis. En relación con el problema de atención de la música presentada en varias texturas o varias voces, nos encontramos con la dificultad de escuchar una melodía cuando existe una atención dividida. Así, en la música polifónica los oyentes presentan grandes dificultades para reconocer dos melodías conocidas cuando ambas se presentan simultáneamente. Esto no sucede, sin embargo, cuando las voces son presentadas de manera independiente. La escucha de varias voces simultáneamente hace disminuir la atención general de las voces. Otro elemento a tener en cuenta y que puede marcar la diferencia entre el compositor y el oyente es su experiencia musical. Los oyentes que no son músicos tienden a focalizar su atención sobre una voz o textura concreta, mientras que los oyentes que tienen una experiencia musical previa podrán focalizar su atención a diversos eventos musicales como son el caso de disonancias o cambios en el timbre instrumental (Bigand, McAdams y Forêt 2000, 270). Los conocimientos previos a la escucha –de las melodías o del conjunto instrumental– van a determinar el resultado final de la experiencia auditiva. Por lo tanto, desde un punto de vista cognitivo, dividir la atención entre dos mensajes simultáneos sería muy difícil cuando ambos requieren el mismo tipo de procesamiento cognitivo pero, según el estudio mencionado, esta dificultad disminuye cuando cada mensaje utiliza procesos cognitivos diferentes. De esta manera, podemos deducir que la combinación de información auditiva y de otros eventos visuales podría interferir en menor proporción que dos estímulos auditivos del mismo tipo, ya que activarían recursos cognitivos distintos.

Por otra parte, los métodos de análisis desarrollados por diferentes autores buscan comprender la música y revelar su simbolismo. Para la música que se expresa a través de un gráfico, podemos encontrar otros símbolos que están directamente asociados a la música. Es el caso de *Mycenae Alpha* de Xenakis –que vamos a presentar en este artículo–, donde la música es el resultado de la partitura gráfica dibujada por el compositor. La estructura de la obra está delimitada por la forma del gráfico. Existe pues un simbolismo gráfico que no está ligado al resultado sonoro sino a otros parámetros artísticos o visuales. Así, el análisis de una obra expresada en forma de gráfico aporta otro punto de vista a la creación musical. Ambos procesos –análisis y composición– están relacionados en tanto en cuanto hay una jerarquía entre los elementos utilizados para ambos procesos que funciona de manera subjetiva tanto para el que realiza el análisis y la composición como para quien la interpreta.

## De la UPIC de Xenakis al espectrograma: la composición utilizando la UPIC

La UPIC<sup>1</sup> fue ideada por Xenakis y finalizada en 1977. Pese a su popularidad y uso extendido durante la etapa de su creación y los sistemas que le han sucedido, el sistema UPIC, así como el dibujo de la envolvente de amplitud y las variaciones de curva de frecuencia, posiblemente estuvieran inspirados en otros sistemas anteriores como el *Graphic system* de Mathews y Rosler creado en 1966 (Risset 2014, 331). La primera obra que Xenakis compuso con este sistema fue *Mycenae Alpha* (1977). El estudio de la obra realizado por Agostino Di Scipio (1998, 222) pone de relieve la importancia del análisis gráfico donde las secciones quedan divididas en función de las formas e imitaciones de las mismas.

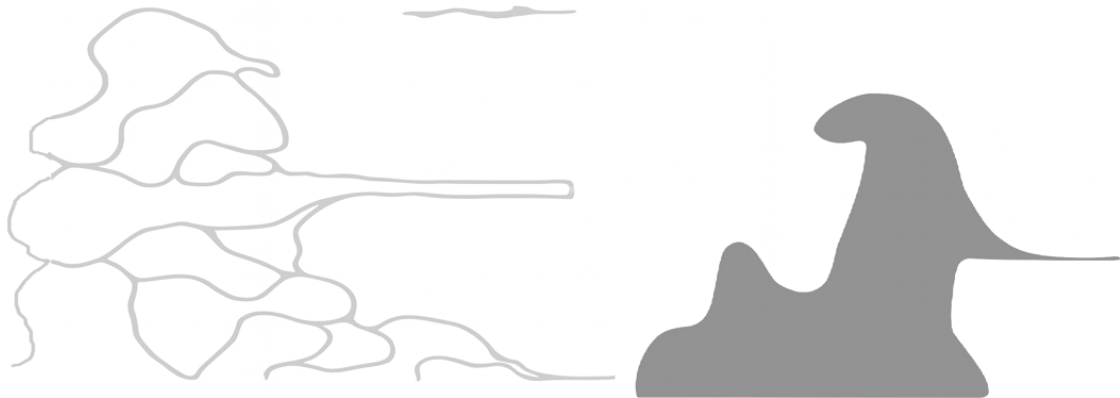
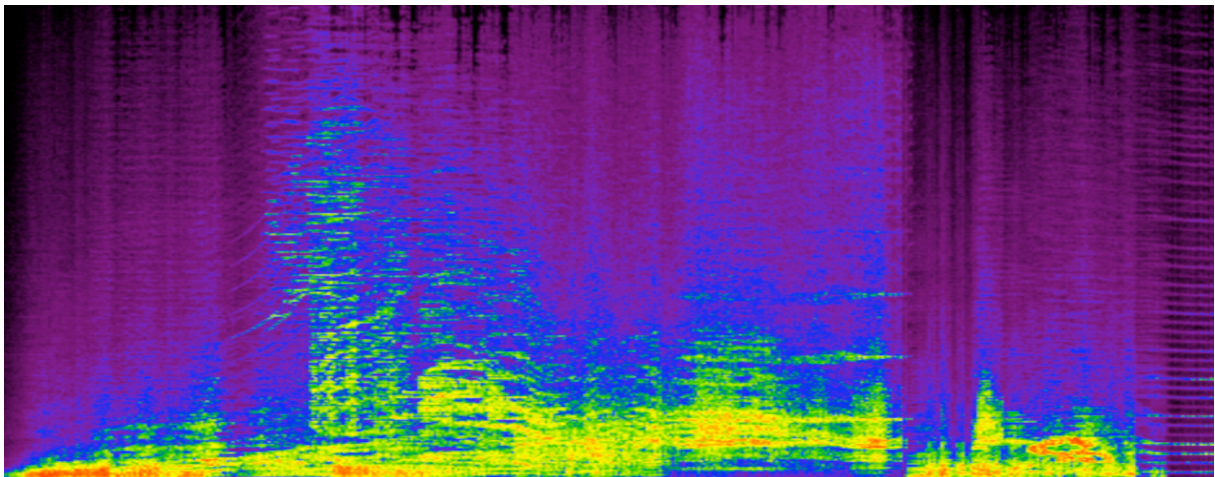
En relación con esta forma de organización visual propuesta por Di Scipio, resulta importante considerar cómo la percepción humana procesa la información tanto auditiva como visual, como es el caso en el análisis de secciones de *Mycenae Alpha*. Como se deducía de los estudios de Bigand, McAdams y Forêt, la mente solo identifica con claridad múltiples estructuras simultáneas cuando estas presentan diferencias perceptibles entre sí. Así, como vamos a mostrar, algunas estructuras visuales permiten formar *gestalts* que resultan más fáciles de reconocer. Debemos resaltar que la UPIC nos muestra ambos aspectos –visual y sonoro– los cuales deben ser tomados en cuenta para el análisis. La UPIC se revela así como un sistema que facilita la escritura musical –ya que supone un paso importante entre los sistemas analógicos y digitales– y que supone un cambio en la concepción de la composición. Numerosos compositores han escrito para este sistema además de Xenakis, entre los que cabe destacar al mexicano Julio Estrada, al francés Jean-Claude Risset y al argentino Daniel Teruggi. A continuación, vamos a mostrar varios ejemplos de obras escritas para UPIC, donde cada compositor ha utilizado de manera diferente este sistema.

En *Mycenae Alpha* Xenakis dibuja sobre la mesa de la UPIC una obra que da una especial relevancia al grafismo por encima del resultado sonoro. Los trazos y formas dibujadas para esta obra no coinciden –o coinciden mínimamente– con el resultado sonoro en lo que resulta ser en parte una imitación visual de algunas estructuras pero que no está construida con los mismos elementos de la síntesis sonora. Un ejemplo claro lo podemos observar en la partitura gráfica entre los dos elementos imitativos visuales, el primero en 7 min 16 s y el segundo en 8 min 15 s (Figura 1). La segunda forma visual –8 min 15 s– es una imitación reducida bastante fiel en tamaño y forma del contorno de la primera, sin embargo, en el espectrograma (Figura 2)<sup>2</sup> no se puede remarcar con la misma claridad una similitud entre ambas formas como sucedería con una imitación sonora.

La diferencia entre la similitud visual de estas dos formas y la ausencia de una correspondencia equivalente en el dominio sonoro puede explicarse desde la psicología de la percepción. Como ya hemos comentado, los oyentes reconocen líneas musicales distintas cuando los instrumentos difieren en sus características tímbricas, tanto en sus rasgos estáticos –como distribución espectral o variaciones en la frecuencia– como en los dinámicos, como es el caso de duración del ataque. En el caso de *Mycenae Alpha*, el aspecto sonoro encuentra todo tipo de variaciones internas en el trazo que conciernen a rasgos estáticos y dinámicos, lo que hace que no se pueda apreciar una *gestalt* que pueda ser aplicada a nivel sonoro, como ocurre a nivel visual (Bregman 1990, 19).

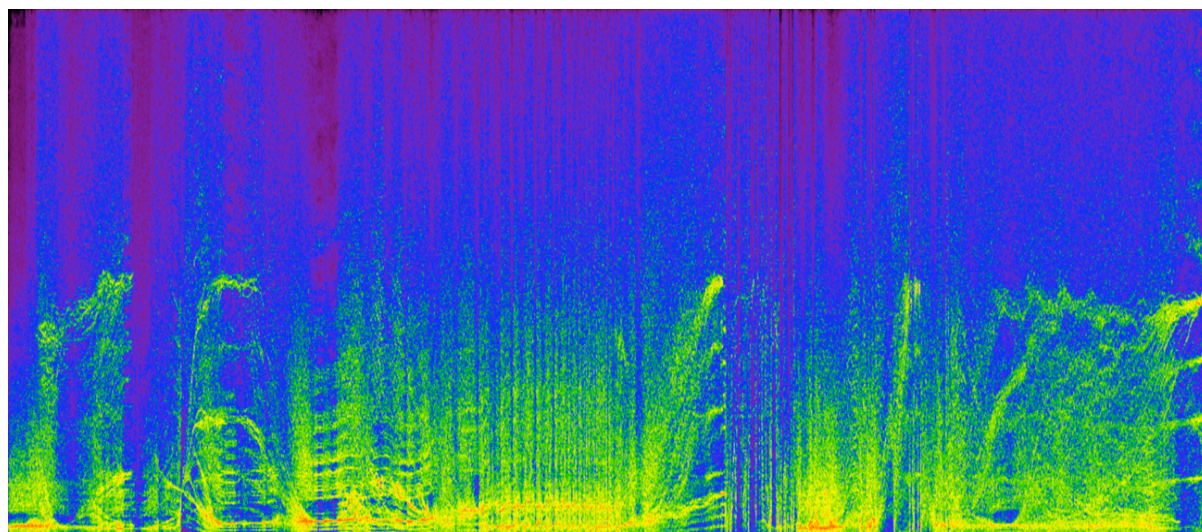
<sup>1</sup> Las siglas UPIC corresponden a Unité polyagogique et informatique du CEMAMu (Unidad poliagógica e informática del CEMAMu). Las siglas CEMAMu a su vez corresponden a Centre d'Études de Mathématiques et Automatique Musicales (Centro de Estudios Matemáticos y Automáticas Musicales).

<sup>2</sup> Este espectrograma y el de otras obras analizadas en el artículo provienen de la grabación *Ccmix-Paris: New Electroacoustic Works* (Mode 98/99).

**Figura 1.** Transcripción de *Mycenae Alpha* (7:16 y 8:15).**Figura 2.** Espectrograma de *Mycenae Alpha* (a partir de 7:16).

De esta manera, la organización auditiva en términos de principios gestálticos, realizando una agrupación de sonidos en función de su parecido, continuidad temporal o similitud de trayectoria, no es aplicable en este caso (Martinelli 1998, 108). Como ya hemos observado, aunque las figuras dibujadas en la UPIC parecen claramente relacionadas en el plano visual, los sonidos producidos no presentan la semejanza acústica necesaria para que el sistema auditivo los interprete como dos entidades comparables, resultado que hemos podido observar en el espectrograma de la Figura 2. Esto explica por qué la imitación gráfica de Xenakis no genera una imitación sonora equivalente en el espectrograma: las propiedades acústicas que sustentan la organización perceptiva no coinciden con las propiedades visuales del dibujo.

En el caso de la obra de Julio Estrada *Eua'on* (1980), el compositor nos proporciona otro punto de vista diferente. Su pieza está escrita únicamente para cinta utilizando el sistema UPIC y puede concebirse como un "grito prolongado", compuesto por cien voces que forman una masa sonora. Este conjunto de sonidos es arrastrado hacia los agudos dando lugar a un sonido compuesto de un color más brillante. Todos los materiales musicales utilizados crean un color homogéneo al mismo tiempo que el material sonoro se transforma. Ante la imposibilidad de transformar la onda en el dispositivo

Figura 3. Espectrograma de *Eua'on*.

UPIC<sup>3</sup>, el compositor utiliza otros recursos sonoros como la densidad de voces y 34 sonidos de baja frecuencia que dan una apariencia dinámica ya que se ubican entre la altura y el ritmo. Las frecuencias bajas en color rojo en el espectrograma (Figura 3) marcan las zonas donde existen más saturación de voces graves, lo que implica un efecto de movimiento dentro del estado estático de las voces. La experiencia de componer una pieza a través de gráficos plantea el concepto de “turbulencia”, que es una concepción física de la transformación temporal del sonido (Estrada 2003, 56).

Las transformaciones sonoras que propone Estrada pueden ponerse en relación con un sistema de preparación de la función biológica de la memoria. En *Eua'on*, la escucha repetida de una masa en continuo desplazamiento activa circuitos atencionales similares a los que el investigador David Huron denomina “circuitos de preparación”, donde la memoria no opera como un almacén, sino como un mecanismo que se orienta hacia una expectativa de movimiento futuro. El oyente no anticipa eventos discretos, sino direcciones globales del material sonoro del mismo modo que los recuerdos episódicos que aparecen de manera repetida tienden a perder detalles concretos —e incluso a ser manipulados— para únicamente conservar una estructura general (Huron 2006, 219). De esta manera, la homogeneidad tímbrica de la obra favorece un tipo de expectativa asociada a la memoria a corto plazo, ya que el oyente tiene menos anclajes distintos que puedan ser identificados y la atención se orienta hacia lo que ocurre en el momento presente. Esto provoca que el cerebro siga patrones inmediatos antes de que se transformen en recuerdos más estables. Así, los procesos sonoros de Estrada pueden relacionarse con tres tipos de memoria que son mencionados por Huron (2006, 221) —episódica, semántica y de corto plazo— en la medida en que cada una contribuye a la formación de expectativas sonoras. La memoria episódica aparece ya que toda experiencia de escucha previa constituye un episodio que puede influir en cómo el oyente anticipa las transformaciones del sonido. La memoria semántica aporta el conocimiento sobre criterios musicales como timbre o densidad sonora. Finalmente, la memoria de corto plazo permite al oyente seguir los cambios inmediatos de intensidad, dirección y convergencia de las diferentes voces, manteniendo una atención temporal activa antes de que sean reemplazados por nueva información.

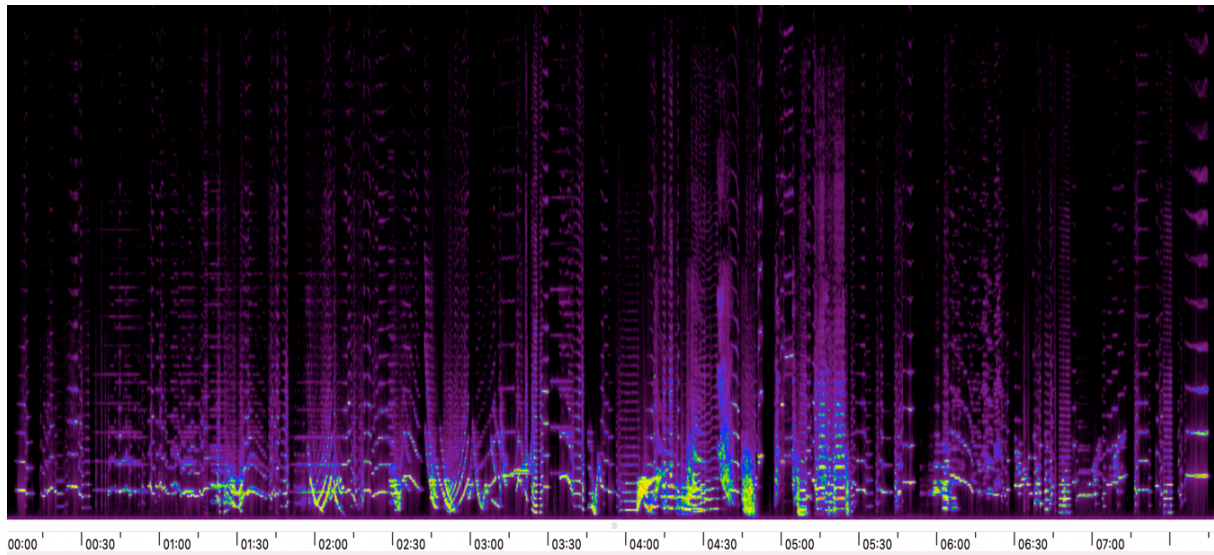
<sup>3</sup> La UPIC original no permitía cambios en la síntesis sonora (Xenakis 1992, 330). Xenakis no realizó ninguna mejora del sistema UPIC tras su creación.

Desde el punto de vista de la percepción, tanto visual como auditiva, la acumulación de voces y su desplazamiento progresivo hacia los agudos en *Eua'on* pueden interpretarse dentro de un principio de organización auditiva; esta interpretación se puede realizar ya que es una masa sonora densa, con elementos que comparten algunos rasgos como timbre y dirección que se fusionan. Dicha fusión facilita que el oyente perciba el conjunto como una entidad global, algo que también coincide con las leyes gestálticas aplicadas al dominio sonoro, especialmente la de “destino común” (Kosslyn 1994, 153), según la cual los elementos que se desplazan conjuntamente pueden ser agrupados. Por otra parte, podemos dividir en dos partes la transformación temporal de la obra en función del concepto de “turbulencia” enunciado por el propio compositor, mediante el dibujo cronográfico de todas las voces que pueden evolucionar hacia la convergencia o la divergencia. Estas observaciones aparecen en un plano macro y microestructural de la pieza donde se construyen tensiones sonoras entre las voces, hasta la dispersión de la masa sonora para crear un sonido que parece ser el del viento; dichas convergencias y divergencias macro y microestructurales las podemos observar en el espectrograma de la obra en la Figura 3. Las convergencias y divergencias que se producen en la masa sonora, y que son percibidas como momentos de tensión y distensión en continuos tímbricos, generan un comportamiento dinámico que sostiene la sensación de movimiento interno. Por otra parte, el estado de reposo constituye la referencia para comprender el estado opuesto de “turbulencia”.

En 1982, Estrada comenzó una transcripción para orquesta de la pieza titulada *Eua'on'ome*, cuya concepción aparece ligada al uso de distintas voces instrumentales. Estos aspectos rítmicos y sonoros llevaron a Estrada –posteriormente a la creación de esta pieza– a investigar varios conceptos como el “macrotimbre continuo”. El concepto de “continuum” o “continuo sonoro” está estrechamente ligado al grafismo, particularmente a la notación cronográfica como la que podemos encontrar en las composiciones que utilizan un eje temporal (X) y de frecuencia (Y).

En el caso de *Saxatile* (1992) de Jean-Claude Risset, se trata de una obra mixta compuesta para banda magnética, creada con el sistema UPIC y para saxofón soprano. *Saxatile* (saxátil) significa “que vive entre las peñas”, concepto unido al uso del saxofón junto con la parte de cinta. La obra, dedicada a Xenakis con motivo de su septuagésimo cumpleaños, fue producida en los talleres de la UPIC en 1992. La importancia gráfica de esta pieza reside en las alusiones que el compositor realiza de la obra *Metastaseis* (1953-1954) de Xenakis. Dicha obra obedece a una estructura de ramificaciones en *glissando* siguiendo –entre otros– diversos conceptos y medidas relacionadas con la arquitectura; esta idea musical gráfica daría lugar posteriormente a la construcción del pabellón Philips para la exposición universal de Bruselas en 1958 (Xenakis 1992, 10).

El uso que hace Risset del grafismo elaborado con la UPIC puede relacionarse con los principios cognitivos que hemos descrito anteriormente. De esta manera, las líneas ascendentes y descendentes, así como los *glissandi* superpuestos, favorecen la organización de los sonidos en flujos dinámicos según el principio gestáltico de “destino común”. Además, las transformaciones tímbricas generadas por la cinta, que evolucionan de manera continua, se ajustan a la percepción de un timbre dinámico. Esta obra podría vincularse a muchos conceptos cognitivos de memoria y gestálticos, vistos también en Estrada, ya que los cambios progresivos en el timbre así como los movimientos de la masa sonora apreciados en *Saxatile* construyen igualmente tensiones y distensiones que pueden estar ligadas al trazo dibujado en la UPIC. Las ideas gráficas están dibujadas a mano en el manuscrito del compositor junto con la parte de saxofón. Las ramificaciones sonoras utilizadas en *Saxatile* se hacen más evidentes a partir de 3 min 30 s. Como podemos observar en su espectrograma (Figura 4), existen voces que se superponen, así como movimientos en *glissando* que recuerdan la obra de Xenakis.

Figura 4. Espectrograma de *Saxatile*.

La pieza de Daniel Teruggi *Gestes de l'écrit* (1994) ofrece un punto de vista diferente al de Estrada y Risset. La obra, también escrita para UPIC, utiliza unos osciladores que crean unas estructuras que varían a lo largo de la pieza. Estas estructuras sonoras son la fuente principal del trabajo de Teruggi. La estructura de *Gestes de l'écrit* sugiere que la pieza está concebida desde un punto de vista sonoro y no gráfico como en el caso de *Mycenae Alpha* de Xenakis o *Eua'on* de Estrada. Sin embargo, si bien el diseño de la pieza no considera el trazo sonoro dibujado como material conceptual primario, existen diversas características que permiten vincular el resultado sonoro con una evolución en su escritura a nivel visual. En la Figura 5 podemos observar la estructura general de la pieza sobre un espectrograma, donde se aprecia la escritura realizada en la UPIC así como características y secciones –tres secciones principales– que se unen por trazos ascendentes y descendentes. Dividimos la pieza en tres partes en función del diseño y del material sonoro:

- La primera sección, que se compone de líneas ascendentes y descendentes cuyas características cambian a medida que evolucionan.
- El segundo tramo, que comienza a los 2 min 16 s con las líneas del primer tramo y que evoluciona hacia pequeños tramos granulares y pequeños tramos lineales. Además, existen diferentes densidades de sonido y oscilaciones tímbricas.
- La característica más importante de la tercera sección –que comienza en el minuto 6 min 14 s– es la densidad del sonido, así como la desaparición gradual del mismo al final de la pieza.

Podemos observar en detalle, mediante diferentes imágenes, el material utilizado en la obra. La Figura 6 muestra parte de la primera sección de la pieza donde las líneas ascendentes y descendentes van creando una estructura compleja. En la Figura 7, vinculada a la segunda sección, podemos observar elementos granulares mezclados con elementos lineales. La Figura 8 muestra densidades lineales en el tercer tramo que forman una masa sonora menor que las que aparecen en el primer tramo. Tanto la primera como la tercera sección comparten principios de tensión y distensión –igualmente mencionados en las obras anteriores– y que están relacionados con los movimientos ascendentes y descendentes del principio de “destino común”. En esta obra, la tensión y distensión son también generadas por los cambios de densidad.

Figura 5. Espectrograma de *Gestes de l'écrit*.

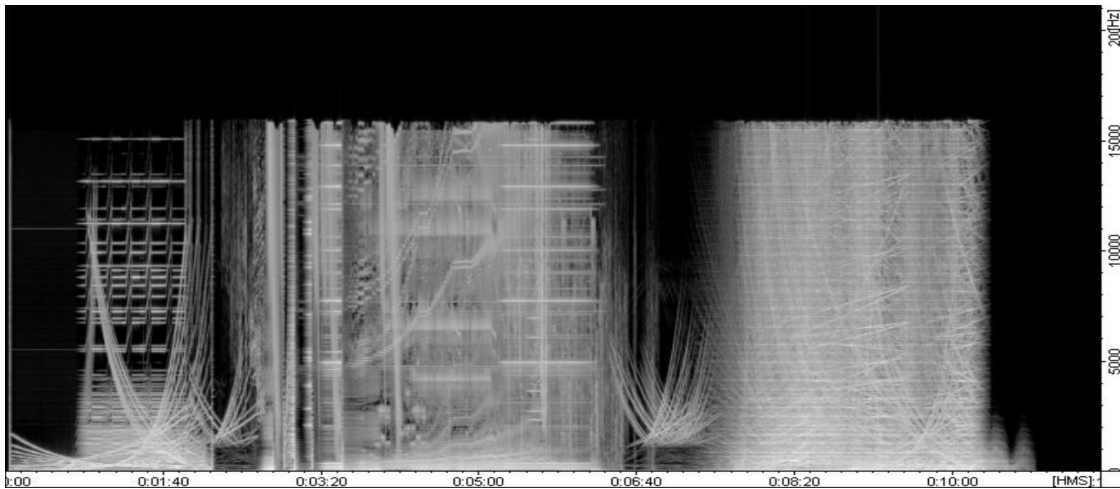


Figura 6. Detalle del espectrograma de la primera sección de *Gestes de l'écrit* (1:56-2:09).

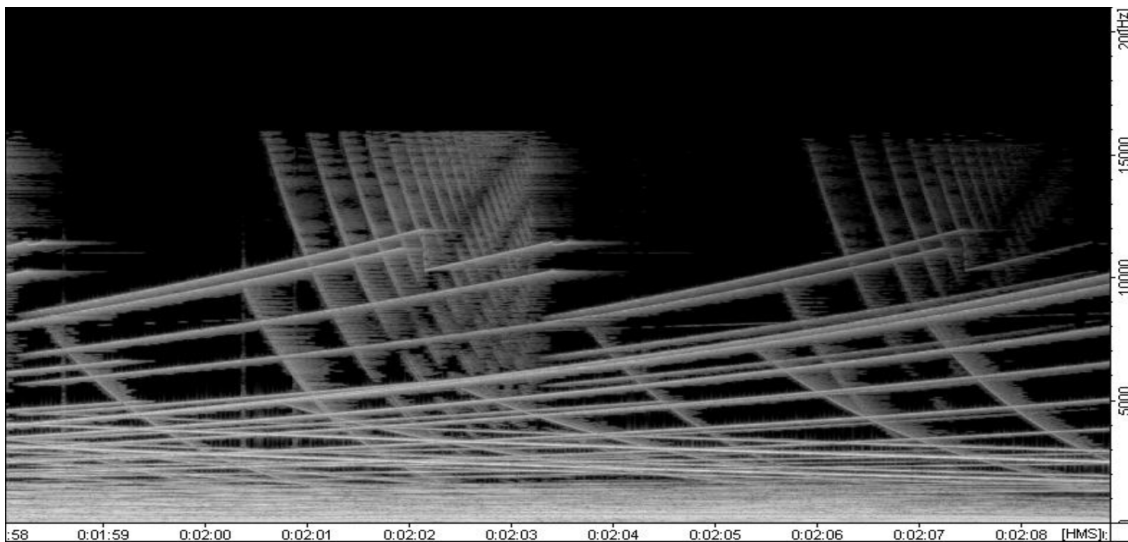
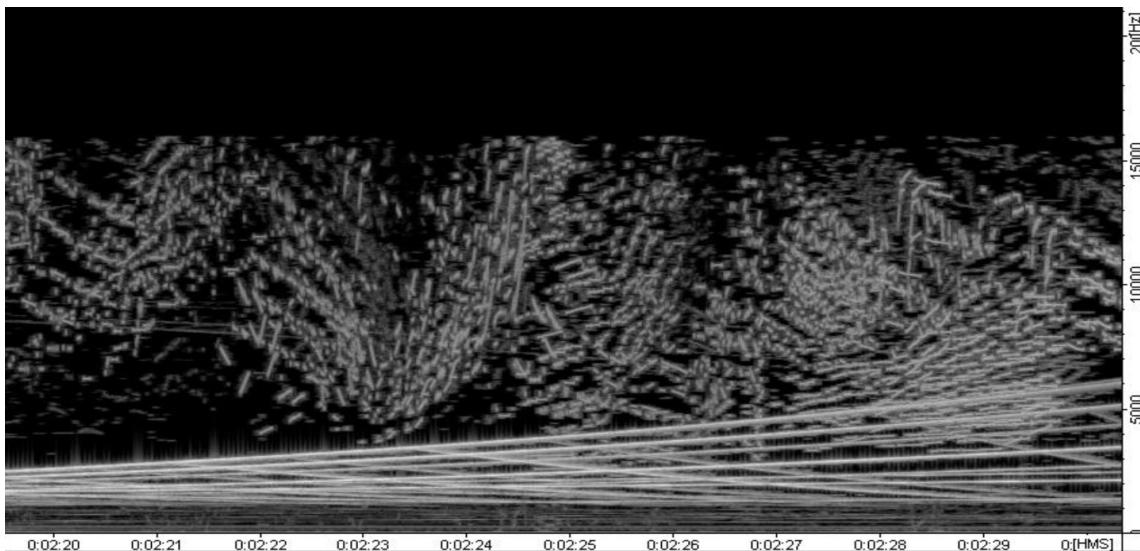
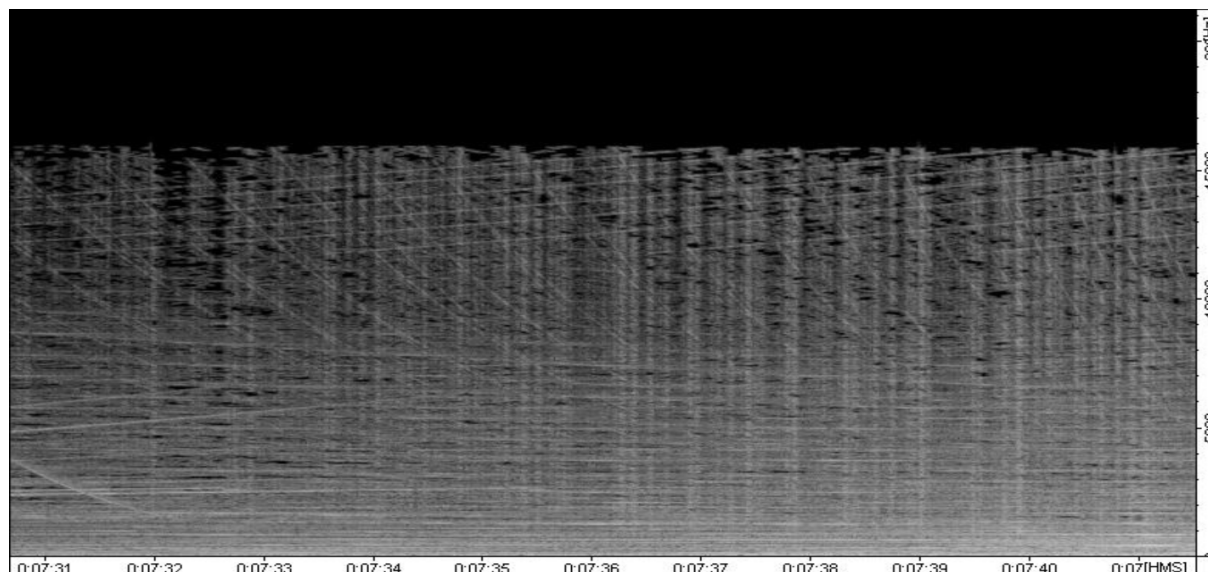


Figura 7. Detalle del espectrograma de la segunda sección de *Gestes de l'écrit* (2:19-2:30).



**Figura 8.** Detalle del espectrograma de tercera sección de *Gestes de l'écrit* (7:30-7:42).

En resumen, podemos concluir que los resultados sonoros y el diseño de las piezas de Estrada y Teruggi son diferentes. El hecho de construir una pieza desde el punto de vista gráfico resalta conceptos que están ligados a los resultados visuales, pero no forzosamente a resultados sonoros. En el caso de la obra de Risset, y particularmente la de Estrada, sí existe la idea inicial de crear un vínculo visual y sonoro –como hemos comentado con el concepto de “turbulencia” en *Eua'on*– que da lugar a nociones ligadas al uso de escalas en relación con los intervalos y con el concepto de “continuo” (Acuña Fuentes 2020, 35). Teruggi utiliza la UPIC como medio de escritura capaz de producir diferentes formas de onda de una manera práctica y sencilla. Este punto de vista de la composición sobre un soporte gráfico nos muestra la posibilidad de analizar visualmente la estructura de la obra y sus componentes con lo cual, el uso de las representaciones gráficas o el de los dibujos no quedaría enmarcado únicamente en el uso de la composición, sino también en el uso del análisis.

Al mismo tiempo, estas diferentes visiones de la composición que hemos mostrado en este artículo mediante las obras escritas para UPIC podrían quedar divididas en dos, en función de su concepción desde el punto de vista de la composición: por un lado, aquellas que están basadas en el imaginario visual del compositor y son expresadas a través de la notación gráfica o haciendo uso de sistemas como el UPIC y, por otro lado, creando estructuras gráficas elaboradas a través de cálculos o criterios ligados a los parámetros musicales.

## Conclusiones

Este artículo se ha centrado en diversos parámetros del análisis musical con una orientación hacia el ámbito de la investigación cognitiva de la percepción y sus diferentes enfoques. En este sentido, hemos considerado varias perspectivas respecto al uso de los gráficos en los análisis de las obras presentadas. Así, nos hemos centrado en el uso de la UPIC, mostrando todas las posibilidades de utilización de los gráficos desde el punto de vista de la composición a través de la visión artística de cada compositor. En este caso particular, el uso de la UPIC como medio de composición musical es limitado para algunos de ellos, particularmente desde un punto de vista sonoro, ya que el sistema fue

utilizado, en algunos casos, para reemplazar los largos procesos creativos de las cintas analógicas. Un ejemplo de las limitaciones de la UPIC las encontramos en *Eua'on* de Estrada y en *Saxatile* de Jean-Claude Risset donde el compositor muestra su voluntad de encontrar soluciones para compensar la falta de recursos sonoros de la UPIC en su primera versión. Risset utiliza imitaciones de sonido que resultan del gráfico dibujado y añade material sonoro.

Del mismo modo, desde el punto de vista cognitivo hemos visto también en *Mycenae Alpha* de Xenakis cómo la forma visual es la más predominante, ya que la organización sonora no ofrece relaciones claras con el gráfico, mientras que el cerebro tiende a reorganizar el material según patrones de semejanza y continuidad. Asimismo, en *Eua'on* de Estrada, la acumulación sonora y sus desplazamientos en bloques de voces favorecen la formación de flujos auditivos, ya que la densidad y el movimiento conjunto producen una masa unificada antes que un conjunto de sonidos diferenciados. Esto hace que sea más fácil relacionar desde un punto de vista gestáltico el movimiento sonoro con el principio de "destino común". Este movimiento conjunto hacia los agudos lo podemos encontrar igualmente en *Saxatile* de Risset, donde los *glissandi* ramificados evocan patrones visuales reconocibles que guían la escucha. En la pieza de Teruggi, *Gestes de l'écrit*, las transformaciones tímbricas progresivas orientan la atención dentro del continuo sonoro, mientras que las variaciones de tensión y densidad ayudan a explicar cómo el oyente detecta las transiciones entre las tres secciones principales de la obra. Al mismo tiempo encontramos también algunos principios gestálticos como la agrupación por "destino común", como para el caso de *Eua'on* de Estrada.

Teniendo en cuenta que las ideas principales que llevaron a Xenakis a crear la UPIC eran fundamentalmente matemáticas y arquitectónicas, los resultados del análisis de *Mycenae Alpha* revelan una estructura y una forma visual que, como hemos visto, son independientes de una posible estructura musical. Las características de la representación en dos ejes *X* e *Y*, respectivamente para el tiempo y la frecuencia, sólo pueden proporcionar información relacionada con estos dos parámetros, lo que limita la percepción visual de otros parámetros del sonido (Sköld 2022, 399). Además, las estructuras visuales estaban compuestas de múltiples capas de sonido, no de su representación general. En otras palabras, no se representaban los sonidos de la obra, sino que el dibujo era el resultado visual de la construcción de la pieza. Al mismo tiempo, la idea de la obra no fue desarrollada en base a una estructura musical, sino a la estructura gráfica de la misma que deja únicamente como relevante el aspecto visual y no musical de la obra.

Finalmente, en la relación entre aspectos visuales y musicales desde un punto de vista cognitivo, las interacciones entre memoria, atención y expectativa revelan que la lectura de un gráfico musical no es únicamente una interpretación visual, sino la activación de procesos cognitivos que configuran la manera en que entendemos la continuidad sonora, el contraste y la transformación. Así, los grafismos asociados a la música forman parte de un proceso cognitivo que nos da información sobre cómo debemos percibir el objeto sonoro.



## Referencias bibliográficas

- Acuña Fuentes, María Luisa. 2020. "La composition à travers le dessin: de la UPIC de Xenakis à nos jours". Tesis doctoral, Université Paris 8 Vincennes Saint-Denis.
- Bigand, Emmanuel, Stephen McAdams y Stéphane Forêt. 2000. "Divided attention in music". *International Journal of Psychology* 35 (6): 270-278. <https://doi.org/10.1080/002075900750047987>
- Bregman, Albert S. 1990. *Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound*. Cambridge, MA: A Bradford Book, MIT Press.
- Deutsch, Diana. 2013. *The Psychology of Music*. 3rd ed. Amsterdam: Academic Press.
- Di Scipio, Agostino. 1998. "Compositional models in Xenakis' electroacoustic music". *Perspectives of New Music* 36 (2): 201-243.
- Estrada, Julio. 2003. *Realidad e imaginación continuas. Filosofía, teoría y métodos de creación musical*. México: Instituto de Investigaciones Estéticas – Universidad Nacional Autónoma de México.
- Huron, David. 2006. *Sweet Anticipation: Music and the Psychology of Expectation*. Londres: Bradford Books – MIT Press.
- Iverson, Paul. 1995. "Auditory stream segregation by musical timbre: Effects of static and dynamic acoustic attributes". *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 21 (4): 751-763. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.21.4.751>
- Kosslyn, Stephen Michael. 1994. *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate*. Cambridge, MA y Londres: Harvard University Press
- Löbbers, Svenja y György Fazekas. 2021. "Representing timbre through free-form sketches: An exploratory study". En *Proceedings of the 2021 International Computer Music Conference*, editado por Rodrigo F. Cádiz, 275-280. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Martinelli, Riccardo. 1998. "Musica e teoria della Gestalt: Paradigmi musicali nella psicologia del primo Novecento". *Il Saggiatore Musicale* 5 (1): 93-110.
- Peretz, Isabelle y Robert J. Zatorre. 2003. *The Cognitive Neuroscience of Music*. Nueva York: Oxford University Press.
- Reybrouck, Mark. 1989. "Music and the higher functions of the Brain". *Journal of New Music Research* 18 (1-2): 73-88. <https://doi.org/10.1080/09298218908570539>
- . 1997. "Gestalt concepts and music. Limitations and possibilities". En *Music, Gestalt and Computing: Studies in Cognitive and Systematic Musicology*, editado por Marc Leman, 57-69. Berlín, Heidelberg: Springer.
- . 2004. "Music cognition, semiotics and the experience of time: Ontosemantical and epistemological claims". *Journal of New Music Research* 33 (4): 411-428. <https://doi.org/10.1080/0929821052000343877>
- Risset, Jean-Claude. 2014. *Composer le son. Repères d'une exploration du monde sonore numérique*. París: Hermann.
- Sköld, Mattias. 2022. "The visual representation of timbre". *Organised Sound* 27 (3): 387-400. <https://doi.org/10.1017/S1355771822000541>
- Xenakis, Iannis. 1992. *Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition*. Nueva York: Pendragon Press.

Este artículo está publicado en acceso abierto bajo una licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.