

Claves perceptuales de la tonalidad y la atonalidad

Juan Fernando Anta // Profesor de Armonía, Contrapunto y Morfología Musical, Facultad de Bellas Artes (FBA), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Magister en Psicología de la Música, FBA, UNLP. Doctor en Psicología, Facultad de Psicología, UNLP. Docente de Metodología de las Asignaturas Profesionales y de Audioperceptiva II, FBA, UNLP.

La irrupción de la música atonal en el escenario sonoro occidental generó una revolución¹. Quien haya escuchado tanto música tonal como atonal con seguridad acordará en que suenan muy diferente. Un interrogante clave para los estudios de análisis y cognición musical es, entonces, qué factores promueven tal diferencia estética o, más simplemente, por qué la música suena como tonal o como atonal. De manera sintética, la música es tonal cuando el oyente percibe que unas alturas son más estables que otras y es atonal cuando ello no sucede. Pero ¿qué factores favorecen que el oyente perciba que unos eventos musicales, particularmente los de tónica, son más estables que otros?

Las primeras respuestas se fundamentaron en la psicoacústica. Para ello, se tomó la serie de armónicos de los sonidos naturales como base de las relaciones de consonancia/ disonancia entre sonidos y, finalmente, de las relaciones de estabilidad/ inestabilidad en la música tonal. Jean-Philippe Rameau, por ejemplo, sugiere que la armonía tonal está contenida en la resonancia de un único sonido –denominado la fundamental– y que nuestro sistema musi-

cal –en este caso, la tonalidad– se basa en el patrón de resonancia de una cuerda².

De modo similar, Heinrich Schenker sostiene que la serie de los armónicos es la única fuente natural de la que surge nuestro sistema musical, y que lo que llamamos tríada mayor debe considerarse como una abreviación conceptual de lo que ocurre en la naturaleza³. La hipótesis de Schenker es, pues, que el evento más estable del sistema musical o la tónica es lo que la fundamental a la serie de armónicos: aquel evento con relación al cual el oído puede identificar las relaciones de 5ta y 3ra. Con algunas variantes, estas ideas persisten en estudios cognitivos más actuales⁴.

Un problema de las teorías sobre la tonalidad con base psicoacústica es que el oyente experimenta el sonido natural, no como muchos sonidos que suenan a la vez –una fundamental más muchos armónicos–, sino como un único percepto. Es decir, percibe los armónicos de un sonido no como sonidos per se, sino como timbre o color del sonido psicológico. Entonces, en vez de argumentar que el oído es sensible a la disposición de los armónicos de los sonidos, se puede aducir que es sensible a

la distribución de los sonidos en el material musical considerado. Esto es lo que consideran las teorías de la tonalidad fundamentadas en el aprendizaje estadístico⁵.

El punto de partida de estas teorías es que cuantos más sonidos de una clase haya, o cuanto más duración total acumule una clase de sonidos en un pasaje musical, más probabilidades tiene de ser percibida como la tónica. De lo antedicho se desprende que una música tenderá a ser más tonal cuanto más diferencia haya entre las frecuencias de ocurrencia o entre las duraciones acumuladas por las clases de eventos que la componen, y tenderá a ser menos tonal (o más atonal) cuanto menos diferencia haya. Sugestivamente, se observó que las obras del repertorio tonal suelen mostrar una distribución en la cual lo que se considera la tónica es el evento que más veces ocurre y/o que más duración acumula, seguido de los que se consideran la mediana y la dominante, los restantes sonidos diatónicos y, finalmente, los cromáticos, que presentan la menor frecuencia y duración acumulada⁶. Como notará el lector, este patrón de distribución refleja las relaciones de estabilidad tonal que asume la Teoría Musical.

A pesar de su simpleza y su potencial, la idea de que el sentido de tonalidad se deriva sólo de la distribución estadística de los sonidos fue muy criticada, porque puede ser que la tónica no sea el evento que más veces o por más tiempo suene en un pasaje dado; de hecho, puede incluso no estar presente. Estos argumentos fueron esgrimidos por Helen Brown⁷ y David Butler⁸, quienes propusieron una teoría del sentido tonal basada en la identificación de los intervalos raros. El intervalo raro, que quiere decir el menos frecuente, en el contexto de los modos mayor-menor utilizados en el repertorio tonal es el tritono. Por este motivo, según Butler y Brown, el factor que determina que se pueda percibir claramente la tónica es la presencia del tritono que, al contener las dos sensibles, indica cuál es la tónica y cuál la mediana. Los autores agregan que el tritono es un indicador tonal aún más claro si la sensible tonal aparece en segundo lugar (como fa-si, en Do) en vez

de aparecer primero (como si-fa, en Do). Esto permitiría pensar que el sentido de tonalidad depende del orden de los sonidos en el tiempo.

Aunque Butler y Brown aportan evidencia a favor de su teoría, quedan abiertos varios interrogantes sobre su validez. Si el sentido de tonalidad dependiera de la presencia del tritono se debería concluir que, por ejemplo, una canción como la nana Arroró que no posee ningún tritono es atonal, o que al menos no es tonal, cosa que resulta contradictoria; de hecho, seguramente se acordará en que la primera de sus notas es la tónica. Por otro lado, se podría preguntar si los sonidos restantes presentes en un material musical no colaboran para que fa-si (o si-fa) sean interpretados auditivamente como tal y no como mi#-si (o si-mi#) que sugerirían la tonalidad de Fa# (mayor o menor). Ciertamente colaboran, afirmación que sugiere la validez de las teorías con fundamento estadístico.

En cualquier caso, y más allá de los aportes realizados, ambas teorías acerca de la emergencia del sentido tonal se vertebran sobre algunos supuestos cuya validez empírica es, cuanto menos, relativa. En primer lugar, todas comparten el supuesto de que los eventos a distancia de 8va son, perceptualmente, equivalentes: para las teorías de base psicoacústica, la tríada mayor es una abreviación conceptual de lo que ocurre en la naturaleza, porque lo que ocurre en la naturaleza puede reducirse a una 8va; para las teorías de base estadística cualquier Do suma para que la nota Do sea la tónica, y para la teoría de los intervalos raros no importa qué relación registral guarden los sonidos del tritono entre sí o con relación a los otros sonidos para que éste sea considerado el indicador tonal. Sin embargo, existe evidencia de que las 8vas no siempre se perciben como equivalentes entre sí, sino que, en todo caso, son los oyentes con formación musical quienes las juzgan de ese modo⁹.

Lo anterior sugiere, en primer lugar, una influencia del aprendizaje sobre la percepción de la equivalencia y, en segundo lugar y como corolario de lo anterior, que todas

comparten el supuesto de que las relaciones interválicas son invertibles. Esto supone, por ejemplo, que una 2da menor (como si₄-do₅) se percibe igual que una 7ma mayor (como si₄-do₄) o, incluso, que una 9na menor (como si₄-do₆). Existe evidencia de que ese no es el caso, particularmente cuando se trata de materiales melódicos. Se observó, por ejemplo, que la habilidad de reconocer una melodía familiar desaparece si, pese a conservarse la sucesión de clases, los intervalos se alteran transponiendo sus sonidos a 8vas diferentes¹⁰; ello sugiere que para que una melodía se constituya como tal no sólo requiere de una secuencia de clases de eventos, sino también de un diseño interválico o contorno específico.

El presente artículo está inspirado en los antecedentes explicitados en el párrafo anterior, y en aquellos reportados por Duetsch y sus colegas. También, y en particular, por los resultados de los estudios recientemente realizados por el autor de este artículo que indican que, dado un contexto melódico tonal de referencia, los músicos, y aún más quienes no lo son, perciben relaciones tonales entre los eventos ya escuchados y los entrantes cuando estos están registralmente próximos a aquellos. Es decir, las diferencias de estabilidad tonal entre eventos (por ejemplo, el I grado es el más estable, el III es más estable que el II y el IV, etc.) no se replican de una 8va a otra, sino que quedan acotadas al registro de los materiales musicales considerados.

Por su parte, los estudios iniciados por Deutsch sugieren que una misma secuencia de clases de eventos no transmite al oyente la misma información musical; de allí que un patrón melódico no sea reconocido como tal si sus eventos se dispersan a través de las 8vas. A partir de unos y otros resultados, cabe preguntarse en qué medida el sentido de tonalidad/atonalidad promovido por un pasaje musical depende de la distribución en el registro de los eventos que lo componen. Abordar esta pregunta fue el objetivo específico del estudio que se describe a continuación.



Figura 1. Uno de los fragmentos melódicos utilizados en el presente estudio en sus tres condiciones. En el pentagrama superior (condición 1): el fragmento original. En el pentagrama del medio (condición 2): su versión dispersa. Y en el pentagrama inferior (condición 3): su versión dispersa y desordenada.

Participantes y materiales

Para abordar la pregunta planteada se realizó un estudio con once estudiantes de música de la Facultad Bellas Artes, alumnos del segundo año o de cursos posteriores. Se utilizaron seis fragmentos melódicos de lieder de Franz Schubert, de duración similar, tres en modo menor y tres en modo mayor. Cada fragmento era una frase musical tomada desde su inicio, que contenía ambas sensibles –de modo tal de presentar el tritono–, y se interrumpía antes de su última nota, dado que en todos los casos la última nota era la tónica o la mediente.

Además de los seis fragmentos originales, se utilizaron seis versiones dispersas y seis versiones dispersas y desordenadas, una por cada original. En las dispersas se conservó el orden de las clases de notas del original pero se las repartió aleatoriamente en el registro en un rango de dos 8vas. En las dispersas y desordenadas, además de repartir los eventos del original en las dos 8vas, se alteró su orden para evitar que el tritono se completara hacia el final de las secuencias y en el orden VI-VII.

La Figura 1 muestra uno de los fragmentos melódicos originales utilizados (pentagrama superior), junto con una y otra de sus versiones, la dispersa (pentagrama intermedio) y la dispersa y desordenada (pentagrama inferior). Como puede verse, el fragmento original fue sucesivamente transpuesto a tonalidades diferentes y lejanas (a una distancia de tritono y de semitono), para evitar que una vez identificada

la tónica de una melodía pudiera ser transferida a las otras melodías derivadas de un mismo original.

La finalidad de seleccionar y elaborar estos materiales fue atender a los factores que según las mencionadas teorías promueven el sentido tonal y, al mismo tiempo, modificar la dispersión registral de los fragmentos que, según se especuló en otro párrafo, podrían incidir en detrimento del sentido de tonalidad. Nótese que cada fragmento original y sus versiones tenían la misma frecuencia de ocurrencia y duración acumulada por cada clase de nota (por ejemplo, en las tres melodías de la Figura 1 la clase de nota correspondiente a la tónica según la armadura de clave, el Re, el Sol# y el mi \flat , respectivamente, ocurre la misma cantidad de veces y/o acumula la misma duración, y lo mismo puede decirse de la clase de nota que corresponde a la mediente, a la dominante, etc.).

De ello se desprende que si el sentido de tonalidad depende sólo de la distribución estadística de los sonidos en un contexto dado, según lo sugieren las teorías basadas en el aprendizaje estadístico, el sentido tonal promovido por una u otra melodía habría de ser el mismo. Por el contrario, si como sugieren Butler y Brown, la presencia del tritono y el orden en el que ocurre incide sobre el sentido tonal pero no en su disposición en el registro entonces las melodías originales y sus versiones dispersas habrían de promover un sentido de tonalidad con la misma claridad, mientras que las versiones desordenadas habrían de

resultar más atonales.

Por último, si el sentido de tonalidad/atonalidad promovido por un pasaje musical dependiera de la distribución en el registro de los eventos que lo componen, entonces la claridad tonal de los fragmentos mostrados en la Figura 1 debiera ir en decreciendo del fragmento original a su versión dispersa y a su versión dispersa y desordenada, ya que del primero al segundo fragmento se pierde la cohesión registral entre los eventos, y del segundo al tercero se suma el hecho de que se altera el orden de los eventos en el tiempo.

Objetivo y procedimiento

El estudio consistió en pedirle a un grupo de estudiantes de música que escuchara una serie de fragmentos melódicos¹¹ y que, al final de la audición de cada fragmento, realizara las siguientes tareas: cantar el sonido que les parecía que era la tónica e indicar si la melodía pertenecía al repertorio tonal o atonal.

La finalidad del procedimiento era examinar si el sentido tonal, reflejado en la posibilidad de identificar la tónica, correcta (con relación a la armadura de clave) y consistentemente (con relación al resto de los participantes), fluctuaba de una condición a otra (original, versión dispersa, versión dispersa y desordenada), y lo mismo acerca del juicio de pertenencia estilística del fragmento (tonal-atonal).

Para precisar qué clase de nota los participantes juzgaban como la tónica se corroboraba en un software MIDI qué nota cantaban en el momento en el que lo hacían y se les pedía que confirmaran si la nota seleccionada era la que cantaban. Luego de precisar qué nota seleccionaban como tónica se les consultaba si la melodía escuchada les parecía tonal o atonal.

Resultados

Uno de los análisis de interés acerca del desempeño de los participantes fue el porcentaje de acierto en la primera tarea (iden-

tificación de la tónica) y en su relación con la condición melódica (original, versión dispersa, y versión dispersa y desordenada). Como se muestra en la Figura 2, el porcentaje de acierto sobre la tónica correcta fue decreciendo casi linealmente de una condición a otra, al punto de invertirse: de un 77% de acierto en la condición 1 (original) se pasó a un 24% (i.e., un 76% de error) en la condición 3 (versión dispersa y desordenada). El dato clave representado en la figura es, en todo caso, el 48% de acierto en la condición 2 (versión dispersa). Lo que indica este dato es que la sola dispersión de los sonidos de los fragmentos en octavas diferentes produjo un incremento de casi 30% del error en la identificación de la tónica.

Por su parte, el patrón global de los datos indica que tanto la distribución registral como el orden temporal de los eventos inciden en el sentido de tonalidad, de allí que el porcentaje de acierto en la identificación de la tónica decreciera de una condición a otra. Un análisis cuantitativo de la varianza en la cantidad de aciertos arrojó que las diferencias de una condición a otra fueron significativas ($F(2,10) = 43,05, p < .001$). Finalmente, un análisis de los efectos simples reveló que la diferencia en la cantidad de aciertos se daba tanto entre las condiciones 1 y 2 ($p = .03$), como entre las condiciones 2 y 3 ($p < .001$).

En consonancia con lo observado acerca de la cantidad de aciertos, también se constató que la dispersión en las respuestas de los participantes, es decir, la cantidad de respuestas diferentes, varió de una condición a otra. Esta relación se grafica en el inset de la Figura 2. Allí se advierte que la cantidad de respuestas diferentes se incrementó de la condición 1 a la 2, y aun un poco más de la condición 2 a la 3. Esto indica, nuevamente que, primero, la relación registral entre los eventos incide en el sentido de tonalidad y, segundo, que también incide en su orden temporal. El análisis cuantitativo de la varianza en la cantidad de respuestas diferentes proporcionadas por los participantes para cada condición informó diferencias significativas ($F(2,10) = 6,15, p = .02$), aunque no se observaron efectos simples significativos.

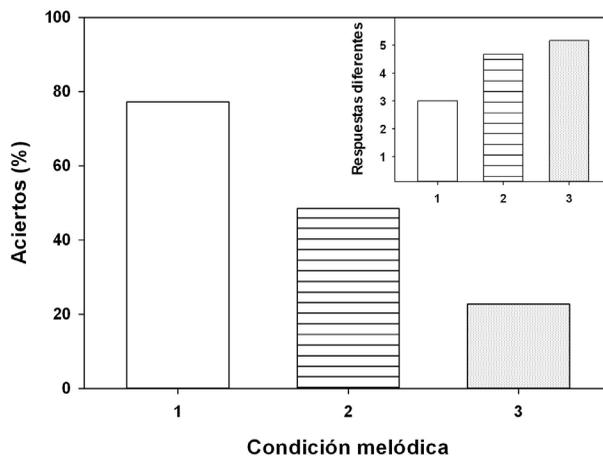


Figura 2. Porcentaje de aciertos en la identificación de la tónica con relación a las condiciones melódicas. Condición 1: fragmentos originales; condición 2: su versiones dispersas; condición 3: sus versiones dispersas y desordenadas. Inset: cantidad de respuestas diferentes para cada condición.

Se realizó un último grupo de análisis para examinar en qué medida el cambio de condición de un tipo de fragmento melódico a otro incidía en los juicios de los participantes acerca de si se trataba de una melodía tonal o atonal. La variabilidad en tal relación aparece representada en la Figura 3. Como se observa, los juicios cambiaron radicalmente de la condición 1 a las restantes. Todos los participantes juzgaron a los fragmentos de la condición 1 como tonales, mientras que más de la mitad juzgó como atonales tanto a los fragmentos de la condición 2 como a los de la condición 3.

Un resultado interesante es que la cantidad de oyentes que juzgó como atonales estos dos tipos de fragmentos fue prácticamente la misma de una condición a otra, lo que indica que la adición del desorden en la condición 3 no generó un incremento en la sensación de atonalidad que generaron los fragmentos una vez que sus sonidos se dispersaron en el registro. De manera coincidente, el análisis cuantitativo de la varianza en la distribución de los juicios tonales a través de las condiciones melódicas informó diferencias significativas ($F(2,10) = 47,46, p < .001$), específicamente entre las condiciones 1 y 2 ($p < .001$) y 1 y 3 ($p < .01$), pero no entre las condiciones 2 y

3 ($p = .99$). El lector notará que de haberse examinado los juicios atonales los resultados serían los mismos, pues sólo hubiese cambiado el signo de las diferencias entre las condiciones.

Conclusiones

El presente estudio tuvo por objetivo evaluar si el sentido de tonalidad depende de la dispersión de los sonidos en el registro y examinar en qué medida esto depende de la distribución de las clases de eventos y de su orden en una secuencia dada. Los resultados obtenidos indican consistentemente que al dispersarse los sonidos en el registro –aunque se conserve la distribución y el orden de las clases– la habilidad del oyente para identificar la tónica disminuye, al tiempo que se incrementa su sensación de que los materiales considerados son de música atonal. Además, indican que la distribución de las clases de eventos no es un factor confiable para la determinación de la tonalidad, en contraposición a lo que sugieren las teorías basadas en el aprendizaje estadístico, pero sí es confiable el orden en que se presentan los sonidos, como lo sugirieran Brown y Butler¹².

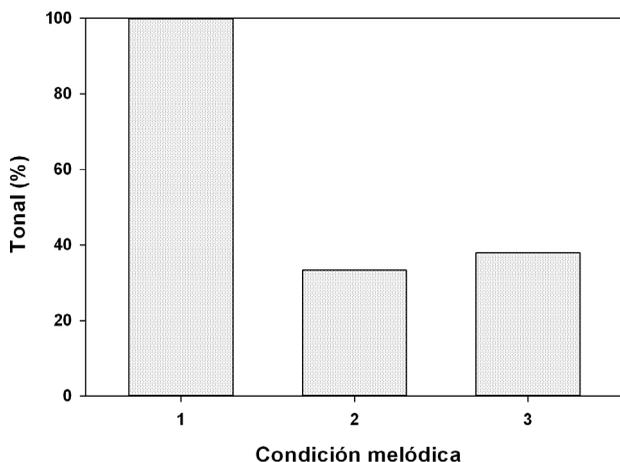


Figura 3. Porcentaje de respuestas de que las melodías eran del repertorio tonal con relación a las condiciones melódicas. Condición 1: fragmentos originales; condición 2: su versiones dispersas; condición 3: sus versiones dispersas y desordenadas.

¿Cuáles son las conclusiones analíticas y psicológicas de los resultados obtenidos? La conclusión inicial es que la tonalidad no es codificada por el oyente tanto en términos de cantidad de clases de sonidos como en términos del orden en el tiempo en que aparecen. Esta idea ha sido largamente sugerida en los estudios psicológicos, y la evidencia aquí obtenida ratifica tal presunción.

Una segunda conclusión, más novedosa, es que incluso para oyentes con cierto nivel de formación musical las 8vas pueden no ser equivalentes, los intervalos pueden no ser invertibles y, finalmente, las secuencias musicales con un mismo orden de clases pero una diferente dispersión en el registro de los eventos pueden no comunicar una misma información tonal. Los resultados obtenidos se corresponden así con aquellos previamente reportados por otros investigadores en el tema¹³ y tienen, a su

vez, fuertes implicaciones para la teoría y la composición musical, puesto que sugieren que las técnicas compositivas basadas en la idea de equivalencia de 8va y de elaboración melódica por inversión de intervalos, como el dodecafonismo, no son auditivamente eficientes.

Una tercera conclusión, aún más importante, es que la tonalidad no es codificada por el oyente tanto en términos de un sistema de relaciones (de cantidad u orden) entre clases de eventos como en términos de relaciones entre eventos propiamente dichos. Es decir, comprender la tonalidad no implicaría identificar, por ejemplo, que la sensible resuelve en la tónica, de modo tal que cualquier sensible o tónica sea equivalente, sino que resuelve por semitono ascendente en la tónica, de manera que una tónica sería la adecuada para una sensible y viceversa. Estas ideas han sido largamente intuitas por la Teoría Musical, prescritas en términos de reglas de conducción de voces¹⁴.

Los resultados aquí informados sugieren, entonces, que tales reglas son cognitivamente relevantes para el oyente. Ello implica, finalmente, que los oyentes codifican el contenido tonal de un material musical más bien como información relativa a las alturas e intervalos que lo componen, y sólo posteriormente como información relativa a las clases. Un modelo de cognición tonal que incorpora y amplía estas ideas fue recientemente formulado por el autor de este artículo¹⁵, por lo que la evidencia aquí informada brinda un soporte empírico a dicho modelo. Estudios posteriores permitirán precisar la validez de los aportes teóricos y empíricos hasta aquí realizados.

Notas

1 Robert Morgan, (1991) *La música del siglo XX*, 1999.

2 Jean-Philippe Rameau, (1722) *Treatise on harmony*, 1971.

3 Heinrich Schenker, (1906) *Tratado de Armonía*, 1990.

4 Ver al respecto: Hugh Longuet-Higgins, "The perception of music", 1978, pp. 148-156.

5 Sobre teorías de la tonalidad fundamentadas en el aprendizaje estadístico, ver: Carol Krumhansil Cognitive

foundations of musical pitch, 1990; Barbara Tillmann, Janshed Bharucha y Emmanuel Bigand, "Implicit learning of tonality: A self-organizing approach", 2000.

6 Carol Krumhansl, op.cit., 1990.

7 Helen Brown, "Interplay of set content and temporal context", 1988, pp. 219-250.

8 David Butler, "Describing the perception of tonality in music", 1989, pp. 219-242.

9 Ver al respecto: David Allen, "Octave discriminability

- of musical and non-musical subjects”, 1967; Howard Kallman, “Octave equivalence as measured by similarity ratings”, 1982; Juan Fernando Anta, “Reevaluando el efecto de la tonalidad sobre la percepción melódica”, 2011a.
- 10 Ver: Diana Duetsch, “Octave generalization and tune recognition”, 1972; Diana Deutsch y Richard Boulanger, “Octave equivalence and the immediate recall of pitch sequences”, 1984.
- 11 Para su presentación, los fragmentos fueron secuenciados en formato MIDI y reproducidos en ordenador en modalidad estéreo a través de parlantes externos. El orden de presentación de los fragmentos fue aleatorio y distinto para cada participante.
- 12 Ver la bibliografía consignada en las notas 7 y 8.
- 13 Ver la bibliografía consignada en las notas 9 y 10.
- 14 Walter Piston (1947), *Contrapunto*, 1992.
- 15 Juan Fernando Anta, “Patrones tonales, generalización por clases y representación de la tonalidad: un modelo de cognición tonal dependiente del contexto y el aprendizaje”, 2011b.

Bibliografía

- ALLEN, David: “Octave discriminability of musical and non-musical subjects”, en *Psychonomic Science*, N° 7, Psychonomic Society, 1967.
- ANTA, Juan Fernando: “Patrones tonales, generalización por clases y representación de la tonalidad: un modelo de cognición tonal dependiente del contexto y el aprendizaje”, 2011b. En evaluación.
- _____ “Reevaluando el efecto de la tonalidad sobre la percepción melódica”, en *Actas de la X Reunión Anual de la Sociedad Argentina para las Ciencias Cognitivas de la Música*, Buenos Aires, Universidad Abierta Interamericana, 2011a.
- BROWN, Helen: “The Interplay of Set Content and Temporal Context in a Functional Theory of Tonality Perception”, en *Music Perception*, Vol. 5, N° 3, University of California Press, 1988.
- BUTLER, David: “Describing the Perception of Tonality in Music. A Critique of the Tonal Hierarchy Theory and a Proposal for a Theory of Intervallic Rivalry”, en *Music Perception*, Vol. 6, N° 3, University of California Press, 1989.
- DUETSCH, Diana: “Octave generalization and tune recognition”, en *Attention, Perception & Psychophysics*, Vol. 11, N° 6, Psychonomic Society, 1972.
- _____ y BOULANGER, Richard: “Octave equivalence and the immediate recall of pitch sequences”, en *Music Perception*, Vol. 2, N° 1, University of California Press, 1984.
- KALLMAN, Howard: “Octave equivalence as measured by similarity ratings”, en *Attention, Perception & Psychophysics*, Vol. 32, N° 1, Psychonomic Society, 1982.
- KRUMHANSL, Carol: *Cognitive foundations of musical pitch*, Nueva York, Oxford University Press, 1990.
- LONGUET-HIGGINS, Hugh: “The perception of music”, en *ISR Interdisciplinary Science Review*, Vol. 3, N°2, junio 1978.
- MORGAN, Robert: (1991) *La música del siglo XX*, Madrid, Akal, 1999.
- PISTON, Walter: (1947) *Contrapunto*, Barcelona, Labor, 1992.
- RAMEAU, Jean-Philippe: (1722) *Treatise on harmony*, Nueva York, Dover, 1971.
- SCHENKER, Heinrich: (1906) *Tratado de armonía*, Madrid, Real Musical, 1990.
- TILLMANN, Barbara; BHARUCHA, Jamshed y BIGAND, Emmanuel: “Implicit learning of tonality: A self-organizing approach”, en *Psychological Review*, Vol. 107, N°3, American Psychological Association, 2000.