

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Enrique Igoa *

Antes de abordar un recorrido por las diversas tendencias y métodos analíticos que tienen como base las técnicas estadísticas, es necesario tener una panorámica de conjunto del análisis musical como disciplina, puesto que la aplicación de la estadística no se circunscribe a un único sistema de análisis, sino que es válida para diversas aproximaciones al hecho musical que presentan, a su vez, puntos en común en su método operativo. Para ello, nada mejor que recurrir al excelente trabajo de I. D. Bent titulado *Analysis*, publicado primero como artículo dentro del *New Grove Dictionary of Music and Musicians*, y después como libro dentro de la colección *The New Grove Handbooks in Music* (1990).

La clasificación propuesta por Bent proporciona una tipología que contempla tres apartados, en función de la aproximación a la sustancia musical, de los métodos operativos y de los medios de presentación.

1) En función de la **aproximación a la sustancia musical**, la pieza musical es considerada:

- a. Una estructura.
- b. Una concatenación de estructuras musicales.
- c. Un campo de datos en el que buscar modelos.
- d. Un proceso lineal.
- e. Una serie de símbolos o de valores emocionales.

2) En función de los **métodos operativos**, se encuentran categorías como las siguientes:

- a. Técnicas de reducción.
- b. Comparación, reconocimiento de la identidad, similitud, propiedades comunes.
- c. Segmentación en unidades estructurales.

* Enrique Igoa ha sido profesor de los Cursos de Especialización Musical del Aula de Música de la Universidad de Alcalá.

- d. Búsqueda de reglas de sintaxis.
- e. Recuento estadístico de rasgos distintivos.
- f. Lectura e interpretación de los elementos expresivos, imágenes, simbolismos.

3) Según los medios de presentación se encuentran las siguientes categorías:

- a. Partitura con anotaciones, reducción o línea continua de análisis.
- b. Partitura fragmentada, mostrando juntos los elementos comunes.
- c. Lista o léxico de unidades musicales, acompañada de alguna sintaxis que describa su empleo.
- d. Gráficos con reducciones mostrando relaciones estructurales escondidas.
- e. Descripción verbal, usando terminología formal estricta, metáforas poéticas imaginativas, programa sugerido o interpretaciones simbólicas.
- f. Restablecimiento formulístico de la estructura en términos de símbolos numéricos o de letras.
- g. Presentación gráfica: configuración del contorno, diagramas, gráficos, símbolos visuales para elementos musicales específicos.
- h. Tablas o gráficos estadísticos.
- i. Partitura reelaborada (mezclando pasajes de la obra original con demostraciones auditivas de las conexiones entre temas o relaciones de otro tipo), grabada en cinta o en disco, o interpretada en vivo.

1. ESTADÍSTICA, ORDENADORES, SISTEMAS

La estadística se puede considerar, a efectos analíticos, como una rama de las matemáticas centrada en el recuento, tratamiento e interpretación de datos, cuyos resultados son presentados generalmente en forma de tablas y gráficos, con el fin de proporcionar una base objetiva que permita su posterior evaluación desde el punto de vista musicológico. En este sentido, es obvio que las técnicas estadísticas son sólo un medio, nunca un fin en sí mismas, por lo que debe ser el criterio musical del analista el que ofrezca, a partir de ellas, la justa valoración del objeto analizado en términos musicológicos.

Es evidente que la herramienta más potente de que dispone el analista es, sin duda alguna, el ordenador. Como recuerda Bent, "la importancia del ordenador es doble: puede contar, lo que significa proporcionar estadísticas acerca de rasgos de estilo, ya sea para sugerir o cuestionar la autenticidad de una obra o simplemente para definir el estilo como un agregado de rasgos distintivos; puede

también comparar y detectar así la identidad y la diferencia, y esta comparación se puede usar para definir la forma de distribución de los elementos, cuáles de ellos aparecen en combinación y bajo qué condiciones, y cuáles no se combinan nunca; en resumen, puede deducir una sintaxis para el comportamiento de un material en una determinada obra o estilo.”

Las técnicas estadísticas se encuentran en la base de varios métodos de análisis. Siguiendo en parte algunos de los apartados propuestos por Bent en su cap. IV y añadiendo otras contribuciones analíticas no mencionadas en el libro, es posible citar cinco sistemas de análisis musical en los que la estadística está presente en mayor o menor medida. Son los siguientes:

- análisis de las categorías y de los rasgos musicales;
- análisis del estilo musical;
- matemáticas y música;
- semiótica musical;
- teoría de la información.

Como veremos enseguida, todos ellos tienen entre sí puntos en común en su forma de operar, y son más bien la procedencia extramusical de la disciplina (en los dos últimos casos), los medios de presentación, o la amplitud del objeto estudiado lo que diferencia sus métodos de trabajo y el papel que en ellos juega la estadística.

2. ANÁLISIS DE LAS CATEGORÍAS Y DE LOS RASGOS MUSICALES

Según Bent, “el análisis de las categorías empieza con el reconocimiento de que la música es un fenómeno demasiado complejo para ser comprendido sin alguna forma de fragmentación de su material en sus elementos constituyentes”. Los tres ejemplos citados en este apartado se centran en uno solo de los posibles rasgos musicales que se podrían estudiar en una obra o repertorio, por lo que se reserva al análisis estilístico una visión más global de la música en la que estén representados todos o la mayoría de sus elementos o parámetros. La presentación de los resultados se realiza en muchos casos mediante tablas y gráficos estadísticos, siendo muy frecuente el tipo de cuadrícula o matriz cuyas dos dimensiones están reservadas para las categorías y para una escala de medición de las mismas.

El método de A. Lomax (1968) tiene como finalidad el estudio del estilo vocal en la música popular (de ahí su nombre, “*cantometrics*”). Partiendo de una “matriz de comportamiento” compuesta por 37 categorías y 13 grados, es posible adjetivar cualquier estilo vocal mediante su localización en algún punto a lo largo de un espectro de estilos cuyos extremos son “altamente individuali-

zado” y “altamente cohesivo”. Su utilización en el ordenador es muy sencilla, facilitando la comparación analítica y proporcionando resultados en forma de gráficos.

Muchos de los métodos centrados en el análisis de los rasgos musicales parten del recuento de elementos (notas, intervalos, acordes, figuraciones rítmicas, combinaciones tímbricas, etc.), con el fin de obtener su frecuencia de aparición a lo largo de un pasaje, obra o conjunto de obras, lo que permite reconocer la afinidad entre las mismas mediante la comparación de datos. En palabras de Bent, “esta visión de la música como un universo de elementos, y del estilo de cada autor como un conjunto de dichos elementos con diferentes frecuencias, conduce a una concepción del estilo como un concepto estadístico por naturaleza.”

Así funciona, por ejemplo, el método de Crane y Fiehler,¹ mediante el cual es posible calcular la afinidad según tres tipos: coeficientes de asociación, coeficientes de correlación y coeficientes de distancia. También está basado en el recuento el sistema propuesto por el autor de este artículo.² En su primera formulación se razona la elección del lenguaje musical (es decir, las series de sonidos, aisladas y en combinación, en horizontal y en vertical) como factor más importante para la comprensión de la evolución musical, y se llega, mediante el recuento de sonidos, a la definición del grado de cromatismo, que relaciona la nota con menor frecuencia con la de mayor frecuencia a lo largo de la obra. Este índice permite una supuesta clasificación de los estilos musicales según su grado de cromatismo. Por último se ofrecen cuatro ejemplos prácticos (obras de Machaut, Mozart, Chopin y Schönberg), cuyos resultados se presentan en forma de tablas y gráficos que relacionan cada nota con su frecuencia de aparición.

En el segundo artículo se introduce la noción de variabilidad temporal, es decir, la ponderación que la duración de cada sonido ejerce sobre su frecuencia, con el fin de reflejar en los datos la diferente importancia que asigna el oyente a los sonidos en función de su duración. Los ejemplos analizados en este caso pertenecen al *Códice de las Huelgas*, Gesualdo, Mozart, Chopin y Webern. En la última exposición del método se amplía considerablemente el número de índices empleados, agrupándolos en medidas de centralización (media aritmética absoluta y relativa) y medidas de dispersión (desviaciones media y típica, varianza, variable normalizada, rango, grado de cromatismo, coeficientes de variación y umbrales). Asimismo se clarifica la utilización de la estadística como base para este método (y para otros similares) y se limitan los objetivos del sistema al estudio del lenguaje musical, dejando la puerta abierta a otras muchas aplicaciones (timbre, textura, ritmo, etc.). Por último, se analizan exhaustivamente dos obras extremas entre la tonalidad más clásica (Mozart) y el dodecafonismo más puro (Webern); los resultados son presentados en tablas y gráficos que incorporan los nuevos índices y medidas.³

1. Descrito en la obra de Lincoln de 1970. Véase la bibliografía que figura al final del presente artículo.

2. E. Igoa, 1986, 1989, y 1998.

3. El autor ha preparado un nuevo trabajo en el que se pone en práctica este método en el *Preludio de Tristán e Isolda*, de R. Wagner, en conjunción con el análisis armónico funcional y el análisis estructural, y cuya publicación se realizará próximamente.

3. ANÁLISIS DEL ESTILO MUSICAL

Como ya hemos apuntado más arriba, el análisis del estilo tiene una intención más globalizadora, lo que implica un estudio mucho más exhaustivo de los rasgos musicales con el fin de tener suficientes elementos de comparación para detectar afinidades y diferencias entre las obras analizadas. De nuevo la estadística puede ser una herramienta de gran utilidad, al proporcionar índices exactos y mediciones objetivas de todos los datos necesarios para evaluar los estilos musicales.

Dos proyectos desarrollados en universidades norteamericanas se han basado en programas informáticos y en técnicas estadísticas para evaluar sendos estilos musicales: el de Josquin Desprez (dirigido por A. Mendel y L. Lockwood en la Universidad de Princeton entre 1963 y 1970) y el de la *chanson* del s. XVI (desarrollado en la Universidad de Chicago bajo la dirección de Lawrence Bernstein).

En su libro *Musikalische Analyse*, Diether de la Motte pone en acción diez sistemas analíticos, y entre ellos se encuentra el método estadístico, aplicado también al estudio de una obra de Josquin Desprez, el *Agnus Dei II* de la misa *Pange lingua*. El propósito del autor es poner en evidencia las proporciones de la construcción seccional y su relación con el texto y con el himno original, destacar la configuración rítmica y melódica de los materiales y buscar las relaciones entre motivos que genera dicho contorno, para lo cual utiliza un método de segmentación cercano al de N. Ruwet, que veremos en el apartado sobre semiótica musical.

La musicóloga Alica Elscheková (1978) concentra en su artículo sobre el concepto y los niveles del estilo en la música popular eslovaca los resultados de sus anteriores investigaciones sobre el particular, la mención de cuyos títulos es ya de por sí bastante significativa de sus propósitos: análisis etnomusicológico; métodos de análisis y sistematización de las melodías populares eslovacas; métodos de clasificación de melodías; tecnología para la utilización de datos, etc. Los estadios propuestos para llegar a los niveles del estilo pasan por el análisis de la tonalidad, sistema tonal, ámbito, melodía, rítmica, métrica, estructura polifónica, timbre, dinámica, tempo, etc.; la clasificación y sistematización de las melodías según los resultados analíticos; la concentración de los grupos melódicos y categorías musicales según sus parámetros y su evaluación estadística; y la comparación estructural, estilística y melódica con otras culturas fuera de la investigada, así como las relaciones interétnicas e interregionales que existan. Tras establecer los “niveles genéticos del estilo” (mágico-ritual, campesino, pastoril, canción modal y canción nueva), empieza el recorrido por cada uno de ellos con la ayuda constante de los resultados estadísticos sobre tipos melódicos, musicalización estrófica, estructura en 2, 3 ó 4 partes, número de sílabas por cada frase musical, etc. Por último, sube al “nivel regional del estilo” (sur, centro, este y noroeste de Eslovaquia), para concluir con una tabla estadística de las estructuras mono y bitemáticas en base a la agrupación de las frases según el número de sílabas.

4. MATEMÁTICAS Y MÚSICA

Aunque no sea estrictamente un trabajo dedicado al análisis musical, el tratado de Iannis Xenakis titulado *Musiques formelles* (1963) recurre al análisis para mostrar las técnicas que emplea en sus obras, técnicas íntimamente ligadas a la estadística: probabilidades, estocástica, teoría de juegos y cadenas de Markov. Por este motivo, y por el hecho de proporcionar una visión más amplia de la música y unos métodos más precisos para su investigación, sería útil recordar su propuesta de “un mundo de masas sonoras, inmensos grupos de sucesos sonoros, nubes y galaxias gobernadas por características nuevas como densidad, grado de ordenación y ratio de cambio, en lugar del tradicional pensamiento musical lineal”, como alternativa perfectamente válida para el análisis musical, no sólo de su música o de otras muchas músicas del s. XX, sino también adecuada para cualquier época y cultura musicales.

5. SEMIÓTICA MUSICAL

En palabras de Bent, “la semiótica musical considera la música como una corriente de elementos sonoros gobernados por reglas de distribución, es decir, por modos según los cuales los elementos se asocian entre sí, se complementan o se excluyen mutuamente”. Un ejemplo de análisis musical basado simultáneamente en la semiótica y en las técnicas estadísticas es el propuesto por N. Ruwet (1966; 1972), en el que la segmentación de una melodía a través de una serie de reglas de transformación que permiten reconocer similitudes y equivalencias proporciona un modelo de distribución de dichos segmentos y de sus posibles intercambios a lo largo de la melodía. También J. J. Nattiez ha utilizado las técnicas estadísticas en su importante trabajo *Fondements d'une sémiologie de la musique* (1975), donde muestra, por ejemplo, el léxico de figuras rítmicas o la tabla de distribuciones de los motivos en obras de Debussy y Varèse.

6. TEORÍA DE LA INFORMACIÓN

La explicación del análisis mediante la teoría de la información, según Bent, implica “contemplar la música como un proceso lineal. Este proceso es gobernado por una sintaxis, pero esta sintaxis se deduce de la probabilidad de que aparezca un elemento en lugar de otro en un momento determinado de la línea temporal, por lo que su método operativo se centra en la creación, satisfacción o frustración de las expectativas del oyente. Un mensaje es una cadena de unidades con sentido

propio. En música, estas unidades son tomadas como 'sucesos' en una composición: notas aisladas, acordes o simultaneidades. Cualquier suceso en la cadena temporal crea una expectativa sobre el siguiente suceso por llegar. Si la predicción se confirma, entonces no se produce información; si no se confirma, entonces sí se obtiene información. Los 'sucesos' en una obra musical se agrupan en modelos, y la cantidad total de información contenida en un modelo puede ser calculada mediante una fórmula y expresada con un índice". Coons y Kraehenbuehl (1958) han propuesto dos índices en este sentido, uno de articulación (condiciones de unidad y de variedad) y otro de jerarquía (que mide la unidad mediante la conjunción de los diferentes parámetros).

N. Böcker-Heil (1972), por su parte, realiza en su primer artículo presentado en el Congreso de Copenhague de 1972 una acertada clarificación del papel del ordenador como herramienta para el análisis, tras lo cual delimita los objetivos del análisis musical en general y del análisis estilístico en particular, describiendo los métodos de trabajo de éste último y su posible codificación informática. En el segundo artículo pone su método en acción mediante el análisis de madrigales de Palestrina, Rore y Marenzio, de los que extrae datos sobre la musicalización del texto, presencia de disonancias y configuración melódica, que presenta en tablas y gráficos estadísticos, uno de los cuales es una representación en tres dimensiones, obtenida mediante un programa de dibujo, del transcurso de la "función disonancia" a lo largo de las obras. Como ya ha sucedido en otros casos, las técnicas estadísticas se alían aquí al uso del ordenador en un trabajo a caballo entre los postulados de la teoría de la información y del análisis estilístico. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Bent, I. D., *Analysis*. MacMillan Press. Londres, 1990.
- Bernstein, L., *The Unanswered Question: Six Talks at Harvard*. Cambridge, Massachussets, 1976. MQ lxiv, 1978.
- Böcker-Heil, N., *Musikalische Stilanalyse und Computer. Einige Grundsätzliche Erwägungen. Der Zustand polyphoner Strukturen: ein Beispiel automatischer Stilbeschreibung*.
- International Musicological Society, 11th Congress. Copenhagen, 1972.
- Coons, E. & Kraehenbuehl, D., *Information as a Measure of Structure in Music*. JMT (ii), 1958.
- Elschéková, A., *Stilbegriff und Stilschichten in der slowakischen Volksmusik*. Studia Musicologica Academiae Scientiarum Hungaricae 20, 1978.
- Igoa, E., *Un nuevo método de análisis en Musicología*. Anuario Musical nº 41, Barcelona, 1986. C.S.I.C. Institución "Milà i Fontanals". U.E.I. Musicología. *Observaciones complementarias al*

método del grado de cromatismo. Revista de Musicología vol. XII núm. 1. Madrid, 1989. *Análisis estadístico: el grado de cromatismo y otras medidas de dispersión tonal*. Revista Música y Educación 35. Madrid, 1998.

- Lamotte, D. de, *Musikalische Analyse*. Bärenreiter Verlag. Kassel, 1990.
 - Lincoln, H. B., *The Computer and Music*. Ithaca. Nueva York, 1970.
 - Lockwood, L., *A Stylistic Investigation of the Masses of Josquin Desprez with the Aid of the Computer: a Progress Report*. Musicology and the Computer. Nueva York, 1970.
 - Lomax, A., *Folk Song Style and Culture*. Washington DF., 1968.
 - Mendel, A & Hall, T., *Princeton Computer Tools for Music Research*. Informatique et sciences humaines xix, 1973.
 - Nattiez, J. J., *Fondements d'une sémiologie de la musique*. París, 1975.
 - Ruwet, N., *Méthodes d'analyse en musicologie*. RBM xx, 1966. *Langage, musique, poésie*. París, 1972.
 - Xenakis, I., *Musiques formelles: nouveaux principes formels de composition musicales*. París, 1963.
- [Traducción al inglés: Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition. Londres, 1971]