



Interdisciplinariedad entre Música y Ciencia.

Francisco Pastor Bueno

Espacio Sonoro nº 41. Enero 2017

Interdisciplinariedad entre Música y Ciencia

Francisco Pastor Bueno

Introducción.

La relación entre ciencia y música no es un fenómeno contemporáneo, pues grande ha sido siempre la influencia de la ciencia en los diversos caminos creativos emprendidos por los artistas.

Desde que entre los siglos VI a III a. C. Pitágoras y Thales¹ descubrieran las propiedades físicas del sonido e hicieran un enfoque matemático de la música, que constituye el fundamento de toda la teoría musical occidental, la base científica de la música y su estudio están íntimamente relacionados con las Matemáticas y la Física (Acústica), pero también la Sociología o la Filosofía y, sobre todo, la Informática son imprescindibles para entender cada vez más las construcciones musicales.

Si bien todas estas relaciones e influencias ponen de manifiesto el carácter interdisciplinario entre las Ciencias y la Música, en el Análisis Musical es donde resulta más claro ese espíritu interdisciplinar.

Estado de la cuestión.

A través del análisis musical comprobamos que muchas obras musicales surgen de la relación entre dos o tres notas que, a través de sucesivas transformaciones, conforman temas más grandes y de esta manera los músicos elaboran un todo coherente relacionando el conjunto de su composición mediante la similitud o el contraste entre sus partes.

¹ Otros teóricos griegos fueron Aristóxeno, Arístides Quintiliano o Ptolomeo (quien propuso un sistema de afinación distinto al de Pitágoras).

Pero también el análisis musical nos ofrece la posibilidad de simplificar y reducir una partitura completa a su mínima expresión para, a través del estudio de esas microestructuras, captar el pensamiento musical de su autor, el contexto en el que escribió la obra y los aspectos técnicos, científicos e incluso emocionales que empleó en su labor creativa.

Probablemente muchos de esos aspectos técnicos o científicos no estuvieran siempre en la intención de los compositores desde hace siglos, ni toda la música compuesta esté necesariamente sustentada en elementos científicos pero es evidente, a la luz de las aplicaciones interdisciplinares que ahora se ponen en práctica en el análisis musical, que esos componentes geométricos y matemáticos –por supuesto también los físicos– existen y están presentes en los genes de una gran cantidad de obras musicales. Según explica Moro Vallina (2016) el componente matemático de la música es antiguo. Parte de Pitágoras fundamentalmente, y en la Edad Media la música se considera al mismo nivel que la matemática, la aritmética y la astronomía. En el siglo XX tanto la composición como el Análisis Musical quiso recuperar ese antiguo estatus.

Por supuesto, a partir del siglo XX esos elementos técnicos y científicos en la estructura pilar de mucha de la música compuesta no sólo están presentes sino que a través de ellos han generado los compositores su creatividad artística. Lo explican ellos mismos, pero también lo detecta y lo explica el análisis musical merced a su interacción con las aplicaciones informáticas.

Una breve mirada a la historia de la música nos revelará casos paradigmáticos de la convivencia entre ciencia y música en relevantes compositores, convivencia que, gracias a la integración de diferentes disciplinas, el análisis musical nos muestra con gran claridad. Desde que los pitagóricos comprobaron que las relaciones de la armonía musical están determinadas por los números y el sabio de Samos consiguió probar su experimento de las cuerdas sonoras para explicar matemáticamente los intervalos (octava, quinta y cuarta), hasta nuestros días, no se han dejado de evidenciar los hallazgos científicos en la música.

Si bien es en el siglo XX cuando se empiezan a aplicar intencionadamente técnicas matemáticas, geométricas e informáticas en la estructura básica de muchas

obras (Dodecafonismo, serialismo integral y música estocástica²), la relación entre la música y otras ciencias está presente en la obra de los grandes compositores de la historia: quizá el mejor representante de la tradición matemático-musical sea Juan Sebastián Bach (1685-1750) que en la última etapa de su vida mostró un gran interés por la simetría musical, por ejemplo en el conocido como “Canon del cangrejo³”, e incluía problemas musicales en sus obras que debían descifrarse para su correcta interpretación; Béla Bartók (1881-1945) utilizó la escala Fibonacci⁴ (y la razón áurea⁵) en su *Música para instrumentos de cuerda, percusión y celesta*; o el más paradigmático Iannis Xenakis (1922-2001) que utiliza la distribución aleatoria de puntos en el espacio (*Diamorphoses*), la Ley de Maxwell-Boltzmann (*Pithoprakta*), el ajuste de mínimos cuadrados (*Achoripsis*), la distribución de Gauss (*ST/10, Atrées*), cadenas de Markov⁶ (*Analogiques*), entre otras. También Martin Bresnick (1946), György Ligeti (1923-2006), Conlon Nancarrow (1912-1997) y Arvo Pärt (1935) han desarrollado estilos de composición sofisticados que a menudo incorporan formas de desarrollo matemático de la música.

² La música estocástica está basada en el cálculo de probabilidades, resultando una música de apariencia indeterminada pero con una estructura predecible.

³ Es una música de Bach que tiene una única línea melódica que es tocada hacia delante y hacia atrás simultáneamente.

⁴ Una escala que comienza con el 0 y el 1, siendo los siguientes términos la suma de los dos anteriores, en una relación de recurrencia.

⁵ Proporción que aparece entre los segmentos de una recta al dividir ésta en media y extrema razón.

⁶ Es un fenómeno estocástico especial pues la probabilidad de que un evento ocurra depende únicamente del evento inmediato anterior, es decir que está ausente de memoria, por lo que es impredecible.

Problemática del análisis musical tradicional.

Los problemas del análisis musical tradicional vienen determinados por la metodología que se ha seguido secularmente para realizarlo y su enfrentamiento con las necesidades reales de la práctica musical que otras formas de análisis están en disposición de satisfacer quizá de una manera más adecuada.

Así, el modelo tradicional de análisis de la partitura compite hoy –en inferioridad de condiciones– con el modelo de análisis para la interpretación y con el más reciente modelo de trabajo de la música actual, también llamada contemporánea.

Un breve estudio de estos tres modelos nos pondrá de manifiesto las debilidades y fortalezas de cada uno de ellos: a) Análisis de partituras, es el modelo habitual que entiende que la partitura es en sí misma la obra musical. Este modelo cada vez se ha ido alejando más de la vocación interpretativa de la música y da a entender que el objetivo principal del análisis musical es el propio análisis, centrando su interés casi en exclusiva en la aplicación sobre el pentagrama de los modos consuetudinarios heredados con el paso de los siglos y con una clara intención de prorrogar *ad aeternum* las maneras de hacer la creación musical como si fueran una ley inmutable, cuando si alguna verdad existe en el arte es que nada es inmutable. A favor de este modelo está su idoneidad para conocer y comprender el pensamiento “estático” de los Maestros históricos y la posibilidad que le brinda a los compositores de comprobar las distintas posibilidades de su música según los diferentes patrones de desarrollo que el análisis de partituras pone a su alcance; b) Análisis para la interpretación, que pone a la partitura en igualdad de condiciones con otras posibilidades relacionadas con la audición de la música y el contraste de ideas con los músicos. Este modelo parece mucho mejor encauzado al hecho musical en sí por cuanto tiene como finalidad última la mejor interpretación posible de la obra, aquélla que refleje y manifieste de una manera más clara la intencionalidad creativa del autor, su universo sonoro y el contexto en el que ha creado su obra. Frente al Análisis de partituras que pone el foco en la ortodoxia de la manera de desarrollar los componentes técnicos de la composición y, prescindiendo casi absolutamente de las intenciones creativas del compositor, eleva a la categoría de sublime o de vulgar las partituras que más o menos se acojan a las maneras armónicas

o contrapuntísticas del período común; el Análisis para la interpretación atiende primordialmente al estilo propio y actualizado del compositor para llevar a la interpretación musical aquellas características y modos que acerquen al público el universo sonoro que cada compositor ha desarrollado en su mente y que, a menudo, la manera consuetudinaria de la escritura musical no permite plasmar nítidamente, de ahí que cada vez más se tenga que recurrir a la inclusión de textos explicativos o de nuevos signos que puedan hacer entender mejor al intérprete la manera de realizar la ejecución de la obra. Entre estas otras posibilidades de análisis sobresale por su importancia el análisis auditivo, principalmente el que realiza el intérprete o el Director durante los ensayos de la obra, pues es ahí donde empiezan a surgir las verdaderas intenciones recónditas del pensamiento musical y expresivo que el compositor ha dejado ínsitos en la partitura; c) Modelo de trabajo en la música contemporánea, que deja en absoluta evidencia la inadecuación del análisis musical tradicional por cuanto existe la inequívoca voluntad de los compositores actuales de alejar e incluso desterrar todos los modos tradicionales y académicos de construir la música, principalmente la ausencia de líneas melódicas y la construcción de unos nuevos modos armónicos que requieren no sólo oídos nuevos para su escucha sino también nuevas técnicas de interpretación que, en una mayoría de las ocasiones, hay que ir creando paralelamente a la composición de la obra. La realidad nos muestra que tanto los intérpretes como los ensembles especializados en este tipo de música requieren trabajar de consuno con los compositores en el montaje de las obras, trabajo durante el cual va naciendo e incluso en ocasiones modificándose la propia partitura para trasladar mejor al público el universo sonoro que encierra.

Esto indica que el principal problema del análisis musical tradicional, defendido por tantos y tantos analistas, docentes y revistas especializadas, es su total alejamiento de la realidad interpretativa de nuestros días. Decía Gustav Mahler (1860-1911) que lo mejor de la música no puede hallarse en las notas, en una clara alusión a esa intencionalidad, ese universo mental y sonoro del compositor. Revelar esa intencionalidad, esas pretensiones expresivas del autor sería la mejor justificación de todo análisis musical: ¿lo hace?

Interdisciplinariedad y análisis musical.

La interdisciplinariedad es una manera de reflexionar sobre las ideas, nada hay más interdisciplinario que la misma realidad, “la interdisciplinariedad es necesaria porque la realidad no tiene ninguna culpa de los planes de estudios que se pactan en escuelas y universidades” (Wagensberg, 2014, pp. 13-14).

El objetivo de la investigación interdisciplinar es eliminar la separación entre las disciplinas científicas y las artísticas y, como ya ha quedado expuesto, es en el análisis musical donde más se evidencia el espíritu interdisciplinar principalmente desde la aparición de la informática que, si bien es cierto que resulta de utilidad para la comprensión del sentido y la intencionalidad de cualquier música, en la música actual (también llamada contemporánea) resulta esencial por cuanto nos permite acelerar los procesos de recuento de alturas, reincidencia de cada sonido y cálculo probabilístico de su aparición, al tiempo que nos descubre propiedades diferentes de las construcciones musicales analizadas.

Esta tecnología nos permite controlar un factor clave y el más difícil con el que se encontraba el análisis musical no informatizado como era el tiempo y los sucesos específicos de cada trayectoria espacio-temporal, relacionado también con la evolución de la densidad (número de eventos por unidad de tiempo, compresión del registro, densidad propia de cada timbre instrumental o vocal). Con la aparición de la tecnología informática el espíritu interdisciplinar ha quedado muy reforzado.

A comienzos del siglo XX la experiencia musical encontró fundamento científico en la Psicología de la Gestalt⁷, la Lingüística, el Estructuralismo, la Semiología⁸, la Teoría

⁷ La Psicología de la Gestalt, surgida en Alemania a principios del siglo XX, se ocupa de la forma y de la configuración, y explicaba las emociones como el resultado de la frustración de expectativas. Aplicada al análisis musical, es el resultado de lo que se espera escuchar y su comparación con lo que realmente se escucha.

⁸ La Semiología se define como “la ciencia que estudia la vida de los signos en el seno de la vida social” (Saussure, 1908). La semiótica se define como la ciencia que estudia las propiedades generales de los sistemas de signos. Ambos términos no son sinónimos, existen entre ellos singulares diferencias: a) de una parte, tal vez semiología tenga más uso en la tradición europea y semiótica en la angloamericana, aunque tiende a generalizarse el uso de semiótica; b) la semiótica se centraría en la formación y distribución de reglas sintácticas dentro de un código determinado, mientras que la semiología estudia las múltiples relaciones entre signo y significado.

de la información y la Informática. Con todas ellas se ha relacionado el Análisis Musical y de manera muy provechosa con la última de ellas, la Informática, que le permite, además de la aceleración de los procesos de recuento y estadísticos, acceder al análisis auditivo, no sólo durante los ensayos de la obra sino también a través de grabaciones digitales, que es hoy una *conditio sine qua non* para alcanzar el objetivo más importante del análisis: ofrecer al intérprete todos los aspectos inherentes al pensamiento musical del compositor para propiciar la mejor interpretación posible de la obra.

Particularmente interesante en este sentido es el software desarrollado en la University of London's Center denominado Sonic Visualiser⁹ que le permite al analista musical visualizar, analizar y anotar archivos de audio, con la visualización incluso de los efectos de rubato u otros que se puedan realizar o vengan indicados en la partitura.

Desde que el matemático Mandelbrot¹⁰ (1924-2010) acuñara en 1977 la palabra fractal¹¹, referida a conjuntos matemáticos con determinadas condiciones estructurales, el análisis musical se ha apoyado en ella para detectar y explicar la estructura de partituras actuales y antiguas que estaban basadas en estas construcciones geométricas. Un ejemplo paradigmático se encuentra en la Bourrée I de la Suite para cello nº 3 de Bach que responde a patrones fractales; ello no quiere decir que Bach tuviera en su mente hace siglos este tipo de estructuras matemáticas que han sido descritas muy posteriormente, pero es una clara evidencia de que las relaciones interdisciplinarias entre ciencia y análisis musical producen un mejor resultado –a veces es la única manera de obtener resultados- ante el entramado de posibilidades que la creatividad artística tiene a su disposición.

⁹ Sonic Visualiser es una aplicación de análisis de sonido desarrollada en Queen Mary, University of London y diseñada específicamente para el análisis de grabaciones enfocado al uso en Musicología.

¹⁰ Benoit Mandelbrot fue un matemático de origen polaco que es considerado el padre de los fractales ya que, si bien no fue su inventor dado que las propiedades geométricas fractales están desde siempre en la naturaleza, sí fue el que acuñó el término fractal en el año 1977. El Conjunto de Mandelbrot, descubierto por él, es el más popular y conocido de los fractales.

¹¹ Es un objeto geométrico cuya estructura es autosemejante, es decir que sus partes son semejantes al conjunto total; presentan detalles en todas las escalas y mirados con cualquier nivel de zoom sus detalles son los mismos que a nivel global; deben tener una definición algorítmica muy simple y recursiva. Etimológicamente proviene de la palabra latina *fractus* que significa fragmentado.

Conclusiones.

La creatividad artística es y debe ser inquieta y curiosa y por ello no permanece estática durante mucho tiempo en un mismo esquema formal, ni se sujeta cómodamente a modas ni modos durante un largo período de tiempo.

La creatividad musical, impulsada por esas dos cualidades y por la visión avanzada del artista –llamémosle genialidad– siempre explora nuevos terrenos, nuevas posibilidades y gusta de experimentar con ellas incorporando otras formas de generar sonidos, de crear atmósferas sonoras, que toma prestadas de campos de la ciencia que se consideraban extraños al fenómeno artístico.

Hemos visto cómo *ex-ante* del suceso el compositor recurre a las matemáticas para extraer posibilidades estocásticas que generen combinaciones y relaciones entre notas y acordes; a la geometría para crear patrones fractales e incluso estructuras geométricas para conformar la obra musical; a la electrónica para generar música que en ocasiones se va creando en el mismo momento de la interpretación grabando y devolviendo *in situ* nuevos sonidos; a la propia investigación científica en el campo de la acústica para demostrar en una partitura que el silencio absoluto no existe entre los seres vivos (Cage, 1912-1992); a la informática para facilitar todas las acciones creativas, analíticas, editoriales, etc.

Ex-post del suceso, para poder descubrir, identificar y comprender en su totalidad el pensamiento del artista, el análisis musical tiene que abrirse a utilizar los conocimientos de las mismas especialidades científicas que los compositores han utilizado, ya que de otro modo no sólo quedará incompleto el trabajo del analista musical, al desconocer hechos y procesos relevantes ínsitos en el desarrollo de la partitura, sino que resultará de todo punto imposible realizar cualquier análisis si la obra analizada respondiera a los esquemas de la música actual.

Es claro que las relaciones interdisciplinares en el análisis musical precisan ser ya una vocación del mismo análisis, la única manera posible de que pueda poner de manifiesto otros y nuevos aspectos de la música de los siglos pasados que

complementen positivamente los resultados del análisis tradicional, a la par que ocupará su imprescindible lugar en el conocimiento y posterior explicación de las técnicas creativas de los nuevos tiempos y de las posibilidades que cada artista ha logrado extraer de experiencias de otras ciencias, para enriquecer con ella la creación artística y ofrecerle a la sociedad la música que es inherente al tiempo que esa sociedad protagoniza y que difiere notablemente, como es obvio, de los tiempos vividos por sociedades anteriores.

La informática, como se ha dicho repetidas veces, ha venido a enriquecer el trabajo de los creadores, pero también ha posibilitado y enriquecido el campo de acción del análisis musical por su facilidad de proceso para llegar a detalles muy difíciles de apreciar en un análisis visual de la partitura y por el ahorro de tiempo que proporciona en el recuento de alturas, del número de veces que tal o cual sonido aparece a lo largo de la obra o de las probabilidades de que tras un determinado sonido aparezca tal otro pero, más allá de eso, como expone Moro Vallina (2016) supone una oportunidad para explicar por qué el oyente (experimentado o no) asume un nivel de coherencia en la música sin conocer cuáles son sus técnicas de escritura particulares.

Referencias bibliográficas.

WAGENSBERG, J. (2014). *El pensador intruso. El espíritu interdisciplinario en el mapa del conocimiento*. En Tusquets Editores, *Metatemáticas* (pp. 21-46). Barcelona.

MORO VALLINA, D. (2015). *El espíritu interdisciplinar*. Material no publicado.

Bibliografía.

HODGES, W. (2007). *La geometría de la música. Quodlibet*, 39, (pp. 68-97).

BROTHERS, Harlan J. (2007). Structural Scaling in Bach's Cello Suite nº 3. *Fractals*, Vol. 15, No. 1 (pp. 89–95). World Scientific Publishing Company.



FRANCISCO PASTOR BUENO. Compositor y Violonchelista sevillano nacido en el año 1951. Es un destacado compositor actual cuya música es requerida, apreciada e interpretada en toda España. Creador incansable y analista constante, al que ningún campo de la música le es ajeno, está en posesión del Master en Análisis e Investigación aplicados a la Composición Musical y de la Insignia de Honor del Curso de Temas Sevillanos por su labor en favor del arte de la Música. Junto a la formación musical obtiene también la Licenciatura en Derecho como parte esencial de su formación humanista.

Como compositor desarrolla una interesante línea de trabajo sustentada en la transtonalidad expresionista, en la que utiliza la melodía a modo de trampantojo tonal mientras en los planos intermedio y de fondo establece la libertad de asociación sonora, en la que cada sonido evoluciona en relación con sus disímiles.

En el terreno académico es requerido para impartir Masterclass sobre Composición, Análisis e Interpretación, siendo impulsor y Coordinador General de los Cursos de Dirección de Coria del Río, así como del Concurso de Directores “Banda Artística Coriana”; asimismo, es requerido como miembro del Jurado en distintos Concursos de Interpretación y de Dirección Musical. Ha sido invitado a dirigir a las más importantes Bandas de Música, así como asociaciones corales y coros de cámara, además de ser prolífico autor de artículos y publicaciones centrados en la historia y la didáctica musical.

paco.pastor@telefonica.net