

Aproximación interdisciplinar al análisis melódico de los cantes a capella

Juan José Cabrera. Ingeniero de Telecomunicación. Universidad de Sevilla,

José Miguel Díaz-Báñez. Profesor Titular de Matemática Aplicada. Universidad de Sevilla,

Francisco Javier Escobar. Profesor Titular de Literatura. Universidad de Sevilla,

Emilia Gómez. Investigadora del Grupo de Investigación en Tecnología Musical y Profesora del departamento de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Universitat Pompeu Fabra de Barcelona,

Francisco Gómez. Profesor Titular de Matemática Aplicada. Universidad Politécnica de Madrid,

Joaquín Mora. Profesor Titular de Psicología Evolutiva. Universidad de Sevilla.

En este trabajo pretendemos realizar una aproximación al Flamenco a través del uso de técnicas computacionales, que nos permitirán analizar con profundidad y rigor científico este arte musical mediante las tecnologías actuales de procesamiento digital de la música. Esta conferencia está basada en el estudio que lleva a cabo el grupo de investigación COFLA: análisis COmputacional de la música FLAmenca. Véase el sitio web <http://mtg.upf.edu/research/projects/cofla> para más información.

El objetivo central del trabajo aquí expuesto será el de realizar un análisis automático de las formas flamencas, centrándonos principalmente en sus características melódicas, para poder definir las similitudes y diferencias entre estilos e interpretaciones. En concreto, vamos a estudiar estilos flamencos que corresponden al grupo de cantes conocido como “cantes por tonás” que son normalmente cantes interpretados a capella. Los estilos a estudiar son: debblas, martinetes y tonás. Cabe mencionar que en la actualidad no está suficientemente demostrado el origen de estos cantes y aparecen distintas fechas de inicio en las interpretaciones, indicándose el siglo XVIII en (Molina y Mairena, 1963) o en las postrimerías del siglo XIX en (Jaramillo, 2002). Hemos de indicar que aunque el grupo de las tonás lo componen los martinetes, debblas, tonás, saetas y carceleras, nuestro corpus contempla las tres primeras variantes, considerando además dos tipos distintos de martinetes que hemos denotado como martinete 1 (conocido como martinete de Los Pelaos de Triana) y martinete 2 (trianeros como los anteriores, se llaman también martinetes redoblados, porque se suele repetir el primer o los dos primeros versos). El martinete tipo 2 suele ser el

segundo que se canta en la interpretación romanceada de los martinetes (serie de martinetes con letras relacionadas, con un asunto o tema común). Este tipo de martinete, además, es la base usual de la saeta por martinete.

Hay que reseñar, a modo de apunte inicial, la presencia de gran ornamentación melismática en la debla y de una melodía característica (finalizando en modo mayor) en los martinetes, usualmente acompañados por la percusión de un martillo contra un yunque.

Conviene apuntar que, aunque en este trabajo se desarrolla una metodología adaptada a estos cantes, puede llevarse a cabo un estudio similar para otros estilos musicales siguiendo las mismas pautas aquí propuestas. Desde una perspectiva genérica, los objetivos marcados son:

- Ampliar el conocimiento del flamenco desde un análisis **multi-disciplinar**.
- Proporcionar **herramientas computacionales** que ayuden a la transcripción y al modelado musical, y que puedan ser utilizadas para el análisis comparativo entre estilos, variantes e intérpretes.
- Contrastar los estudios llevados a cabo hasta ahora sobre el origen y evolución de los estilos.

Para ello, nos marcamos las siguientes directrices de trabajo:

1. **Recopilación** de un corpus representativo.
2. **Extensión** de estudios previos para analizar computacionalmente aspectos melódicos a partir del análisis sonoro.
3. **Restricción**, en un primer momento, a los cantes a capella (*martinetes* y *tonás*).
4. **Interdisciplinaridad**: combinar diferentes aproximaciones para la descripción melódica y la comparación de melodías.

1. Creación del corpus

Hemos constituido un corpus sonoro significativo de cantes de fragua interpretado por figuras consagradas en estos estilos. Con objeto de tener un corpus completo se han considerado cantaores a los que se les asigna la autoría o difusión de cada palo, otros más recientes y de distintas tesitura. Por ejemplo, como se desea estudiar las características definitorias de la debla, la colección contiene a Tomás Pavón, Chocolate, Antonio Mairena, Naranjito de Triana o Pepe de Lucía. Dichas grabaciones tiene las siguientes características:

- Instrumento: voz cantada
- Fragmentos monofónicos (sin instrumentación)
- Formato: ficheros mono (1 sólo canal) wav (44,1 KHz de frecuencia de muestreo y codificación 16 bits).

La colección que se ha utilizado está compuesta por un conjunto de deblas, martinetes y

tonás, un total de 135 piezas enteras, que no cuenta con ninguna segmentación previa (por ejemplo, en frases o para descartar los fragmentos con guitarra, algún otro instrumento, silencios o jaleos). Se han tenido en cuenta distintos criterios de selección: histórico, musicológico (modos de interpretar) y geográfico (se han recogido las tradiciones de territorio).

Se ha realizado una segmentación manual en frases y se ha considerado la primera frase entendiendo que en ésta contiene la presentación o exposición de la melodía principal. En primer lugar, se realizó un estudio piloto de 24 piezas, para después realizar su extensión a todo el corpus.

En la Tabla 1 podemos observar los doce intérpretes que componen la colección (cada uno de ellos interpreta una debla y un martinete, hasta llegar a las 24 piezas ya mencionadas). También se incluye en dicha tabla el año de grabación de la pieza, la localización y la escuela o influencia del cantaor.

Cantaor	Año de grabación	Localización	Escuela
Antonio Mairena	1960	Mairena del Alcor	Pabón
Chano Lobato	2002	Cádiz	Pabón Mairena
Chocolate	1999	Jerez de la Frontera	Pabón Mairena
J. Almadén	1985	Ciudad Real	Pabón Mairena
Jesús Heredia	2002	Écija	Pabón Mairena
M. Simón	1985	Jerez de la Frontera	Pabón
M. Vargas	1972	Paradas	Mairena
Naranjito	2002	Triana (Sevilla)	Pabón Mairena
Pepe de Lucía	1963	Algeciras	Pabón
Talegón	2002	Córdoba	Pabón Mairena
Tomás Pabón	1950	Triana (Sevilla)	El Baboso
Turroneo	1989	Utrera	Pabón Mairena

Tabla 1. Intérpretes que forman el corpus piloto analizado.

Después de analizar cuidadosamente los fragmentos sonoros, se ha realizado un filtrado adecuado

para llevar a cabo un estudio de clasificación, dando lugar a un total de 77 cortes. Los tipos de cantes que forman la ampliación final de la muestra son los siguientes, con indicación de los cortes correspondientes a cada uno:

<u>Tipos de toná</u>	Martinetes 1	Martinetes 2	Deblas	Tonás
<u>Ejemplares</u>	27	20	11	19

2. Extracción de la melodía

La extracción del patrón melódico del cante flamenco es una de las cuestiones más apasionantes e inexploradas en el área. En un sentido no riguroso entendemos melodía como una sucesión de sonidos de diferentes alturas, es decir, una sucesión de notas musicales. La melodía tiene una importancia vital en la música, porque es la melodía lo que nos permite distinguir una obra de otra. Además, la melodía es lo que hace que podamos recordar la música, y seamos capaces de reproducirla cantando, tarareando o silbando.

Nuestro grupo de investigación está abordando el problema de la extracción melódica tanto manual como automáticamente. Con respecto al caso manual, hay que reseñar que existe una propuesta metodológica donde se propone una representación gráfica de las melodías de algunos cantes a partir de unos patrones melódicos extraídos manualmente (Donnier 1997).

En éste proyecto se han utilizado representaciones manuales a partir de curvas poligonales definidas

únicamente por las “notas fundamentales” que un experto puede extraer a oído, para ser comparadas posteriormente con las representaciones extraídas automáticamente por un modelo computacional adecuado. De esta forma, las tareas que planteamos con el corpus obtenido son:

1. Construir una representación melódica robusta y adecuada.
2. Combinar la descripción manual y automática.
3. Medir la similitud melódica entre interpretaciones.
4. Establecer relaciones entre intérpretes y estilos.

2.1 Transcripciones manuales

Como primer paso, hemos realizado un estudio manual de similitudes de los objetos del corpus con criterios musicológicos distintos a la extracción de altura (*pitch*) y contorno melódico. De este modo, podremos contrastar, con un argumento externo de comparación y, si es posible, de validación, con los resultados que se obtengan del estudio de clasificación automática. Hemos tenido en cuenta las siguientes consideraciones para la transcripción manual:

- Eliminación de ornamentaciones.
- Representación rítmica flexible.
- La transcripción se realiza en relación a los pulsos percibidos en vez de según las duraciones de notas.

En la siguiente figura se muestran algunos ejemplos de transcripción manual de la melodía, tal como aparece en el artículo (Cabrera et al. 2008):

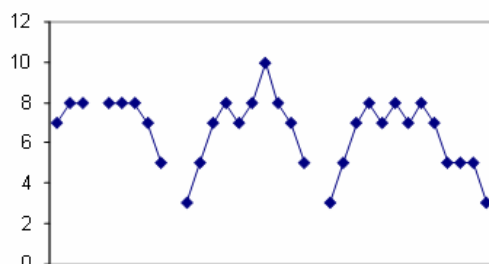


Figure 1-a. Manual transcription of a debbla performed by Antonio Mairena.

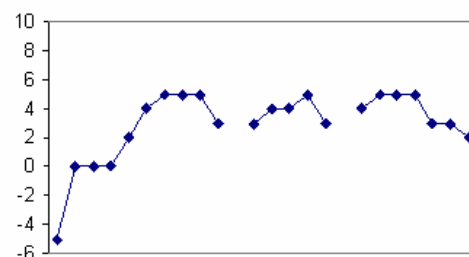


Figure 2-a. Manual transcription of a martinete performed by Antonio Mairena.



Figure 1-b. Manual transcription of a debbla performed by Tomás Rabón.

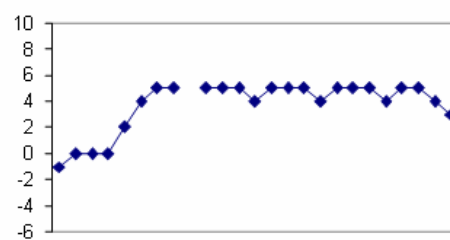


Figure 2-b. Manual transcription of a martinete performed by Tomás Rabón.

2.2 Transcripciones automáticas

El primer problema que nos planteamos es cómo pasar del audio (señal sonora) a una cierta representación de la melodía que nos permita manipularlas digitalmente y compararlas.

Como es sobradamente conocido, el carácter de transmisión oral del Flamenco ha provocado la casi nula existencia de partituras que representen las melodías de los cantes (existen, no obstante, partituras para guitarra flamenca, no así para la voz, aspecto que estamos analizando). Por tanto, nos planteamos obtener automáticamente una descripción de la melodía, tal como vemos en la Figura 2.

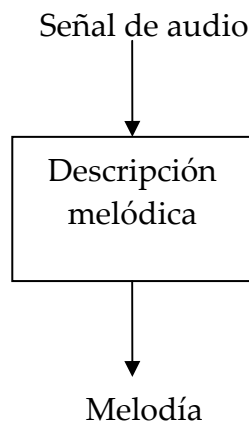


Figura 2. Descripción automática de la melodía.

Hay que tener en cuenta que la obtención de una melodía a partir de un archivo de audio es, hoy en día, un problema de investigación abierto. Existen algunos algoritmos desarrollados para la transcripción automática (generalmente dichos sistemas generan un formato MIDI simbólico), pero siempre debemos considerar que el nivel de perfección que llegan a conseguir no es total, incluso tratándose de música monofónica (un único

instrumento, una voz, etc.).

Si hablamos de descripción melódica automática para música polifónica, podemos ver que se trata de una labor extremadamente compleja, y sólo se obtienen resultados satisfactorios para algunas simplificaciones (número de voces, instrumento o nivel de polifonía).. Ésta es la principal razón que ha motivado la elección de cantes sin acompañamiento musical en el corpus a analizar. La introducción de cantes acompañados de guitarra u otros instrumentos introduciría nuevas variables que elevarían enormemente la complejidad del análisis, por lo que hemos creído conveniente dejarlo como una línea futura de investigación, y centrarnos en los cantes a capella.

Una vez hecha estas consideraciones iniciales, en nuestro estudio vamos a hablar de la melodía haciendo referencia a una sucesión de notas musicales, por lo que será expresada con los siguientes descriptores asociados:

- **Descriptores acústicos** (Gómez, Klapuri et Meudic 2003):
 1. Descriptores de señal (bajo nivel): energía y frecuencia fundamental (altura).
 2. Transcripción: duración y altura de cada nota.
 3. Descriptores expresivos: Desviaciones (vibrato, ataques, portamenti, etc.).

Hay que decir que los sistemas actuales de transcripción de canto están adaptados a estilos de música clásica y popular (de Mulder et alt 2003, Ryyänen 2006) y, por tanto, nos enfrentamos a los siguientes retos:

- Adaptación de la tecnología actual al flamenco.
- Extracción de los niveles de representación mencionados.
- Evaluación de su uso para el cálculo de similitud (análisis comparativo).

El esquema de transcripción seguido se rige secuencialmente por los componentes siguientes:

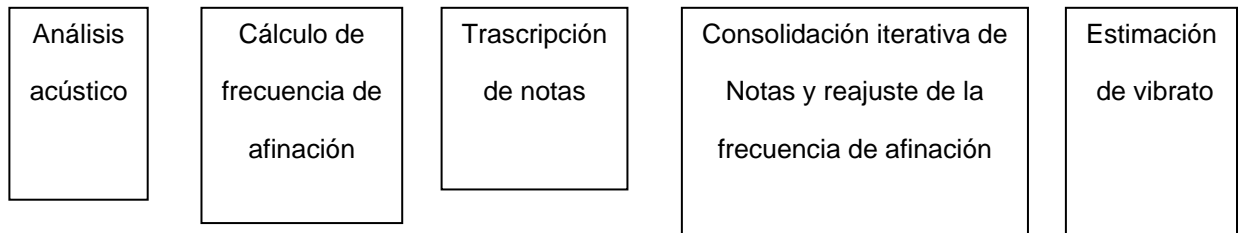


Figura 3. Fases en el proceso de extracción automática.

No haremos aquí un desarrollo exhaustivo de la metodología llevada a cabo para la extracción automática de la melodía. Indicamos brevemente los pasos ejecutados en cada una de las fases del organigrama de la Figura 3.

Análisis acústico:

1. Se considera energía en diferentes bandas de frecuencia.
2. Se lleva a cabo una estimación de altura en base al cálculo de la correlación de la amplitud en el dominio frecuencial.

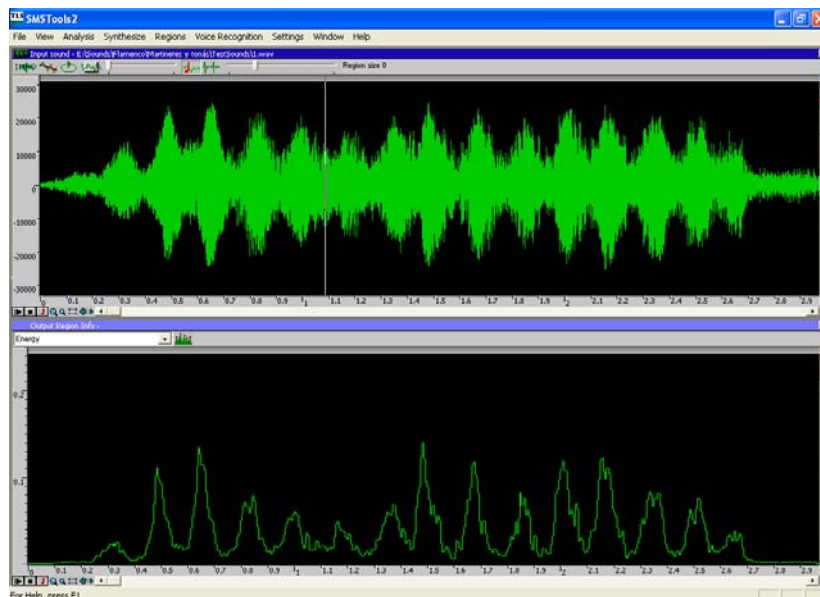


Figura 4: Ejemplo de extracción de la energía

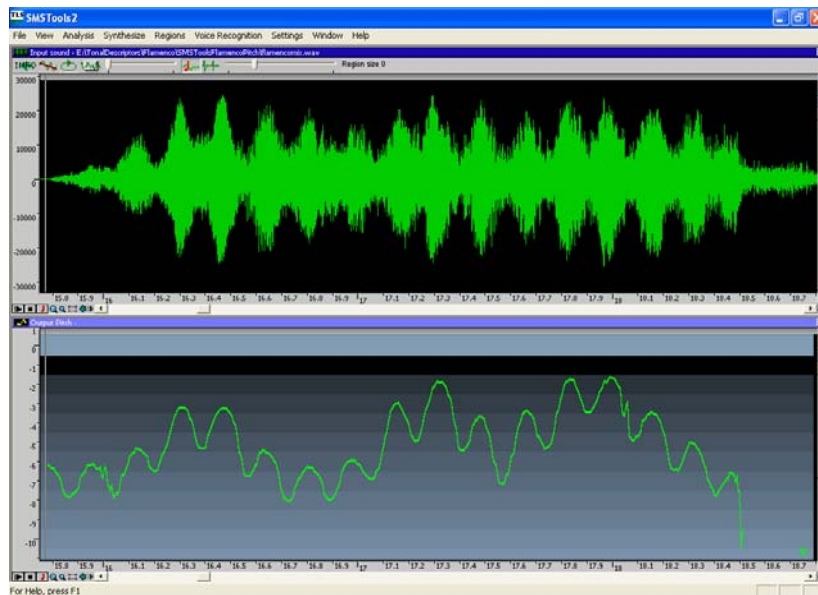


Figura 5. Extracción de la frecuencia fundamental

Cálculo de frecuencia de afinación:

1. Estimación inicial de la frecuencia de referencia utilizada para afinar, si consideramos un temperamento igual (con respecto a 440 Hz).
2. Minimizar la media ponderada del error instantáneo de afinación.
3. Definición de pesos basados en la derivada de la energía y la altura.

Transcripción de notas:

1. Segmentación en notas cortas mediante un algoritmo de programación dinámica.

Definición de funciones de probabilidad que consideran error de altura, variaciones de energía y duraciones de nota.

Consolidación iterativa de notas y reajuste de la frecuencia de afinación:

1. Reajuste de la frecuencia de afinación según las notas detectadas.
2. Consolidación de notas consecutivas con la misma altura y transiciones suaves.
3. Aplicación de un proceso iterativo.

Estimación de vibrato:

1. Se considera la función de diferencia de altura (nominal vs envolvente detectada).
2. Se realiza el cálculo de pasos por cero (*Zero-crossings*).
3. Finalmente, se lleva a cabo una estimación de la profundidad y velocidad de vibrato.

Exponemos aquí un par de ejemplos que pertenecen a extractos de nuestro corpus. En la parte superior de cada imagen observamos el extracto sonoro, y en la parte inferior se presenta la transcripción obtenida automáticamente. Cada franja horizontal representa un intervalo de un semitono, y se representa tanto la evolución instantánea de la frecuencia fundamental como la transcripción en notas obtenida.

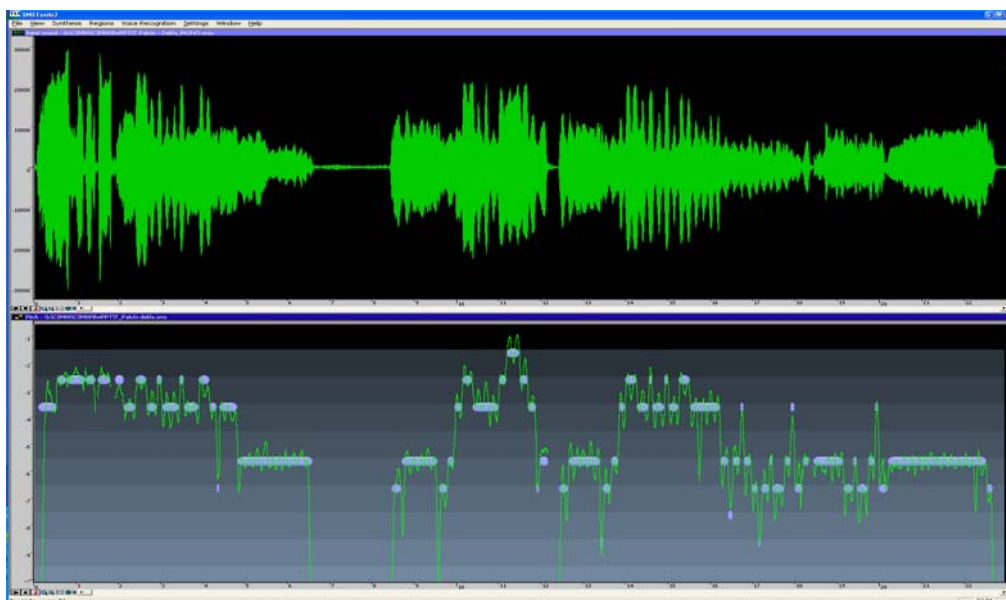


Figura 6. Ejemplo: Tomás Pabón: Debla

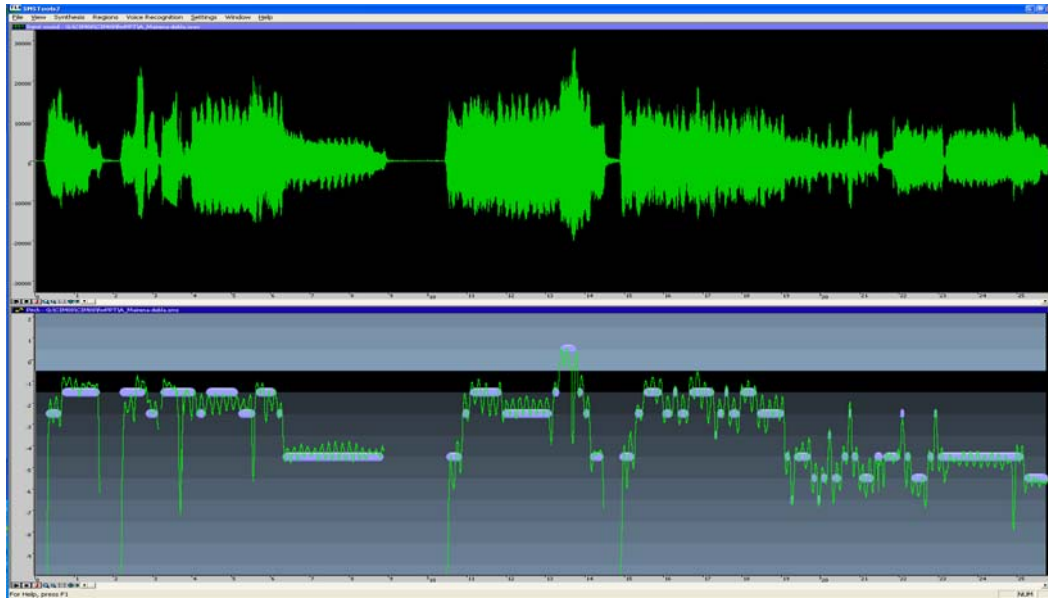


Figura 7. Ejemplo: A. Mairena: Debla

3. Análisis de la similitud melódica

El estudio de la similitud melódica es un problema extensamente considerado en el campo de la Tecnología Musical que resulta crucial en aplicaciones como la recuperación de información musical (MIR, *Music Information Retrieval*). Podemos definirla, a grosso modo, como una medida que nos indica el grado de identidad que puede establecerse entre dos melodías. En otras palabras, se trata de obtener un número que nos indique cuánto se parece (o cuánto se diferencia) una melodía a otra. Típicamente, se requiere el uso de conceptos matemáticos y algorítmicos para establecer y calcular eficientemente una medida de similitud.

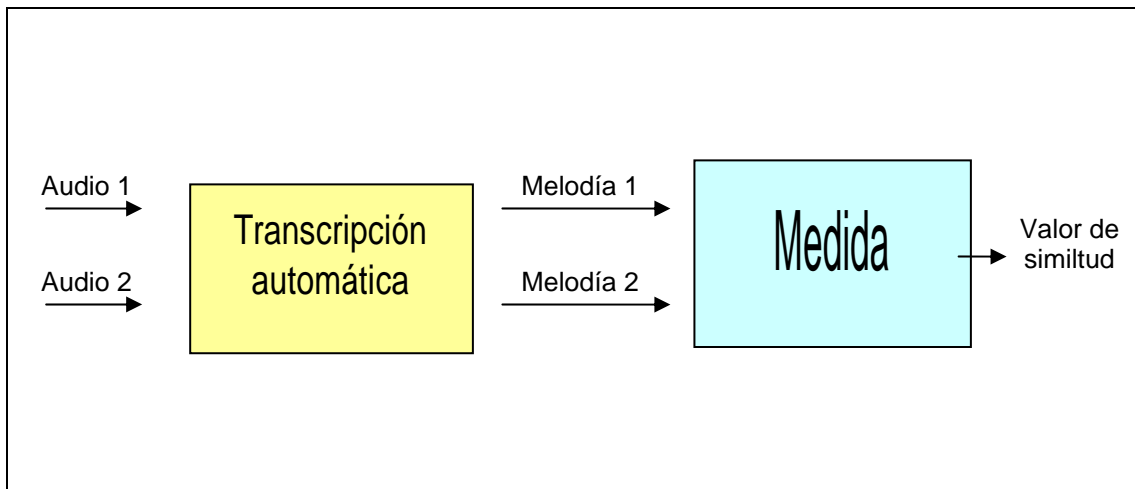


Figura 8. Proceso de cálculo de similitud

En la figura anterior se muestra la metodología que vamos a seguir para la obtención de un valor de similitud entre dos interpretaciones distintas, que bien pueden corresponder a distintos estilos de flamenco como a dos versiones de un mismo palo. En nuestro análisis sobre las melodías del flamenco, vamos a utilizar la similitud melódica para calcular cuantitativamente cuánto se parecen entre sí dos cantes. Haremos dos tipos de análisis: por un lado, veremos el grado de similitud entre dos tipos diferentes de palos, deblas, tonás y martinets; y por otro lado, estudiaremos la similitud existente entre interpretaciones de diferentes cantaores de un mismo palo. Esto puede ser utilizado para clasificar automáticamente diferentes palos, así como para extraer conclusiones sobre la evolución de un palo, en virtud de las diferentes interpretaciones de cada cantaor.

Existen multitud de métodos de diferente complejidad para calcular el grado de similitud melódica. Con las medidas o distancias se calculan los valores de similitud para cada par de cantes y, a partir de ahí, se pueden construir mapas de proximidad 2D: *escalado multidimensional (MDS)* o bien, los conocidos en Bioinformática como *árboles filogenéticos*

que son más que representaciones geométricas de conexión en el plano con la propiedad de que la distancia en el dibujo entre dos nodos refleja, tanto como es posible, la verdadera distancia obtenida entre las dos melodías correspondientes. Usaremos particularmente los árboles filogenéticos generados por el método *NeighborNet*, según la implementación de Hudson y Bryant (2006) dada en su programa *SplitsTrees*. Existen multitud de métodos de diferente complejidad para calcular el grado de similitud melódica. En nuestro análisis, nos vamos a centrar en cuatro medidas de similitud diferentes. Hemos usado, en primer lugar, una medida estadística, el *coeficiente de correlación*, calculado a partir del histograma de alturas de las notas extraídas. Dicho coeficiente calcula la fuerza y dirección de una relación lineal entre dos variables. En segundo lugar, una medida de similitud conocida como distancia de edición (Mongeau and Sankoff, 1990), que se utiliza en aplicaciones de comparación de cadenas de caracteres, como pueden ser los correctores ortográficos. Por último, implementaremos un algoritmo de distancia de edición a partir de *estructuras de Narmour* (Narmour, 1990) que tiene en cuenta patrones musicales presentes en las melodías comparadas..

A continuación mostramos algunas representaciones geométricas que corresponden a los cálculos obtenidos mediante el uso de distintas medidas de similitud:

Distancia de edición

Se define como el *número mínimo de operaciones requeridas para transformar una cadena de caracteres en otra*. Las operaciones son:

1. Inserción ('sol' -> 'solo')
2. Eliminación ('solo' -> 'sol')
3. Sustitución ('casa' -> 'caja')

Una ventaja de esta distancia es la flexibilidad pues podemos considerar pesos para las diferentes operaciones según se vea oportuno en las especificaciones particulares de cada cante. Los cálculos sobre el corpus inicial de 12 deblas y 12 martinetes

nos llevó al siguiente árbol, donde se aprecia la clasificación de forma satisfactoria: en la parte superior aparece localizado el grupo de los 12 martinetes y en la inferior las distintas interpretaciones de deblas (conocida como *debla de Tomás Pabón*).

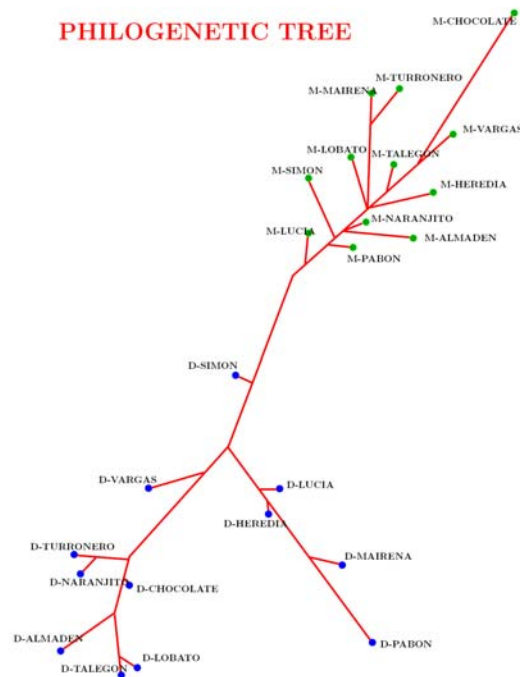


Figura 9. Árbol filogenético que clasifica deblas y martinetes, basado en distancia de edición.

Distancia de edición a partir de estructuras de Narmour.

En este punto, estamos buscando una propuesta alternativa de distancia adecuada a la música flamenca, esto es, que refleje con cierta fidelidad la similitud entre dos representaciones melódicas y, concretamente de los cantos a capella por tonás. Para elegir una buena representación simplificada de la melodía conviene tener en cuenta las características fundamentales que se ponen de manifiesto en el cante flamenco y que lo distinguen claramente de otras ejecuciones tales como la clásica. Entre las características fundamentales de las melodías flamencas en el corpus de las tonás destacamos:

- Relevancia de intervalos cortos (mayormente 2ª + algunas 3ª y 4ª), grados conjuntos.
- Tesitura < 6ª (desde la tónica). Dicho rango puede extenderse mediante notas de paso y cadencias.
- Estructura formal: presentación (primeros 4 grados de la escala) + ascendente + descendente.

Entre los recursos expresivos que se presentan y hay que tener en cuenta, citamos:

- Intestabilidad de
 - Energía (dinámica)
 - Timbre
 - Altura (desfinaciones)
- Microtonalidad
 - Intervalos de $\frac{1}{4}$ o $\frac{3}{4}$ de tono.
 - Melismas, ornamentación.
 - Vibrato
- Cambios graduales de altura: portamenti, transiciones suaves entre notas.

Teniendo en cuenta que, en esencia, los intervalos que representan de alguna forma un patrón común entre las distintas interpretaciones suelen ser pequeños, no parece desacertado comprobar si una representación de la melodía en base a intervalos cortos pudieran dar resultados aceptables para el objetivo que aquí planteamos: un análisis para agrupación de interpretaciones según las distintas variantes de tonás. Es por ello, que nos hemos decantado por usar un modelo de la teoría moderna de la conocida como *melodic expectation* (Narmour 1990), centrado más en los aspectos cognitivos de “lo esperado” que en un puro análisis musical. En este modelo, conocido como de Implicación-Realización (I-R) se consideran estructuras de Narmour, esto es, cada melodía se descompone en pequeñas estructuras que son secuencias de tres notas y cada secuencia se clasifica según los intervalos de que se compone. En las estructuras de Narmour (EN), cada intervalo se clasifica en intervalo pequeño (< 4ª) o grande (> 4ª).

Como ejemplos de EN indicamos aquí los siguientes:

P: dos intervalos pequeños idénticos que son ascendentes.

D: repetición de la misma nota dos veces.

ID: dos intervalos pequeños idénticos, uno ascendente y el otro descendente.

IP: un intervalo pequeño ascendente seguido de otro menor que el anterior y Descendente.



Figura 10. Ejemplo de análisis de Narmour presentado en (Gratchen et al. 2004)

El cálculo de distancia entre melodías la ejecutamos teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Cada melodía da lugar a una sucesión de EN.
2. Se halla la distancia de edición entre dos cadenas de EN.
3. Los pesos están dados como sigue (véase Figura 11):
 - Peso de inserción: el área de la EN.
 - Peso de borrado: el área de la EN.
 - Peso de sustitución: el área que queda entre ambas EN.
4. Las EN se consideran ahora como curvas poligonales.
5. Cada comparación entre dos EN se hace llevándolas al origen y, de este modo, melodías traspuestas tienen distancia cero entre sí.
6. En los cantos a capella el tempo no es importante. Por ello, hemos ignorado la información temporal.

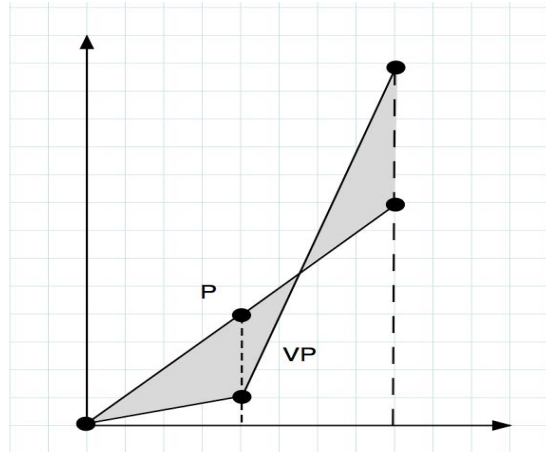


Figura 11. Ejemplo de distancia: Área entre dos EN, una P y una VP.

A continuación, incluimos distintos grafos que se han obtenido teniendo en cuenta los cálculos efectuados teniendo en cuenta la representación melódica en base a estructuras de Narmour y la distancia de superficie entre ellas. Corresponden a los resultados extraídos en los valores de similitud obtenidos para el corpus *debla*, y el corpus completo *debla+martinete 1+martinete 2+toná*.

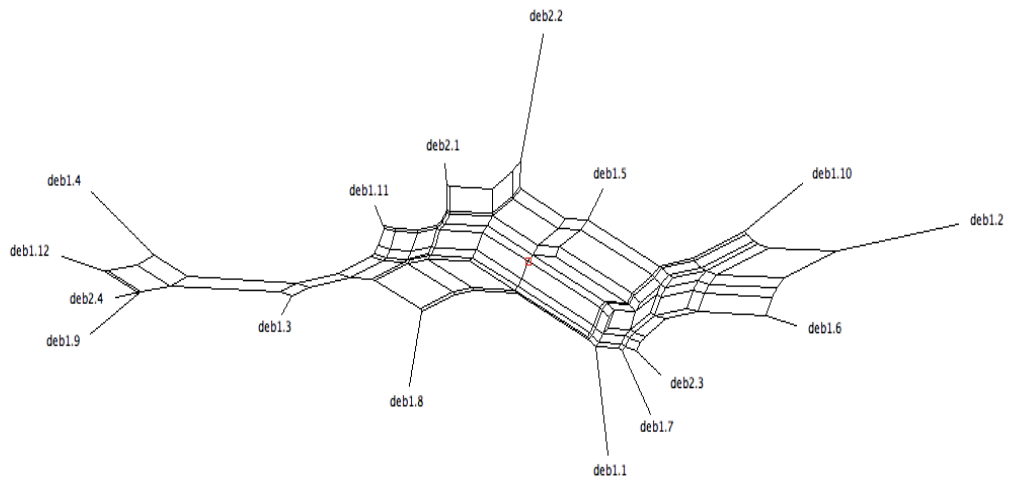


Figura 12. Grafo de deblas obtenido con la distancia de edición usando EN.

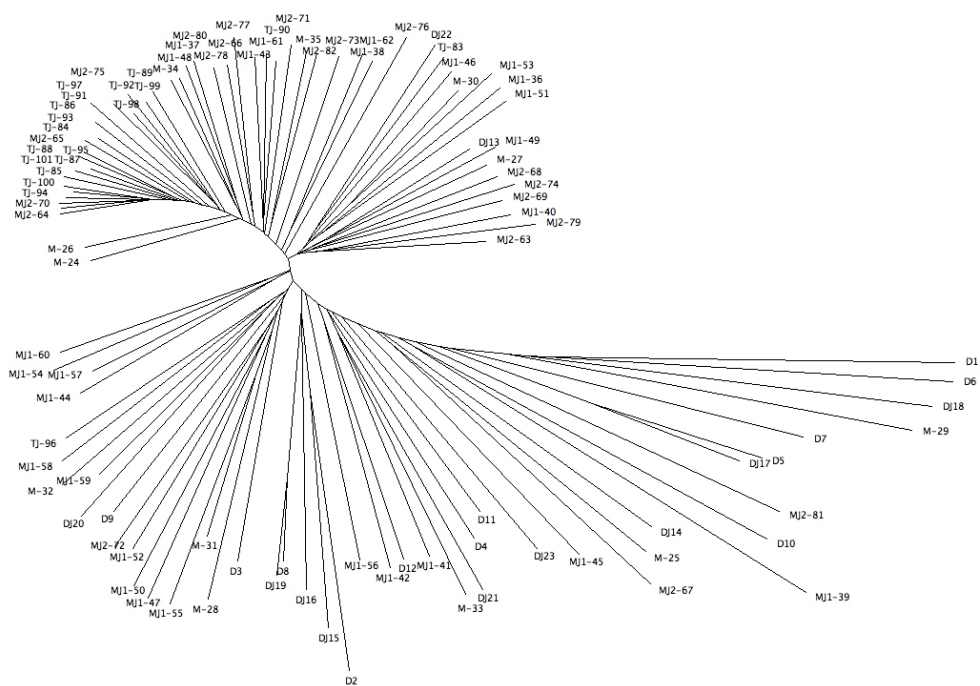


Figura 13. Grafo de todo el corpus de deblas, martinetes 1, martinetes 2 y tonás obtenido con la distancia de edición usando EN.

Notamos finalmente, que en el grafo de deblas (Figura 12) se observa la presencia de un grupo (*cluster*) en la parte izquierda del gráfico que, debería corresponder con un grupo de interpretaciones similares de la debla y, por tanto, supone la existencia de una escuela o influencia entre los cantaores intérpretes. Con respecto a los resultados obtenidos en el corpus completo, podemos observar la representación del grafo de la Figura 13 que se observa una discriminación clara de las deblas respecto a los demás cantes (aparecen agrupadas en la parte derecha). Sin embargo, los martinetes 1 y 2 aparecen de forma dispersa y mezclados entre sí. Por otra parte, hay un grupo significativo de tonás que conforman un grupo o *cluster* (véase la parte superior izquierda). De esto extraemos, en fin, que aunque la clasificación de deblas y tonás se ha realizado satisfactoriamente, no ocurre lo mismo con los martinetes. A día de hoy no podemos saber exactamente el motivo de esta deficiencia pero suponemos que con un ajuste tanto en la extracción automática como en el cálculo de la distancia de similitud podríamos ofrecer mejores resultados de clasificación para un corpus suficientemente significativo y amplio.

4. Conclusiones y trabajo futuro

A modo de conclusión, podemos decir que entendemos que la investigación en la música flamenca ha de hacerse desde un punto de vista interdisciplinar y, en nuestro caso, planteamos una combinación de aproximaciones desde distintas ópticas como la antropológica, histórica, musical o computacional.

Así mismo, en el caso particular del estudio de la melodía, abogamos por una integración del conocimiento del experto sobre el flamenco con el análisis basado en ordenador, de tal suerte que los resultados obtenidos pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Representación melódica semi-automática.
- Conocimiento de la melodía de dichos cantes.
- Resultados prometedores en clasificación de estilos.

A parte del avance académico y científico que supone este estudio, entendemos que existen otras aplicaciones comerciales que pueden implantarse haciendo uso del trabajo aquí iniciado:

- Etiquetado y clasificación en bases de datos. La existencia de bases de datos compuestas por cientos de piezas musicales supone una dificultad para el investigador que tiene que realizar una búsqueda, especialmente debido a las deficiencias del etiquetado existente en la música flamenca. Con este estudio, hemos conseguido clasificar automáticamente una serie de cantes en dos grupos. Por extensión, podríamos clasificar una base de datos de proporciones mayores, facilitando la posterior consulta.
- Generación de partituras de apoyo. El bloque de extracción automática de la melodía que se ha estudiado en este trabajo podría ser utilizado para crear “partituras” (no en el sentido estricto del término, sino más bien patrones a seguir) que servirían a un intérprete como apoyo durante su preparación de

los cantes, sin tener que recurrir únicamente a lo que haya memorizado previamente.

- Compra on-line. Si consultamos algún catálogo de música digital existente en la Web, nos daremos cuenta que los archivos de Flamenco son un número insignificante frente a los millones de archivos de otras músicas, especialmente de música popular. En plena era digital, y con la existencia del formato CD cada vez más en entredicho, creemos necesario una transferencia de la música flamenca al formato digital. Estos archivos digitales podrían ser etiquetados utilizando nuestra herramienta de clasificación, facilitando la búsqueda en el catálogo y su posterior descarga.
- Divulgación del Flamenco. Con el desarrollo del proyecto COFLA, se está facilitando el acceso de los ciudadanos a la investigación en Flamenco, contribuyendo a su divulgación y, de forma indirecta, a la propia conservación del arte flamenco.

Finalmente, esbozamos brevemente algunas líneas futuras que sugieren la continuación de este trabajo. Al tratarse de un proyecto muy novedoso, las líneas futuras de investigación que pueden plantearse son muy variadas.

- Refinar el modelo melódico (descripciones) y mejorar las medidas de similitud.
- Clasificación de intérpretes, variantes, uso del corpus extendido.
- Extensión a otros *cantes*.
- Análisis de ornamentaciones o melismas.
- Complementar con el análisis de letra.

Agradecimientos:

Los autores quieren agradecer a la Agencia para el Desarrollo del Flamenco su apoyo constante al proyecto COFLA, sin el cual las reuniones de trabajo y obtención del material necesario del proyecto no hubieran podido llevarse a cabo.

Bibliografía:

- Cabrera, J.J., Díaz-Bañez, J.M., Escobar-Borrego, F.J., Gómez, E., Mora, J. (2008). *Comparative Melodic Analysis of A Cappella Flamenco Cantes*. Conference on Interdisciplinary Musicology .
- De Mulder, T., Martens, J. P. Lesaffre, M., Leman, M., De Baets, B., De Meyer, H. (2003). *An Auditory Model Based Transcriber of Vocal Queries*, International Conference on Music Information Retrieval.
- Donnier, P. (1997). *Flamenco: elementos para la transcripción del cante y la guitarra*, Iier Congreso de la Sociedad Española de Etnomusicología.
- Gómez, E., Bonada, J. (2008). *Automatic transcription of flamenco singing*, Conference on Interdisciplinary Musicology, 2008.
- Gómez, E. Klapuri, A. Meudic, B. (2003). *Melody Description and Extraction in the Context of Music Content Processing*, Journal of New Music Research , 32(1).
- Grachten, M., Arcos, J. L., Lopez de Mantaras, R. (2004). *Melodic Similarity: Looking for a Good Abstraction Level*, International Conference on Music Information Retrieval.
- Hernández Jaramillo, J. M. (2002). *La Música Preflamenca*, Sevilla, Consejería de Relaciones Institucionales - Junta de Andalucía.

- Huson, D. H., Bryant, D., (2006). *Application of Phylogenetic Networks in Evolutionary Studies*, *Molecular Biology and Evolution*, 23(2):254-267.
- Molina, R., Mairena, A. (1963). *Mundo y formas del cante flamenco*, Ed. Revista de Occidente, Madrid, 1963.
- Mongeau, M., Sankoff, D. (1990), *Comparison of musical sequences*, *Computers and the Humanities*, 24:161–175.
- Narmour, E. (1990), *The Analysis and cognition of basic melodic structures: the implication-realization model*. University of Chicago Press.