

Psicodidáctica y acústica musical

Jesús Alonso Moral

Conservatorio de Música “Juan Crisóstomo de Arriaga” de Bilbao

La acústica musical es una ciencia que estudia las señales acústicas utilizadas en música. La colaboración de la acústica con la didáctica de la música puede resultar muy fructífera pero, al menos en nuestro país, la colaboración entre estas dos disciplinas es aún muy pequeña. En este trabajo se indican distintas temáticas abiertas a la investigación y se ofrecen algunas orientaciones metodológicas. Se comentan, por último, aquellas referencias bibliográficas que son de obligada consulta en este campo.

Area de conocimiento: 189

Códigos de la UNESCO: 220104; 610403

Palabras clave: *Física de la música, acústica, didáctica de la música.*

Musical acoustics is a science that studies the acoustic signals used in music. A collaboration between acoustics and music didactics may prove to be very fruitful but, at least in this country, there is still very little collaboration between these two disciplines. This paper indicates several subjects open to research and offers a number of methodological guidelines. Lastly, it discusses the bibliographical references that are essential reading in this field.

Area of knowledge: 189

UNESCO codes: 220104; 610403

Key words: *Music physics, acoustics, music didactics.*

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Aunque se cuenta con una actividad secular dentro del área de la acústica musical, no es hasta estas últimas décadas cuando se desarrolla una producción de conocimiento con fuerte carácter de aplicación. Dado que la acústica musical es una ciencia que estudia las señales acústicas utilizadas en música, focaliza su actividad investigadora y docente en variados aspectos de tipo físico y de tipo psicoacústico que conectan con la actividad musical.

Los planteamientos físicos de la acústica musical hacen que tenga enraizamiento en las ciencias de la naturaleza -físicas-, pero a su vez, los planteamientos de tipo perceptivo, vía oído humano, hace que también tenga arraigo en las ciencias humanísticas -psicológicas-.

La potencia lógica y epistemológica desarrollada por las ciencias físicas, de las cuales la acústica musical es partícipe, y los amplios y vitales planteamientos desarrollados por las ciencias psicodidácticas, sugieren que una colaboración entre la acústica musical y la didáctica de la música puede ser fructífera. Sin embargo, al menos en nuestro país, es muy poco lo que se ha desarrollado entre estas dos actividades con carácter interdisciplinar.

Considerando nuestra cuestión, entendemos que en la situación actual pueden plantearse investigaciones y desarrollos de tesis doctorales en las el conocimiento producido en acústica musical se adecue y progrese hacia una aplicación en la didáctica de la música, toda vez que ésta puede enriquecer estructuras de la acústica musical.

La citada adecuación y progreso puede orientarse hacia varias cuestiones: desde analizar incidencias prácticas del conocimiento físico y psicoacústico de las señales acústicas utilizadas en música para utilidad en la didáctica musical, hasta una profundización en los trabajos que describen en términos físicos y psicoacústicos partes esenciales de la vivencia de musicalidad y expresividad en la comunicación musical; de manera que se puedan aplicar a la docencia de la música.

TRADICIÓN INVESTIGADORA

En el siglo XVI-XVII, Galileo Galilei y otros hombres de ciencia fundamentan conocimientos sólidos de tipo físico sobre el sonido y lo conectan con la percepción auditiva, y en tiempos posteriores se siguen notables desarrollos en este sentido, pero es en siglo XIX cuando el científico alemán Hermann Helmholtz, con su monumental trabajo “Sensaciones de tono”, sienta las bases de lo que puede considerarse la acústica moderna.

Nos situamos en la segunda mitad de nuestro siglo y se lleva a efecto una fuerte actividad de investigación de acústica musical, con una gran producción de conocimientos, tanto en lo que se refiere a la función física de los sonidos, producción y comportamiento, así como en el conocimiento de leyes psicoacústicas y de musicalidad.

Son muchas y variadas las investigaciones de acústica musical que pueden contribuir a un desarrollo interdisciplinar dentro de la línea *Psicodidáctica y acústica musical*; citamos sobre orientaciones de investigación que por su carácter y factibilidad, considerando una aplicación a la didáctica de la música, pueden aconsejar su desarrollo en actuales circunstancias:

1. Estudio físico y psicoacústico de las señales acústicas utilizadas en Música
2. Análisis acústico y desarrollo de instrumentos musicales adecuados para la educación musical escolar y para talleres de construcción de instrumentos musicales
3. Adecuación acústica de las aulas de música
4. Descripción en términos físicos y psicoacústicos de la vivencia de musicalidad y expresividad en la comunicación musical.

MODELOS DE INVESTIGACIÓN

Metodología

En la investigación de acústica musical, ha mostrado ser de gran utilidad el procedimiento analítico y sintético: análisis acústico y psicoacústico de objetos y procesos para proceder a síntesis en interacción con nuevos análisis. Esto vale para las cuatro orientaciones especificadas en el apartado 2, donde están inmersos planteamientos y problemáticas que podemos clasificar de la siguiente forma:

1. *Planteamientos y problemáticas de tipo físico.* Estas investigaciones conllevan análisis físicos de la producción y comportamiento de las señales acústicas utilizadas en la comunicación musical y oral. El proceso puede ser llevado a efecto con los analizadores de Fourier y procesadores en fracciones de octava. Se trata de expresar en términos físicos los parámetros que inciden en la vivencia auditiva, permitiendo desmembrar en elementos esenciales que posibiliten la expresión en términos de causa-efecto versus estímulo-vivencia sonora. Estos parámetros básicos son: frecuencia, amplitud de las vibraciones, distribución espectral de la energía vibratoria, análisis temporales; es decir, análisis correspondientes tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia.
2. *Planteamientos y problemáticas de tipo psicoacústico.* La conexión entre el estímulo acústico y la vivencia sonora es frecuentemente complicada, no sólo por la propia complejidad de las señales acústicas, sino también por las peculiaridades con que oído humano lleva a efecto el procesamiento auditivo. Actualmente se conocen leyes de psicoacústica que permiten referenciar los fenómenos perceptivos sonoros dentro de un marco normalizado. A partir de ahí, se trata de desarrollar aplicaciones y adaptaciones de interés para la psicodidáctica.

3. *Planteamientos y problemáticas de tipo preferencial.* En los juicios de valor relativos a señales acústicas se encuentran aspectos preferenciales debidos no sólo a peculiaridades auditivas de los enjuiciadores, sino también las ligadas a aspectos de tipo cultural y de costumbres; sin olvidar en ciertos procesos las que puedan derivar de un determinado estado de ánimo. Una dilucidación de problemáticas preferenciales aconseja un análisis de cualidades y calidades en conexión con los parámetros que las determinan. Estos parámetros pueden ser evaluados cuantitativamente y correlacionados con medidas y valoraciones de parámetros físico-acústicos y psicoacústicos. Las evaluaciones de aceptabilidad, validez, “objetividad”, etc., pueden hacerse mediante las herramientas usuales de Estadística: valores medios, varianzas, desviaciones estandar, líneas de regresión, coeficientes de correlación.

Dado que con los citados procedimientos se trata de preparar un material y desarrollos fenomenológicos de utilidad para la didáctica musical, es importante evaluar, en lo posible, la efectividad en aspectos ligados a la práctica docente de propuestas metodológicas que surjan de los trabajos.

Un esquema del procedimiento general puede ser representado mediante el croquis de la figura 1.

FIGURA 1

Un esquema que muestra el procedimiento general de estas investigaciones

ANÁLISIS-SÍNTESIS EN INTERACCIÓN CONTINUA

PLANTEAMIENTOS Y PROBLEMÁTICAS DE TIPO PREFERENCIAL

PLANTEAMIENTOS Y PROBLEMÁTICAS DE TIPO PSICOACÚSTICO

PLANTEAMIENTOS Y PROBLEMÁTICAS DE TIPO FÍSICO

APLICACIONES PARA LA DIDÁCTICA DE LA MÚSICA

Muestras

Las muestras para análisis están ligadas a las señales acústicas utilizadas y utilizables en la comunicación musical y oral. Ello supone que los muestreos están ligados a instrumentos musicales y a otros elementos productores de señales acústicas, incluyendo la voz humana.

En lo referente al comportamiento de las señales acústicas en recintos, los muestreos orientan al análisis de salas de audición así como a una gama representativa de aulas de actividad y enseñanza musicales.

Por otra parte, en lo referente al análisis de musicalidad y expresividad musical, para expresión en términos físico-acústicos y psicoacústicos, las muestras consisten fragmentos de interpretaciones musicales, tanto efectuadas por profesionales como por alumnos. importante evaluar, en lo posible, la efectividad en aspectos ligados a la práctica docente de propuestas metodológicas que surjan de los trabajos.

Medios de análisis

• *Medios físico-acústicos.* Los medios de análisis físico-acústico, pueden ser llevados a efecto con el Analizador de Fourier tipo 2034 de la Brüel y Kjaer y el 2800 de la Larson Davis, con las terminales pertinentes como micrófono, acelerómetro, martillo transductor, y procesador informático, según la disposición que muestra la Figura 2. De todo ello dispone el Conservatorio de Música “Juan Crisóstomo de Arriaga”. Así, puede obtenerse toda una amplia gama de medidas cuantitativas, tanto del dominio del tiempo como del dominio de las frecuencias. Complementariamente, puede utilizarse el método de Chladni para la descripción de modelos vibracionales.

FIGURA 2

La figura muestra un esquema de la disposición de los medios físico-acústicos de análisis

ANALIZADOR

PROCESADOR INFORMÁTICO

TERMINAL

OBJETO DE ANÁLISIS

- *Medios humanos.* Aunque los análisis físico-acústicos constituyen una importante herramienta para el control y mejora de la comunicación musical y oral, es finalmente el oído humano quien determina la inteligibilidad, cualidades y calidades sonoras. Esto supone que el oído humano, con sus notables capacidades tanto analíticas como sintéticas, es un medio esencial en la decisión de juicios y valoraciones. ¿Vale cualquier oído? Es importante tomar en consideración el juicio de expertos, por ejemplo el de profesionales de actividades ligadas a la Música; no obstante, han de valorarse los juicios y opiniones de toda persona protagonista o receptora de derivaciones de los trabajos de investigación.

TEMÁTICAS PARTICULARES (POSIBLES TEMAS DE TESIS)

- Diseño de instrumentos musicales adecuados a la educación musical en la Enseñanza Primaria o en la E.S.O.

- Planteamiento de prototipos de instrumentos musicales para elaborar en talleres de música de la E.S.O.

- Estudio sobre la acústica de las aulas de música

- Contribución del conocimiento científico de acústica musical para la didáctica de la música en la Enseñanza Primaria, E.S.O. o Profesional

- Cualidades y calidades de sonidos de instrumentos musicales y objetivación físico-acústica

- Parámetros vivenciales versus físico-acústicos en la comunicación musical

- Exploración científica en métodos de aprendizaje de instrumentos musicales: Posibles fundamentaciones y utilidades

BIBLIOGRAFÍA

Especificamos algunos libros e investigaciones dentro del área de acústica musical, que pueden tener interés para el desarrollo interdisciplinar de la acústica musical-didáctica de la música:

Fletcher, N.; y Rossing, T. (1991). *The physics of the musical instruments*. Springer-Verlag.

Hall, D. (1980). *Musical acoustics*. California: Wadsworth Publishing Company Belmont.

Pierce, J. (1985). *Los sonidos de la música*. Barcelona: Labor

Sundberg, J. (1991). *The science of musical sounds*. Academic Press, Inc.

Estos cuatro libros son unos tratados generales sobre acústica musical. Si en el pri-

mero se ofrece un exhaustivo desarrollo de la función física de los instrumentos musicales, en los otros tres se encuentran exposiciones que abarcan desde la física de la música hasta fenómenos psicoacústicos.

Alonso, J. (en prensa). Acústica musical: un puente o una simbiosis entre la física y la música. *Eufonia, Didáctica de la Música*, 18.

Trata este artículo sobre algunos rasgos del interés que el acercamiento entre la *física y la música, dentro de la acústica musical*, puede suponer en *diferentes ámbitos de la comunicación musical y de su didáctica*.

Alonso, J.; y Jansson, E. (1978). Long-time-average-spectra of single tones of a violin. *Speech Transmission Laboratory Quartely Progress and Status Report, Department of Speech Communication and Music Acoustic, Stockholm*, 1, 30-39.

Alonso, J.; y Jansson, E. (1982). Eigenmodes input admittance and the function of the violin. *Acústica*, 50 (82), 329-337.

Alonso, J.; y Jansson, E. (1982). Input admittance, eigenmodes and quality of the violins. *Speech Transmission Laboratory Quartely Progress and Status Report, Department of Speech Communication and Music Acoustic, Stockholm*, 2-3, 60-75.

Estas tres investigaciones desarrollan análisis sobre la función física del violín y la función de calidad, determinando sus modelos de vibración, distribución espectral de energía y niveles-frecuencias de las resonancias. Estos parámetros físicos muestran capacidad de definir la calidad de los violines en alta correlación con juicios de instrumentistas.

Bretos, J.; Santamaría, C.; y Alonso J. (1997). *Frequencies, input admittances and bandwidths of the natural bending eigenmodes in xylophone bars*. *Journal of Sound and Vibration*, 203(1),1-9.

Bretos, J.; Santamaría, C.; y Alonso J. (1997). Tuning process of xylophone and marimba bars analyzed by finite element modeling and experimental measurements. *Technical notes and reseach briefs*, Acoust. Soc. America, 102 (6).

En estos dos trabajos se llevan a efecto análisis de placas de xilófonos y marimbas en términos de parámetros físico-acústicos, desarrollando asimismo el uso del potente cálculo que ofrecen los procedimientos de elementos finitos con la tecnología informática actual.

Gabrielsson, A. (1993). Intention and emotional expression in music performance. *Stockholm Music Acoustic Conference. Publications issued by the Royal Swedish Academy of Music*, 79.

Este trabajo es resultado de una serie de experimentos en los que varios músicos interpretan piezas monofónicas con diferentes intenciones emocionales. Cada pieza es interpretada para que resulte "alegre", "triste", "solemne", "colérica", "suave", "sin expresión", desplegándose análisis sobre diferentes desviaciones relativas al tempo, dinámica, y entonación, además de otras caracte-

terísticas.

Jordan, V. (1977). *Acoustical criterias and acoustical qualities of concert halls. Music, Room and Acoustics*, 17.

Se definen en esta investigación una serie de parámetros acústicos esenciales para los recintos, basados en pulsos de corta duración, tales como tiempo de decaimiento primario, tiempo de elevación, claridad, índices de inversión. Las propiedades y magnitudes de estos parámetros definen una serie de aspectos cualitativos y cuantitativos de la vivencia sonora en las salas, pudiendo establecerse fuertes correlaciones entre los parámetros físicos y vivenciales.

Plomp, R. (1979). *Konsonans/dissonans och hörselns kritiska band (Consonancia/disonancia y banda crítica del oído). Kontinuitetseffekter i ljuduppfattning (Efectos de continuidad en la percepción sonora). Sveriges Kungliga Musikaliska Akademien (Real Academia de Música Sueca)*, 23.

Superando teorías científicas clásicas sobre consonancia/disonancia, en el primero de estos artículos, explica Plomp por medio del concepto de banda crítica del oído, la sensación de consonancia-disonancia de acordes y de ciertos aspectos de la vivencia tímbrica. En el segundo artículo desarrolla Plomp una serie de fenómenos relativos a la función del ruido en la vivencia de continuidad de tonos.

Sundberg, J.; y Verrillo, R. (1992). *Music perception: somatosensory feedback in musical performance*, 9 (3).

Las investigaciones presentadas en este libro tratan de contestar a las siguientes cuestiones. ¿Cómo actúan los músicos al efectuar su tarea de control de tonos? ¿Qué tipo de realimentación no auditiva tiene disponible el músico? Tomando en consideración no sólo aspectos acústicos y psicoacústicos, sino también otros fenómenos psicofísicos que acompañan la ejecución musical, tales como las sensaciones vibratorias y aspectos visuales, tratan de contestar las citadas cuestiones mediante fenomenología fisiológica y psicofísica inmersa en la actividad instrumentística.

Varios Autores, (1981). *Research aspects on singing. Publications issued by the Royal Swedish Academy of Music*, 33.

En este libro se encuentra una serie de trabajos en los que se focaliza sobre estudios de la voz humana como instrumento musical bajo diferentes puntos de vista de la observación científica. Así, describe Sundberg la voz humana como un generador de sonido en conexión con la actividad del canto y Rothenberg plantea posibilidades teóricas del acoplamiento entre las cuerdas vocales y el conducto vocal. Bennett estudia peculiaridades de voces de cantantes e Fonagy lleva a efecto análisis de la voz en conexión con las emociones y la actividad musical, desarrollando Fritzell una recopilación de aspectos ligados a la salud de la voz de los cantantes.

Varios Autores. (1981). *Studies of music performance. Publications issued by the Royal Swedish Academy of Music*, 39.

Investigaciones relativas a leyes en la interpretación musical se encuentran en este libro editado por la Real Academia de Música de Suecia, donde H. C. Longuet-Higgins y C. S. Lee desarrollan teorías generativas del ritmo musical y diferentes hipótesis sobre la percepción de estructuras rítmicas. I. Bengtsson y A. Gabrielsson, mediante un procedimiento de análisis y síntesis focalizan sobre aspectos duracionales de los tonos en la ejecución musical, determinando la importancia de las variaciones sistemáticas considerando la duración de los tonos (reglas SYVARD). J. Sundberg, L. Frydén y A. Askenfelt plantean hipótesis sobre la amplitud y las desviaciones duracionales que hacen que la interpretación de un fragmento sea musical; muestran a través de síntesis la validez de ciertas hipótesis, constituyendo con ello un importante conocimiento sobre la vivencia de musicalidad. El pianista e investigador M. Clynes analiza las dinámicas de diferentes emociones, que tras expresarlas en términos físico-acústicos y aplicarlas a la interpretación de fragmentos musicales, puede explicar aspectos sustanciales sobre la potencia de la comunicación musical.

BREVE CONCLUSIÓN. INTERÉS CIENTÍFICO Y SOCIAL DE LOS PROYECTOS

Los trabajos planteados dentro de esta línea de investigación conllevan a una clarificación y comprensión de las señales acústicas utilizadas en música, y en consecuencia pueden suponer una contribución de interés para la didáctica de la música. Posibles mejoras y desarrollo del instrumental musical, así como la adecuación acústica de aulas y salas de actividades musicales pueden suponer una mayor efectividad y estímulo para las actividades docentes. Análisis acústicos y psicoacústicos relativos a la musicalidad y expresividad musical, van en una línea de profundización y entendimiento de parámetros que entran en juego en la comunicación musical, con el consiguiente interés humanístico-científico.

El acercamiento entre aspectos humanísticos y científicos que puede potenciarse en la colaboración de ciencias psicodidácticas y acústica musical, entendemos que puede contribuir a una actividad fructífera y efectiva en la didáctica musical, así como una interesante producción y desarrollo de conocimientos.