

---

---

## SONANCIA ARMÓNICA: UN MODELO DUAL

### HARMONIC SONANCE: A DUAL MODEL

**Emilio Renard Vallet**•

#### RESUMEN

En este artículo se presenta un modelo dual de la sonancia armónica de modo que consonancia y disonancia no son consideradas polaridades de un mismo fenómeno, sino fenómenos cualitativa y causalmente distintos. Este modelo, que está en conformidad con algunas propuestas y resultados experimentales recientes, arroja cuatro combinaciones sonoras diferentes, que aquí son denominadas consonancia, disonancia, asonancia y disonsonancia, las cuales son ejemplificadas y discutidas.

**Palabras clave:** armonía, sonancia, consonancia, disonancia, asonancia, disonsonancia, coalescencia tonal, aspereza.

#### ABSTRACT

In this article a dual model of harmonic sonance is presented, so that consonance and dissonance are not considered polarities of the same phenomenon, but qualitatively and causally distinct phenomena. This model, which is in accordance with some recent proposals and experimental results, produces four different sound combinations, which here are called consonance, dissonance, assonance and disconsonance, which are exemplified and discussed.

**Key words:** harmony, sonance, consonance, dissonance, assonance, disconsonance, tonal coalescence, roughness.

---

• Emilio Renard Vallet es doctor por la Universidad de Oviedo, funcionario de carrera del Cuerpo de Catedráticos de Música y Artes Escénicas en la especialidad de composición, y profesor del Conservatorio Profesional de Música Rafael Talens Pelló de Cullera.

Recepción del artículo: 28-V-2019. Aceptación del artículo: 26-VII-2019.

... hay aún hipótesis peligrosas; primero y sobre todo,  
 las que son tácitas e inconscientes.  
 Dado que las hacemos sin darnos cuenta,  
 somos incapaces de abandonarlas<sup>1</sup>.

## INTRODUCCIÓN

La consonancia aparece desde los orígenes como una noción central de toda la teoría musical<sup>2</sup>. Sin embargo, un primer problema que se presenta al abordar la cuestión de la sonancia<sup>3</sup> es de orden semántico; esto es: qué se entiende exactamente por consonancia y disonancia. En efecto, estos términos, y sus equivalentes griegos y latinos, no han significado siempre lo mismo a lo largo de la historia<sup>4</sup>. Y en el siglo XX se han empleado para referir fenómenos manifiestamente distintos, tales como la coalescencia o aspereza de sonidos simultáneos, la concordancia o discordancia de sonidos sucesivos, y la estabilidad o inestabilidad de los sonidos, simultáneos o sucesivos<sup>5</sup>. En este artículo se trata una de estas formas de sonancia, la que concierne a la cualidad sensorial propia de los sonidos simultáneos aisladamente tomados, y que denominamos sonancia armónica. Por ejemplo, en este sentido las díadas de la figura 1a-b son consonantes, mientras que las de la figura 1c-d son disonantes.

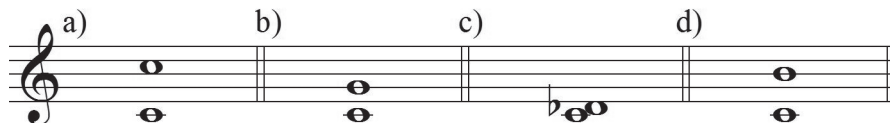


Figura 1. Ejemplo de díadas consonantes (a y b) y disonantes (c y d).

Los agregados armónicamente consonantes suenan más bien como coalescentes y suaves, como una amalgama fina de sonidos (p. ej. fig. 1a-b). En cambio, los agregados armónicamente disonantes suenan más bien como ásperos y desagregados, como una mezcla rugosa de sonidos

<sup>1</sup> Henri Poincaré, *La science et l'hypothèse*, Collection Les Sillons Littéraires, 7 (Rueil-Malmaison: Éditions de la Bohème, 1992; publicado originalmente en 1902), 177. «... il y a encore des hypothèses dangereuses ; ce sont d'abord, ce sont surtout celles qui sont tacites et inconscientes. Puisque nous les faisons sans le savoir, nous sommes impuissants à les abandonner».

<sup>2</sup> Jean-Marc Chouvel, *Esquisses pour une pensée musicale. Les métamorphoses d'Orphée* (Paris: L'Harmattan, 1998), 147.

<sup>3</sup> Por sonancia entendemos conjuntamente los términos comunes de *consonancia* y *disonancia*.

<sup>4</sup> James Tenney, *A history of 'consonance' and 'dissonance'* (New York: Excelsior, 1988).

<sup>5</sup> Vid. Emilio Renard Vallet, «Sonancia: una clarificación conceptual», *Quodlibet*, vol. 61 (2016), 58-64.

(p. ej. fig. 1c-d). En música la sonancia armónica es un factor potencial de estructuración y tensión<sup>6</sup>, con implicaciones expresivas<sup>7</sup>, estéticas<sup>8</sup> e interpretativas<sup>9</sup>.

A lo largo de la historia se han planteado diversas teorías sobre la sonancia armónica: de orden aritmético<sup>10</sup>, acústico<sup>11</sup>, sensorial<sup>12</sup>, cultural<sup>13</sup>, neural<sup>14</sup>, cognitivo<sup>15</sup>... Asimismo, se han implementado modelos matemáticos para cuantificar el grado de consonancia o disonancia de algunas combinaciones sonoras<sup>16</sup>. Pero más allá de todo ello, en general, consonancia y disonancia han venido a considerarse como polos opuestos de un mismo fenómeno. La siguiente afirmación es al respecto paradigmática: «Los términos forman una dicotomía estructural en la cual se definen uno a otro por exclusión mutua: una consonancia es lo que no es disonante, y una disonancia es lo que no es consonante»<sup>17</sup>. Desde luego,

<sup>6</sup> Wallace Berry, *Structural functions in music*, 2ª ed. (Nueva York: Dover, 1987).

<sup>7</sup> Marco Costa, Pio Enrico Ricci Bitti y Luisa Bonfiglioli, «Psychological connotations of harmonic musical intervals», *Psychology of Music*, vol. 28, n.º 1 (2000), 4-22.

<sup>8</sup> Vid. Geza Révész, *Introduction to the psychology of music* (Mineola: Dover, 2001; publicado originalmente en 1946).

<sup>9</sup> Vid. Emilio Renard Vallet, «Interpretación musical primigenia, genuina y sublime», *Atenea*, vol. 1 (2002), 25-28.

<sup>10</sup> P. ej. Nicomachus de Gerasa, en Flora R. Levin, *The manual of harmonics of Nicomachus the pythagorean* (Grand Rapids: Phanes Press, 1994).

<sup>11</sup> P. ej. Jean-Philippe Rameau, *Nouveau système de musique théorique* (París: Jean-Baptiste-Christophe Ballard, 1726; reimpresso por Erwin R. Jacobi en *Jean-Philippe Rameau (1683-1764). Complete theoretical writings*, vol. II, [Wisconsin]: American Institute of Musicology, 1967).

<sup>12</sup> P. ej. Hermann von Helmholtz, *On the sensations of tone as a physiological basis for the theory of music* (Nueva York: Dover, 1954; publicado originalmente en 1863).

<sup>13</sup> P. ej. Robert W. Lundin, «Toward a cultural theory of consonance», *The Journal of Psychology*, vol. 23 (1947), 45-49.

<sup>14</sup> P. ej. Paul Boomsalter y Warren Creel, «The long pattern hypothesis in harmony and hearing», *Journal of Music Theory*, vol. 5, n.º 1 (1961), 2-31.

<sup>15</sup> P. ej. Neil McLachlan *et al.*, «Consonance and pitch». *Journal of Experimental Psychology: General*, vol. 142, n.º 4, (2013), 1142-1158.

<sup>16</sup> Akio Kameoka y Mamoru Kuriyagawa, «Consonance theory Part II: Consonance of complex tones and its calculation method», *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 45 (1969), 1460-1469; William Hutchinson y Leon Knopoff, «The acoustic component of Western consonance», *Interface*, vol. 7 (1978), 1-29; William Hutchinson y Leon Knopoff, «The significance of the acoustic component of consonance in Western triads», *Journal of Musicological Research*, vol. 3, n.º 1 y 2 (1979), 5-22; Gregory Danner, «The use of acoustic measures of dissonance to characterize pitch-class sets», *Music Perception*, vol. 3, n.º 1 (1985), 103-122; Emmanuel Bigand, Richard Parncutt y Fred Lerdahl, «Perception of musical tension in short chord sequences: The influence of harmonic function, sensory dissonance, horizontal motion, and musical training», *Perception & Psychophysics*, vol. 58, n.º 1 (1996), 125-141; Panteleimon Nestor Vassilakis, «Perceptual and physical properties of amplitude fluctuation and their musical significance» (tesis doctoral, Los Ángeles: University of California, 2001).

<sup>17</sup> Colaboradores de Wikipedia, «Consonance and dissonance», 2005-presente, último acceso el 19 de noviembre de 2016, [https://en.wikipedia.org/wiki/Consonance\\_and\\_dissonance](https://en.wikipedia.org/wiki/Consonance_and_dissonance). «The terms form a structural dichotomy in which they define each other by mutual exclusion: a consonance is what is not dissonant, and a dissonance is what is not consonant».

el hecho de que las evaluaciones cuantitativas de consonancia y de disonancia vengán a correlacionar simétricamente (más disonante = menos disonante, y más disonante = menos consonante)<sup>18</sup> no hace más que reforzar esta idea. Y aunque se invoque la gradualidad del fenómeno, es decir, que consonancia y disonancia no difieren en categoría, sino en grado<sup>19</sup>; o vengán a definirse, explícita o implícitamente, *ex negatione*, es decir, la consonancia como ausencia de disonancia<sup>20</sup> o la disonancia como ausencia de consonancia<sup>21</sup>, el fondo de la cuestión no cambia en absoluto: consonancia y disonancia son vistas como polaridades de una misma realidad.

Contrariamente a esta concepción común, en este trabajo se presenta un modelo dual de la sonancia armónica, desarrollado a partir de una observación de Parncutt y Hair<sup>22</sup>. Este paradigma se fundamenta en la idea de que consonancia y disonancia son fenómenos distintos, experiencialmente y causalmente. El modelo viene a combinar dos teorías clásicas de la sonancia, pertinentemente revisadas: la teoría de la aspereza tonal de Helmholtz<sup>23</sup> y la teoría de la coalescencia tonal de Stumpf<sup>24</sup>, que más que antagonicas, bajo las premisas del presente enfoque, aparecen como complementarias. A continuación se explica el modelo, con sus dos componentes experienciales (coalescencia tonal y aspereza tonal); después se trata la combinación cruzada de estos dos componentes, con sus cuatro formas lógicamente resultantes, denominadas aquí consonancia, disonancia, asonancia y disconsonancia; finalmente, se presentan unas breves consideraciones sobre la cuestión del agrado y desagrado en la sonancia, la esencialidad o concomitancia de las cualidades consideradas, y el estatus del modelo presentado en relación con algunos estudios recientes.

## I. UN MODELO DUAL

De acuerdo con el modelo dual que se propone aquí, la sonancia armónica tendría dos componentes experienciales distintos: la coalescencia tonal (o ausencia de coalescencia, desagregación) y la aspereza tonal (o ausencia de aspereza, suavidad). Seguidamente se trata cada uno de los dos componentes.

<sup>18</sup> Vid. A. Schneider, A. von Ruschkowski y R. Bader, «Klangliche Rauigkeit, ihre Wahrnehmung und Messung», en *Musical Acoustics, Neurocognition and Psychology of Music*, editado por R. Bader (Frankfurt: P. Lanf, 2009, 103-148), citado en Albrecht Schneider, «Pitch and pitch perception», en *Springer handbook of systematic musicology*, editado por Rolf Bader (Berlín, Heidelberg: Springer-Verlag, 2018, 605-685).

<sup>19</sup> Arnold Schönberg, *Armonía* (Madrid: Real Musical, 1974; publicado originalmente en 1911).

<sup>20</sup> Vid. Helmholtz, *On the sensations...*

<sup>21</sup> Vid. Carl Stumpf, «Konsonanz und Dissonanz», *Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft*, vol. 1 (1898), 1-108.

<sup>22</sup> Richard Parncutt y Graham Hair, «Consonance and dissonance in music theory and psychology: Disentangling dissonant dichotomies», *Journal of Interdisciplinary Music Studies*, vol. 5, n.º 2 (2011), 119-166.

<sup>23</sup> Helmholtz, *On the sensations...*

<sup>24</sup> Stumpf, «Konsonanz und...».

### I. 1. Coalescencia tonal

La coalescencia tonal es la percepción de dos o más sonidos simultáneos como integrados. La mayoría de los sonidos de los instrumentos musicales constituyen ejemplos de coalescencia tonal: conformados normalmente por multitud de tonos parciales, se perciben fundidos en una única sensación de altura (v. figura 2).

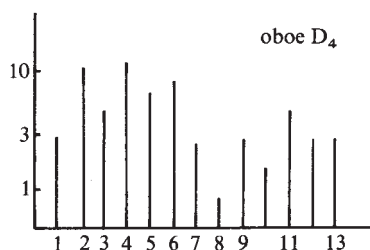


Figura 2. Espectro de frecuencias del  $re_4$  del oboe; eje  $x$ : número de armónico; eje  $y$ : amplitud (logarítmica)<sup>25</sup>.  
Conformado por multitud de tonos, se percibe como un único sonido: ejemplo de coalescencia tonal.

La coalescencia tonal puede ocurrir tanto en superposiciones de tonos simples, tal como en el caso citado de los sonidos musicales, como en superposiciones de tonos complejos, tal como en el intervalo musical de octava justa. El grado de coalescencia o interpenetración de los sonidos simultáneos puede variar notablemente, desde la completa fusión hasta la clara desagregación. Por ejemplo, las notas de los intervalos simultáneos de octava y quinta justas tienden a coaligarse, aunque mucho más en el caso de la octava que en el de la quinta (figura 3a-b), mientras que las notas de los intervalos de cuarta y decimoctava (cuarta más dos octavas) aumentadas tienden a desagregarse, si bien más en el caso de la decimoctava que en el de la cuarta (figura 3c-d).

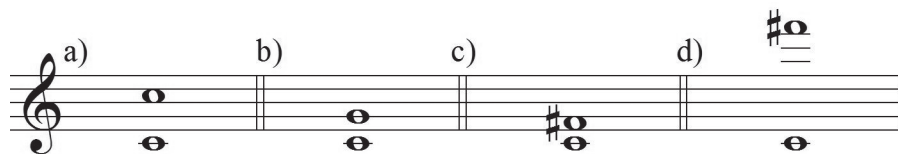


Figura 3. Díadas con diferentes grados de coalescencia tonal:  
más bien coalescentes (a y b ; a más que b) y desagregadas (c y d; d más que c).

<sup>25</sup> A partir de Neville H. Fletcher y Thomas D. Rossing, *The physics of musical instruments*, 2ª ed. (Nueva York: Springer, 1998), 493.

En música, la coalescencia tonal es un elemento fundamental en aspectos tan diversos como la armonía<sup>26</sup>, la textura<sup>27</sup> o el timbre<sup>28</sup>. Por ejemplo, que las combinaciones sonoras se perciban como acordes o como meros agregados sonoros, que una textura tienda a la homofonía o a la polifonía, o que los sonidos se perciban como timbres o como armonías, es en gran medida una cuestión de coalescencia tonal<sup>29</sup>.

La coalescencia tonal depende de diversos factores, tales como la armonicidad, la sincronía o la intensidad de los componentes sonoros, entre otros<sup>30</sup>. Por ejemplo, los sonidos concurrentes tienden a fundirse más si sus ataques son sincrónicos que si son suficientemente asincrónicos<sup>31</sup>, incluso con desfases tan pequeños que los sonidos, más o menos fusionados o fisionados, aún se perciben sincrónicamente<sup>32</sup>. Pero de especial relevancia para la armonía es lo concerniente a las alturas relativas o intervalos musicales, ya que, en definitiva, la armonía es una cuestión de altitud o interválica tonal. Aparentemente, dos aspectos altitudinales juegan un papel clave en la coalescencia tonal: el espaciado (o amplitud de los intervalos) y la armonicidad (o condición de ser armónico)<sup>33</sup>. En relación con el espaciado altitudinal es patente que, siendo todo lo demás igual, cuanto más separados están los sonidos (o más amplios son los intervalos), menos tienden a integrarse (v. fig. 3a-c respecto d), pudiéndose afirmar que en intervalos muy amplios (tales como de tres o más octavas) la coalescencia tonal puede llegar a ser prácticamente nula. Prácticas de escritura musical como la de mantener las voces contiguas dentro de un rango interválico limitado en la armonía escolástica<sup>34</sup>, o la de separar registralmente las

<sup>26</sup> Vid. Emili Renard i Vallet, «Les tres qualitats auditives definitòries de l'acord: tonicitat, complexitat i unitat», en *Proceedings of the I Congrés Internacional "Investigació en Música"*, (Valencia: ISEA, 2010): 104-107.

<sup>27</sup> David Huron, «Tonal consonance versus tonal fusion in polyphonic sonorities», *Music Perception*, vol. 9, n.º 2 (1991), 135-154.

<sup>28</sup> Vid. Robert Erickson, *Sound structure in music* (Berkeley: University of California Press, 1975).

<sup>29</sup> Vid. también Albert S. Bregman, *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound* (Cambridge, MA: MIT Press, 1990).

<sup>30</sup> Vid. Erickson, *Sound structure...*; Stephen McAdams, «Spectral fusion and the creation of auditory images», en *Music, Mind, and Brain. The Neuropsychology of Music*, editado por Manfred Clynes (Nueva York y Londres: Plenum Press, 1982, 279-298); Stephen Handel, *Listening. An introduction to the perception of auditory events* (Cambridge: The MIT Press, 1989); Bregman, *Auditory scene...*; Albert S. Bregman y Pierre A. Ahad, *Demonstrations of auditory scene analysis. The perceptual organization of sound*, [CD y folleto] (Montreal: Department of Psychology, Auditory Perception Laboratory, McGill University, 1996).

<sup>31</sup> Helmholtz, *On the sensations...*, 59.

<sup>32</sup> Rudolf A. Rasch, «The perception of simultaneous notes such as in polyphonic music», *Acustica*, vol. 40 (1978), 21-33; cf. Joos Vos, «Perceptual separation of simultaneous complex tones: the effect of slightly asynchronous onsets», *Acta Acustica*, vol. 3 (1995), 405-416.

<sup>33</sup> Los sonidos armónicos son periódicos, sus frecuencias son múltiplos enteros de una frecuencia fundamental, ya exista acústicamente o no, y son expresables en ratios de números enteros pequeños o relativamente pequeños, tales como 1:1 (unísono), 2:1 (octava justa), 3:2 (quinta justa), etc.

<sup>34</sup> V. p. ej. Joaquín Zamacois, *Tratado de armonía*, 10.ª ed., vol. 1 (Barcelona: Labor, 1986), 45.

unidades armónicas en los poliacordes<sup>35</sup>, pueden comprenderse mediante este principio de proximidad altitudinal<sup>36</sup>.

En relación con la armonicidad, es claro que los sonidos o intervalos armónicos (o próximos a la armonicidad) tienden a coaligarse, mientras que los inarmónicos tienden a desagregarse<sup>37</sup>. La fuerte fusión (y tonicidad) que normalmente exhiben los sonidos musicales (tonos complejos armónicos), frente a la impresión dispersa (y tonalmente difusa) de sonidos como los de las campanas (tonos complejos inarmónicos), depende en gran medida de su condición más bien armónica o inarmónica, respectivamente<sup>38</sup>. Pero no todos los sonidos físicamente armónicos (o cercanos a la armonicidad) se amalgaman por igual. En general, parece que cuanto mayor es la simplicidad del ratio interválico ideal que forman las frecuencias fundamentales de los sonidos, más fuerte es la fusión tonal. Compárese, por ejemplo, el grado de coalescencia tonal de la octava justa (ratio 2:1), de la cuarta justa (ratio 4:3) y de la segunda mayor (ratio 9:8), decrecientes en grado de coalescencia tonal y en simplicidad acústica, aunque todos son físicamente armónicos<sup>39</sup>. Es por ello que, más que entender la armonicidad como una propiedad meramente cualitativa (algo es armónico o inarmónico), puede ser útil considerarla como una propiedad cuantitativa (algo es más o menos armónico o inarmónico). Este sentido extendido de la armonicidad será dado aquí mediante el término compuesto de armonicidad tonal (o simplemente armonicidad si no es necesaria la adjetivación). Considerando solamente los intervalos simples, el intervalo que más se coaliga es la primera justa, aptamente denominado unísono (del latín *unisonus*, *unus* y *sonus*). Le seguirían, y en este orden, la octava, la quinta y la cuarta justas. Después, las terceras y sextas mayores y menores. Y, finalmente, el tritono y las segundas y séptimas mayores y menores<sup>40</sup>. Los intervalos microtonales (intervalos con divisiones menores al semitono) presentarían un grado de

<sup>35</sup> V. p. ej. Vicent Persichetti, *Twentieth-century harmony. Creative aspects and practice* (Nueva York: Norton & Company Inc., 1961), 137.

<sup>36</sup> Vid. Emilio Renard Vallet, *Acordes: un estudio de los factores condicionantes de su identidad armónica* (Cullera: el autor, 2013), 90-91.

<sup>37</sup> V. p. ej. John R. Pierce, *The science of musical sound* (Nueva York: Scientific American Books, 1983).

<sup>38</sup> P. ej. Diana Deutsch, «Grouping mechanisms in music», en *The Psychology of Music*, 3.<sup>a</sup> ed., editado por Diana Deutsch (Nueva York: Academic Press, 2013, 183-248).

<sup>39</sup> Sin embargo, no está claro qué hace un ratio simple y qué lo hace complejo (Hofmann-Engl, «Consonance/dissonance...»), por lo que no es fácil reducir la coalescencia tonal a la armonicidad. Distintos criterios de cuantificación del grado de simplicidad o complejidad de un ratio se pueden encontrar en: J. P. van de Geer, W. J. M. Levelt y R. Plomp, «The connotation of musical consonance», *Acta Psychologica*, vol. 20 (1962), 308-319; W. J. M. Levelt, J. P. van de Geer y R. Plomp, «Triadic comparisons of musical intervals», *The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, vol. 19, n.º 2 (1966), 163-179; E. Glenn Schellenberg y Sandra E. Trehub, «Frequency ratios and the perception of tone patterns», *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 1, n.º 2 (1994), 191-201; y Trevor Wishart, *On sonic art* (Ámsterdam: Harwood Academic Publishers, 1996). Véase también William A. Sethares, *Tuning, timbre, spectrum, scale*. 2ª ed. (Londres: Springer Verlag, 2005), 90-92.

<sup>40</sup> Cf. Henry J. Watt, *The psychology of sound* (Cambridge: University Press, 1917), 104.

coalescencia similar al de los intervalos semitonales más cercanos<sup>41</sup>, como la octava «desafinada» (p. ej.  $\pm 20$  cents,  $1/10$  de tono), que se funde tanto como la octava justa armónicamente perfecta (2:1), aunque tenga otra cualidad auditiva (*vid. infra*).

La interacción entre el espaciado y la armonicidad, clave para comprender la coalescencia en los intervalos compuestos (mayores que una octava), no parece sencilla de tratar y no se desarrollará aquí. Pero merece apuntarse que el concepto aludido de armonicidad tonal o extendida podría dar por sí mismo plena cuenta de ello. En efecto, una idea con alto potencial explicativo es que la fusión o coalescencia tonal ocurre cuando el sistema auditivo interpreta los agregados sonoros como armónicos de un único tono complejo<sup>42</sup>. Así, dos sonidos ampliamente separados (digamos más allá de tres octavas) tenderían a desagregarse porque es poco probable que sean originados por una misma fuente sonora; o lo que vendría a ser lo mismo, porque son poco armónicos. El mismo principio puede dar cuenta de la fusión tonal de agregados más complejos que los intervalos o díadas, como es claro en los acordes espectrales (replicantes de la serie armónica), tendentes a fundirse más, frente a agregados estructuralmente menos armónicos, como los acordes isointerválicos (p. ej. tríada aumentada), tendentes a fundirse menos.

Stumpf<sup>43</sup> vio en la coalescencia tonal (*Tonverschmelzung*) la explicación de la sonancia: un grado relativamente alto de coalescencia suponía consonancia, y un grado relativamente bajo, disonancia. Sin embargo, algunos hechos cuestionan la teoría. Por ejemplo, algunas combinaciones sonoras desagregadas (no coalescentes), como los macrointervalos (intervalos de varias octavas), no son disonantes; al menos en el sentido en el que lo son los intervalos comúnmente considerados disonantes (2<sup>a</sup>m, 7<sup>a</sup>M, etc.). Por otra parte, algunas combinaciones coalescentes, como el unísono o la octava ligeramente desafinadas, no son consonantes; al menos en el sentido en el que lo son los intervalos comúnmente considerados consonantes (8<sup>a</sup>J, 5<sup>a</sup>J, etc.). El error fundamental de la teoría de la coalescencia tonal como explicación de la sonancia armónica estaría en la consideración que hace de la disonancia como falta de coalescencia.

De acuerdo con el modelo dual de la sonancia aquí expuesto, la coalescencia tonal, dependiente de la armonicidad tonal, es el componente consonántico (o de consonancia) de la sonancia armónica, y nada más que esto. Expresado con otras palabras, la coalescencia explicaría la consonancia (y la ausencia de consonancia), pero no la disonancia (ni la ausencia de disonancia). Para dar cuenta de la disonancia armónica es necesario acudir al fenómeno de la aspereza tonal, el segundo componente del modelo propuesto.

<sup>41</sup> Cf. Austin M. Brues, «The fusion of non-musical intervals», *The American Journal of Psychology*, vol. 38, n.º 4 (1927), 624-638.

<sup>42</sup> Lucinda A. DeWitt y Robert G. Crowder, «Tonal fusion of consonant musical intervals», *Perception & Psychophysics*, vol. 41 (1987), 73-84.

<sup>43</sup> Stumpf, «Konsonanz und...».



## I.2 Aspereza tonal

La aspereza tonal es la sensación de fricción auditiva que pueden producir dos o más sonidos simultáneos, como el acorde de la figura 4.

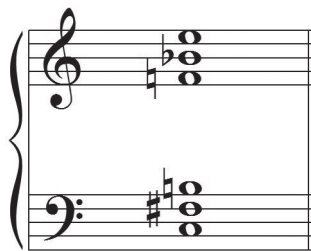


Figura 4. Ejemplo de aspereza tonal en acordes.

La aspereza tonal puede ocurrir tanto en superposiciones de tonos complejos, tal como en el caso del acorde citado, como en superposiciones de tonos simples o timbres, tal como en las notas pedales del trombón. El grado de aspereza de las simultaneidades sonoras puede variar desde la aspereza más ruda hasta la suavidad más fina. Por ejemplo, los intervalos musicales simultáneos de segunda menor y segunda mayor son más bien ásperos, aunque más el de segunda menor que el de la segunda mayor (fig. 5a-b), mientras que los intervalos de octava y quinta justas son más bien suaves, aunque más el de octava que el de quinta (fig. 5c-d).

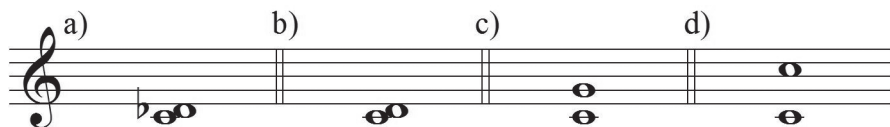


Figura 5. Díadas con diferentes grados de aspereza tonal: más bien ásperas (a y b; a más que b) y suaves (c y d; d más que c).

La aspereza tonal es un factor potencial de tensión, tanto en la música tonal<sup>44</sup>, como en la atonal<sup>45</sup>, como en la de otras culturas<sup>46</sup>. La aspereza tonal depende de lo que denominaremos aquí

<sup>44</sup> Bigand, Parncutt y Lerdahl, «Perception of musical...».

<sup>45</sup> Daniel Pressnitzer *et al.*, «Perception of musical tension for nontonal orchestral timbres and its relation to psychoacoustic roughness», *Perception & Psychophysics*, vol. 62, n.º 1 (2000), 66-80.

<sup>46</sup> Pantelis N. Vassilakis, «Auditory roughness as a means of musical expression», *Selected Reports in Ethnomusicology Perspectives in Systematic Musicology*, vol. 12 (2005), 119-144.

criticidad tonal<sup>47</sup>; esto es: la separación frecuencial de los sonidos respecto de la banda crítica, que puede entenderse como «el rango de frecuencias dentro del cual dos señales compiten por las mismas células receptoras de la membrana basilar»<sup>48</sup>. En efecto, cuando dos o más señales acústicas tienen una frecuencia similar pero no igual (p. ej. 440 y 442 Hz), se producen fenómenos como los batimientos: fluctuaciones periódicas de sonoridad<sup>49</sup>. Con diferencias de frecuencia algo mayores (p. ej. de 25 Hz) los batimientos se convierten en una sensación de aspereza. Pero si la diferencia entre las frecuencias de los sonidos es aún mayor y superan la amplitud de la banda crítica o «zona de interferencia», la aspereza desaparece y los sonidos se perciben suavemente.

La amplitud de la banda crítica varía a lo largo del registro. Medida en semitonos, decrece con la frecuencia, siendo más amplia en el registro grave que en el medio, y más en el medio que en el agudo (v. figura 6). De ahí que un mismo intervalo pueda resultar consonante en el registro medio o agudo, y disonante o confuso en el registro grave, como la tercera mayor  $do_4$ - $mi_4$  o  $do_2$ - $mi_2$ <sup>50</sup>. Para el registro medio-agudo puede ser práctico pensar en un ancho general de banda crítica de algo menos de tres semitonos. Esto sitúa la frontera entre aspereza y suavidad entre la segunda mayor (intervalo áspero) y la tercera menor (intervalo suave). A partir de este punto, en tonos puros ya no hay aspereza. Por otra parte, la máxima aspereza tonal tiene lugar cuando las frecuencias sonoras están a una determinada separación porcentual respecto de la amplitud de la banda crítica<sup>51</sup>, distancia que en el registro medio-agudo se acerca al semitono<sup>52</sup>. Debido a la forma piramidal de la banda crítica, conforme se desciende en el registro, tanto el intervalo que separa la aspereza de la suavidad como el intervalo de máxima aspereza se agrandan para tonos puros.

<sup>47</sup> Concepto propuesto por el autor.

<sup>48</sup> David Butler, *The musician's guide to the perception and cognition* (New York: Schirmer Books, 1992), 224. «The frequency range within which two signals compete for the same receptor cells on the basilar membrane».

<sup>49</sup> Los batimientos ocurren habitualmente en situaciones musicales cuando dos instrumentos tocan la misma nota y están casi afinados.

<sup>50</sup> Decimos «disonante o confuso» porque en una combinación como la última referida, en el ámbito de la psicoacústica se destaca la disonancia, mientras que en el de la armonía se incide más bien en la ininteligibilidad auditiva (Renard Vallet, *Acordes: un estudio...*, 96).

<sup>51</sup> R. Plomp y W. J. M. Levelt, «Tonal consonance and critical bandwidth», *Journal Acoustical Society of America*, vol. 38 (1965), 548-560; Donald D. Greenwood, «Critical bandwidth and consonance in relation to cochlear frequency-position coordinates», *Hearing Research*, vol. 54 (1991), 164-208, citado en David Huron, «Tone and voice: A derivation of the rules of voice-leading from perceptual principles», *Music Perception*, vol. 19, n.º 1 (2001).

<sup>52</sup> *Vid.* Ernest Terhardt, «The concept of musical consonance: a link between music and psychoacoustics», *Music Perception*, vol. 1, n.º 3 (1984), 276-295.



Figura 6. Tamaño aproximado de la banda crítica en función del registro, en notación musical.  
Las notas representan tonos puros, no tonos complejos<sup>53</sup>.

La aspereza de las combinaciones simultáneas de tonos complejos, tales como los intervalos musicales, puede derivarse de la aspereza de las combinaciones de los tonos simples que los componen. La figura 7 muestra las 13 díadas simples (en redonda), con sus primeros cuatro armónicos (en negrita) y las interacciones que entre ellos se producen. Estas interacciones dan una idea básica de la cualidad más bien suave o áspera de cada díada y del origen psicoacústico de la misma. A este respecto es oportuno mencionar que la cualidad suave de un intervalo como la octava justa no está en la coincidencia de parciales, sino en la ausencia de interacciones. Asimismo, obsérvese que, según el paradigma expuesto, la cualidad áspera de un intervalo como la séptima mayor no se puede atribuir a la séptima en sí, sino a la colisión que se produce entre el segundo armónico del sonido grave y el primero del agudo, entre otras interacciones.



Figura 7. Interacciones entre los primeros cuatro armónicos de las 13 díadas equi-temperadas simples: redondas: notas de las díadas; negritas, armónicos superiores. Por conveniencia, las alteraciones se han escrito tanto a la izquierda como a la derecha de las notas.

<sup>53</sup> Figura tomada y adaptada de Huron, «Tone and voice...», 16.

Helmholtz<sup>54</sup> fundamentó la sonancia armónica en la aspereza tonal: un grado relativamente alto de aspereza, producida por una frecuencia relativamente alta de batimiento, suponía disonancia (armónica), y un grado relativamente bajo, consonancia (armónica). Sin embargo, algunos hechos cuestionan la teoría. Por ejemplo, algunas combinaciones sonoras suaves (libres de aspereza), como los macrointervalos, no son consonantes; al menos en el sentido en el que lo son los intervalos simples comúnmente considerados consonantes (8ªJ, 5ªJ, etc.)<sup>55</sup>. Por otra parte, algunas combinaciones ásperas, como el unísono o la octava ligeramente desafinadas, no son disonantes; al menos en el sentido en el que lo son los intervalos comúnmente considerados disonantes (2ªm, 7ªM, etc.). El error fundamental de la teoría de la aspereza tonal como explicación de la sonancia armónica estaría en la consideración que se hace de la consonancia como ausencia de disonancia.

De acuerdo con el modelo dual de la sonancia aquí expuesto, la aspereza es el componente *disonántico* (o de disonancia) de la sonancia armónica, pero nada más que esto<sup>56</sup>. Con otras palabras, la aspereza explicaría la disonancia (y la ausencia de disonancia), pero no la consonancia (ni la ausencia de consonancia).

En conclusión, de acuerdo con lo visto sobre coalescencia y aspereza tonales, la sonancia armónica sería la sensación auditiva de mayor o menor coalescencia o desagregación, y aspereza o suavidad, producida por dos o más sonidos simultáneos<sup>57</sup>. La consonancia depende de la armonicidad, y la disonancia, de la criticidad.

## II. COMBINACIONES SONORAS

La combinación cruzada de los correlatos auditivos de la armonicidad y criticidad (coalescencia-desagregación, aspereza-suavidad), da lugar a cuatro combinaciones sonoras básicas: (1) coalescencia y suavidad, (2) desagregación y aspereza, (3) desagregación y suavidad y (4) coalescencia y aspereza. La combinación (1), coalescencia y suavidad, daría lugar a la consonancia; la combinación

<sup>54</sup> Helmholtz, *On the sensations...*

<sup>55</sup> A este respecto resulta pertinente señalar que una revisión crítica de los datos experimentales publicados sobre la relación entre consonancia y aspereza, como los clásicos de Plomp y Levelt, «Tonal consonance...», revela que más allá del límite de la banda crítica la evaluación de la sonancia puede variar sensiblemente, lo cual contradice las premisas de la teoría de la consonancia como una función de la criticidad (v. Mark Jude Tramo *et al.*, «Neurobiological foundations for the theory of harmony in Western tonal music», *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 930 (2001), 92-116.

<sup>56</sup> Otros factores que pueden contribuir a la disonancia son la irregularidad de la forma de la onda sonora y la distribución de la energía espectral (v. p. ej. Albrecht Schneider, «“Verschmelzung”, tonal fusion, and consonance: Carl Stumpf revisited», en *Music, gestalt, and computing*, editado por Marc Leman, (Berlín: Springer Verlag, 1997): 117-143.

<sup>57</sup> Emilio Renard Vallet, «*Qualia harmonica*: identificación y definición», *Notas de paso*, vol. 2 (2015), <http://revistadigital.csmvalencia.es/wp-content/uploads/2015/05/Renard-Qualia-harmonica-identificacion-y-definicion.pdf>; cf. Renard Vallet, *Acordes: un estudio...*,

(2), desagregación y aspereza, daría lugar a la disonancia; la combinación (3), desagregación y suavidad, daría lugar a lo que hemos convenido en denominar asonancia; y la combinación (4), coalescencia y aspereza, daría lugar a lo que llamaremos disconsonancia (v. tabla 1).

Tabla 1  
Combinaciones de armonicidad y criticidad

Armonicidad	Criticidad	
	Suavidad	Aspereza
Coalescencia	Consonancia	Disconsonancia
Desagregación	Asonancia	Disonancia

Ejemplos generales de consonancia son los intervalos de 8ªJ y 3ªM; de disonancia, los de 2ªm y 7ªm; de asonancia, los intervalos de más de dos o tres octavas; y de disconsonancia, la octava y quinta justas «desafinadas» (figura 8).

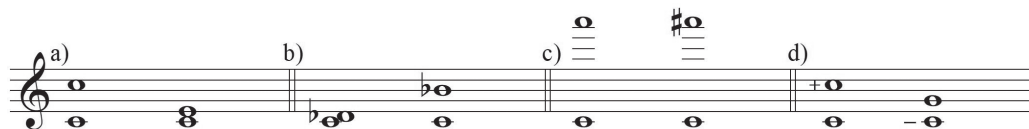


Figura 8. Ejemplos de intervalos, a) consonantes; b) disonantes; c) asonantes; d) disconsonantes (+, - :  $\pm 20$  cents,  $1/10$  de tono, aprox.).

Más allá de esta clasificación básica de la sonancia, la consideración de grados de coalescencia y aspereza daría lugar, cuanto menos, a consonancias y disonancias armónicas más fuertes o más débiles. De hecho, es lo que se observa, por ejemplo, en la clasificación tradicional de las consonancias, en perfectas (8ªJ, 5ªJ y 4ªJ) e imperfectas (3ªM, 3ªm, 6ªM y 6ªm)<sup>58</sup>, exhibientes de un grado de coalescencia relativamente alto y bajo respectivamente; o en clasificaciones de las disonancias como la de Charles Seeger, también en perfectas (2ªm, 7ªM y 9ªm) e imperfectas (2ªM, 7ªm y 9ªM)<sup>59</sup>, inductoras de un grado de aspereza relativamente alto y bajo respectivamente. Desde luego, la afinación (frecuencias exactas), la dinámica (nivel sonoro) o el timbre (espectro acústico) puede afectar a la sonancia armónica de intervalos y acordes<sup>60</sup>. Por ejemplo, en campanas y carrillones, instrumentos con sonidos cuya

<sup>58</sup> Salvador Seguí, *Teoría musical*, vol. I (Madrid: Unión Musical Española, 1987), 89-90.

<sup>59</sup> Vid. Taylor Aitken Greer, *A question of balance: Charles Seeger's philosophy of music* (Berkeley, Los Ángeles, Londres: University of California Press, 1998), 127.

<sup>60</sup> Vid. Sethares, *Tuning, timbre...*; Renard Vallet, *Acordes: un estudio...*

estructura espectral contiene un componente de tercera menor, ciertos intervallos que al piano o al órgano son consonantes, como la tercera mayor, suenan en ellos disonantes<sup>61</sup>.

Las figuras 9-12 muestran cuatro fragmentos musicales, cada uno con una cualidad armónica distinta, fundamentalmente consonante (figura 9), disonante (figura 10), asonante (figura 11) y disconsonante (figura 12).

The image shows a four-part vocal setting of the text "Et in car - na - tus est". The parts are labeled Superius, Altus, Tenor, and Bassus. Each part is written on a five-line staff with a treble clef (except for Bassus which has a bass clef). The music is in a common time signature (C). The lyrics are written below the notes. The Superius part starts with a whole note, followed by quarter notes. The Altus part starts with a whole note, followed by quarter notes. The Tenor part starts with a whole note, followed by quarter notes. The Bassus part starts with a whole note, followed by quarter notes. The lyrics are: "Et in car - na - tus est".

Figura 9. Josquin des Prez: Missa pange lingua: «Credo» (Et incarnatus est), cc. 1-5. (© 1977 Copyright by the University of North Carolina Press).

The image shows a piano score for a piece titled "Mäßig (♩ = 120) cantabile". The music is in 4/4 time. The tempo is marked "Mäßig" and the metronome marking is "♩ = 120". The mood is "cantabile". The score is written for piano (p). The music features complex harmonic structures with many dissonances. The score is written in a single system with a grand staff (treble and bass clefs). The music is in a key with two sharps (D major or F# minor). The tempo is marked "Mäßig" and the metronome marking is "♩ = 120". The mood is "cantabile". The score is written for piano (p). The music features complex harmonic structures with many dissonances.

Figura 10. Arnold Schönberg: Pieza para piano, op. 33a, cc-1-2 (© Copyright by Editio Musica Budapest).

<sup>61</sup> P. ej. J. Stuart Archer, «On carillon music», *Music & Letters*, vol. 18, n.º 2 (1937), 176-179.

♩ = 136

8

*sfz* *mf* *mf* *p* *ff pp*

3 3 3 3

(P) 8 P

Figura 11: Karlheinz Stockhausen: Kreuzspiel, cc. 14-16, parte de piano (© Copyright 1960 by Universal Edition).

Figura 12: Tema para metalófonos balineses, g'ndérs o gangsas<sup>62</sup>.

A su vez, estas cuatro cualidades pueden combinarse simultáneamente en un mismo agregado, incluida la consonancia y la disonancia. Por paradójico que pueda parecer, es el caso de los acordes «disonantes» de la música tonal (acordes de séptima, novena, etc.), que tienen componentes que proveen aspereza (la séptima, la novena, etc.), pero también otros que confieren convergencia (quintas y terceras fundamentalmente). Caso bien distinto es el de los acordes de la música atonal o de los clústeres, de naturaleza más puramente disonante.

<sup>62</sup> A partir de Colin McPhee, «The five-tone gamelan music of Bali», *The Musical Quarterly*, vol. 35, n.º 2 (1949), 264. Estos instrumentos son fabricados en pares, de modo que uno es afinado ligeramente más alto o más bajo que el otro, para producir un característico efecto *shimmering* (tremulante). Este efecto es similar al sonido del piano cuando los grupos de cuerdas de cada nota no están perfectamente afinados, al de los unísonos «desiguales» de instrumentos de viento dobles como la ocarina doble, o al sonido del acordeón, entre otros (v. Bart Hopkin, *Musical instrument design: Practical information for instrument making* (Tucson: See Sharp Press, 1996), 139-140).

### III. CONSIDERACIONES FINALES

Conviene explicitar que las diferentes formas de sonancia se entienden en este trabajo como cualidades meramente sensoriales, independientemente de toda implicación afectiva o estética. Se comenta porque consonancia y disonancia también se han definido en términos de agrado y desagrado respectivamente<sup>63</sup>. Pero es claro que este tipo de apreciaciones puede variar entre individuos, culturas y épocas. Por ejemplo, mientras que la consonancia sensorial ha sido un valor estético en la música occidental, de acuerdo con McPhee, los músicos balineses juzgan el sonido de sus metalófonos separadamente tomados (que en cierto sentido podrían considerarse consonantes), como «delgado, muerto»<sup>64</sup>. Parece evidente que más allá de las cualidades sensoriales, la experiencia o familiaridad de cada sujeto con los distintos objetos sonoros sería clave para explicar las diferencias de su apreciación afectiva o estética<sup>65</sup>.

También, conviene observar que aunque en este trabajo se ha venido a identificar, por una parte, coalescencia y consonancia, y por otra, aspereza y disonancia, es posible que la coalescencia y la aspereza sean cualidades concomitantes de la consonancia y la disonancia, no la consonancia y la disonancia mismas. Es decir, que de algún modo los agregados sonoros pudieran evocar un sentido de consonancia y disonancia, aun si no existiera la coalescencia y la aspereza<sup>66</sup>. La equivalencia general entre armonía compacta y disuelta (como entre acorde y arpeggio) —siendo que la consonancia y la disonancia (sensorialmente entendidas) son más fuertes en el primer tipo textural<sup>67</sup>— puede ser un signo del carácter concomitante de la coalescencia y la aspereza.

Finalmente, la relación entre criticidad tonal y disonancia armónica es bien conocida y parece bien asentada<sup>68</sup>. Sin embargo, algunos estudios sobre sonancia armónica cuestionan seriamente la importancia de la criticidad en favor de la armonicidad<sup>69</sup>. Otros trabajos tratan de unificar diferentes teorías de la sonancia<sup>70</sup>. Tal vez, el reconocimiento de la consonancia y la disonancia como fenómenos

<sup>63</sup> P. ej. Willi Apel, *Harvard Dictionary of Music* (Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1953), 180, citado en Tenney, *A history of...*

<sup>64</sup> McPhee, «The five-tone...», 255.

<sup>65</sup> Renard Vallet, *Acordes: un estudio...*, 209-215.

<sup>66</sup> Vid. Neil M. McLachlan, «Timbre, pitch, and music», en *Oxford Handbooks Online* (Oxford University Press, 2016), doi: 10.1093/oxfordhb/9780199935345.013.44.

<sup>67</sup> Vid. Renard Vallet, *Acordes: un estudio...*

<sup>68</sup> V. p. ej. Gilberto Bernardes *et al.*, «Considering roughness to describe and generate vertical musical structure in content-based algorithmic-assisted audio composition», en *Proceedings - 40th International Computer Music Conference, ICMC 2014 and 11th Sound and Music Computing Conference, SMC 2014 - Music Technology Meets Philosophy: From Digital Echos to Virtual Ethos*, (National and Kapodistrian University of Athens, 2014): 318-324.

<sup>69</sup> P. ej. Josh H. McDermott, Andriana J. Lehr y Andrew J. Oxenham, «Individual differences reveal the basis of consonance». *Current Biology*, vol. 20 (2010), 1035-1041.

<sup>70</sup> P. ej. Schneider, «Pitch and pitch...».



experiencial y causalmente distintos, aunque inextricablemente unidos, coadyuve a la comprensión de la sonancia armónica.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Archer, J. Stuart. «On carillon music». *Music & Letters*, vol. 18, n.º 2 (1937): 176-179.

Bernardes, Gilberto; Matthew E.P. Davies; Carlos Guedes y Bruce Pennycook. «Considering roughness to describe and generate vertical musical structure in content-based algorithmic- assisted audio composition». En *Proceedings - 40th International Computer Music Conference, ICMC 2014 and 11th Sound and Music Computing Conference, SMC 2014 - Music Technology Meets Philosophy: From Digital Echos to Virtual Ethos*, 318-324. National and Kapodistrian University of Athens, 2014.

Berry, Wallace. *Structural functions in music*. 2ª ed.. Nueva York: Dover, 1987.

Bigand, Emmanuel; Richard Pamcutt y Fred Lerdahl. «Perception of musical tension in short chord sequences: The influence of harmonic function, sensory dissonance, horizontal motion, and musical training». *Perception & Psychophysics*, Vol. 58, n.º 1 (1996): 125-141.

Boomsalter, Paul y Warren Creel. «The long pattern hypothesis in harmony and hearing». *Journal of Music Theory*, vol. 5, n.º 1 (1961): 2-31.

Bregman, Albert S. *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1990.

Bregman, Albert S. y Pierre A. Ahad. *Demonstrations of auditory scene analysis. The perceptual organization of sound*. [CD y folleto] Montreal: Department of Psychology, Auditory Perception Laboratory, McGill University, 1996.

Brues, Austin M. «The fusion of non-musical intervals». *The American Journal of Psychology*, Vol. 38, n.º 4 (1927): 624-638.

Butler, David. *The musician's guide to the perception and cognition*. Nueva York: Schirmer Books, 1992.

Chouvel, Jean-Marc. *Esquisses pour une pensée musicale. Les métamorphoses d'Orphée*. París: L'Harmattan, 1998.

«Consonance and dissonance». En *Wikipedia La Enciclopedia Libre* (s.f.). Acceso el 19 de noviembre de 2016. [https://en.wikipedia.org/wiki/Consonance\\_and\\_dissonance](https://en.wikipedia.org/wiki/Consonance_and_dissonance).

- Costa, Marco; Pio Enrico Ricci Bitti y Luisa Bonfiglioli. «Psychological connotations of harmonic musical intervals». *Psychology of Music*, vol. 28, n.º 1 (2000): 4-22.
- Danner, Gregory. «The Use of Acoustic Measures of Dissonance to Characterize Pitch-Class Sets». *Music Perception*, vol. 3, n.º 1 (1985): 103-122.
- Deutsch, Diana. «Grouping mechanisms in music». En *The Psychology of Music*, 3ª ed. Editado por Diana Deutsch, 183-248. Nueva York: Academic Press, 2013.
- DeWitt, Lucinda A. y Robert G. Crowder. «Tonal fusion of consonant musical intervals». *Perception & Psychophysics*, vol. 41 (1987): 73-84.
- Erickson, Robert. *Sound structure in music*. Berkeley: University of California Press, 1975.
- Erwin R. Jacobi. *Jean-Philippe Rameau (1683-1764). Complete theoretical writings*, vol. 1. [Wisconsin]: American Institute of Musicology, 1967.
- Fletcher, Neville H. y Thomas D. Rossing. *The physics of musical instruments*. 2ª ed. Nueva York: Springer, 1998.
- Greer, Taylor Aitken. *A question of balance: Charles Seeger's philosophy of music*. Berkeley, Los Angeles y Londres: University of California Press, 1998.
- Handel, Stephen. *Listening. An introduction to the perception of auditory events*. Cambridge: The MIT Press, 1989.
- Helmholtz, Hermann von. *On the sensations of tone as a physiological basis for the theory of music*. Nueva York: Dover, 1954.
- Hofmann-Engl, Ludger. «Consonance/dissonance — A historical perspective». En *Proceedings of the 11th Conference on Music Perception and Cognition (ICMPC11)*, editado por Steven M. Demorest, Steven J. Morrison y Patricia S. Campbell. Seattle: University of Washington, 2010.
- Hopkin, Bart. *Musical instrument design: Practical information for instrument making*. Tucson: See Sharp Press, 1996.
- Huron, David. «Tonal consonance versus tonal fusion in polyphonic sonorities». *Music Perception*, vol. 9, n.º 2 (1991): 135-154.
- «Tone and voice: A derivation of the rules of voice-leading from perceptual principles». *Music Perception*, vol. 19, n.º 1 (2001): 1-64.

- Hutchinson, William y Leon Knopoff. «The acoustic component of Western consonance». *Interface*, vol. 7 (1978): 1-29.
- «The significance of the acoustic component of consonance in Western triads». *Journal of Musicological Research*, vol. 3, n.º 1 y 2 (1979): 5-22.
- Kameoka, Akio y Mamoru Kuriyagawa. «Consonance theory Part II: Consonance of complex tones and its calculation method». *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 45 (1969): 1460-1469.
- Levelt, Willem Johannes Maria, Johannes Petrus van de Geer y Roel Plomp «Triadic comparisons of musical intervals». *The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, vol. 19, n.º 2 (1966): 163-179.
- Levin, Flora R. *The manual of harmonics of Nicomachus the pythagorean*. Grand Rapids: Phanes Press, 1994.
- Lundin, Robert W. «Toward a cultural theory of consonance». *The Journal of Psychology*, vol. 23 (1947): 45-49.
- McAdams, Stephen. «Spectral fusion and the creation of auditory images». En *Music, Mind, and Brain. The Neuropsychology of Music*, editado por Manfred Clynes, 279-298. Nueva York y Londres: Plenum Press, 1982.
- McDermott, Josh H.; Andriana J. Lehr y Andrew J. Oxenham. «Individual differences reveal the basis of consonance». *Current Biology*, vol. 20 (2010): 1035-1041.
- McLachlan, Neil M. «Timbre, pitch, and music». En *Oxford Handbooks Online*. Oxford University Press, 2016. doi: 10.1093/oxfordhb/9780199935345.013.44.
- McLachlan, Neil; David Marco; Maria Light y Sarah Wilson. «Consonance and pitch». *Journal of Experimental Psychology: General*, vol. 142, n.º 4 (2013): 1142-1158.
- McPhee, Colin. «The five-tone gamelan music of Bali». *The Musical Quarterly*, vol. 35, n.º 2 (1949): 250-281.
- Parncutt, Richard y Graham Hair. «Consonance and dissonance in music theory and psychology: Disentangling dissonant dichotomies». *Journal of Interdisciplinary Music Studies*, vol. 5, n.º 2 (2011): 119-166.
- Persichetti, Vicent. *Twentieth-century harmony. Creative aspects and practice*. Nueva York: Norton & Company Inc., 1961.
- Pierce, John R. *The science of musical sound*. Nueva York: Scientific American Books, 1983.

- Plomp, Roel y Willem Johannes Maria Levelt. «Tonal consonance and critical bandwidth». *Journal Acoustical Society of America*, vol. 38 (1965): 548-560.
- Poincaré, Henri. *La science et l'hypothèse*. Collection Les Sillons Littéraires, 7. Rueil-Malmaison: Éditions de la Bohème, 1992.
- Pressnitzer, Daniel; Stephen McAdams; Suzanne Winsberg y Joshua Fineberg. «Perception of musical tension for nontonal orchestral timbres and its relation to psychoacoustic roughness». *Perception & Psychophysics*, vol. 62, n.º 1 (2000): 66-80.
- Rasch, Rudolf A. «The perception of simultaneous notes such as in polyphonic music». *Acustica*, vol. 40 (1978): 21-33.
- Renard Vallet, Emilio. «Interpretación musical primigenia, genuina y sublime». *Atenea*, vol. 1 (2002): 25-28.
- «Les tres qualitats auditives definitòries de l'acord: tonicitat, complexitat i unitat». En *Proceedings of the I Congrés Internacional "Investigació en Música"*. Valencia: ISEA, 2010.
- *Acordes: un estudio de los factores condicionantes de su identidad armónica*. Cullera: Emilio Renard Vallet, 2013.
- «*Qualia harmonica*: identificación y definición». *Notas de paso*, vol. 2 (2015).
- «*Sonancia*: una clarificación conceptual». *Quodlibet*, vol. 61 (2016): 58-64.
- Révész, Geza. *Introduction to the psychology of music*. Mineola: Dover, 2001.
- Seguí, Salvador. *Teoría musical*, vol. 1. Madrid: Unión Musical Española, 1987.
- Schellenberg, E. Glenn y Sandra E. Trehub. «Frequency ratios and the perception of tone patterns». *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 1, n.º 2 (1994): 191-201.
- Scheinder, Albrecht. «“Verschmelzung”, tonal fusion, and consonance: Carl Stumpf revisited». En *Music, gestalt, and computing*, editado por Marc Leman, 117-143. Berlín: Springer-Verlag, 1997.
- «Pitch and pitch perception». En *Springer handbook of systematic musicology*, editado por Rolf Bader, 605-685. Berlín y Heidelberg: Springer-Verlag, 2018.
- Schönberg, Arnold. *Armonía*. Traducido por Ramón Barce. Madrid: Real Musical, 1974.
- Sethares, William A. *Tuning, timbre, spectrum, scale*, 2ª ed. Londres: Springer-Verlag, 2005.

- Stumpf, Carl. «Konsonanz und Dissonanz». *Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft*, vol. 1 (1898): 1-108.
- Tenney, James. *A history of 'consonance' and 'dissonance'*. Nueva York: Excelsior Music Publishing, 1988.
- Terhardt, Ernest. «The concept of musical consonance: a link between music and psychoacoustics». *Music Perception*, vol. 1, n.º 3 (1984): 276-295.
- Tramo, Mark Jude; Peter A. Cariani; Bertrand Delgutte y Louis D. Braidá. «Neurobiological foundations for the theory of harmony in Western tonal music». *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 930 (2001): 92-116.
- Van de Geer, J. P.; Willem Johannes Maria Levelt y Roel Plomp. «The connotation of musical consonance». *Acta Psychologica*, vol. 20 (1962): 308-319.
- Vassilakis, Panteleimon Nestor. «Perceptual and physical properties of amplitude fluctuation and their musical significance». Tesis doctoral. University of California, 2001.
- «Auditory roughness as a means of musical expression». *Selected Reports in Ethnomusicology Perspectives in Systematic Musicology*, vol. 12 (2005): 119-144.
- Vos, Joos. «Perceptual separation of simultaneous complex tones: The effect of slightly asynchronous onsets». *Acta Acustica*, vol. 3 (1995): 405-416.
- Watt, Henry J. *The psychology of sound*. Cambridge: University Press, 1917.
- Wishart, Trevor. *On sonic art*. Ámsterdam: Harwood Academic Publishers, 1996.
- Zamacois, Joaquín. *Tratado de armonía*, 10ª ed., vol. 1. Barcelona: Labor, 1986. ■