

# La ciencia de la música entre los siglos XVI y XVIII: de los sonidos que no se oyen a los orígenes de la acústica

Guillermo Boidó\* / Eduardo Kastika\*\*

## 1. La ciencia de la música

Se halla fuera de discusión la simbiosis existente en Europa, en la transición que nos lleva del siglo XVI al XVIII, entre la ciencia y la música, disciplina hoy expulsada del ámbito científico. Nos encontramos con importantes protagonistas de la *nueva ciencia* surgida con la Revolución Científica (llámense filósofos naturales, matemáticos, astrónomos o médicos, y con independencia de la tradición científico-filosófica a la que hayan pertenecido) que se ocupan seriamente acerca de cuestiones musicales. Y más todavía: en muchos casos, tales autores invocan el prestigio de escritores clásicos que, además de investigar y escribir sobre astronomía o matemática, por ejemplo, también lo hicieron sobre música. Nos preguntamos, en primer lugar, por qué los mismos autores que hoy estudiamos para comprender el significado de la Revolución Científica incluyeron cuestiones musicales entre sus estudios. Una primera respuesta surge como evidente. *porque la música (o al menos parte de lo que se entendía por "música" en la época) era considerada en ese entonces una ciencia*. Inclusive nos encontramos con que a la música no se le concedía un lugar menor, y, en algunos casos, su trascendencia era similar a la de la óptica, la astronomía o la matemática.

Desde el momento en que pueden ser reconocidas *reflexiones* acerca de la música, ellas se han orientado en dos direcciones: la *estética*, referida a la composición musical, la instrumentación o el papel de la armonía y la melodía; y la *científica*, que esencialmente se interroga acerca de la naturaleza del sonido musical. Por ello es conveniente abordar la pregunta sobre la relación entre ciencia y música en el período en estudio utilizando como una suerte de *mediador* a una categoría historiográfica que denominaremos "ciencia de la música." En la actualidad la ciencia de la música prácticamente ha dejado de existir, pero estaba presente, y con gran vigor, en aquella época. Al adoptar este punto de vista, evitamos caer en anacronismos, pues nos remitimos a una categoría de análisis, la ciencia de la música, tal como era concebida por los autores del pasado. La ciencia de la música y su historia han quedado en nuestra época relegadas al interés de unos pocos historiadores. El arte de la música, la estética musical, es hoy el centro de un universo que ha dejado de lado las pretensiones de "ciencia." La componente "científica" de aquella ciencia de la música pertenece en la actualidad casi exclusivamente a una rama de la mecánica: la acústica, y en particular a la llamada *acústica musical*. Pero el papel de la ciencia de la música entre los siglos XVI y XVIII fue fundamental. Según algunos historiadores actuales, como Stillman Drake y H. Floris Cohen, los estudios sobre música conformaron incluso un ámbito de reflexión y experimentación *central* para el surgimiento de la ciencia moderna, al menos en importantes aspectos.

Trátase de aristotélicos, herméticos o mecanicistas, en el período mencionado los estudiosos asignaban un papel destacado a la música como recurso para sus indagaciones acerca

\* Centro de Estudios Avanzados, Facultad de Ciencias Exactas. Universidad de Buenos Aires.

\*\* Universidad de Belgrano.

del universo o simplemente acerca de ciertos fenómenos naturales que era necesario explicar por requerimientos de la composición e interpretación musical: *música y conocimiento* eran fuertemente afines. En los términos en que concebimos la “ciencia” de la época, nuestra caracterización de la *ciencia de la música* incluye estudios, reflexiones y experimentaciones de muy diversa naturaleza, en particular porque se vinculan con modos de pensamiento muy disímiles. Por otra parte, los protagonistas de aquel universo provenían de disciplinas y prácticas que hoy concebimos en compartimentos relativamente estancos: filósofos naturales, astrónomos, matemáticos, compositores e intérpretes musicales, constructores de instrumentos.

Así encontramos en la ciencia de la música, desde Pitágoras en adelante, consideraciones sobre el conocimiento de la música como clave para la comprensión del cosmos, vinculado con la numerología y la magia, que incluyen, por caso, especulaciones metafísicas sobre la armonía del universo o la armonía celestial, sobre las razones por las cuales los sonidos musicales son agradables al oído, sobre el motivo por el cual la música provoca distintos estados afectivos en el alma humana, sobre la música como mediadora entre microcosmos y el macrocosmos; sobre la justificación mística o religiosa de la división de la octava; sobre la vibración de los cuerpos sonoros y la posibilidad de emplear instrumentos para la experimentación musical, sobre los intervalos musicales y su relación con proporciones numéricas; sobre el mecanismo por el cual los instrumentos emiten los sonidos musicales y éstos llegan a nuestros oídos. En este trabajo intentamos mostrar brevemente que la *historia* de la ciencia de la música nos ilustraría acerca del proceso que llevó a la música a ser concebida exclusivamente como un arte, al desligarse de sus componentes “científicos,” y a la vez de qué manera éstos fueron transferidos al ámbito de la física para conformar la disciplina que hoy llamamos acústica.

## 2. La ciencia de la música entre la Edad Media y el Renacimiento

Para la concepción medieval, la música era una ciencia alejada de los sentidos o del placer auditivo y —vinculada a la moral— estaba básicamente al servicio de la educación religiosa. El romano Boecio (siglo VI) fue la guía y autoridad durante todo el medioevo en lo que se refiere a los escritos clásicos sobre música. Su concepto de *música mundana* es el de la pitagórica música de los planetas. se trataba de la armonía en sentido amplio y era la única música que existía verdaderamente. Los otros tipos de música (la *música humana* y la *de los instrumentos*) existían solamente como reflejo o en la medida en que participaban de la armonía del cosmos. Los sonidos de la música mundana de Boecio *no se oyen*.

Los primeros pasos hacia una ciencia de los sonidos percibidos por los sentidos fueron dados en el siglo XI por Guido de Arezzo, para quien las ideas de Boecio son consideradas como “útiles solamente a los filósofos.” El desarrollo de la polifonía y el contrapunto a partir del año 1000 representará un acontecimiento de fundamental importancia, por constituirse en un fuerte estímulo para los teóricos de la música. Es el músico el que deberá afrontar el problema de la consonancia de un mayor número de sonidos, dentro del enredo contrapuntístico que supone el mayor número de melodías de la polifonía. Son necesidades técnicas las que llamarán la atención sobre la fisura que existía entre el plano práctico y la concepción teológico-cosmológica de la música. Gradualmente la música fue definiéndose más como la ciencia de los sonidos producidos tanto por la voz humana como por los instrumentos que ejecutaban los músicos.

Por otra parte, durante el siglo XIV, comienzan a hacer sus primeras apariciones las consideraciones *estéticas* acerca de la música, y se hablará de su *belleza* o su *fealdad*. Cuando surge el *ars nova* como un nuevo estilo musical, por primera vez en la historia lo estético es colocado en primer plano. El *ars nova* significó una mayor variedad en el ritmo, curvas melódicas más armoniosas y partes vocales de movimiento más independiente. Precisamente, una de las primeras discusiones estéticas de teóricos y filósofos en el campo de la música es aquella que se establece entre los partidarios del *ars antiqua* y los del *ars nova*. Pero sólo a partir del siglo XVI la música se consolida paulatinamente como la disciplina de los sonidos percibidos por los sentidos y comienza a ser concebida como un arte. Esto hace que comience a ser evaluada con un criterio estético, y de a poco llega a ser una disciplina independiente, a cargo de los músicos, alejándose de toda especulación numerológica o de carácter filosófico. Por otra parte, desde la filosofía aristotélica, autores como Johannes Tinctoris sostenían que la única música de interés es la de los instrumentos, la que suena y es analizable, por tal motivo, a través de los efectos que produce en el oyente.

Con Gioseffo Zarlino, en la segunda mitad del siglo XVI, acontece la “matematización” de la música real (audible), que a juicio del músico veneciano responde a la “matematización” de la naturaleza. Aunque la música se sostenía en un conjunto de relaciones numéricas —Zarlino era esencialmente pitagórico— la armonía de los sonidos que no se oyen comenzó a estar *estrechamente vinculada* con la armonía de los objetos que sí se oyen. Zarlino intentó justificar racionalmente el uso real que se hacía de los intervalos musicales. Hasta el *Cinquecento* una teoría musical se consideraba *verdadera* si respetaba la tradición que habían transmitido los teóricos más acreditados de la Antigüedad y del Medioevo. Pero en sus *Instituciones armónicas* (1558) Zarlino introdujo un nuevo criterio de verdad, el que aporta el orden de la naturaleza, un orden de carácter matemático y tan sencillo y racional como la naturaleza propiamente dicha.

En la búsqueda de un criterio de verdad basado en el orden matemático de la naturaleza, el fenómeno de los *armónicos* jugó un papel fundamental. Los armónicos se encontraban en la naturaleza y, por lo tanto, su secuencia generaba acordes consonantes. Éste será el punto de partida para los teóricos de la armonía desde Zarlino hasta Rameau. A partir de los armónicos se comenzó a gestar un esquema armónico-tonal que paulatinamente se fue extendiendo desde las canciones populares y la música profana en los medios no oficiales hasta el repertorio musical en general. Este nuevo modo de construcción musical desencadenó formas musicales más sencillas y con una lógica diferente a la de la música renacentista: surgía el barroco. A su vez, la teorización musical comenzó entrelazarse con la actividad de ejecutar y la de componer. Por primera vez los teóricos de la música se concentraron en búsquedas similares a las de los pintores, literatos y demás hombres de las artes.

### **3. Matematización y experimentos en la época de la Revolución Científica**

La más grandiosa tentativa de fundar la consonancia sobre bases estrictamente matemáticas, vinculada con la música de las esferas, es relativamente tardía y se debe a Kepler. Su profunda fe en la estructura matemática del universo difiere, sin embargo, de la concepción pitagórica, pues en lugar de la aritmética privilegia la geometría, coeterna con la mente divina, como fundamento de la armonía universal. El placer suscitado en nosotros por las consonancias deviene de la correspondencia de las proporciones armónicas con arquetipos geométricos impresos por Dios en nuestra alma. Pero la fascinante contribución de Kepler a

la ciencia de la música fue publicada cuando otros estudiosos habían ya comenzado a analizar la consonancia recurriendo a la experimentación o bien indagando sus causas físicas desde el punto de vista del ya influyente mecanicismo. Vincenzo Galilei, por caso, ya había empleado a fines del siglo XVI el monocordio como instrumento de experimentación, y la huella de estos estudios se advierten en la Primera Jornada de los *Discorsi* que habría de publicar más adelante su hijo Galileo.

La búsqueda de la esencia clásica en la Grecia antigua se orientaba hacia la sencillez, la claridad y la racionalidad. Contemporáneo de Zarlino, Galilei es uno de los principales exponentes de dicha búsqueda. En su *Dialogo della musica antica e della moderna* (1581) caracterizó, junto con otros integrantes de la Camerata Fiorentina, los principios fundamentales de un nuevo estilo musical, la “monodía acompañada,” a partir de lo que se creía que era la “verdadera” música griega. Sus fuentes no son los tratados sobre armonía y música como ciencia, sino los que ubicaban a la música como una forma de expresión relacionada con la retórica, la poesía y el teatro. Aquella música reconocía un *ethos* musical específico a cada modo musical: la música debía *mover los afectos*, y esta *teoría de los afectos* será un postulado básico del barroco. La música polifónica de entonces era, para Galilei, absurda, ya que además de generar confusión lingüística y musical mezclaba las diferentes clases de efectos que producía sobre el ánimo del oyente. De este modo la música se desligaba, gradualmente, de las ataduras del plano matemático-teológico, pero al costo de incorporar un nuevo frente: el moral-literario. Entre la música que expresa o imita los sentimientos, las emociones o los fenómenos de la naturaleza, que resuena en los oídos de los comunes mortales y cuya ejecución corre a cargo de esa categoría profesional constituida por los músicos, hasta entonces tan despreciada, y la música pensada, teorizada e investigada por la razón del filósofo, no había relación alguna. Estamos aquí en los albores de la conformación de la música como *arte*, ajena a las especulaciones filosóficas.

#### 4. El mecanicismo y los orígenes de la acústica

Con Isaac Beeckman, en 1616, aparece la primera teoría mecanicista corpuscular del sonido. Cualquier objeto que vibra, como una cuerda, nos dice el filósofo holandés, con el aire circundante en pequeños corpúsculos esféricos de aire que son enviados en todas las direcciones por el movimiento vibratorio del objeto en cuestión. Beeckman asegura que uno de los fenómenos a los que se aplica esta teoría es al sonido y utiliza el corpuscularismo para elaborar una teoría de la producción, propagación y recepción del sonido musical. Su contemporáneo Descartes, aunque igualmente mecanicista, sostenía en cambio, desde su perspectiva plenista, la naturaleza vibratoria del sonido entendido como propagación de perturbaciones de su “fluido universal.” Años más tarde, Christiaan Huygens (hijo de un músico, como Galileo) se ocupará de diversos aspectos teóricos de la música. abordará en particular el problema de la consonancia y propondrá un modelo ondulatorio cualitativo de la propagación sonora, a la vez que estudiará la relación entre la longitud de onda de la onda sonora, su frecuencia y su velocidad de propagación.

Subsistía sin embargo el problema de reconciliar, a propósito de la música, los sentidos y la razón. Durante siglos había existido una puja constante entre la concepción *artística* y la concepción *científica* de la música, entre el oído y la razón, la sensibilidad y el intelecto, la belleza sensible y el orden matemático. En este universo irrumpió Leibniz argumentando que la música es un percibir placenteramente sonidos. La armonía ha de entenderse como

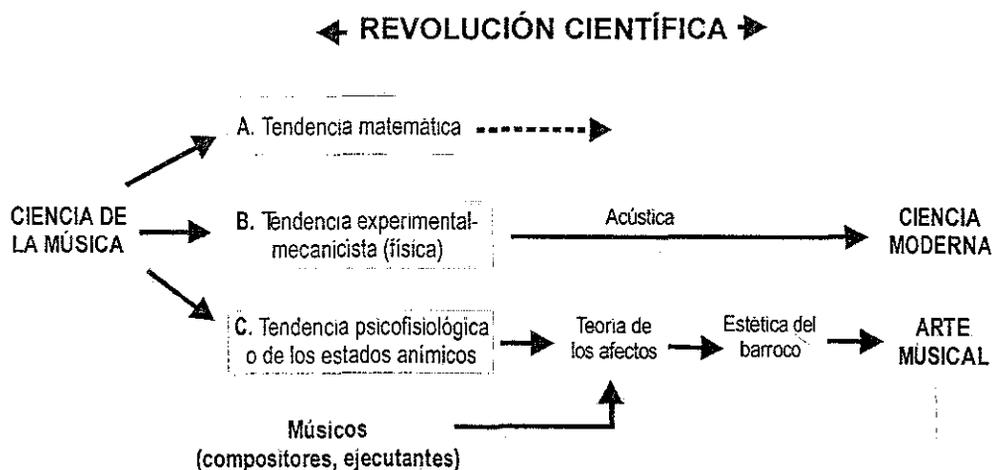
orden matemático del universo, siendo entonces la música el medio por el cual esta armonía matemática y numérica se revela sensiblemente, de manera inmediata, al hombre. La música, nos dice Leibniz, es un ejercicio oculto de aritmética del alma que no sabe hacer el cálculo por sí misma. Al descubrir cómo la estructura matemática del universo se evidencia en los aspectos acústicos de la música, se transformó el estudio de la ciencia de la música: el sonido musical pasa a ser un *fenómeno natural* plausible de ser estudiado desde la filosofía y la ciencia

Esta concepción de la música marcará el rumbo de los estudios teóricos musicales del siglo XVII y XVIII hasta culminar con la síntesis de Jean-Philippe Rameau (1683-1764), que representa, para muchos autores, el arribo definitivo del abordaje físico-matemático a la problemática musical. Habiendo perdido vigencia las teorías que ubicaban a la música como el símbolo de una armonía que se explicaba por medio de proporciones numéricas, en el siglo XVII la música pasó a ser considerada por los filósofos como un "arte menor" subordinado a la retórica y a la palabra. Pero para Rameau, "la música es una ciencia que debe disponer de unas reglas bien establecidas, dichas reglas deben derivar de un principio evidente, principio que no puede revelarse sin el auxilio de las matemáticas." Un concepto fundamental se halla en la base del pensamiento de Rameau: no hay contraposición alguna entre razón y sentimiento, entre intelecto y sensibilidad, entre naturaleza y ley matemática, por el contrario, hay una concordancia perfecta: los citados elementos deben cooperar armónicamente los unos con los otros. No basta con *sentir* la música, sino que también es necesario que ésta sea inteligible, objetivo que deben alcanzar las leyes eternas que rigen su construcción, aun así, la razón poseerá autoridad solamente en la medida en que no se contradiga con la experiencia ni con el oído.

Estamos ya en los umbrales de la acústica. Si bien Mersenne fue el primero en formular las leyes empíricas que vinculan la frecuencia de vibraciones de una cuerda con la altura del sonido emitido por ésta, el físico francés Joseph Sauveur (1653-1716) será quien calculará el número de vibraciones de los sonidos. Al él se deben los términos *acústica* y *armónico*. Establecerá de modo definitivo la presencia de sonidos con frecuencias múltiples diferentes a la fundamental en correspondencia con las vibraciones de una cuerda (los armónicos). Será Sauveur el primero en afirmar, en 1702, que la "calidad" de un sonido (el timbre) depende de la mezcla de distintos armónicos. En la época de Sauveur el problema de los armónicos requería explicar dicha existencia simultánea de más de un modo de vibración en una misma fuente sonora vibrante. Esto, que había resultado para Mersenne una paradoja sin solución, es abordado por Sauveur por medio de la observación de que si se pulsa una cuerda del clave es posible oír no sólo el sonido determinado por la longitud, el grosor y la tensión de la cuerda, sino también sonidos más agudos productos de algunas de sus partes que se separan, de alguna manera, de las vibraciones generales para producir vibraciones particulares. A partir de la obra de Sauveur, las ondas sonoras, a lo largo del siglo XVIII, serán sometidas al tratamiento fisicomatemático en los trabajos de Taylor, D'Alembert, Daniel Bernoulli, Euler, Fourier y tantos otros. Pero por entonces la música, entendida al fin como *arte* y entregada a consideraciones puramente *estéticas* vinculadas con los *estilos musicales*, había emprendido otro camino.

## 5. Conclusiones

La consideración del recorrido que fue atravesando la ciencia de la música durante la transición entre los siglos XVI y XVII, no exento de tensiones, permitiría reflexionar acerca de una nueva perspectiva para el análisis de aspectos trascendentes de la Revolución Científica. Podemos visualizar el lugar que fue ocupando la ciencia de la música durante estos dos siglos si advertimos en ella tres tendencias representadas por distintos enfoques: (a) la de pensadores que teorizaron sobre la música desde una perspectiva puramente matemática; (b) la de aquellos que —desde una concepción de la música menos dependiente de las tradiciones académicas— la utilizaron como un campo fundamental de experimentación de la nueva ciencia, y (c) la de los que decididamente, con la nueva música del siglo XVII, se enrolaron en una perspectiva retórica intentando relacionar los diferentes tipos de música con los efectos producidos por ellos en el estado anímico de los oyentes, lo cual derivó en la teoría de los afectos y su manifestación musical: el barroco. Si hacemos caso omiso al anacronismo, podríamos llamar *matemática*, *física* y *psicofisiológica* (o *de los estados anímicos*) a estas tres tendencias de la ciencia de la música.



Los aspectos matemáticos de la ciencia de la música (de origen pitagórico y vinculados con componentes aritméticos, geométricos y herméticos) dejaron de existir, luego de culminar con la obra tardía de Kepler, a la vez que surgía la acústica, que tuvo sus antecedentes en las teorizaciones y búsquedas experimentales propias de la moderna ciencia mecanicista. Al mismo tiempo, la teoría de los afectos, originada no sólo en la tendencia psicofisiológica de la ciencia de la música sino también en las reflexiones de los propios músicos, influía en las consideraciones estéticas sobre la música de tal modo que el arte musical (por entonces el barroco) se independizaba claramente de sus aspectos científicos. Como señalará en 1701 Sauveur, la acústica será una nueva ciencia que se ocupará *del sonido en general*, mientras que la música tendrá por objeto *el sonido agradable al oído*. La escisión entre ciencia y música que reconocemos en la actualidad había comenzado.

## Bibliografía

- Bensa, Elisa, y Zanarini, Gianni (1999). "La física della musica. Nascita e sviluppo dell'acustica musicale nei secoli XVII e XVII". *Nuncius*, Anno XIV, fasc 1, Firenze, pp. 69-111.
- Bianconi, Lorenzo (1999). *Music in the Seventeenth Century*. Cambridge: Cambridge University Press. [Primera edición en italiano, 1982 ]
- Bukofzer, Manfred F. (1994). *La música en la época barroca. De Monteverdi a Bach*. Madrid. Alianza Editorial. [Primera edición en inglés, 1947 ]
- Coelho, Victor (ed) (1992). *Music and Science in the Age of Galileo*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers.
- Cohen, H Floris (1984). *Quantifying Music, The Science of Music at the First Stage of the Scientific Revolution, 1580-1650*. Dordrecht. D Reidel Publishing Company
- Crombie, Alastair C (1990). *Science, Optics and Music in Medieval and Early Modern Thought*. London. The Hambledon Press.
- Drake, Stillman (1975). "The role of music in Galileo's experiments". *Scientific American*, n 232, junio de 1975, pp. 98-104.
- Fubini, Enrico (1999). *La estética musical desde la Antigüedad hasta el siglo XX*. Madrid. Alianza Editorial [Primera edición en italiano, 1976.]
- Gozza, Paolo (ed) (2000). *Number to Sound, The Musical Way to the Scientific Revolution*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers, vol 64, The Western Ontario Series in Philosophy of Science
- Gouk, Penelope (1999). *Music, Science and Natural Magic in Seventeenth-Century England*. London. Yale University Press.
- Kastika, Eduardo S. (2001). "Música, ciencia y tecnología en la Europa de los siglos XVI y XVII" Tesis de maestría inédita.
- Palisca, Claude (1991). *Baroque Music*. New Jersey: Prentice Hall. [Primera edición, 1968 ]