

ENSEÑANDO ACÚSTICA A LOS MÚSICOS

TEACHING ACOUSTICS TO MUSICIANS

GUSTAVO BASSO

gustavobasso2004@yahoo.com.ar

ANDREA FARINA

maria_afar@yahoo.com.ar

FEDERICO JAUREGUIBERRY

jaureguiberryf@gmail.com

Instituto de Investigación en Producción y Enseñanza
de Arte Argentino y Latinoamericano (IPEAL)
Facultad de Bellas Artes. Universidad Nacional de La Plata. Argentina

Abstract

Teaching acoustics to music students shows certain challenges but, at the same time, very interesting possibilities arise. The main difficulty appears from the impracticality of applying the physical and mathematical concepts that exceed the pre-college level. We have developed a methodology that takes advantage of the student well trained musical ear, which lets us teach some hard concepts without losing the core of them. The acoustical chain –generation, propagation and reception/perception– is covered in a spiral fashion that allows students to keep a global vision of the whole process.

Keywords

Teaching; acoustics; musicians

Resumen

La enseñanza de la acústica a estudiantes de música presenta varios desafíos que nacen de la imposibilidad de emplear conocimientos y métodos físico-matemáticos que excedan los propios de los niveles preuniversitarios. Para superar esta dificultad, en este trabajo se propone una metodología que aprovecha el gran entrenamiento auditivo de los alumnos y que cubre las tres etapas centrales de la cadena acústica –generación, propagación y recepción/percepción– en un recorrido en espiral de complejidad creciente. Se logra, de este modo, mantener una perspectiva integral de cada proceso bajo estudio.

Palabras clave

Enseñanza; acústica; músicos

Recibido: 10/02/2016 | Aceptado: 08/05/2016



Esta obra está bajo una Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-SinDerivar 4.0
Internacional.

La acústica musical es una auténtica ciencia multidisciplinaria que recibe los aportes, entre otras, de la Física, la Psicología, la Antropología, la Medicina, la Lingüística, la Teoría de la Música y la Teoría de la Comunicación. Vincular en su justa medida tales áreas del saber sin desviarse del objeto último –que es el acercamiento profundo al material sonoro y, a través de este, a la música– es el principal objetivo de un curso de acústica destinado a estudiantes de música. En tanto ciencia multidisciplinaria, abarca un universo epistémico que parte, al menos por razones operativas, del realismo científico –una forma de realismo crítico que incluye a las ciencias humanas– y que llega hasta los dominios de la estética musical.¹

La enseñanza de la ciencia acústica a estudiantes de música o a músicos presenta varios desafíos difíciles de resolver, originados en gran medida por la escasa formación previa de los alumnos en ciencias naturales, en especial en matemáticas y en física. Los conocimientos que traen de la etapa preuniversitaria son fragmentarios, insuficientes y de difícil articulación con los contenidos propios de la disciplina.

Antes de intentar una propuesta que permita resolver este desafío, quizá convenga plantear aquí una pregunta ineludible: ¿es necesario que los estudiantes de música alcancen un conocimiento profundo de las leyes y de los principios acústicos que rigen su arte? Nuestra respuesta ante esta pregunta es decididamente afirmativa. La comprensión y el uso eficaz de los métodos y de las herramientas propios del lenguaje musical requieren de un profundo conocimiento de los principios acústicos fundamentales. De otro modo, se cae inevitablemente en el método de ensayo y error, típico de los procedimientos empíricos, cuyo límite se manifiesta a poco de andar y que, en muchos casos, conduce a respuestas que no resuelven los problemas planteados.² El manejo competente de los elementos que integran el lenguaje musical –por ejemplo, la armonía, el contrapunto o la instrumentación– y de las técnicas específicas de composición –como la mutación tímbrica, el manejo de masas y de objetos sonoros y la conducción de procesos de tensión/distensión, entre otras–, requieren de un conocimiento profundo de los principios acústicos involucrados. El planteo también es válido para las tareas de análisis y de interpretación musical.

Si esta competencia en acústica resulta valiosa para encarar críticamente el estudio de las músicas tradicionales, no está en discusión su necesidad en el ámbito de la música electroacústica y de los procesos, hoy insoslayables, de edición de audio. La situación actual fue predicha por algunos músicos e investigadores en las décadas de 1950 y de 1960, en particular, por Pierre Schaeffer,³ Milton Babbitt, Edgard Varèse, Luciano Berio, Umberto Eco⁴ y Karlheinz Stockhausen. Aunque en un comienzo el fuerte vínculo entre acústica y música se desarrolló en un terreno conceptual y experimental, en los tiempos que corren se extiende a todos los géneros, transitando desde las músicas académicas hasta las populares, desde las fuentes

tradicionales hasta las electroacústicas, y se prolonga a la totalidad de los medios de producción, de difusión y de circulación de música.

Volvamos a la cuestión inicial, que podemos reformular de la siguiente manera: ¿es posible enseñar en profundidad la ciencia acústica a músicos y a estudiantes de música, habida cuenta de su escasa formación previa en ciencias exactas? Durante los últimos cincuenta años se han ensayado diferentes estrategias y métodos que se pueden esquematizar en lo que llamaremos «el método tradicional». En lo que sigue describiremos sintéticamente las características más destacadas de los cursos de acústica tradicionales y, a continuación, describiremos una metodología que propone un recorrido diferente.

La forma tradicional de encarar un curso de acústica para estudiantes de música consiste en desarrollar las diferentes áreas temáticas en forma separada y secuencial. Por ejemplo, se estudia al comienzo la parte correspondiente a la acústica física; una vez terminada esta etapa siguen los contenidos relacionados con la fisiología de la percepción; a continuación, se introducen los temas propios de la psicoacústica y queda para el final del curso la aplicación de todo lo aprendido a la música [Figura 1].

Figura 1. Secuencia tradicional en un curso de acústica musical

Generación → Propagación → Percepción → Aplicaciones a la música

Este método secuencial se muestra eficaz cuando los alumnos ya poseen conocimientos generales del tema. En caso contrario, la falta de relación entre las diferentes áreas y la distancia temporal que las separa a lo largo del curso, les impide comprender con naturalidad la relación causal que existe entre un determinado estímulo físico y la estructura perceptual consiguiente.

En líneas generales, en América Latina los cursos de acústica siguen el esquema anterior, tal como veremos más adelante. Para corregir los inconvenientes, que provocan muchas veces el desinterés y el desaliento de los alumnos, hemos desarrollado una propuesta metodológica diferente.

Metodología propuesta

El programa que se presenta pretende resolver, en parte, los inconvenientes propios del método tradicional y se fundamenta en tres principios: 1) distinguir claramente entre los fenómenos físicos y sus representaciones mentales asociadas; 2) usar el oído como el principal instrumento de análisis y de evaluación acústica; y 3) crear

módulos temáticos completos en los cuales se incluya la cadena de acontecimientos que va desde la generación de las señales acústicas hasta su percepción individual.⁵ Cuando el tema lo admita, el módulo contendrá, también, partes dedicadas a la propagación de ondas y a la audición contextual y cultural/musical.

El objetivo principal de este método es que el alumno adquiera la capacidad de deducir las características físicas de una señal acústica a partir de lo que escucha, invirtiendo la secuencia típica de los cursos de acústica tradicionales.

Diferenciar entre fenómenos físicos y perceptuales

La acústica contemporánea distingue entre la señal física, externa al oyente, y su percepción. Un punto central del curso de acústica para músicos, del que depende el resto de la propuesta, es que el alumno comprenda las diferencias sustanciales que existen entre ambas clases de fenómenos. Al comienzo, se señalan los dos significados que posee la palabra «sonido» en el habla cotidiana, el que remite a una onda física y el que alude a la percepción. Para quebrar la ambigüedad se emplean –y se emplearán a lo largo del curso– los términos *señal acústica* para referirse a los fenómenos físicos y *sonido* para las representaciones mentales asociadas. A partir de esta diferenciación se pueden establecer un conjunto de propiedades (parámetros) de las señales acústicas que corresponden a propiedades (rasgos) del sonido. Uno de los objetivos del curso será llenar y comprender, en un recorrido de complejidad creciente, la relación entre las señales y su percepción. El esquema de la Figura 2 facilita la tarea.

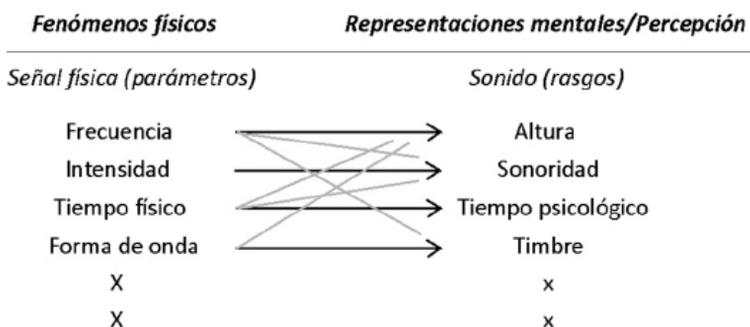


Figura 2. Relaciones entre parámetros físicos y rasgos perceptuales

A lo largo del curso se van completando ambas columnas y se analizan las relaciones entre ellas. Como es de esperar, los sencillos vínculos unívocos del comienzo (flechas horizontales) serán más complejos a medida que avanza el recorrido.

Se manifiesta, aquí, la naturaleza multidisciplinar de la ciencia acústica ya que, al menos, para interpretar este esquema se necesitan competencias en física y en psicología de la percepción. Al promediar el curso, entre estos extremos se va a interponer un bloque que representa la fisiología de la percepción, que incluye el estudio del oído y de la vía neural que llega hasta la corteza cerebral.

Usar el oído como un instrumento de análisis acústico

Es usual que los alumnos de música experimenten cierta aprensión ante temas relacionados con las ciencias exactas, pero que sientan una gran confianza y seguridad acerca de lo que oyen.⁶ Para aprovechar esta situación, cuando resulta posible, cada tema parte desde la música y la percepción auditiva y no, como es tradicional, desde una abstracción físico matemática. Luego de escuchar y de comentar un fragmento musical o un efecto sonoro determinado, el alumno –guiado por el docente– aprende a reconocer las características físicas que causan el efecto bajo estudio.⁷

Este método desarrolla en el alumno la capacidad de usar su oído como un instrumento de análisis y de evaluación acústica. Al finalizar el curso estará en condiciones de deducir las características más importantes de la señal acústica con solo escucharla atentamente. No creemos necesario destacar las ventajas conceptuales y las prácticas que representa esta habilidad a la hora de componer, de interpretar o de procesar cualquier clase de material musical.

En los dos ejemplos que se desarrollan en el próximo apartado se puede ver el modo en el que se usa la audición como disparador de un tema de estudio.

Elaborar módulos temáticos completos y cerrados

Como hemos visto, la forma tradicional de desarrollar un curso de acústica para músicos consiste en presentar las diferentes partes del proceso acústico, que por lo general comprende la generación, la propagación y la percepción de señales acústicas, en forma separada y secuencial. Al comienzo, se estudian los módulos que tratan la física de las señales y de las ondas; una vez concluida esa etapa, se analiza la fisiología de la audición; sigue el estudio de la psicología de la percepción y, al final, se consideran las aplicaciones musicales de lo aprendido en los módulos anteriores. El tiempo que transcurre entre el tratamiento de las diferentes áreas –que puede ser de meses– y la falta de conexión entre los temas incluidos en cada una de ellas hace que resulte difícil seguir la relación de causalidad que existe entre una característica particular del estímulo físico y el rasgo perceptual resultante.

En la actividad musical cotidiana, por el contrario, la secuencia *bajar una tecla del piano con gran velocidad/oir un sonido fuerte* se percibe como inmediata. Y, lo que es aún más importante, la relación causa/efecto se hace evidente. Por el contrario, si entre el estudio de la acción del mecanismo del piano y el análisis de los rasgos asociados del sonido transcurren tres meses, dicha evidencia causal se desdibuja considerablemente.

Para superar esta dificultad –a nuestro entender, el mayor déficit de los cursos tradicionales de acústica para músicos–, empleamos un método sustentado en pequeños módulos cerrados y completos, de unas pocas clases de duración, que abarcan todas las áreas involucradas en cada tema.⁸ Un ejemplo típico es el módulo que comienza con el estudio de la frecuencia de una señal periódica (parte física), continúa con el análisis del comportamiento del sistema auditivo periférico frente a dicho estímulo (parte fisiológica), sigue con la descripción de las estructuras perceptuales emergentes asociadas –altura, sonoridad, brillo, textura, etcétera– (parte psicológica) y concluye con el análisis de los sistemas culturales organizados sobre dichas estructuras perceptuales (parte musical). A este módulo le sigue otro que parte, nuevamente, del área física, y así sucesivamente [Figura 3]. Los módulos se estructuran internamente siguiendo el esquema de una cadena de comunicación, en la que cada disciplina se aplica a uno de los bloques del sistema (la física al estudio de la generación y la propagación de la señal acústica, la fisiología a su codificación biológica, la psicología de percepción al análisis de los rasgos del sonido, el análisis musical a la codificación cultural, etcétera).



Figura 3. Hélice de módulos temáticos (generación, propagación, percepción, aplicación musical)

Esta suerte de aproximación en hélice es adecuada para desarrollar los contenidos en escalones de complejidad creciente. El alumno puede relacionar fácilmente las distintas disciplinas científicas con la actividad musical y no pierde la perspectiva general. Como en cada módulo se hace uso de material musical que se analiza auditivamente, en forma de ejemplos o de ejercicios específicos, la motivación de los alumnos se mantiene constante. Cualquier aprensión sobre las disciplinas científicas, que pudiera haber existido al comienzo del recorrido, se disipa por completo. Cada módulo, que dura por lo general una o dos clases, está compuesto por una exposición teórica, un grupo de trabajos de ejercitación donde el alumno incorpora y comprende por sí mismo lo expuesto, un reconocimiento auditivo del material sonoro resultante y, en la mayoría de los casos, la aplicación de lo aprendido al análisis y a la audición de material musical concreto. El sistema permite completar, promediando el curso, la mayoría de los temas básicos de la Acústica General y nos habilita para aplicar, en la segunda parte del mismo, el conocimiento incorporado a la problemática específica del campo musical.

Este método tiene una ventaja adicional. Si por algún motivo el curso no llegara a completarse –por un retraso en el cronograma de clases o por alguna causa externa–, en el esquema tradicional quedarían sin darse los contenidos específicamente musicales, su razón última de ser. En el esquema en hélice, cada módulo cierra por completo un ciclo temático y una finalización anticipada del curso únicamente dejaría afuera algunos módulos, pero los ya vistos mantendrían su sentido y sus objetivos intactos.

Dos ejemplos

Para llevar adelante esta metodología es necesario que los docentes posean competencia musical, requisito no estrictamente necesario en el método tradicional. Quizá dos ejemplos permitan comprender mejor la metodología propuesta.

Ejemplo 1. Módulo sobre el Teorema de Fourier

Al completarse el primer tercio del curso los alumnos ya están en condiciones de comprender la teoría de Fourier para señales periódicas. Han visto señales sinusoidales simples con sus parámetros y sus correlatos perceptuales y conocen varios sistemas de representación, como gráficos temporales, espectrales y sonogramas. También han visto las consecuencias físicas y auditivas de sumar sinusoides de diferentes frecuencias y el efecto del batido de ondas.

La secuencia, que puede variar de acuerdo al interés de cada grupo en algún aspecto en particular, es por lo general la siguiente:

- Se les hace escuchar a los alumnos varios ejemplos de sonidos y fragmentos musicales que van desde una senoide aislada hasta una señal periódica compleja. El objetivo es que distingan auditivamente entre sonidos simples y complejos y que comiencen a deducir la causa de la altura tonal de un sonido. Se les pide que reconozcan los diferentes armónicos que integran un sonido tónico complejo.
- Se filtra una señal periódica compleja, por ejemplo, una onda diente de sierra, y se analiza la relación entre la señal filtrada y el sonido percibido. Comienza a hacerse evidente que la altura tonal no se correlaciona con una frecuencia cualquiera de la señal, sino con su tasa de repetición.
- Se enuncia el *Teorema de Fourier* y se representan y se comparan tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia los análisis de algunas señales típicas (senosoides, ondas diente de sierra, cuadrada y triangular y tren de impulsos).
- Se analizan auditiva y conceptualmente los fenómenos de batido entre armónicos y de reconstrucción de la fundamental. Aparece con claridad el vínculo causal entre la *Fundamental de Fourier* y la altura tonal de un sonido (se supera la sencilla relación inicial frecuencia/altura de la Figura 2) [Figura 4].

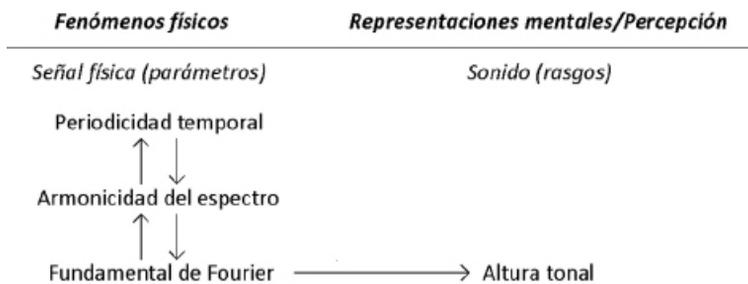


Figura 4. Causa física de la altura tonal

- Sobre la base del esquema anterior, los alumnos oyen gran cantidad de ejemplos musicales y deducen, a partir de lo escuchado, sus características físicas. Se comparan sus respuestas con el resultado del análisis de Fourier realizado con software de edición de audio.

- Se estudian los métodos de síntesis aditiva y sustractiva de señales (los métodos más complejos, como la síntesis de frecuencia modulada de Chowning [Roads, 1985], quedan para un módulo dedicado especialmente al audio digital que aparece cerca del fin del curso).
- Se analizan, a partir de la teoría de Fourier, numerosas técnicas y piezas de música que van desde la instrumentación de algunos pasajes del *Bolero* de Ravel hasta el comienzo de *Parciales* de Grisey.
- Se introduce el concepto de *Altura Espectral* y se analizan obras de música basadas tanto en el material sonoro o en el timbre del sonido (música de sonidos) como en la combinación de parámetros o notas (música de parámetros).

A lo largo de este módulo, los alumnos llegan a descubrir la potencialidad crítica y operativa que posee el análisis auditivo de señales.¹⁰ Durante el proceso realizaron una cantidad de ejercicios prácticos que les permitieron experimentar individualmente con el análisis y la síntesis de señales periódicas.

Ejemplo 2. Módulo sobre el principio acústico de incertidumbre

Al completarse la primera mitad del curso se introducen el principio acústico de incertidumbre y la teoría de Fourier para señales no periódicas. De aquí en adelante se podrán analizar ejemplos concretos de señales de duración finita, las que realmente se aparecen y se usan en música.

Luego de una breve introducción histórica, que incluye el desarrollo del principio cuántico de incertidumbre de Heisemberg (Sánchez-Ruiz, 2001) y su traducción a la acústica (Basso, 1999), se inicia una secuencia similar a la que sigue:

- Se les hacen escuchar a los alumnos varios ejemplos de sonidos que incluyen diferentes duraciones, que comprenden desde unos pocos milisegundos hasta varios segundos. Se recorta, temporalmente, una senoide hasta que su altura tonal resulte imposible de percibir. El objetivo es que comiencen a notar que la duración de la señal tiene profundas consecuencias en casi todos los rasgos del sonido.
- Se introducen los conceptos de espectro denso de frecuencias y de ancho de banda. Se oyen numerosos ejemplos de sonidos de diferentes anchos de banda, desde los generados por un espectro de líneas hasta el ruido blanco.
- Se enuncia el principio acústico de incertidumbre y se representan y se comparan tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia algunas señales características (senosoides recortadas, impulsos, señales con ataques suaves y abruptos, etcétera).

- Se comparan conceptualmente los fenómenos de tonicidad fuerte y débil y se analizan auditivamente los sonidos de diferentes instrumentos de percusión. Se los ordena en función de su grado de tonicidad. Aparece con claridad el vínculo causal entre la duración de una transición en la señal y el ancho de banda asociado.
- Se analizan, sobre la base del Principio Acústico de Incertidumbre, numerosas técnicas y piezas de música, que van desde el *morphing* tímbrico al manejo de masas sonoras. Se oyen, entre otras, *Ionización*, de Varèse; *Atmósferas*, de Ligeti; y algunos pasajes de *batea de murga* uruguaya.
- Se profundiza el análisis musical a partir de la noción de *Altura Espectral*. Se preparan los conceptos que permitirán, en el siguiente módulo, comenzar a estudiar el timbre de un sonido.

A lo largo de este módulo los alumnos toman conocimiento de la importancia del factor temporal en la determinación de la totalidad de los rasgos del sonido. A partir de aquí, el resto del curso hará uso intensivo del Principio de Incertidumbre. Como en el caso anterior, también en este módulo los alumnos realizan una cantidad de ejercicios prácticos que les permiten experimentar individualmente con el tema expuesto.

Cursos de acústica para músicos en América Latina

Luego de haber analizado las diferentes formas de encarar esta clase de cursos, resulta de interés observar brevemente cómo se dictan en la actualidad en algunas universidades de América Latina. Existe una gran cantidad y variedad de carreras universitarias de música en América Latina. En los países donde se dicta la materia, entre los que se encuentran, por lo menos, Paraguay, Brasil, Colombia, México, Uruguay y Argentina, se observó que los cursos –llamados, por lo general, Acústica y Psicoacústica o Acústica musical, en ocasiones con más de un nivel–, poseen un desarrollo en unidades temáticas que se suceden linealmente en forma separada y consecutiva, y se los puede considerar representativos del *método tradicional*. En líneas generales, se entiende que el objetivo central de la asignatura es el de aplicar modelos de análisis y de síntesis de sonidos a la composición musical. Se observa que hay temas centrales, como el principio acústico de indeterminación, que no aparecen en los programas. Un análisis de la bibliografía obligatoria muestra la aparición recurrente de algunos textos clásicos.¹¹

En la Argentina, el planteo de las unidades temáticas incluye algunos contenidos que no son de aparición habitual en el resto de América Latina, como el principio acústico de indeterminación. Suponemos que esto es así, en la mayoría de los

casos, porque muchos de los programas han sido elaborados por profesores formados en la Facultad de Bellas Artes (FBA) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). La asignatura específica se incluye, habitualmente, en las carreras de arte y de música. En algunos cursos, se incorporan los conceptos fundamentales de acústica como unidades introductorias, para luego tratar las aplicaciones en asignaturas específicas. En estos casos los contenidos incluyen el estudio de las señales acústicas, del sistema auditivo y de la percepción sonora. Aunque en general se aplica el método secuencial clásico, existe un número cada vez mayor de asignaturas en las que se emplea el método en hélice descrito en este trabajo.

Referencias bibliográficas

- Basso, Gustavo (1999). *Análisis espectral. La Transformada de Fourier en la Música*. La Plata: Edulp.
- Basso, Gustavo (2006). *Percepción Auditiva*. Bernal: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.
- Benade, Arthur (1976). *Fundamentals of Musical Acoustics*. New York: Oxford University Press.
- Beranek, Leo (1954). *Acoustics*. Buenos Aires: Hispano Americana S.A.
- Cook, Perry (1999). *Music, Cognition, and Computerized Sound*. Cambridge: MIT Press.
- Deutsch, Diana (1982). *The Psychology of Music*. San Diego: Academic Press.
- Eco, Umberto (1962). *Opera Aperta*. Milan: Bonpiani.
- Eco, Umberto (1970). *La definición del arte*. Barcelona: Martínez Roca.
- Eco, Umberto (1975). *Trattato di Semiotica Generale*. Milan: Bonpiani.
- Hall, Donal (1980). *Musical Acoustics*. California: Brooks/Cole Publishing Company.
- Miyara, Federico (2003). *Acústica y sistemas de sonido*. Rosario: Editora UNR.
- Pierce, John (1985). *Los sonidos de la música*. Barcelona: Labor.
- Roads, Curtis (1985). *Composers and the computer*. Los Altos: Kaufman.
- Roederer, Juan (1973). *Introduction to the Physics and Psychophysics of Music*. New York: Springer Verlag.
- Sánchez-Ruiz, Jorge (2001). *Información, incertidumbre y complementariedad*. Madrid: Real Sociedad Española de Física.
- Schaeffer, Pierre (1966). *Traite des Objets Musicaux*. Paris: Edition du Seuil.
- Sigal, Rodrigo (2014). *Estrategias compositivas en la música electroacústica. Generación de materiales y creación de un lenguaje musical eficaz*. Bernal: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.

Notas

1 Este marco nos permite presuponer sin conflicto la existencia de una realidad exterior y de las otras conciencias, pero nos impide emitir juicios de valor estéticos a partir exclusivamente de la acústica.

2 No es nuestra intención desestimar las posibilidades creativas ni la relevancia artística del músico autodidacta, ya sea instrumentista o autor, sino describir las dificultades y las limitaciones técnicas que encontrará en su desarrollo.

3 En 1949 Pierre Schaeffer y Pierre Henry crearon el Groupe de Recherche de Musique Concrète (GRMC). A partir de los resultados de los trabajos de investigación que desarrollaron en conjunto, Schaeffer escribió el *Traité des objets musicaux* (1966), que fundó las bases de la música concreta.

4 Luciano Berio y Bruno Maderna crearon, en 1955, el Studio di Fonologia de Milán. Allí trabajaron compositores como Henri Pousseur y John Cage. Las investigaciones en acústica musical fueron utilizadas por Umberto Eco para sus libros *Opera Aperta* (1962), *La definición del arte* (1970) y *Trattato di semiótica generale* (1975).

5 Esta propuesta es el fruto de nuestra experiencia docente en la Facultad de Bellas Artes (FBA) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y ha sido aplicada –a nuestro entender– con buenos resultados.

6 Aunque no se les pide conocimientos especiales en matemáticas ni en física, los alumnos deben poseer, necesariamente, ciertas competencias musicales ya adquiridas.

7 Entre el material musical empleado en las clases se suelen encontrar piezas de Bach, Ravel, Ligeti, Berio, Grisey, Varèse, Pink Floyd, los Beatles, Metallica, Laurie Anderson, Troilo, Los Redonditos de Ricota y ejemplos aportados por los alumnos.

8 Un planteo similar aparece en el libro *Musical Acoustics* (1991), de Donald Hall.

9 En el año 2009, a causa de la pandemia de gripe A, en la UNLP se suspendieron las clases durante dos meses. Ese año se vieron en Acústica Musical menos módulos que en un año regular, pero no se resintieron los objetivos centrales de la materia.

10 Los músicos profesionales que se dedican a la composición electroacústica lo usan cotidianamente. El compositor Rodrigo Sigal (2014) comenta que el material musical de su obra *Tolerance* fue analizada espectralmente mediante un proceso auditivo.

11 Entre los libros que aparecen con mayor frecuencia se encuentran: *Acústica* (1954), de Leo Beranek; *Fundamentals of musical acoustics* (1976), de Arthur Benade; *Musical acoustics* (1980), de Donald Hall; *The psychology of music* (1982), de Diana Deutsch; *Los sonidos de la música* (1985), de John Pierce; *Acústica y psicoacústica de la música* (1995), de Juan Roederer; *Music, Cognition and Computerized Sound* (1999), de Perry Cook; *Acústica y sistemas de sonido* (2003), de Federico Miyara; y *Percepción auditiva* (2006), de Gustavo Basso.