

DISTRIBUCIONES TONALES EN LA MÚSICA DEL RENACIMIENTO, UN ANÁLISIS COMPARATIVO

David R. Quiroga¹
Músico con Énfasis en Guitarra
Universidad EAFIT

DOI: 10.17230/ricercare.2014.2.1

¹ *Músico con Énfasis en Guitarra Universidad EAFIT, dquiroga@eafit.edu.co*

RESUMEN

En este estudio usamos la técnica de conteos de notas, las jerarquías tonales y el algoritmo para hallar tonalidades para evaluar de manera cuantitativa qué tanto se parecen el lenguaje musical del Renacimiento y el lenguaje tonal posterior. Los resultados muestran que hay una gran correspondencia entre las distribuciones tonales de ambos lenguajes y entre éstas y las jerarquías tonales halladas por Krumhansl y Kessler (1982). Esto sugiere que las diferencias son menores de lo que suele considerarse y que, en el Renacimiento, hay una jerarquía de tonos parecida a la del tonalismo. Por otra parte, algunos casos problemáticos muestran que el lenguaje modal favorece la ambigüedad tonal. Por último, se aporta evidencia empírica a la noción de que, en el Renacimiento, el sistema tiende, de manera progresiva en el tiempo, a dos polos: la tonalidad mayor y la tonalidad menor.

Palabras clave: Modalismo, tonalismo, jerarquías tonales, distribuciones tonales, conteo de notas, algoritmo para hallar tonalidades, correlación.

TONAL DISTRIBUTIONS IN THE MUSIC OF THE RENAISSANCE

A Comparative Analysis

ABSTRACT

In this study we use the tone counting technique, the tonal hierarchies and the key-finding algorithm in order to quantitatively assess the similarity between the musical language of the Renaissance and the posterior tonal language. The results show that there is a huge correspondence between tonal distributions in both languages, and between these and the tonal hierarchies found by Krumhansl and Kessler (1982). This suggests that the differences are fewer than usually believed, and that in the Renaissance there is a tonal hierarchy similar to that of tonal system. Moreover, some problematic cases show that modal language favors tonal ambiguity. Finally, empirical evidence is provided to the notion that, in the Renaissance, the system tends progressively in time, to two poles: tonal major and minor.

Keywords: *Tonal System, Modal System, Tonal Hierarchies, Tonal Distributions, Tone Counting, Key-finding Algorithm, Correlation.*

INTRODUCCIÓN

En la segunda mitad del siglo XX surgieron diversos enfoques que buscaban aplicar métodos de otras disciplinas a la música. Dos de ellos, la teoría de la información y la psicología cognitiva, desarrollaron herramientas que pueden ser aplicadas al análisis musical. En este artículo hablaremos sobre tres de estas herramientas, a saber: el concepto de jerarquías tonales, los conteos de notas y el algoritmo para hallar tonalidades, aplicadas a la música de los siglos XV y XVI.

Este trabajo se inscribe en un marco más amplio, que implica el análisis general de un número representativo de obras de dicha época. La motivación para esta empresa ha sido constatar que los teóricos suelen tratar la música del Renacimiento como diferente, en esencia, de la música tonal. En contradicción con esta postura, un análisis preliminar nos ha revelado que muchas de las piezas del período poseen fuertes rasgos tonales e, incluso, algunas de ellas suenan completamente tonales. Esto nos condujo a plantear la hipótesis de que la diferencia entre la música del Renacimiento y el tonalismo posterior no es esencial sino de grado. En otras palabras, la música de este período se encuentra a mitad de camino entre modalismo y tonalismo puros, y la diferencia con períodos posteriores tiene que ver más con lo estilístico y lo organológico que con su lenguaje musical básico.

Con esto en mente, hemos utilizado las jerarquías tonales, los conteos de notas y el algoritmo para hallar tonalidades como herramientas que nos ayudarán a responder, de manera empírica, rigurosa y objetiva, a la pregunta: ¿qué tan similares son los lenguajes musicales del tonalismo y del Renacimiento? Antes de entrar en los detalles del estudio, haremos una descripción de nuestras herramientas analíticas.

Las jerarquías tonales

El concepto de jerarquías tonales se refiere a la organización del material escalar de una pieza alrededor de un tono o nota central. En otras palabras, cada tono tie-

ne una importancia relativa respecto a los demás; uno de ellos es el principal, que se denomina centro tonal. A partir de la literatura musical, es posible inferir las jerarquías para la música tonal. Así, en una obra habría un tono central o tónica. El grado 5 de la escala, llamado dominante, es el segundo en importancia. La jerarquía de los demás tonos diatónicos es menos clara pero puede decirse que hay una preferencia por los grados 3 y 4, seguidos por 2 y 6 y, por último, el grado 7, el más contrastante y tenso, con fuerte tendencia a “resolver” en el 1. Luego estarían los restantes tonos, los cromáticos.

Esta determinación de las jerarquías, aunque basada en la observación del repertorio, es intuitiva. Ahora bien, la psicología cognitiva ha intentado medirlas de manera más objetiva. En un experimento, Krumhansl y Kessler (1982) pidieron a varios músicos expertos (instrumentistas pero sin formación teórica relevante) que valoraran de 1 a 7 qué tanto concordaba cada uno de los doce tonos cromáticos con un contexto tonal escuchado con anterioridad. Los contextos consistían en escalas o progresiones de acordes en las doce tonalidades, lo cual les permitió elaborar un perfil de las jerarquías para cada una en mayor y en menor. Los promedios obtenidos para cada tono se muestran en la parte izquierda de la figura 1, transpuestos a una tónica común (C) y con enarmonización de los tonos cromáticos.

Tabla 1. Promedio de las valoraciones dadas a cada uno de los tonos cromáticos en el contexto de una tonalidad y suma de los conteos de piezas tonales

Tono	Jerarquías de Krumhansl A		Conteos de piezas tonales B	
	Mayor	Menor	Mayor	Menor
C	6,35	6,33	3123	906
C#	2,23	2,68	194	103
D	3,48	3,52	3001	550
D#	2,33	5,38	352	564
E	4,38	2,6	3111	124
F	4,09	3,53	1947	530
F#	2,52	2,54	556	117
G	5,19	4,75	3615	1042
G#	2,39	3,98	348	343
A	3,66	2,69	1840	100
A#	2,29	3,34	361	259
B	2,88	3,17	1504	272

Nota: los datos fueron transpuestos a una tónica común
Fuente: Youngblood (1958):^a, Knopoff y Hutchinson (1983):^b

Como se observa, las valoraciones más altas se les dieron a los componentes de la tríada de tónica, seguidos por los demás tonos diatónicos y por los tonos cromáticos. Esta distribución coincide bastante con la que es producto de la observación intuitiva del repertorio. Hay algunas diferencias entre la tonalidad mayor y la menor, en particular en los grados 3 y 6. Lo interesante del estudio es que confirma de manera empírica las jerarquías tonales.

Los conteos de notas

Otra de las herramientas que utilizamos son los conteos de notas. Este procedimiento consiste, ya sea en contar cuántas veces aparece cierto tono en la obra o en determinar su duración total, sumando la duración de cada una de sus apariciones. A los resultados de los conteos nos referiremos como distribuciones tonales.

El conteo de notas puede usarse con diversos fines. En este estudio nos interesa por dos razones. En primer lugar, nos permite comparar las distribuciones tonales de la música del Renacimiento con las del tonalismo. Esto sería un primer indicador de la similitud entre ambos lenguajes. En segundo lugar, nos permite comparar las distribuciones con las jerarquías de Krumhansl. Esto es de interés, ya que es posible que la distribución de tonos en un estilo o lenguaje musical esté relacionada con la formación y la percepción de jerarquías tonales. Si esto es así, los conteos nos darían una medida objetiva de qué tan tonal se escucha una pieza.

Precisamente, Krumhansl comparó los perfiles que obtuvo en su experimento cognitivo con conteos hechos por Youngblood (1958) y Knopoff y Hutchinson (1983) sobre obras de Schubert, Mendelssohn y Schumann, cuya suma se muestra en la parte derecha de la tabla 1. Su intención era determinar qué tan relacionadas estaban las jerarquías observadas con las distribuciones.

Para ello hizo varias correlaciones² entre las jerarquías y los conteos, de las que obtuvo siempre valores muy significativos. Esto sugiere que las distribuciones tonales están relacionadas en forma estrecha con las jerarquías y posiblemente juegan un papel importante en la percepción de una tonalidad.

El algoritmo para hallar tonalidades

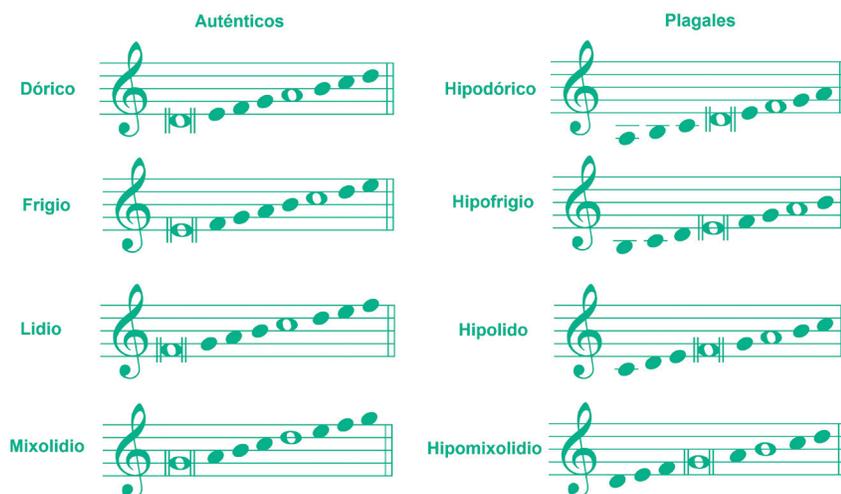
La sorprendente correspondencia entre los conteos y las jerarquías condujo a la formulación de un algoritmo (Krumhansl, 1990) para encontrar tonalidades de manera automática, el cual utilizamos en nuestro análisis. Este algoritmo consiste en comparar, mediante múltiples correlaciones, los conteos de cualquier pieza tonal con los valores jerárquicos obtenidos de manera experimental, para cada tonalidad mayor y menor. Aquella tonalidad que arroje la correlación más alta será la tonalidad percibida por el oyente. La aplicación del algoritmo en varias piezas dio resultados bastante precisos y consistentes. Además, el algoritmo también puede emplearse en fragmentos pequeños, en cuyo caso resulta útil para determinar centros tonales locales y modulaciones.

Por otra parte, aunque la distribución de tonos en una pieza no da cuenta de todos los factores involucrados en el establecimiento de jerarquías, centros tonales o tonalidades³, los estudios mencionados sugieren que es una herramienta confiable y su uso en el algoritmo de Krumhansl puede llevar a resultados certeros y consistentes.

El sistema modal

Antes de seguir, es necesario plantear una pregunta esencial: el sistema basado en los modos eclesiásticos, ¿también presenta una distribución jerárquica de tonos? y, si este fuera el caso, ¿son estas jerarquías iguales a las del tonalismo? Para acercarnos a este problema, primero haremos una breve exposición del sistema modal.

Figura 1. Los ocho modos eclesiásticos medievales con sus respectivas finales y repercusas



2 El análisis de correlación, del cual se hablará en detalle más adelante, es un procedimiento estadístico que permite establecer si dos variables están relacionadas.

3 Otros factores pueden ser la conducción melódica, la presencia de pedales, las progresiones armónicas y la recurrencia de ciertos tonos en puntos iniciales o cadenciales y en acentos.

Durante la Edad Media y el Renacimiento, el sistema imperante estaba conformado por ocho modos definidos por su rango, su configuración interválica, su nota final o *finalis* y su *repercusa*, además de ciertos giros melódicos característicos de cada uno (Jeppesen, 1992). Así, por ejemplo, el modo dórico corresponde a una escala que va de re a re, sin alteraciones, lo cual implica que su configuración interválica es TSTTTT. La *finalis*, que consiste en el tono principal de un modo y con la cual siempre concluye una pieza, en este caso sería re. La *repercusa*, que actúa como dominante y sería la segunda en importancia, suele ser el quinto grado de la escala, en este caso la. Los ocho modos eclesiásticos (*Octoechos*) se muestran en la figura 1.

Como se aprecia, los modos se dividen en dos grupos, plagales y auténticos. Los auténticos son el dórico, el frigio, el lidio y el mixolidio, que corresponden a escalas construidas a partir de re, mi, fa y sol. Los plagales tienen la misma *finalis* que los cuatro auténticos, pero su rango y su *repercusa* cambian. Así, por ejemplo, el modo lidio, que va de fa a fa, cuya *finalis* es fa y cuya *repercusa* es do, tiene la misma *finalis* en el respectivo modo plagal, el hipolidio, que va de do a do y cuya *repercusa* es la. Un caso especial es el frigio, en el cual se evita el uso del quinto grado como *repercusa*, debido a que tiende a formar un tritono con el segundo grado de la escala (si-fa). En consecuencia, el do se usa como *repercusa*. En el hipofrigio, que va de si a si, la *repercusa* es la.

La distinción entre plagales y auténticos funciona muy bien en el canto llano, pero es problemática en la polifonía, ya que los rangos del modo dejan de tener relevancia. Ante esta circunstancia, algunos teóricos de la época optaron por definir el modo de una obra a partir del que sugiere la línea del tenor. Más adelante, otros optaron por trabajar solo con los cuatro modos auténticos. Lo cierto es que, a medida que se entra en el Renacimiento tardío, cada vez es más difícil clasificar las piezas según el sistema modal, debido a que la polifonía y el creciente cromatismo tienden a agrupar las obras en dos grandes polos: por un lado, aquellas correspondientes al dórico, al hipodórico, al frigio y al

hipofrigio, que se parecen cada vez más a la tonalidad menor, y por otro, aquellas correspondientes al lidio, el hipolidio, el mixolidio y el hipomixolidio, que se asemejan cada vez más a la tonalidad mayor. Precisamente, esta circunstancia condujo a Henricus Glareanus (1965), teórico del siglo XVI, a proponer cuatro modos más: jónico, hipojónico, eólico e hipoeólico (ampliación a *dodecachordon*). Como se sabe, la distribución interválica del jónico corresponde a la de una escala mayor, mientras que la del eólico corresponde a la de una escala menor natural.

En nuestro estudio, el sistema modal que usamos es el de los seis auténticos y seis plagales, incluyendo las adiciones de Glareanus. En el caso del hipodórico, los criterios para definir el modo son ligeramente diferentes a los propuestos hasta el momento, lo cual se verá más adelante.

Ahora bien, ¿cómo funcionan las jerarquías tonales en el sistema modal? Hasta ahora sabemos que existe un tono central, que es la *finalis*, y uno secundario que es la *repercusa*. Sin embargo, no sabemos nada acerca de la jerarquía de los demás tonos. Una manera de abordar este problema sería realizar un experimento cognitivo, como el de Krumhansl y Kessler, en el que se presenten contextos modales en vez de tonales. La exploración de esta idea la dejamos para otra ocasión. La otra alternativa, de la cual nos ocupamos en este estudio, es realizar conteos de notas en las obras y compararlos con las distribuciones del tonalismo y con las jerarquías halladas por Krumhansl.

MÉTODO

Las obras analizadas

En este estudio, analizamos un conjunto de 23 obras de los siglos XV y XVI. Ocho de ellas son de compositores italianos, siete de españoles, cinco de franco-flamencos y tres de ingleses. La muestra abarca géneros como el motete, el madrigal, el villancico y la *frottola*, entre otros. Dieciséis de las piezas son de carácter profano, mientras que las siete restantes son de carácter sacro. En cuanto a los modos, las hemos clasificado de la si-

guiente manera: ocho en jónico, tres en eólico, tres en dórico, seis en hipodórico, dos en frigio y una en lidio. Para una descripción más detallada, ver anexo 1.

Procedimiento

Para nuestro análisis, hemos hecho un conteo de notas por duración, es decir, hemos sumado el valor de la aparición de cada tono para cada pieza. Hemos preferido este tipo de conteo ya que es más preciso que el de simple ocurrencia. La unidad de medida es el pulso, de modo que si la métrica de una pieza está dada en medios, la unidad es la blanca, pero si está dada en cuartos, la unidad es la negra.

Hemos comparado los resultados, de manera inicial, con los conteos de Youngblood y Knopoff y Hutchinson. Para tal fin, hemos aplicado el algoritmo de Krumhansl, con una modificación: hemos usado como referencia las distribuciones de piezas tonales en lugar de las jerarquías, transpuestas a cada tonalidad mayor y menor. En un segundo momento, comparamos nuestras distribuciones tonales con las jerarquías de Krumhansl, para lo cual se aplicó el algoritmo tal como fue formulado inicialmente. Estas operaciones se realizaron para cada pieza en forma individual y para la suma de los conteos en cada modo. En este último caso, piezas con diferente *finalis* fueron transpuestas a una tónica común.

Por otra parte, con el fin de volver conmensurables los conteos y las jerarquías, se hizo una estandarización, procedimiento que consiste en transponer los datos a una media y una desviación estándar comunes. Esto se logra al restar a cada dato la media y dividir por la desviación estándar, lo cual ubica los conteos y las jerarquías dentro de una misma escala.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación entre conteos

Antes de continuar, es necesario hacer una aclaración. Los conteos de Youngblood y Knopoff y Hutchinson (ver tabla 1) no tienen en cuenta la duración de las notas, como sí lo hacen los nuestros, por lo cual puede haber cierto grado de inconmensurabilidad entre ellos. No obstante, haremos la comparación confiando en que los conteos por ocurrencia y por duración, aunque conducen a resultados diferentes, en general tienden a coincidir.

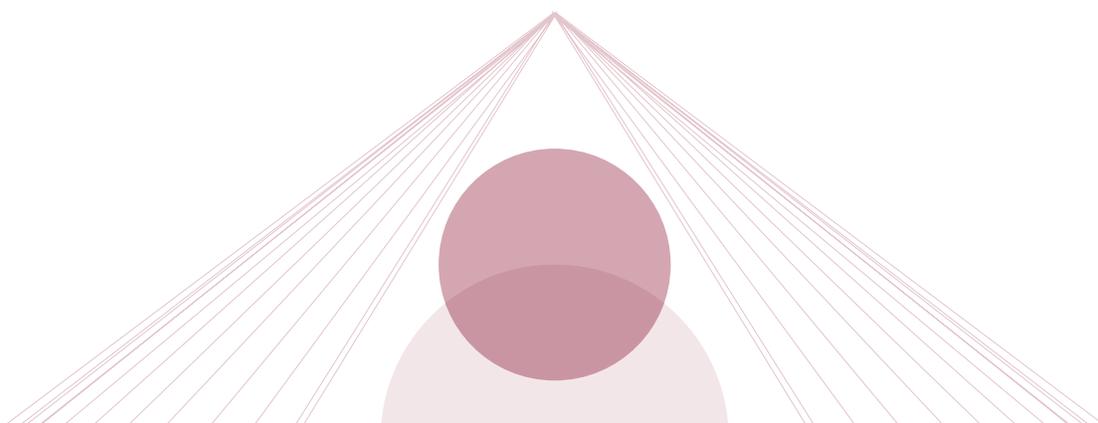
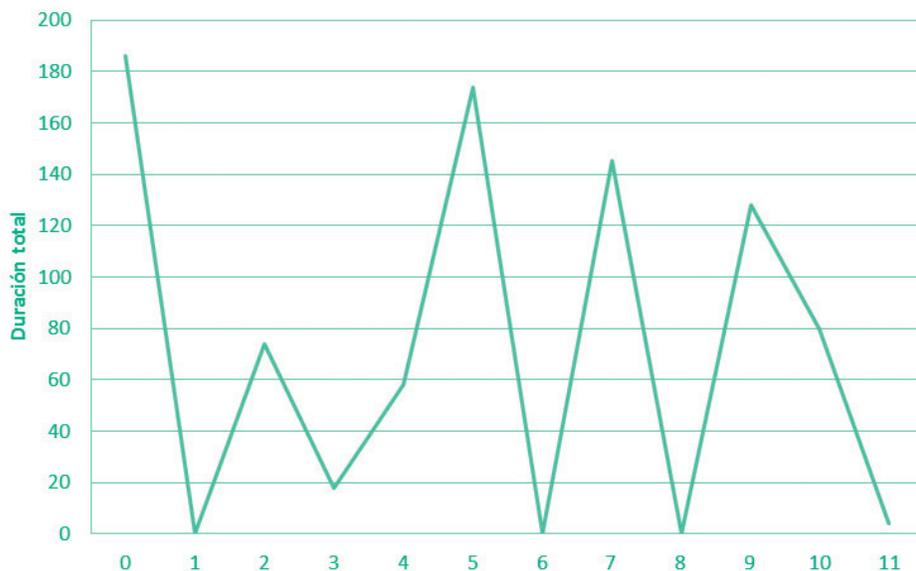


Figura 2. Distribuciones tonales de *A un niño llorando al yelo*, de Francisco Guerrero, y su representación gráfica



Tono	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Duración	186	0	74	18	58	174	0	145	0	128	80	4

Los resultados de los conteos para la pieza *A un niño llorando al yelo* se observan en la figura 2 (para los demás conteos, ver anexo 2). Para facilitar la comparación, se utilizará la nomenclatura del espacio tonal cromático que va de 0 a 11, en la cual 0 corresponde a la nota do y 11 a la nota si. En la figura 2 se muestra también una representación gráfica de las distribuciones para esta pieza, cuya *finalis* es fa y cuyo modo es jónico.

Como se aprecia, en la obra existe una presencia muy fuerte de las notas fa y do. Esto coincide con la noción de que las notas más importantes son la *finalis*, que actúa como tónica, y la *repercusa*, que actúa como dominante. La siguiente nota en duración es sol, lo cual es inusual, debido a la posición que por lo general tiene el segundo grado en la jerarquía. Las siguientes en duración son la y si bemol, y luego están re y mi, como se esperaba. El mi bemol y el si natural son las notas cromáticas introducidas como música ficta y las más escasas en los conteos.

A simple vista, hay una gran coincidencia entre las distribuciones tonales de esta pieza y las jerarquías tonales deducidas de manera intuitiva. Ahora bien, ¿qué tanto coinciden con los conteos de obras tonales? Para poder medir lo anterior, se aplicó el algoritmo para hallar tonalidades con la modificación mencionada. Ya que la operación que usa el algoritmo es la correlación, hablaremos ahora un poco sobre este procedimiento.

El análisis de correlación es una herramienta para determinar si dos variables varían de manera conjunta. En otras palabras, evalúa en qué medida, si una de ellas aumenta,

la otra también lo hace, y viceversa. El procedimiento es muy útil para hallar relaciones entre conjuntos de datos. Sin embargo, no es posible deducir causalidad a partir de él.

En nuestro caso, la correlación servirá para saber si aquellas notas que tienen valores mayores o menores en nuestros conteos también los tienen en los conteos de piezas tonales, lo cual es un indicador de la similitud entre unos y otros, que se expresa en un coeficiente que varía entre 1 y -1. Si el resultado se acerca a -1, hay una relación proporcional inversa entre los datos (mientras el uno aumenta, el otro disminuye). Si el resultado se acerca a 1, hay una relación directa entre los datos (aumentan y disminuyen de manera conjunta). Si el resultado se acerca a 0, hay escasa relación entre los datos (aumentan o disminuyen indistintamente).

A cada conteo, lo comparamos, mediante correlación, con los conteos de piezas tonales transpuestos a todas las tonalidades mayores y menores. Para *A un niño llorando al yelo*, la correlación con fa mayor fue muy alta (0,985). En otras palabras, los conteos de esta pieza coinciden casi a la perfección con los de piezas tonales, transpuestos a fa mayor. Esto puede representarse mediante una gráfica, como se muestra en la figura 3.

En la tabla 2 se presentan los resultados de la correlación entre los conteos de cada pieza y los conteos para la tonalidad mayor o menor que corresponde con su *finalis*. Notablemente, las correlaciones fueron muy altas y estadísticamente significativas en 20 de las piezas. Sin embargo, en tres casos los valores fueron muy bajos y en ocho la correlación fue más fuerte con tonalidades distintas a la sugerida por la *finalis*, fenómeno que ha sido llamado “orientación tonal” (Krumhansl, 1990), el cual se verá en detalle más adelante. Las correlaciones más altas se muestran en la parte derecha de la tabla.

Figura 3. Comparación de las distribuciones tonales de *A un niño llorando al yelo* y las distribuciones para la tonalidad mayor reportadas por Youngblood y Knopff y Hutchinson, transpuestas a fa. Los datos fueron estandarizados

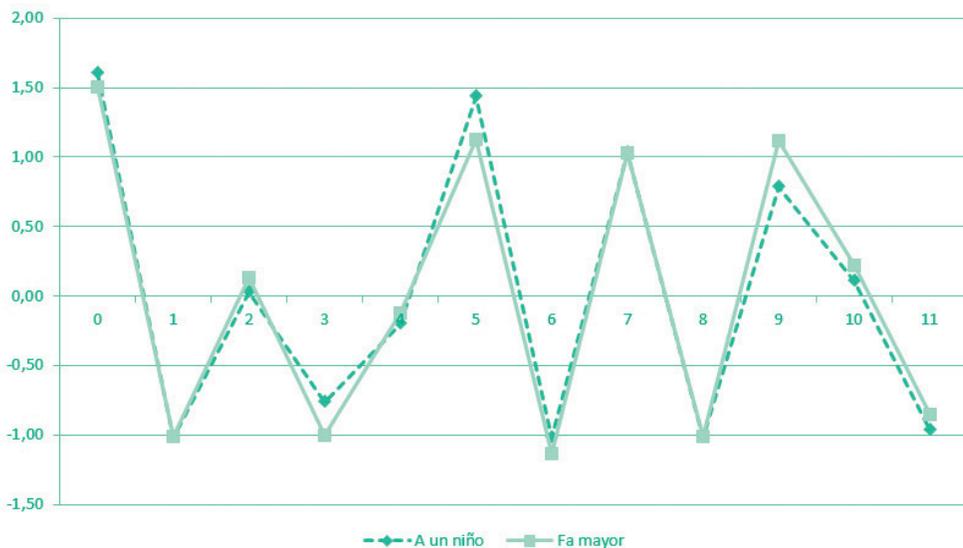


Tabla 2. ^a: correlación de cada pieza con las distribuciones tonales transpuestas a la tonalidad correspondiente a su **finalis**; ^b: correlación más alta de cada pieza con las distribuciones transpuestas a cualquier tonalidad

Pieza	Modo	Tonalidad sugerida por <i>finalis</i> ^a		Correlación más alta ^b	
<i>A un niño llorando al yelo</i>	Fa jónico	F	0,985	-	-
<i>Judas Mercator Pesimus</i>	Sol dórico	Gm	0,975	-	-
<i>Come away seet love</i>	Sol jónico	G	0,972	-	-
<i>Chi la gagliarda...?</i>	Fa jónico	F	0,962	-	-
<i>Alta: La Spagna</i>	Re hipodórico	Dm	0,953	-	-
<i>Circumdedederunt me</i>	Fa jónico	F	0,920	-	-
<i>Balleto</i>	La eólico	Am	0,913	-	-
<i>Fata la parte</i>	Sol eólico	Gm	0,907	-	-
<i>April is in my mistress face</i>	Sol dórico	Gm	0,898	-	-
<i>Dolce mia fiamma</i>	La hipodórico	Am	0,890	-	-
<i>Sicut cervus</i>	Fa jónico	F	0,887	-	-
<i>Dadme albricias</i>	Fa jónico	F	0,872	-	-
<i>Amfiparnasso</i>	La hipodórico	Am	0,867	Dm	0,890
<i>In un boschetto</i>	La eólico	Am	0,857	-	-
<i>Defecerunt</i>	Fa lidio	F	0,856	-	-
<i>Missa pro defunctis - Introitus</i>	Sol jónico	G	0,833	-	-
<i>Dies sanctificatus</i>	Sol dórico	Gm	0,811	Dm	0,869
<i>Todos los bienes</i>	La hipodórico	Am	0,809	Dm	0,911
<i>A lieta vita</i>	Sol jónico	G	0,804	C	0,833
<i>En l'ombre d'un buissonnet</i>	Sol hipodórico	Gm	0,770	Cm	0,839
<i>Hierusalem quae aedificatur</i>	La hipodórico	Am	0,565*	F	0,845
<i>Ave Christe immolate</i>	Mi frigio	Em	0,500*	C	0,926
<i>Quis dabit dapiti meo aquam</i>	Mi frigio	Em	0,394*	Am	0,916

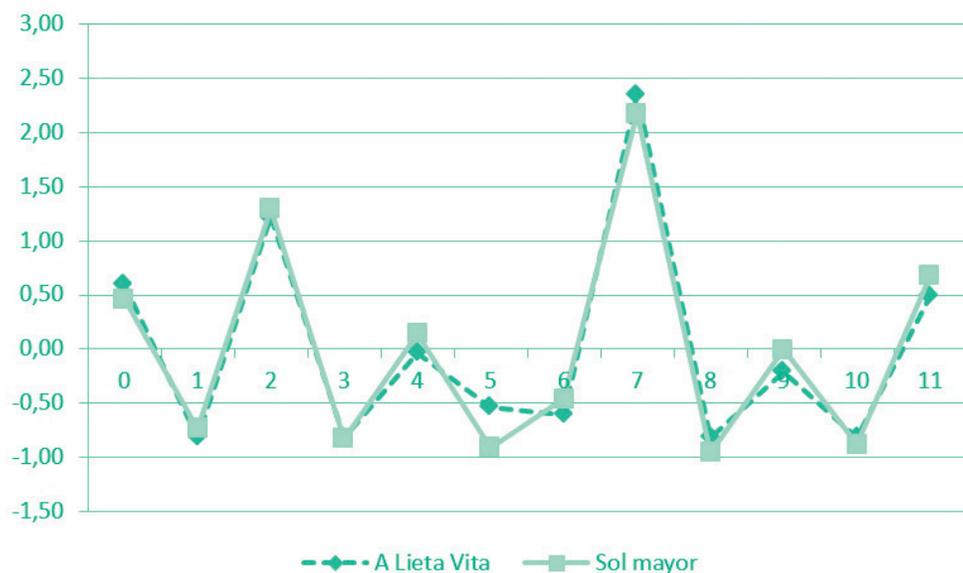
Nota: el asterisco señala aquellas correlaciones demasiado bajas como para ser estadísticamente significativas

Comparación con las jerarquías tonales

Para comparar nuestros conteos con las jerarquías tonales, hemos aplicado el algoritmo como fue concebido en sus orígenes, lo cual nos permite deducir cuál es la tonalidad percibida por el oyente.

En la figura 4 se muestra la distribución tonal de *A lieta vita* y su comparación con las jerarquías tonales de sol mayor. La correspondencia es casi perfecta, lo cual se refleja en el coeficiente de correlación (0,984). Esto sugiere que los oyentes perciben dicha tonalidad como la de referencia. Sin embargo, algo interesante se observa en el gráfico y es una presencia ligeramente mayor de fa natural que lo esperado. El uso del grado b7 es una característica diferenciadora del sistema modal.

Figura 4. Distribuciones tonales de *A lieta vita* y gráfico de su comparación con las jerarquías de sol mayor. En este último caso, los datos fueron estandarizados



Tono	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Duración	39,5	0	57	0	22	8	6	88,5	0	17	0	36,5

En la tabla 3 se muestran los resultados de la correlación de cada pieza con las jerarquías de la tonalidad mayor o menor correspondiente con su *finalis*. Esta vez, las correlaciones fueron significativas en 21 de los 23 casos y en solo seis hubo una correspondencia más fuerte con otra tonalidad, lo cual es, una vez más, una manifestación del fenómeno de orientación tonal.

Lo que revelan estas comparaciones es que existe una correspondencia bastante significativa entre nuestros conteos, los conteos en el tonalismo y las jerarquías tonales, lo que aporta evidencia empírica a la noción de que el lenguaje básico del tonalismo y la música del Renacimiento, así como las correspondientes jerarquías percibidas, son muy similares. Estos hallazgos desafían la idea de que la música modal carece de funcionalidad. Sin embargo, existen excepciones y casos problemáticos que hemos señalado de manera oportuna y aportan datos interesantes. De ellos nos encargaremos en la siguiente sección.

Tabla 3. ^a: correlación de cada pieza con las jerarquías de la tonalidad correspondiente a su **finalis**; ^b: correlación más alta de cada pieza con las jerarquías de cualquier tonalidad

Pieza	Modo	Tonalidad sugerida por <i>finalis</i> ^a		Correlación más alta ^b	
<i>A lieta vita</i>	Sol jónico	G	0,984	-	-
<i>Sicut cervus</i>	Fa jónico	F	0,981	-	-
<i>Dadme albricias</i>	Fa jónico	F	0,955	-	-
<i>Circumdede runt</i>	Fa jónico	F	0,943	-	-
<i>Chi la gagliarda</i>	Fa jónico	F	0,931	-	-
<i>Come away seet love</i>	Sol jónico	G	0,929	-	-
<i>Balleto</i>	La eólico	Am	0,919	-	-
<i>A un niño llorando al yelo</i>	Fa jónico	F	0,907	-	-
<i>In un boschetto</i>	La eólico	Am	0,892	-	-
<i>Missa pro defunctis – Introitus</i>	Sol jónico	G	0,860	-	-
<i>Fata la parte</i>	Sol eólico	Gm	0,850	-	-
<i>April is in my mistress face</i>	Sol dórico	Gm	0,847	-	-
<i>Amfiparnasso</i>	La hipodórico	Am	0,840	-	-
<i>Judas Mercator Pesimus</i>	Sol dórico	Gm	0,835	-	-
<i>Todos los bienes</i>	La hipodórico	Am	0,830	-	-
<i>En l'ombre d'un buissonnet</i>	Sol hipodórico	Gm	0,763	-	-
<i>Dolce mia fiamma</i>	La hipodórico	Am	0,751	-	-
<i>Defecerunt</i>	Fa lidio	F	0,749	C	0,955
<i>Alta: La Spagna</i>	Re hipodórico	Dm	0,718	Am	0,741
<i>Ave Christe immolate</i>	Mi frigio	Em	0,685	C	0,792
<i>Hierusalem qui aedificatur</i>	La hipodórico	Am	0,673	F	0,781
<i>Dies sanctificatus</i>	Sol dórico	Gm	0,526*	Dm	0,881
<i>Quis dabit capiti meo aquam</i>	Mi frigio	Em	0,468*	Am	0,947

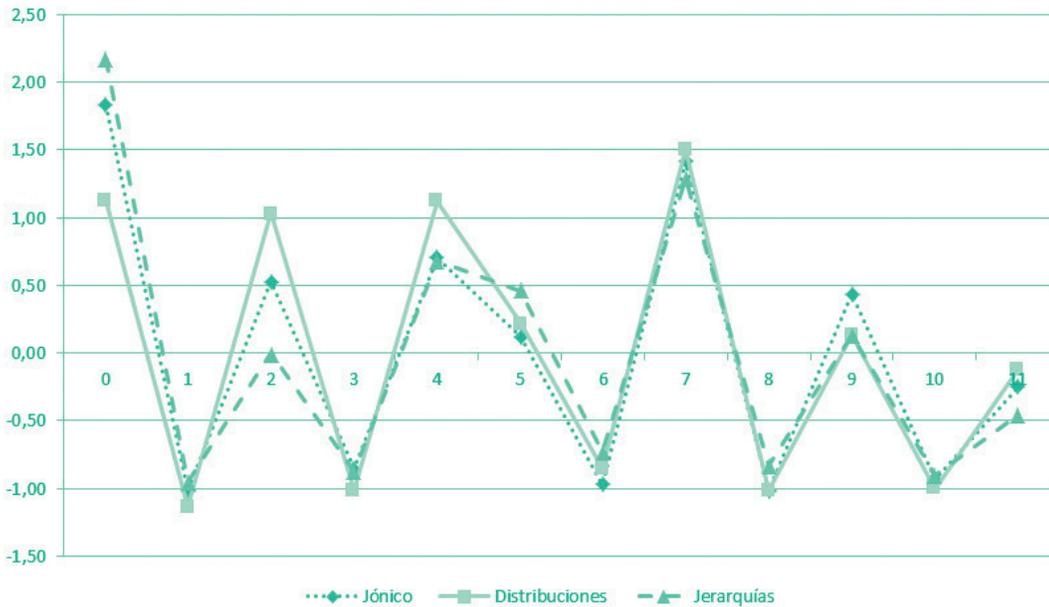
Nota: el asterisco señala aquellas correlaciones demasiado bajas como para ser estadísticamente significativas

Comparaciones por modos

Además del análisis pieza por pieza, hemos hecho un análisis de la suma de los conteos para cada modo, una vez transpuestos a una tónica común. A continuación presentaremos estos resultados y trataremos los correspondientes casos problemáticos.

Jónico y lidio

Figura 5. Distribuciones tonales de todas las piezas en modo jónico transpuestas a una tónica común y gráfico de su comparación con las jerarquías y las distribuciones de la tonalidad mayor. En este último caso, los datos fueron estandarizados

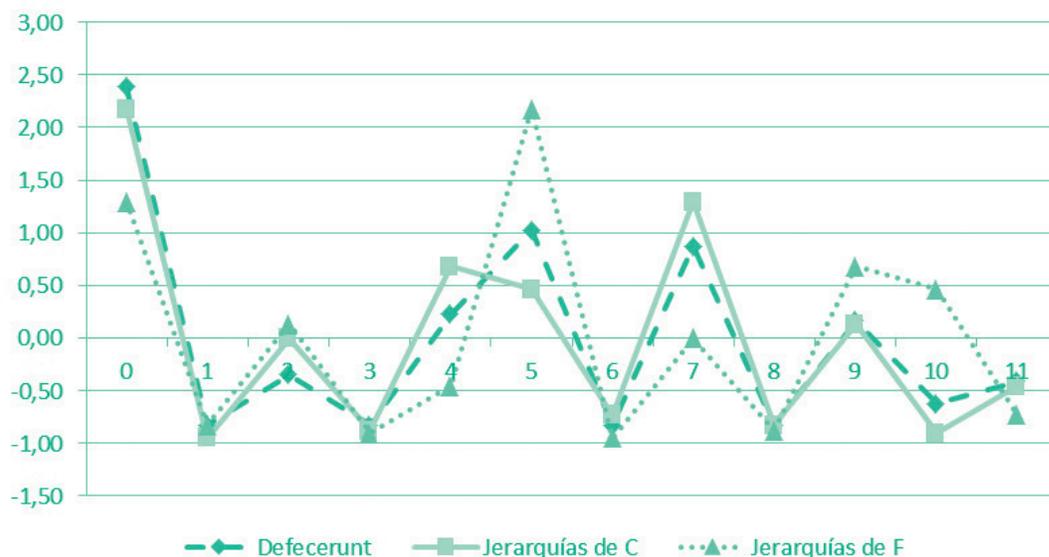


Tono	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Duración	863	7,5	471,8	56	524	348,3	19,5	737,3	9,5	444,8	33	237,5

En la figura 5 se muestran los conteos del modo jónico, transpuestos a la tónica do. En este caso, existe una correspondencia muy fuerte con las distribuciones y las jerarquías de la tonalidad mayor; lo cual se refleja en los respectivos coeficientes de correlación, 0,95 y 0,965, en su orden. Esto se observa en el gráfico. La asignación del modo se ha basado en la nota *finalis* y el material escalar sugerido por la armadura.

En cuanto a *Defecerunt*, única pieza en lidio, las correspondencias con las distribuciones (0,856) y jerarquías (0,749) de fa mayor, tonalidad correspondiente a su *finalis*, fueron altas. Sin embargo, el algoritmo arrojó una correspondencia aún más alta con las jerarquías de do mayor (0,955). Esta situación se aprecia en la figura 6.

Figura 6. Comparación de las distribuciones tonales de *Defecerunt* con las jerarquías de fa mayor y do mayor. Los datos fueron estandarizados

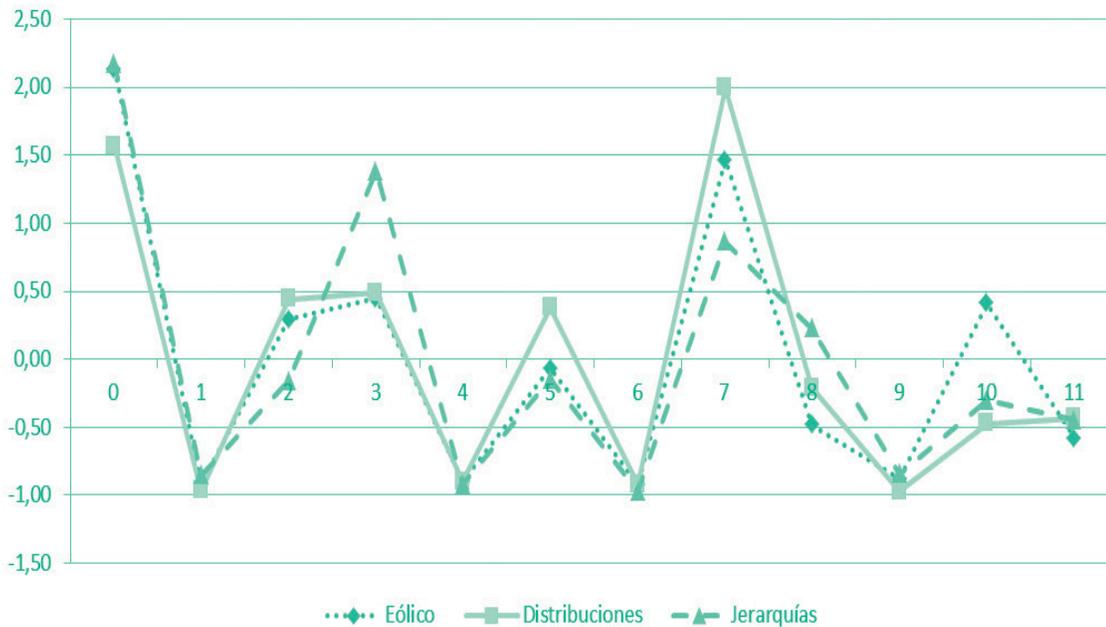


Lo anterior se debe al fenómeno de orientación tonal, que consiste en que las distribuciones de una pieza apuntan al establecimiento de una tonalidad diferente a la sugerida por otros factores, como las cadencias y enlaces armónicos característicos. En este caso, es muy probable que un oyente familiarizado con las jerarquías del tonalismo tienda a oír do mayor como la tonalidad de referencia. Como se aprecia en el gráfico, la fuerte presencia de las notas do, sol, mi y si natural, así como la relativamente baja presencia de fa y si bemol, son los causantes del fenómeno. No obstante, la nota *finalis* es fa, debido a que el acorde de fa cierra la pieza y los dispositivos cadenciales tienden a este centro tonal. Dado que solo los valores de las jerarquías tonales están basados en la percepción del oyente, en adelante serán los mismos la única referencia que usaremos para evaluar el fenómeno de orientación tonal.

Eólico y dórico

La suma de los conteos de las tres piezas en eólico se observa en la figura 7. Las correlaciones con las jerarquías (0,881) y los conteos (0,926) de la tonalidad menor fueron muy altas, aunque menores que en el caso del jónico. Además, la correspondencia con las distribuciones fue mayor que con las jerarquías. Como se verá, algo similar sucede también en el caso de los modos dórico e hipodórico.

Figura 7. Distribuciones tonales de las piezas en modo eólico transpuestas a una tónica común y gráfico de su comparación con las jerarquías y las distribuciones de la tonalidad menor. En este último caso, los datos fueron estandarizados



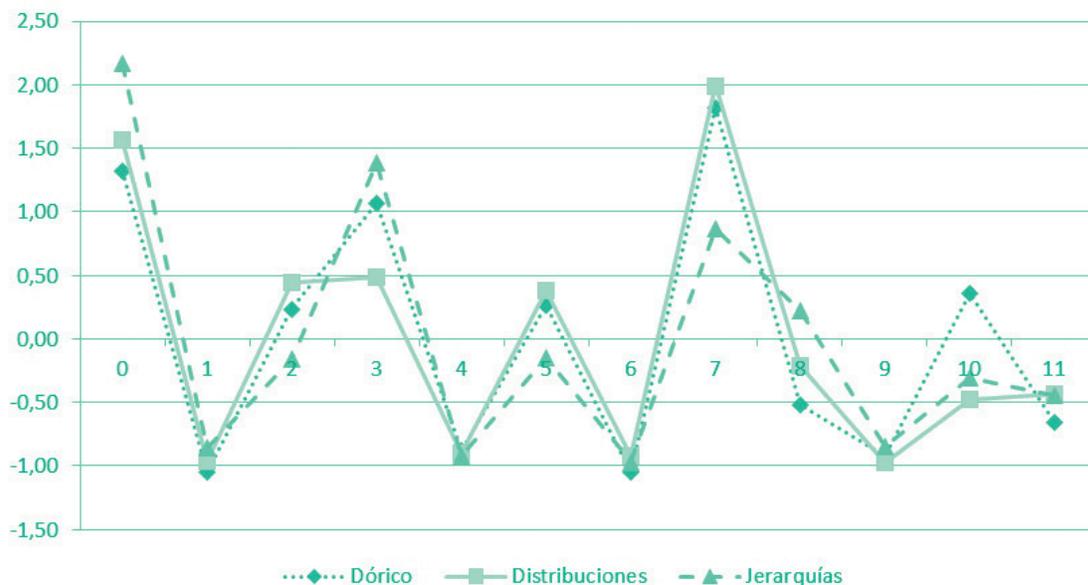
Tono	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Duración	112,5	0	44,75	50,25	0,75	31,5	0	87,75	16	1,5	49	12,5

La suma de los conteos para dos de las tres piezas en dórico se muestra en la figura 8. Del análisis se excluyó *Dies Sanctificatus*, dado que presenta un comportamiento atípico que se abordará en breve. Las correlaciones con las jerarquías (0,856) y las distribuciones (0,939) de la tonalidad menor también fueron muy altas.

La asignación de los modos dórico y eólico se hizo con base en la nota *finalis* y el material escalar reflejado en la armadura. En la práctica, la frontera entre ambos tiende a perderse, lo que se plasma en las distribuciones tonales, las cuales, salvo algunas pequeñas diferencias (las piezas en eólico tienen una presencia más fuerte del grado 1 y más débil del grado 3), son muy similares.

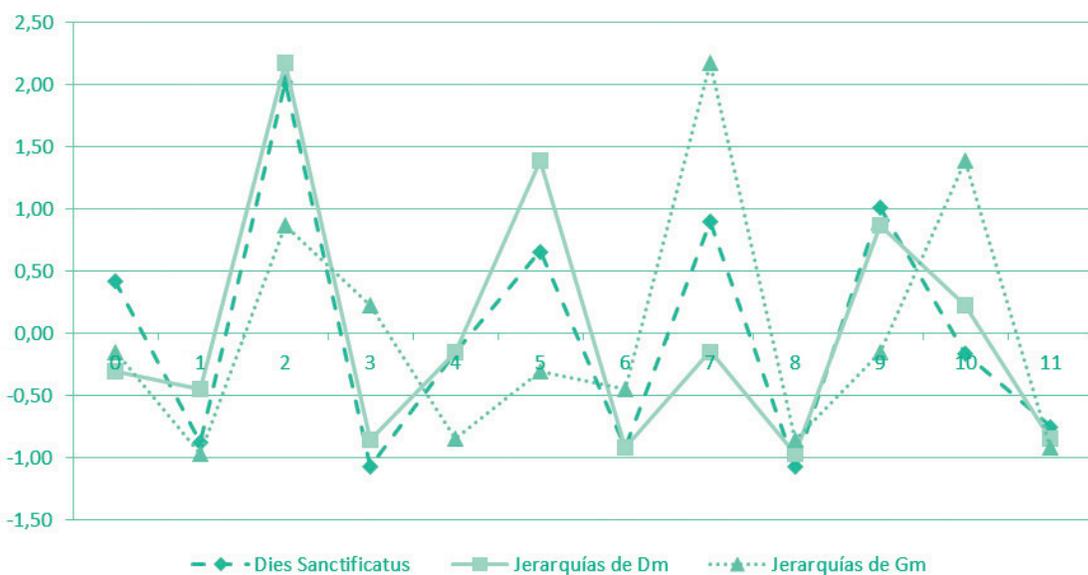
En estas comparaciones se hace evidente una particularidad de estos modos y, como se verá, también del hipodórico: la fuerte presencia del grado b7, el cual es mucho menos común en la tonalidad menor. Como ya se mencionó, este es uno de los principales rasgos modales que aún se ven en la música del Renacimiento.

Figura 8. Distribuciones tonales de las piezas en dórico transpuestas a una tónica común y gráfico de su comparación con las jerarquías y las distribuciones de la tonalidad menor. En este último caso, los datos fueron estandarizados



Tono	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Duración	136,75	0	74,25	122,25	10	76	0	165,5	30,5	7,5	81	22,75

Figura 9. Comparación de las distribuciones de *Dies Sanctificatus* con las jerarquías de sol menor y re menor. Los datos fueron estandarizados



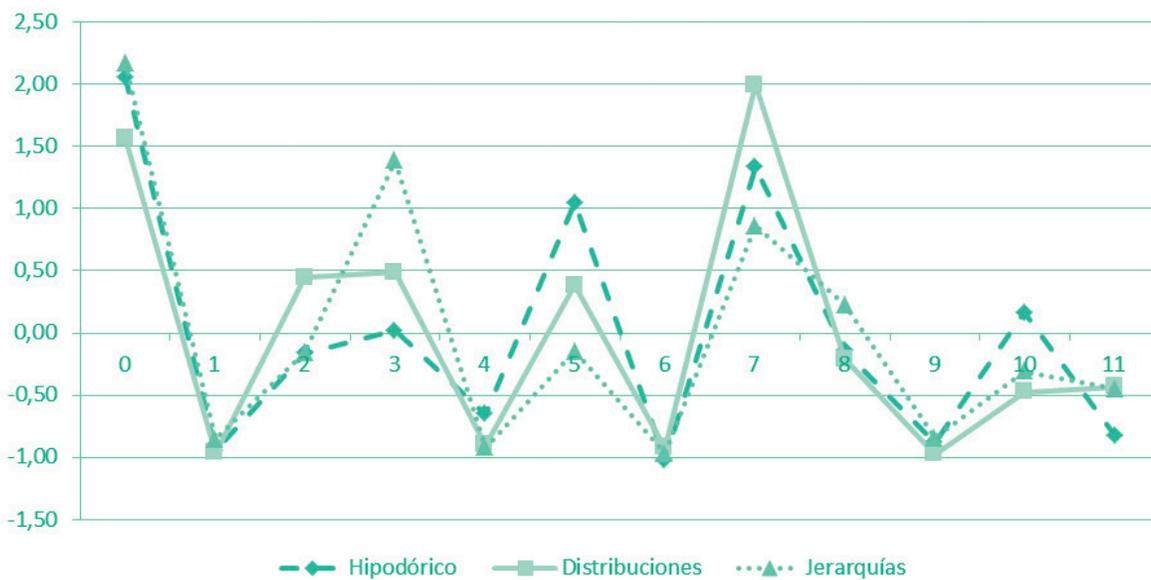
En cuanto a *Dies Sanctificatus*, aunque la pieza está en sol dórico, su correlación con las jerarquías de sol menor es débil (0,526) y, en cambio, presenta una fuerte orientación tonal hacia re menor (0,881). Esta situación se debe a una inusual preponderancia de

re, fa natural y la, así como a una completa ausencia de mi bemol. Además, a lo largo de la pieza son comunes las tonizaciones de re. Conviene destacar que las comparaciones con las distribuciones de sol menor (0,811) y re menor (0,869) mostraron un comportamiento parecido, aunque menos pronunciado.

Hipodórico

La asignación de este modo hizo de acuerdo con la *finalis*, la armadura y una consideración más: su orientación tonal hacia el cuarto grado. Veamos un ejemplo. *Hierusalem quae aedificatur* tiene una armadura que bien podría corresponder con la eólico o re dórico, es decir, no hay alteraciones. Dado que la *finalis* es la, nos sentimos tentados a decantarnos por la primera opción. Sin embargo, a lo largo del discurso se afirman una y otra vez re y fa como centros tonales, mediante cadencias y progresiones armónicas características. Esta circunstancia se refleja en los conteos, en los cuales hay una fuerte presencia de re y fa.

Figura 10. Distribuciones tonales de las piezas en hipodórico transpuestas a una tónica común y gráfico de su comparación con las jerarquías y las distribuciones de la tonalidad menor. En este último caso, los datos fueron estandarizados



Tono	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Duración	666,5	18,5	187,75	227,5	82	449	2,5	511,25	192	32,75	258,5	46

La correlación de esta pieza con las jerarquías de la fue significativa aunque no muy fuerte (0,673), y fue mayor con fa (0,781) y con re menor (0,778), lo cual evidencia un buen grado de ambigüedad tonal. Por esta razón, hemos decidido asignar el modo hipodórico a este tipo de piezas, el cual puede entenderse como una especie de eólico con una importancia inusual del cuarto grado, lo que, a su vez, podría considerarse como una reminiscencia de la *finalis* de su auténtico.

En la figura 10 se muestra la suma de los conteos para el modo hipodórico. Sus correlaciones con las jerarquías y los conteos de la tonalidad menor fueron de 0,813 y 0,893, en su orden. De las seis piezas en este modo, dos mostraron una clara orientación tonal hacia otra tónica, mientras que las demás presentan un cierto grado de ambigüedad tonal. Además, cuatro de ellas tuvieron una correspondencia más fuerte con las distribuciones de una tonalidad diferente a la de sus respectivas *finalis*.

Frigio

Las dos piezas en frigio son casos especiales que serán tratados de manera independiente. La razón por la cual asignamos el modo frigio a *Quis dabit capiti meo aquam* es que termina en una cadencia plagal en mi y, por lo tanto, esta sería la nota *finalis*. Sin embargo, es posible constatar de modo intuitivo que la pieza suena todo el tiempo en la menor, por lo cual la terminación en mi se parece mucho a una típica semicadencia en el sistema tonal, aunque se trata de una clara conducta del frigio en el Renacimiento.

Figura 11. Comparación de las distribuciones de *Quis dabit capiti meo aquam* con las jerarquías de la menor. Los datos fueron estandarizados

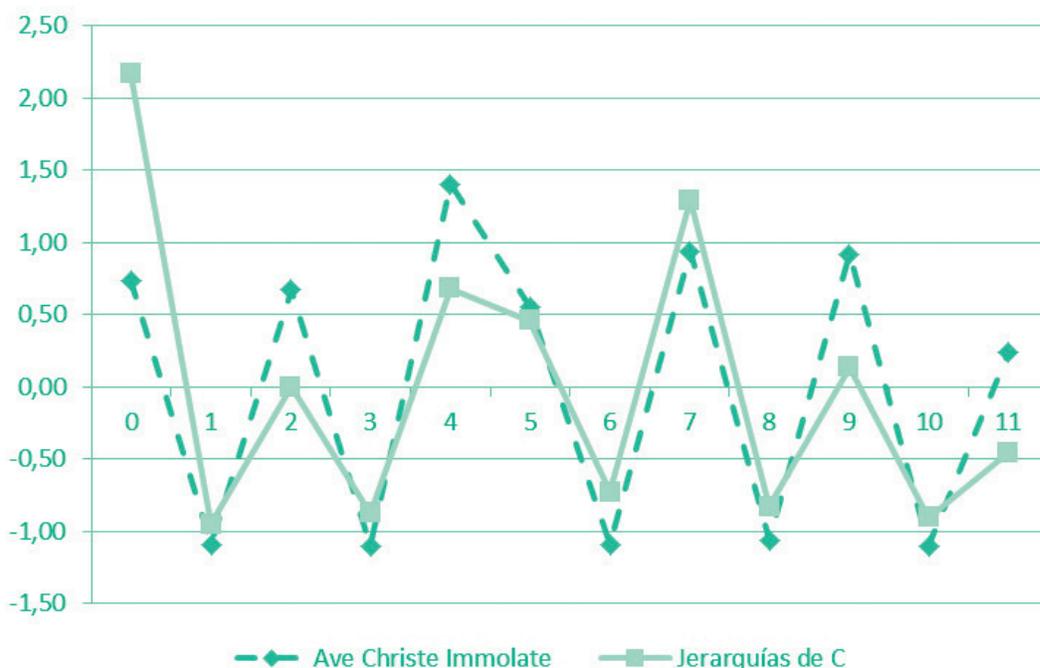
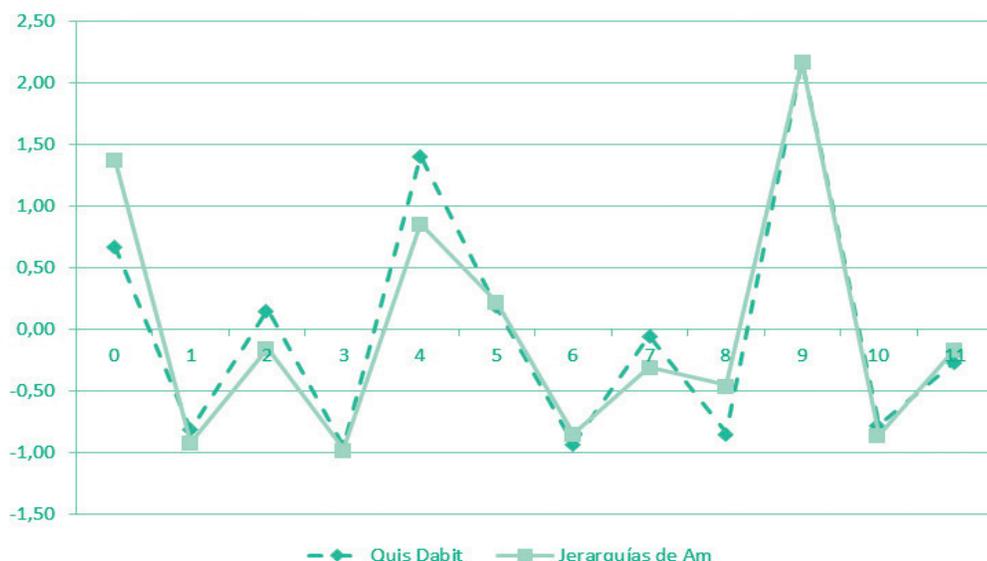


Figura 12. Comparación de las distribuciones de *Ave Christe immolate* con las de *do mayor*.
Los datos fueron estandarizados



Lo anterior se refleja en sus correlaciones con las jerarquías (0,947) y los conteos (0,916) de la menor, en ambos casos muy altas. Por el contrario, las correlaciones con las jerarquías (0,468) y las distribuciones (0,394) de mi menor fueron muy bajas y nada significativas, lo que refleja una característica del frigio y es la orientación hacia *do* y la *repercusas* de su auténtico y su plagal, en su orden, lo cual probablemente se debe a la inestabilidad que genera el tritono *si-fa*. Algo similar sucede con *Ave Christe immolate*, de Josquin Des Prés. En este caso, se hallaron correlaciones fuertes con *do* y *la*, aunque el *mi* sigue teniendo un papel importante y se observan verdaderas cadencias frigias (*bvii6-i*).

CONCLUSIONES

El primer hecho que pone en evidencia este análisis es que hay una buena concordancia entre las distribuciones tonales del Renacimiento y las del tonalismo y entre estas y las jerarquías tonales. Esto sugiere que hay bastante similitud entre ambos lenguajes y que, en el Renacimiento, hay una jerarquía de tonos parecida a la del tonalismo y, al contrario de lo que suele afirmarse, posiblemente existe funcionalidad aunque, hasta cierto punto, diferente de la funcionalidad tonal.

De manera adicional, los resultados de la aplicación del algoritmo parecen confirmar que un oyente familiarizado con las jerarquías tonales oirá, en la mayoría de las piezas, una tónica que corresponde con la *finalis* del modo correspondiente. Un asunto de interés es saber si un hipotético oyente no familiarizado con las jerarquías responderá de la misma manera.

Ahora bien, de los resultados no puede inferirse que el hecho de que en una pieza o en un estilo musical se repitan más ciertos tonos que otros sea la causa de la percepción de centros tonales o jerarquías. Más bien, lo que sucede es que, de alguna manera, hay una relación entre las jerarquías interiorizadas por el oyente y las distribuciones en el tonalismo y en el Renacimiento, relación que puede estar mediada por otros factores, como las características físicas del sonido y los mecanismos fisiológicos de la percepción.

Un hecho interesante es que hay modos que concuerdan mejor con las jerarquías y las distribuciones tonales. Notablemente, el jónico tiene una correspondencia muy alta con la tonalidad mayor. El eólico, el dórico y el hipodórico, por su parte, presentan ciertas particularidades que los diferencian de la tonalidad menor y les dan una identidad más modal. El frigio es, quizás, el más modal de todos, dada su inestabilidad y ambigüedad, lo que nos lleva a preguntarnos cuáles particularidades tienen la tonalidad mayor y el modo jónico para exhibir una correspondencia tan fuerte.

Ahora bien, en las correlaciones y en la orientación tonal de las piezas se evidencia la tendencia hacia los dos polos que se habían mencionado antes. El jónico y la pieza en lidio tienden a la tonalidad mayor, mientras que el eólico, el dórico, el hipodórico y el frigio tienden a la tonalidad menor.

Por último, los casos en los que existe orientación tonal hacia una tónica diferente de la *finalis* nos muestran que el sistema modal favorece la ambigüedad. Quizás esta tensión entre centros tonales es la responsable de los afectos que la música poética solía atribuir a los modos.

REFERENCIAS

Glareanus, H. (1965). *Dodecachordon*. C. A. Miller, trad. y ed. *Musicological Studies and Documents*, 6, 2 vols. Middleton, Wisconsin: American Institute of Musicology.

Jeppesen, K. (1992). *Counterpoint: The poliphonic vocal style of the sixteenth century*. Nueva York: Dover.

Knopoff, L., y Hutchinson, W. (1983). Entropy as a measure of style: the influence of sample length. *Journal of Music Theory*, 27, 75-97.

Krumhansl, C. L. (1990). *Cognitive foundations of musical pitch*. Nueva York: Oxford University Press.

Krumhansl, C. L., y Kessler, E. J. (1982). Tracing the dynamic changes in perceived tonal organization in a spatial representation of musical keys. *Psychological Review*, 89(4), 334-368.

Youngblood, J. E. (1958). Style as information. *Journal of Music Theory*, 2, 24-35.

ANEXOS

Anexo 1. Lista y datos de las obras.

Pieza	Modo	Compositor	Época	Género	Carácter	Nacionalidad
<i>En l'ombre d'un buissonnet</i>	Sol hipodórico	Josquin Des Prés	1450 - 1521	Motete	Profano	Franco-flamenca
<i>A lieta vita</i>	Sol jónico	Giovanni Gastoldi	1554 - 1609	<i>Balleto</i>	Profano	Italiana
<i>A un niño llorando al yelo</i>	Fa jónico	Francisco Guerrero	1528 - 1599	Villancico	Profano	Española
<i>Alta: La Spagna</i>	Re hipodórico	Francisco de la Torre	1460 - 1504	Danza	Profano	Española
<i>Amfiparnasso</i>	La hipodórico	Orazio Vecchi	1550 - 1605	Madrigal	Profano	Italiana
<i>April is in my mistress face</i>	Sol dórico	Thomas Morley	1557 - 1602	Madrigal	Profano	Inglesa
<i>Ave Christe Immolate (parte 1)</i>	Mi frigio	Josquin Des Prés	1450 - 1521	Motete	Sacro	Franco-flamenca
<i>Balleto</i>	La eólico	Giovanni Gastoldi	1554 - 1609	<i>Balleto</i>	Profano	Italiana
<i>Chi la gagliarda...?</i>	Fa jónico	Baldassare Donato	1525 - 1603	<i>Canzonetta</i>	Profano	Italiana
<i>Circumdedeunt</i>	Fa jónico	Cristóbal de Morales	1500 - 1553	Motete	Sacro	Española
<i>Come away sweet love</i>	Sol jónico	Thomas Greaves	fl. 1604	Madrigal	Profano	Inglesa
<i>Dadme albricias</i>	Fa jónico	Anónimo (Upsala)	1556	Villancico	Profano	Española
<i>Defecerunt</i>	Fa lidio	Marchetto Cara	1470 - 1525	<i>Frottola</i>	Profano	Italiana
<i>Dies sanctificatus</i>	Sol dórico	William Byrd	1543 - 1623	Motete	Sacro	Inglés
<i>Dolce mia fiamma</i>	La hipodórico	Cornelis Schuyt	1557 - 1616	Madrigal	Profano	Franco-flamenca
<i>Fata la parte</i>	Sol eólico	Juan del Encina	1468 - 1529	Villancico	Profano	Española
<i>Hierusalem qui aedificatur</i>	La hipodórico	Heinrich Isaac	1450 - 1517	Motete	Sacro	Franco-flamenca
<i>In un boschetto</i>	La eólico	Luca Marenzio	1553 - 1599	Villanella	Profano	Italiana
<i>Judas mercator pesimus</i>	Sol dórico	Tomas Luis de Victoria	1548 - 1611	Motete	Sacro	Española
<i>Missa pro defunctis (Introitus)</i>	Sol jónico	Giovanni Asola	1532 - 1609	Motete	Sacro	Italiana
<i>Quis dabit capiti meo aquam</i>	Mi frigio	Heinrich Isaac	1450 - 1517	Motete	Profano	Franco-flamenca
<i>Sicut cervus</i>	Fa jónico	Giovanni da Palestrina	1525 - 1594	Motete	Sacro	Italiana
<i>Todos los bienes</i>	La hipodórico	Juan del Encina	1468 - 1529	Villancico	Profano	Española

Anexo 2. Conteos de todas las piezas.

Tono	En l'ombre d'un buissonnet	A lieta vita	A un niño llorando al yelo	Alta: La Spagna	Amfiparnasso	April is in my mistress face
C	68,5	39,5	186	22,25	57,5	55
C#-Db	0	0	0	5	21	0
D	55	57	74	65	105,5	103,5
D#-Eb	15,5	0	18	0,5	0	22
E	8	22	58	35,75	109	3,5
F	59,75	8	174	27,75	53,5	64,5
F#-Gb	7	6	0	1	0	16
G	118,5	88,5	145	36	56,5	89
G#-Ab	0	0	0	2,5	10	0
A	34,5	17	128	98,25	168	53,5
A#-Bb	30,25	0	80	14	4	91,5
B	0	36,5	4	13,75	37,5	8

Tono	Ave Christe immolate	Balletto	Chi la gagliarda	Circumdede runt	Come away seet love	Dadme albricias
C	196	11,25	60,5	52,5	71	73,5
C#-Db	1	0	0	0	3	2
D	189	7,5	28,625	32	107	46,5
D#-Eb	0	0	0	0	0	0
E	267	9,75	16,875	19,25	64	15
F	176,5	3	57,75	85,25	2	83
F#-Gb	1,3	0,5	0,5	0	43	0
G	217,5	3	36,5	51,5	111	30,5
G#-Ab	4,5	4	0	0	7	0
A	215,5	13,5	37,5	42	82	33
A#-Bb	0	0	17,5	26,25	0	24,5
B	143	8	1	3	78	1

Tono	Defecerunt	Dies sanctificatus	Dolce mia fiamma	Fata la parte	Hierusalem quae aedificatur	In un boschetto
C	50,25	53,5	65	15,5	111,5	9,5
C#-Db	0	7	46	0	1	0,75
D	7,5	111,5	157	66,5	128	8,5
D#-Eb	0	0	0	9,5	0	0
E	16,5	33	185	0	76	11,5
F	29	62,25	74	36,5	135	3,5
F#-Gb	0	5,5	11	7,5	1	1
G	26,5	70,75	77	80	90,5	9,5
G#-Ab	0	0	20	0	0	1
A	15,5	75	195	31	100,5	19
A#-Bb	3,25	32,75	10	29,5	12	0
B	6,5	11,5	58	0	29,5	5,75

Tono	Judas Mercator Pesimus	Missa pro defunctis - Introitus	Quis dabit capiti meo aquam	Sicut cervus	Todos los bienes
C	21	42	259,5	69,75	47
C#-Db	0	7,5	21,5	0	14
D	62	131	177,5	45	82
D#-Eb	8,5	7,5	0	0	0
E	4	133	377,5	19	64
F	16,5	5	182	104	35
F#-Gb	6,75	60,5	3,5	0	0
G	47,75	159,5	143,5	44,25	43
G#-Ab	0	0	17,5	0	4
A	20,75	65	499,5	42,5	120
A#-Bb	30,75	56	28	47,5	4
B	2	126,5	109	0	22