

Los hábitos vocales en el cante flamenco y sus repercusiones en la salud del cantaor profesional

Tesis Doctoral presentada para la obtención del título de Doctor por
Marina Garzón García



Bajo la dirección de:

_ Dra. Elvira Mendoza Lara

_ Dra. Juana Muñoz López



ugr

Universidad
de Granada

Universidad de Granada

_Facultad de Psicología

Programa de doctorado de Psicología

Granada, diciembre 2016

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autora: Marina Garzón García
ISBN: 978-84-9163-066-1
URI: <http://hdl.handle.net/10481/44588>

El doctorando Marina Garzón García y las directoras de la tesis, Elvira Mendoza Lara y Juana Muñoz López, garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección de los directores de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

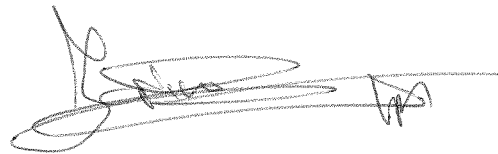
En Granada a

Director/es de la Tesis

Doctorando



Fdo.: Elvira Mendoza



Fdo.:

Marina Garzón



Juana Muñoz

Árbol único, el cante, con muy diversas raíces sumergidas, algunas muy remotas. Por eso es tan difícil determinarle orígenes, y por eso, al oír la voz del cante, tiene uno la impresión de que está, aun siendo tan individual, hablando desde muchos fondos o estratos de la memoria colectiva. Un hombre sólo en el cante canta desde muchas memorias

José Ángel Valente (1929-2000)

“La verdad no se casa con nadie”

Proverbio popular

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	7
1.INTRODUCCIÓN: Justificación y breve descripción de la tesis	9
1.1 EL ARTE FLAMENCO HOY: CLASICISMO Y VANGUARDIA	13
1.1.1 FORMAS DEL CANTE FLAMENCO	16
1.2 HIGIENE VOCAL DEL CANTAOR FLAMENCO: USOS, CONDUCTAS Y HÁBITOS VOCALES 25	
1.2.1 EL TRASTORNO DE LA VOZ COMO ENFERMEDAD PROFESIONAL	25
1.2.2 EL ESTUDIO DE LA HIGIENE VOCAL EN CANTANTES	29
1.3 EVALUACIÓN AERODINÁMICA DE LA VOZ:	41
1.3.1 PARÁMETROS DE FUNCIÓN RESPIRATORIA, EFICIENCIA GLÓTICA Y CONTROL LARÍNGEO:	41
1.3.2 EL ESTUDIO AERODINÁMICO LA VOZ CANTADA	43
1.4 EVALUACIÓN ACÚSTICA DE LA VOZ	47
1.4.1 PARÁMETROS ACÚSTICOS	52
1.5 EVALUACIÓN DE LA CUALIDAD VOCAL.....	63
1.5.1 ANÁLISIS DE LA CUALIDAD A TRAVÉS DEL LONG TERM AVERAGE SPECTRUM.....	65
1.5.2 LA EVALUACION DE LAS RESONANCIAS DEL FLAMENCO	67
1.6 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA VOCAL: medidas multiparamétricas.....	75
2.OBJETIVOS E HIPÓTESIS	79
Estudio 1. HÁBITOS Y CONDUCTAS VOCALES: El cuidado de la voz entre los cantaores flamencos	80
Estudio 2. Evaluación de eficiencia vocal del cantaor flamenco a través del índice DSI	81
Estudio 3. AERODINÁMICA DE LA VOZ FLAMENCA: comparativa entre cantantes clásicos y cantaores flamencos.....	82
Estudio 4. Características acústicas del cante flamenco: parámetros de frecuencia, perturbación y ruido en fonación sostenida hablada y cantada	83
Estudio 5. LAS RESONANCIAS DEL FLAMENCO: un estudio comparativo entre cantaores flamencos, cantantes líricos y no cantantes	84
Estudio 6. La cualidad de la voz flamenca: evaluación de la voz hablada y cantada a través del espectro LTAS	84
3.MÉTODO y RESULTADOS.....	87
Estudio 1. HÁBITOS Y CONDUCTAS VOCALES: El cuidado de la voz entre los cantaores flamencos	87
MÉTODO.....	87
RESULTADOS	91
CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS.....	100

Estudio 2. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA VOCAL DEL CANTAOR FLAMENCO A TRAVÉS DEL ÍNDICE DSI.....	105
MÉTODO.....	105
RESULTADOS	107
CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS.....	109
Estudio 3. AERODINÁMICA DE LA VOZ FLAMENCA: comparativa entre cantantes clásicos y cantaores flamencos	113
MÉTODO:.....	113
RESULTADOS	114
CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS.....	115
Estudio 4. CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DEL CANTE FLAMENCO: PARÁMETROS DE FRECUENCIA, PERTURBACIÓN Y RUIDO EN FONACIÓN SOSTENIDA HABLADA Y CANTADA ..	117
MÉTODO:.....	117
Procedimiento, instrumentos y análisis.....	117
RESULTADOS:	119
CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS.....	123
Estudio 5. LAS RESONANCIAS DEL FLAMENCO: un estudio comparativo entre cantaores flamencos, cantantes líricos y no cantantes	127
MÉTODO:.....	127
RESULTADOS:	129
CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS.....	132
Estudio 6. LA CUALIDAD DE LA VOZ FLAMENCA: EVALUACIÓN DE LA VOZ HABLADA Y CANTADA A TRAVÉS DEL ESPECTRO LTAS.....	135
MÉTODO:.....	135
RESULTADOS:	138
CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS.....	151
4. DISCUSIÓN GENERAL.....	155
4.1 HÁBITOS Y CONDUCTAS VOCALES DEL CANTAOR FLAMENCO	157
4.1.1 EHVOCAN: Entrevista de Hábitos Vocales para Cantantes	158
4.1.2 SÍNTOMAS PERCIBIDOS EN VOZ HABLADA Y CANTADA.....	159
4.1.3 USOS DE LA VOZ EN EL CANTAOR FLAMENCO.....	163
IMPLICACIONES	173
LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS.....	177
4.2 FISIOLÓGÍA Y ACÚSTICA DE LA VOZ FLAMENCA:	179
4.2.1 VOZ CANTADA: análisis de frecuencias, perturbación y calidad de la señal.....	181
4.2.2 VOZ HABLADA: análisis aerodinámico, de eficiencia y calidad vocal.....	217
5. CONCLUSIONES GENERALES	239

6.REFERENCIAS.....	247
ARTÍCULOS Y LIBROS	247
AUDIOS.....	266
OTROS RECURSOS	267
APÉNDICE 1. Entrevista a Laura Vital; Psicóloga, cantaora y profesora de técnica vocal y cante flamenco en el Conservatorio Profesional Cristóbal de Morales de Sevilla.	269
APÉNDICE 2: <i>(EHVOCAN) entrevista de hábitos vocales para cantantes</i>	273
APÉNDICE 3. <i>Matriz de Componentes rotados de la agrupación de los ítems de voz hablada en cada uno de los factores que conforman la puntuación general VH, VC Y HAB</i>	277
APÉNDICE 4: <i>Consentimiento informado</i>	281
APÉNDICE 5. Protocolo para la recogida de datos.....	283
APÉNDICE 6.	285
GLOSARIO de ABREVIATURAS	286

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo nació de la motivación de profesionales de la investigación en psicología de la salud, expertos en voz y logopedia y profesionales del flamenco, con la suerte de tener dos madres, lo cual es de agradecer. Agradezco, en primer lugar, a Elvira Mendoza por ser quien ideó e hizo posible este trabajo, lo fue enderezando y corrigiendo con dureza a lo largo de todas sus fases de crecimiento. Puedo darle a ella el título de madre sin lugar a dudas. Su segunda madre, Juana Muñoz, ha estado a cada momento de su desarrollo con una pasión muy contagiosa, llegando a sacrificar el tiempo con sus verdaderos retoños para pasarlo con este nuestro. Gracias a la colaboración de numerosas instituciones de enseñanza, empezando por la Fundación Cristina Heeren de Arte Flamenco de Sevilla, que apoyó este proyecto desde sus inicios abriendo las puertas de sus clases a esta autora desinteresadamente durante todo un curso, y de eso es muy responsable María José Lama a la que, además de admiración, por un valioso trabajo, le guardo un profundo respeto. Muy agradecida a la escuela flamenca el Garrotín de Granada, que me ha tratado como a su familia y que me ha permitido poner en práctica todo lo que estos años de investigación me han desvelado sobre la voz flamenca. Gracias a los conservatorios Victoria Eugenia y Ángel Barrios de Granada, Cristóbal de Morales de Sevilla y al Conservatorio de Música de Málaga y, especialmente, a los profesores que han facilitado la importante labor de recogida de datos prestando el tiempo de sus clases. Gracias a la escuela municipal de flamenco “Reina Sofía” de Granada y a todos los cantantes y cantaores que ha colaborado en esta investigación. Gracias por vuestra paciencia. Finalmente, gracias a todas las personas que me han apoyado personalmente en estos últimos años: mi Familia, en especial mi padre Luis quién, como cantaor, me ha enseñado más que nadie, Laura Vital que me ha guiado en los inicios y me ha asesorado, Antonio Gómez y su familia que siempre me ha apoyado, desde su “jondura”, Andrés Catena por los ratos que nos ha dedicado y que sabemos nos dedicará siempre que necesitemos, a Antonia Román que fue quién me mandó a Sevilla con esa gran suspicacia suya y a todos los alumnos que han pasado por mis clases flamencas y que me habéis aguantado. Sabéis bien quienes sois.

Gracias a todos.

1.INTRODUCCIÓN: Justificación y breve descripción de la tesis

En el campo de la salud vocal, el cante flamenco nunca ha sido sometido a análisis, pese a su incipiente profesionalización en las últimas décadas. Hay un extendido misticismo en torno al cante flamenco que explicaría parte de este estancamiento, en comparación con el desarrollo, mucho más prolijo, de la investigación en torno al baile y la guitarra flamencos. Existen, desde corrientes “genetistas” de pensamiento, en las que el cante sólo puede ser interpretado por personas con antepasados cantaores y a los cuáles el cante les es transmitido a través de la propia sangre, hasta corrientes “masoquistas”, que entienden que un buen cantaor es aquel que es capaz de destrozarse su voz mientras está interpretando un cante. Este misticismo ha sido potenciado, divulgado y extendido por todo el mundo de la mano de los vendedores del estereotipo flamenco, como reclamo turístico y producto comercial, muy lejos de ser tratado como manifestación artística.

Al mismo tiempo, el cante flamenco realiza su incursión en los niveles superiores de educación musical. Esto crea la necesidad de dar una respuesta pedagógica al aprendizaje del cante flamenco, tal y como ocurrió con el jazz en los Estados Unidos (Boersma y Kovacic, 2006). Una respuesta pedagógica que se asiente sobre bases sólidas y objetivas.

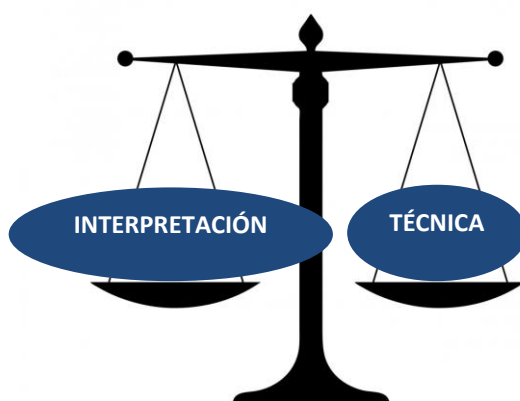


Figura 1. Balanza de equilibrios de la disciplina técnica y la interpretativa

Sería un error pensar que en el cante flamenco no hay lugar para la técnica vocal, ya que sería como precipitarse a decir que cuando escuchamos el sonido de una guitarra flamenca, ese sonido no lleva implícito el virtuosismo del guitarrista. No debe malinterpretarse el conocido “duende flamenco” como el abandono de la técnica, sino más bien como el resultado del equilibrio entre ésta y la interpretación propia del cantaor.

Sólo entonces es posible la aparición del duende flamenco. La interpretación es subjetiva y personal, pero la técnica es común y objetiva. La metáfora de la balanza es extensible a la salud vocal. El sistema fonatorio trabaja bajo un fino y delicado sistema de equilibrio (Borragán, Del Borrio y Gutiérrez, 1999). La voz es un sistema dinámico y, como tal, está sometido a distintas fuerzas que actúan sobre él en varias direcciones. En el sistema fonatorio existen movimientos antagónicos de máximo equilibrio; por ejemplo, encontramos en el aparato respiratorio la inspiración y la espiración; en el sistema vibrador, movimientos de aproximación y separación y en el sistema de articulación y resonancia, movimientos de ascenso y descenso. Una voz sana es, sin duda, una voz equilibrada. Los desequilibrios de la voz pueden producirse tanto por factores endógenos como exógenos, es por eso que, para estudiar las causas de los desequilibrios vocales, es necesario estudiar no sólo la voz y el uso que se hace de ella, sino también las circunstancias bajo las cuales se utiliza. El uso prolongado del sistema vocal en desequilibrio mina poco a poco el instrumento del cante.

El arte flamenco, a través de los modos y espacios empleados en la transmisión oral, ha creado un mito en torno a lo indescifrable de sus claves expresivas. Sin embargo, la universalidad creciente del flamenco nos exige alejarnos de posturas impermeables a la evolución natural de los tiempos y entender el flamenco como un arte y no como un mero folklore.

Esta tesis ha querido abordar el análisis de la voz flamenca desde la fisiología, la acústica, la salud vocal y la aerodinámica. Lejos de olvidarnos de la pureza flamenca, hemos aprendido del espíritu, enormemente receptivo y promiscuo, que caracteriza a los maestros flamencos a lo largo de la historia y, gracias al cual, esta música ha experimentado una enorme evolución. Para los investigadores del flamenco esto

implica beber del cuerpo de conocimiento de otras disciplinas y aplicarlo a nuestro campo, el estudio del funcionamiento de la voz.

La investigación del funcionamiento de la voz es, de lejos, más primitiva que el cante flamenco. Se remonta al Siglo V AC., del que nos han llegado escritos de Hipócrates y Aristóteles reconociendo la importancia de los pulmones, la tráquea, los labios y la lengua en la producción vocal, así como la relación entre el alma y la voz. El fundador de la laringología fue Claudius Galen (131-201 DC). Avicena y Rhazes durante el Siglo IX ofrecen descripciones excelentes sobre la producción vocal y los trastornos de la voz (Sataloff, 1998). Durante el Siglo XVIII se discutió acerca de la importancia de la respiración y del entrenamiento vocal y se dilucidó el mecanismo vocal vibratorio utilizándose, por vez primera, el término cuerdas vocales.

Es un español, el maestro Manuel García (figura 2), el considerado por prestigiosos estudiosos, como Robert Sataloff, actualmente director de la Voice Foundation y del American Institute for Voice and Ear Research, como el padre de la pedagogía vocal moderna. Manuel García popularizó el primer laringoscopio, que expuso ante la Royal Society of Medicine en 1855 en un tratado que tituló “Observaciones fisiológicas de la voz humana”. Con este conocimiento y esta conciencia anatómica, García propuso los principios fisiológicos del *bel canto*, lo que produjo un cambio de paradigma en la pedagogía, ya que ligó la ciencia y la fisiología con el arte de enseñar el canto.

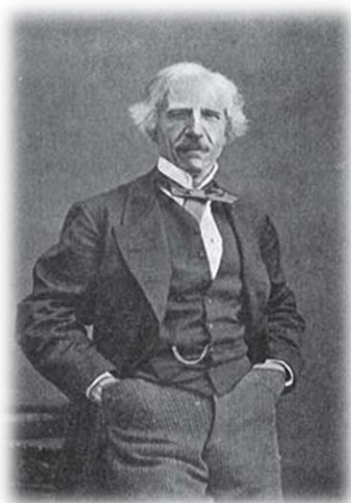


Figura 2. Manuel García (1805-1906)

Presentamos a continuación un trabajo que pretende abrir nuevas líneas a la investigación del cante flamenco. Se trata de una aproximación científica a la idiosincrasia de la voz flamenca, haciendo uso del conocimiento y las herramientas científicas que nos han proporcionado nuestros predecesores, para analizar el funcionamiento del aparato fonador y de su naturaleza. La voz es un instrumento vivo y en ella confluyen aspectos de muy diversa índole. Por ello, para su estudio es necesario adoptar una visión multidimensional, por lo que la metodología utilizada en esta tesis ha sido muy variada; desde el uso de herramientas de autoinforme, hasta la evaluación acústica de la emisión vocal pasando por el análisis aerodinámico.

Esta tesis propone una reflexión acerca de preguntas como ¿Qué características tiene la voz flamenca que no tiene la voz del cantante clásico?, ¿Qué hace que una voz suene flamenca? o ¿Qué mecanismos fisiológicos pone en marcha el cantaor al interpretar el cante flamenco?

1.1 EL ARTE FLAMENCO HOY: CLASICISMO Y VANGUARDIA

Según el Diccionario enciclopédico ilustrado del flamenco de Blas Vega y Ríos Ruíz (1988), el arte flamenco se define como:

“Arte flamenco: Se considera que el cante, baile y toque de guitarra flamencos constituyen en su conjunto un arte, porque sus estilos, creados sobre bases folclóricas, canciones y romances andaluces han sobrepasado sus valores populares, alcanzando una dimensión musical superior, cuya interpretación requiere facultades artísticas especiales en todos los órdenes. Y aunque el flamenco, cante, baile y toque mantienen un sentido estético sumamente popular y propio del pueblo andaluz, sus manifestaciones han cuajado en auténticas expresiones artísticas totalmente diferenciadas de las folclóricas originarias, a través de las composiciones anónimas y personales que lo han estructurado y evolucionado estilísticamente. Sin dejar de ser música y lírica de raíz popular, puede decirse, según opinión generalizada de la mayoría de sus estudiosos, que el flamenco es un folklore elevado a arte, tanto por sus dificultades interpretativas como por su concepción y formas musicales”.

Ríos Ruíz, 1997, p.14.

La música flamenca posee unas características rítmicas, melódicas, armónicas y formales peculiares: tonalidad, modalidad, microtonalismo, ritmos alternos, elasticidad métrica, disonancias sin resolver, multidiversidad de formas... que conforman un rico lenguaje propio y original (Fernández, 2004).

El lenguaje del flamenco está marcado por una estética que se ha ido creando a lo largo de la evolución de este folklore como arte, pero más concretamente durante la llamada “época de oro”.

En la figura 3 se recrean las etapas que Faustino Núñez (2013) ha sabido exponer con esa gran habilidad pedagógica que caracteriza a este maestro y guitarrista flamenco.

Como ya se ha mencionado, la estética flamenca se forja en la llamada “época de oro”, durante el Siglo XIX. Durante este periodo se creó algo así como un reglamento, y todo lo que después ha surgido está fuera de él, no se considera puro (Ríos Ruíz, 1997).

Previamente a esta época y, como fenómeno casi paralelo, comienza a profesionalizarse

el flamenco y a presentarse como espectáculo en los llamados cafés cantantes. Por tanto, la aspiración del flamenco desde los primeros años del Siglo XIX ha sido la de ser un espectáculo.

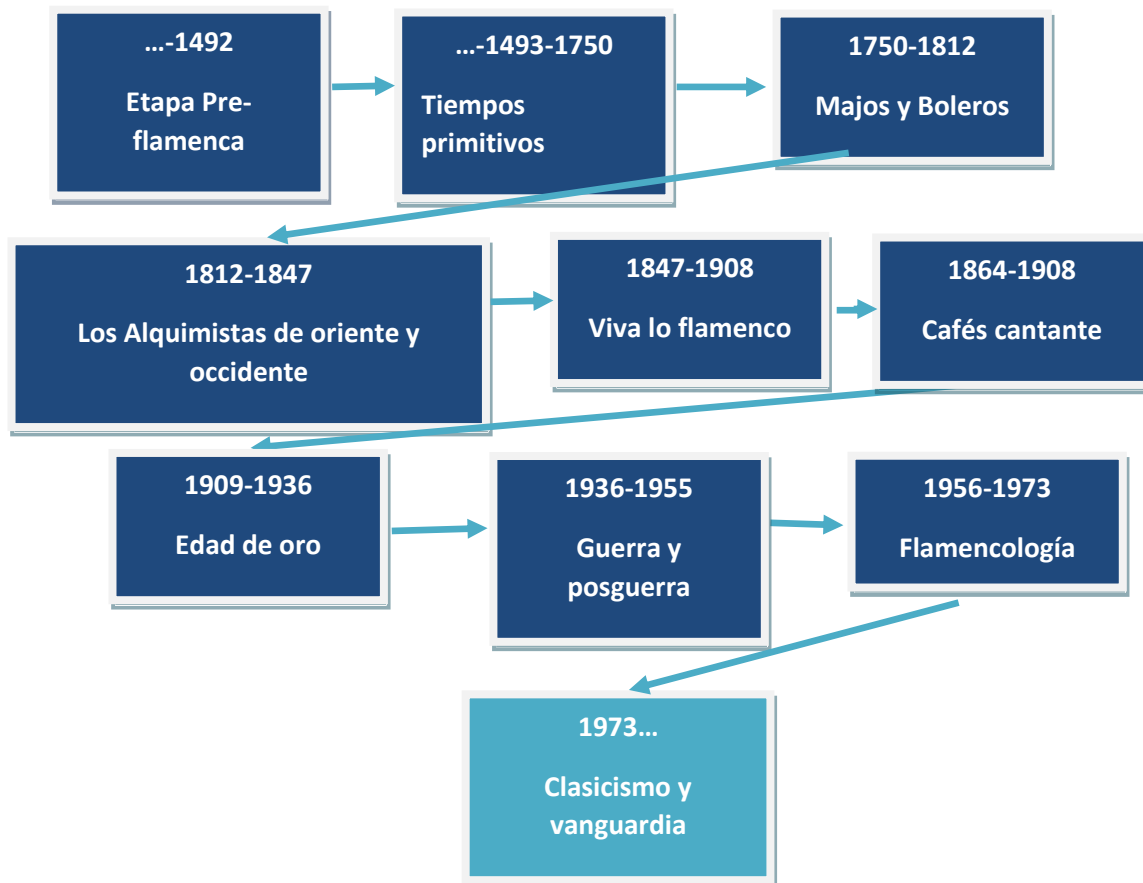


Figura 3. Etapas históricas del arte flamenco (Extraído de Núñez, 2013, www.flamencopolis.es)

Sin embargo, el flamenco que nos sobrevive hoy día ha conocido múltiples variantes estilísticas, se han incluido nuevos instrumentos y sonidos a la vez que los cantaores más representativos de los últimos tiempos, como Marchena, Vallejo, Caracol, la Niña de los Peines, Mairena, Terremoto, la Paquera, Fosforito o Camarón, promueven una pléyade de imitadores, consolidando de esta forma los ecos antiguos (Ríos Ruiz, 1997).

Es por esto que, a la época actual, en su cronograma, Núñez (2013) la denomina “clasicismo y vanguardia” ya que el flamenco, pese a haber adquirido sonidos nuevos y formas actuales, sigue manteniendo ecos del más remoto pasado e incluso, hoy en día, vuelven melodías que en etapas anteriores quedaron olvidadas.

Las influencias en otros estilos musicales y la adaptación de otros sonidos al propio es una característica muy flamenca, que encontramos presente a lo largo de toda la historia de este arte, habiendo sido influido por sonidos tan lejanos como los de Oriente o Hispanoamérica, entre otros.


El flamenco ha influido y caracterizado a compositores como Albéniz, Falla o Turina, lo que ha definido la estética de la música nacional española, como el Ballet Nacional Español (véase figura 4). El flamenco se ha mezclado con estilos musicales populares de toda índole, desde el grupo Smash a finales de los sesenta (véase figura 5), pasando por Triana, Alameda, los hermanos Amador, Paco de Lucía, Jorge Pardo y un sinfín de artistas y grupos que, o bien manteniendo el lenguaje o bien la estética flamenca, lo han introducido y mezclado con otros sonidos *“aflamencándolos”*. A continuación podemos oír algunos ejemplos:

 To the one I love (Pata Negra en Inspiración y locura, 1990)

(Pista 1 CD-ROM)

 El vito (Vince Mendoza y Arif Mardim en Jazzpaña, 1993)

(Pista 2 CD-ROM)

 Familia Habichuela (Pitingo en Soulería, 2006)

(Pista 3 CD-ROM)

En resumen, el flamenco ha evolucionado sin dejar de ser él mismo y esta evolución no sólo ha sido musical, sino también geográfica, con festivales flamencos ya consagrados en París, Tokio, Londres o Nueva York.



Figura 5. LP "Vanguardia y pureza del flamenco".

Zafiro, 1989. 2ª edición



Figura 4. Cartel del espectáculo "Sorrolla" representado en Miami en 2014.

1.1.1 FORMAS DEL CANTE FLAMENCO

La voz es el instrumento más poderoso que el hombre tiene para expresarse artísticamente pero también para contar historias y, particularmente, el cante flamenco ha servido a los historiadores de ventana a las realidades de las gentes del pasado que no conocían la escritura y cuyas intimidades han sido transmitidas a través de los cantes: *"... El cante jondo es la expresión de una cultura de la pobreza y de la sangre, es decir, una cultura de la memoria, de la pasión y de la tragedia; del recuerdo, del duelo y del desgarró"* (extraído de Martínez Hernández, 2004, p.73).

Tanto en el mundo musical como en el científico, el cante flamenco se ha descrito, en el mejor de los casos, como el canto a la tristeza, la pasión y el dolor. El poeta Federico García Lorca (1933) nos lo describe así, al referirse al virtuosismo de la cantaora Pastora Pavón:

"la Niña de los Peines tuvo que desgarrar su voz porque sabía que la estaba oyendo gente exquisita que no pedía formas, sino tuétano de formas, (...) su voz ya no jugaba, su voz era un chorro de sangre digna por su dolor y su sinceridad" (Lorca, 1933, p.4).

El arte flamenco, como se ha explicado anteriormente, se sintetiza en el cante, el toque de guitarra y el baile. El esquema que sigue la música flamenca ha sido muy bien descrito por Núñez (2013):

- ❖ Introducción: La guitarra preludia la pieza a interpretar por el tono y por el estilo correspondiente.
- ❖ Temple: El cantaor temple la voz para cerciorarse de estar en el tono de la guitarra.
- ❖ Variación de guitarra: La guitarra realiza un pequeño interludio.
- ❖ Salida del cante: Casi todos los cantes tienen una salida característica que se corresponde con el estilo a interpretar, *ayes*, *lereles*, *laralas* y otras tarabillas.
- ❖ Variación de guitarra y tercio de salida: Para primera letra de una tanda de cantes se suele elegir aquella cuya melodía se encuentra en el registro medio del cantaor, sin tocar tonos demasiado agudos.
- ❖ Variación de la guitarra y tercio valiente: El segundo cante podrá ser en un registro más agudo que logre la tensión emocional apropiada al momento.
- ❖ Falseta: La guitarra, sustituyendo a la variación, realiza una falseta, de composición propia o recreando una del repertorio clásico.
- ❖ Tercio de salida: La última letra sirve de remate a la tanda, puede estar en los tonos agudos o simplemente modulando al modo mayor, en el caso de seguiriyas con sus cabales, tangos o bulerías.
- ❖ Remate de la guitarra: Este puede ser una pequeña variación de remate o bien cerrar la tanda con el cantaor, como ocurre en buena parte de los estilos.

Esta forma permite al cantaor interpretar los cantes libremente y modelarlos siguiendo el orden que desee y utilizando las letras que quiera, manteniéndose, eso sí, en un mismo estilo o palo.

El esquema de Núñez varía según la copla que se esté interpretando, ya que cada una tiene su propia forma, aunque, en general, podemos decir que este esquema se suele seguir de una forma más o menos flexible. Veamos un ejemplo en esta Soleá

interpretada por Juan Talega, en la que encontramos todas las partes mencionadas en el esquema además del remate por tangos, propio de la soleá, y algunos tercios cortos extras que canta antes del tercio de salida.

 Soleares de Joaquín de la Paula por Juan Talega

(Pista 4 CD-ROM)

Gómez y Bonada (2013), en su estudio sobre transcripción melódica de la voz flamenca, defienden que el papel que juega el *cantaor*, depende de:

1. *La estructura melódica de las piezas interpretadas o palos*
2. *Los recursos expresivos propios de cada cantaor*
3. *Las características del timbre vocal o cualidad vocal*

a. El estudio de los palos

En el estudio de *la estructura melódica de las piezas interpretadas* han primado los intentos por comprender el origen de los diferentes “*palos*” (Manfredi, 1983) y por recopilarlos (Ducretet, 1958; Blas Vega, 1982). El palo flamenco es un género musical que se caracteriza por sus características melódicas, armónicas y métricas. Debemos tener en cuenta que el flamenco es un arte popular no escrito y de tradición oral. Si la investigación de los “*palos*” flamencos ha sido eminentemente antropológica, hoy por hoy han entrado en la escena de la investigación otros estudiosos centrados en su descripción melódica y tonal, como Fernández (2004), Granados (1998), Gómez y Bonada (2008), por poner algunos ejemplos. En las figuras 6 y 7 presentamos un extracto del trabajo de Fernández (2004) sobre los tonos y modos de los cantes básicos o fundamentales.

CANTES SIN ACOMPAÑAMIENTO	
PALO	MODO
Romances	Frigio mayorizado
Tonás	Frigio, Frigio mayorizado
Martinetes	Jónico
Carcelera	Jónico
Debla	Frigio mayorizado
Saeta	Frigio mayorizado, Jónico
Nanas	Frigio mayorizado

Figura 6. Tonos y modos de cantes los principales cantes sin acompañamiento. Extraído de Fernández, 2004, p. 125.

CANTES CON ACOMPAÑAMIENTO		
PALO	MODO	TONO
Seguirilla	Flamenco	La Flamenco
Cabales	Mayor	La Mayor
Liviana	Flamenco	Mi Flamenco
Serranas	Flamenco	Mi Flamenco
Soleá	Flamenco	Mi Flamenco
Caña	Flamenco	Mi Flamenco
Polo	Flamenco	La Flamenco
Bulerías	Flamenco	
Mayor	La mayor, Mi mayor	
Menor	Mi menor	

Figura 7. Tonos y modos de cantes los principales cantes con acompañamiento. Extraído de Fernández, 2004, p. 125.

b. Ornamentos del cante

Por otro lado, los recursos expresivos propios de cada cantaor han sido descritos en numerosos textos (Molina y Mairena, 1971; Ríos y Vega, 1988; Hurtado, 2009; Mora, 2010; Guerrero, 2013), La estética del cante flamenco, en relación a los recursos

expresivos vocales utilizados, se caracteriza por sus ornamentos. Por citar algunos de ellos:

- Inestabilidad y deslizamientos del tono,
- Uso de la microtonalidad,
- Portamentos característicos del flamenco denominados “*melismas*”,
- Mordentes acentuados, parecidos al hipo llamados “*jipíos*”,
- Escalas enarmónicas,
- Grito cantado o “*quejío*” o
- Inflexiones sobre una sola nota denominados “*quiebros*”.
- Glosolalias, elemento típico del flamenco que consiste en cantar repetidamente secuencias de palabras inventadas con cierta cadencia rítmica como los famosos *ayeos*.
- Vibratos labiales llamados “*babeos*” porque juegan con la consonante “b” como el típico “*bobo*”.
- Vibratos guturales destimbrados a modo de ganguero con la letra “j”.


Estos recursos se contrastan con los de los estilos clásicos, dónde es muy importante una afinación y un ritmo exactos y en dónde el timbre se caracteriza por ser estable y carecer de aire (Gómez y Bonada, 2013).

c. *Voces flamencas: La clasificación vocal*

Por último, y como tercer nivel de análisis están *las características del timbre vocal o cualidad vocal*. Perceptivamente, es obvia la diferencia entre la voz de la música clásica occidental y la voz flamenca. En la música clásica occidental las voces se clasifican en función de la tesitura-timbre características que generalmente van asociadas (Bañó, 2003). Por el contrario, en el flamenco existe una categorización de las voces que se refiere clara y exclusivamente al timbre o color. Dicha clasificación, encontrada en Molina y Mairena, 1971, está comúnmente aceptada en el mundo del flamenco:

- ❖ **Voz Afillá:** Se denomina así por el cantaor “El Fillo” (figura 8), al que se le atribuye esta voz, paradigmática del cante flamenco. Se refiere a una voz ronca

y rozada, con matices opacos y recios. Muy apropiada para interpretar cantes primitivos como las tonás o las seguirillas. En flamenco se define este roce o ronquera de la voz como voz con *rajo*. Un cantaor muy representativo con voz afillá es el maestro Manolo Caracol:

 De la niña y el viento de Manolo Caracol

(Pista 5 CD-ROM)



Figura 8. Imagen de el cantaor el Fillo (¿?-1878)

- ❖ **Voz Redonda:** Es una voz de gran sonoridad, carente de bajos y amplia en la tesitura media. Algunos adjetivos que se han atribuido a esta voz son voz dulce, pastosa o voz viril. A la voz de los tenores líricos también se la considera con el adjetivo redonda. A esta voz también se la llama “flamenca” ya que, por su redondez permite una gama interpretativa más amplia que otro tipo de voces. Cantaores con este tipo de voz son Tomás Pavón o Mercedes Fernández Vargas, “La Serneta” (figura 9):

 Martinete y Debla por Tomás Pavón

(Pista 6 CD-ROM)



Figura 9. Ilustración de "la Serneta" (1837-1912)

- ❖ **Voz natural:** También llamada de pecho o voz gitana. Parecida a la voz hablada y a la redonda, pero con distinto *rajo*, más áspera. Se podría decir que es una voz intermedia entre la voz *afillá* y la voz redonda, aunque sin ser pastosa ni dulce. Cantaores con este tipo de voz son Manuel Torre (figura 10) o Antonio Mairena.

 Fandangos de Manuel Torre

(Pista 7 CD-ROM)



Figura 10. Fotografía de Manuel Soto Loreto, Manuel Torre (1878-1933)

- ❖ **Voz Fácil o Cantaora:** Es una voz fuerte, brillante y flexible, muy apta para interpretar cantes por bulerías, jaleos, tangos o alegrías. Es una voz rítmica.

Cantaoras con este tipo de voz son La Paquera de Jerez, Camarón de la Isla o la Perla de Cádiz (figura 11).

 Tangos de Cádiz de La Perla

(Pista 8 CD-ROM)



Figura 11. Fotografía de Antonia Gilabert Vargas, “la Perla de Cádiz”(1924-1975)

- ❖ **Voz Láina:** algunas categorizaciones posteriores a la de Mairena incluyen la voz láina, sin embargo, utilizan en su descripción las características que este autor utilizó para la voz de falsete. Se entiende como voz de falsete una voz muy aguda y vibrante. Muy apta para adornos y floreos, así como para la interpretación de cantes de levante, tarantas o malagueñas. Hoy día el falsete se entiende más como un recurso que usan ciertos cantaores que como un tipo de voz flamenca. Un ejemplo de cantaores con esta voz es la de Manuel Centeno (figura 12) o Pepe Marchena.

 Los cuatro muleros de Pepe Marchena

(Pista 9 CD-ROM)



Figura 12. Fotografía de Manuel Jiménez Centeno, Manuel Centeno (1885-1961)

Como podemos apreciar, el estudio de la voz flamenca más profundo se ha desarrollado en torno a las características melódicas, rítmicas y estructurales del flamenco, ya que, tanto el análisis de los recursos expresivos como el de las características del timbre de la voz, no pasa de ser meramente descriptivo.

Por ejemplo, en este último caso, la clasificación vocal que se propone, más o menos acertada, es muy poco rigurosa y, por tanto, carente de una verdadera utilidad práctica. Esto se explica porque *“el flamenco jamás tuvo su punto de nacimiento en los conservatorios o en las academias. Nada más lejano a él. Su cuna estuvo en la fragua, las minas, las cárceles, el trabajo duro y penoso de cada día para mitigar, en parte, las fatiguitas de la muerte del hombre en este mundo traidor”* (Arrebola, 2007, p.13). Y, como dicen Molina y Mairena; *“Ante estos problemas y situaciones vitales (el cante) es grito desesperado (siguiriya), o estoica resignación (soleá). Incluso los cantes fiesteros, por muy livianos e intrascendentes que parezcan, delatan un característico estar de vuelta del dolor”* (Molina y Mairena, 2004, p.78).

1.2 HIGIENE VOCAL DEL CANTAOR FLAMENCO: USOS, CONDUCTAS Y HÁBITOS VOCALES

La necesidad de estudiar el uso, la conducta y los hábitos que repercuten en la salud vocal del cantaor flamenco se explica por varias circunstancias. En primer lugar, la evolución del flamenco ha creado una rama de profesionales, personas cuyo sustento y trabajo depende de su rendimiento vocal y, por tanto, de su salud. Es de vital importancia para este gremio conocer y tener acceso a las claves del cuidado de la voz flamenca y a cómo determinadas conductas y hábitos pueden repercutir de manera decisiva en su carrera profesional, tanto a corto como a largo plazo.

Un segundo factor que explica la necesidad de estudiar las conductas y hábitos relacionados con la voz del cantaor es que existe una evidente falta de material escrito sobre cómo es la voz flamenca y cómo ésta repercute en la salud, hábitos e higiene vocal en cantaores profesionales. Los cantaores flamencos no pueden beneficiarse del material que hay en la actualidad sobre técnica y salud vocal, ya que las publicaciones que existen hasta la fecha se centran, en su mayor parte, en cantantes de música clásica o en cantantes de teatro musical.

1.2.1 EL TRASTORNO DE LA VOZ COMO ENFERMEDAD PROFESIONAL

La profesionalización del cante flamenco se remonta siglos atrás y tiene implicaciones muy interesantes. La implicación fundamental que, además, ha sido la promotora de este trabajo de investigación, es la de que la voz del cantaor pasa a ser también su herramienta de trabajo. Los cantantes están expuestos a los más altos factores de riesgo vocal de entre todos los profesionales de la voz (Richter y Echternach, 2011). Para un cantante profesional, un trastorno de la voz interfiere tanto en su rendimiento laboral que puede sentenciar su carrera para siempre. Poder garantizar que la calidad de la voz no variará a lo largo de un recital o de una gira es vital para un cantante.

Sin embargo, pese a que el flamenco es, desde el año 2010, considerado patrimonio inmaterial de la humanidad por la UNESCO, no ha habido, hasta la fecha, iniciativas que trabajen por el cuidado y la optimización de las condiciones de los cantaores flamencos, teniendo en cuenta que la voz es un instrumento vivo a la vez que una herramienta de trabajo para ellos. La voz del cantaor flamenco debiera considerarse, por consiguiente, parte de ese patrimonio y tratarse como tal.

a. Legislación actual en España

Hasta el año 2006 no se incluyen en España los trastornos de la voz en la Ley General de la Seguridad Social (Real Decreto, 1299/2006) como enfermedades profesionales. Se entiende por enfermedad profesional la contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta ley y que esté provocada por la acción de los elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional.

Tabla 1. Extraído del BOE nº302, del 19 de Marzo de 2006, p. 44510

ANEXO 1. CUADRO DE ENFERMEDADES PROFESIONALES (CODIFICACIÓN)					
Grupo	Agente	Subagente	Actividad	Código	Enfermedades profesionales con la relación de actividades capaces de producirlas
L		01			Nódulos de las cuerdas vocales a causa de los esfuerzos sostenidos de la voz por motivos profesionales
			01	2L0101	Actividades en las que se precise uso mantenido y continuo de la voz, como son profesores, cantantes, actores, teleoperadores, locutores.

En la Ley citada, los trastornos de la voz se clasificaron dentro de las enfermedades profesionales del grupo 2 (ver Tabla 1): enfermedades profesionales causadas por

agentes físicos. Estos agentes físicos se describen como actividades en las que se precise uso mantenido y continuo de la voz, como son profesores, cantantes, actores, tele operadores, locutores. Sin embargo, como enfermedad profesional de este grupo de profesionales, la ley sólo contempla los nódulos vocales.

El grupo técnico encargado de revisar el borrador de ley, tras haber sido publicadas las recomendaciones de la Comisión Europea del 19 de septiembre del año 2003, adjuntó las siguientes observaciones en relación a la tabla anterior (Gañet y Martínez, 2003):

- Su orientación esencialmente preventiva, recogiendo patologías cuya relación con el trabajo se sospecha, aunque no está suficientemente comprobada, lo que obliga a prestar una atención especial a dichas patologías y agentes
- Su orientación como lista básica a considerar en las futuras modificaciones.
- Su finalidad protectora e indemnizatoria en las situaciones en que se compruebe fehacientemente el origen laboral de la enfermedad.
- La necesidad de obtener información epidemiológica sobre las patologías y agentes.

b. Evaluación de la discapacidad

Tabla 2. Niveles de discapacidad de los trastornos profesionales de la voz recogidos en el BOE 22 DEL 26 de enero de 2000.

GRADO I	Mínima limitación para la comunicación verbal; mínima limitación para la emisión vocal.
GRADO II A Y II B	Moderada limitación para la comunicación verbal; moderada (II a) y grave (II b) limitación para la emisión vocal.
GRADO III A Y III B	Grave limitación vocal para la comunicación verbal; grave (III a) y muy grave (III b) limitación para la emisión vocal.
GRADOS IV Y V	En las deficiencias del habla y de la voz, y en las deficiencias auditivas poslocutivas, no se consideran los grados IV y V de limitación en la comunicación.

En el BOE nº22 del 26 de enero de 2000, se estipularon los grados de minusvalía de los trastornos de la voz entre los profesionales, quedando reflejado el método en una escala de 5 grados (véase tabla 2).

A continuación, presentamos los síntomas asociados a cada grado de minusvalía, basándonos en Cobeta, Núñez y Fernández (2013):

GRADO I:

Ronquera marcada, monotonía por falta de eficacia del control tonal o tono inadecuado para la edad y el sexo. Exigencia de cierto esfuerzo vocal que ocasionalmente puede superar la capacidad del paciente.

GRADO II a:

Especial dificultad para hacerse oír en ambientes ruidosos, cansancio vocal y fáciles alteraciones en la emisión de intensidad, tono o timbre. El tiempo de fonación no sobrepasa los 5 segundos.

GRADO II b:

Se puede mantener una conversación en periodos cortos de tiempo, pero no ser audible en ambientes ruidosos.

GRADO III a:

Voz áfona con emisiones susurradas apenas audibles que se emiten entrecortadas y con esfuerzo. El tiempo de fonación es de 1 a 2 segundos.

GRADO III b:

No puede emitirse voz con intensidad y tiempo suficientes para comunicarse

Las patologías de la voz no sólo aparecen en forma de nódulos vocales; de hecho, el decreto define el término de disfonía haciendo una serie de precisiones como, por ejemplo: hay disfonía sólo si existen alteraciones de las características acústicas de la voz, es decir, la intensidad, el tono o el timbre; No se entienden por disfonías aquellos hiper funcionales aisladas de carácter mecánico, por mala técnica vocal. Y en este punto, ¿Qué ocurriría con los cantantes? El cantante trabaja con la voz a unos niveles

más altos que el funcionamiento normal. Gilman, Merati, Klein, Hapner y Johns (2009) estudiaron a 78 cantantes profesionales de música comercial. El 41 por ciento de los participantes no busca ayuda médica ante un problema vocal debido, por un lado, a la falta de cubierta médica (el estudio se llevó a cabo con población estadounidense) y, por otro, a la poca conciencia sobre la importancia del cuidado de la voz, pese a que el 82 por ciento de los participantes afirmaron que sus voces eran una parte crítica de su profesión.

Cobeta et al. (2013) han identificado entre los cantantes, además de los problemas laríngeos, tipo catarrros, infecciones, etc., los siguientes trastornos vocales recurrentes: *“estado prenodular o edema transitorio localizado, nódulos, hemorragia de la cuerda vocal, defecto de cierre posterior, fonoastenia, sulcus adquirido, laringitis y reflujo faringolaríngeo”*. Sin embargo, los cantantes atribuyen las causas de los problemas vocales a catarrros, alergias o ronqueras temporales (Gilman et al., 2009).

Desde un punto de vista técnico, la definición de enfermedad profesional más extendida en el campo de la prevención es la siguiente: *“Deterioro lento y paulatino de la salud del trabajador causado por una exposición crónica a situaciones adversas, sean producidas por el ambiente en que se desarrolla el trabajo o por la forma en que éste se encuentra organizado”* (González y Pérez, 2011, p. 157). En esta definición podemos apreciar la relación de coexistencia entre la exposición crónica a situaciones adversas o factores de mantenimiento y los trastornos de la voz.

Para tratar el trastorno vocal de un cantante, un clínico deberá conocer, por tanto, las situaciones adversas o factores de riesgo que pudieran estar provocándolo y/o manteniéndolo.

1.2.2 EL ESTUDIO DE LA HIGIENE VOCAL EN CANTANTES

A finales del Siglo XIX se desarrolló un gran interés en Europa y Estados Unidos alrededor de la evaluación de los trastornos de la laringe. La publicación, en 1884, del libro *“Voice, Song and Speech: a Practical Guide for Speakers and Singers: from the*

combined view of vocal surgeon and voice trainer” (Browne y Behnke, 1884) marcó el hito del nacimiento de la investigación multidisciplinaria entre la medicina y el canto en el campo de la salud vocal. El Noveno Encuentro Anual de la American Laryngological Society en 1887 giró en torno al tema del cuidado de la voz artística, cuya discusión fue editada, con el título *“The treatment of laryngitis in professionals who are unable to rest”*, (Benninger, Jacobson, y Johnson, 1994). Desde entonces, la importancia del descanso vocal y su relación con los trastornos de la voz ha sido ampliamente reconocida hasta nuestros días. Esta serie de trabajos han sido los precursores de un extenso número de investigaciones posteriores de la voz cantada dentro del campo de la higiene vocal.

La higiene vocal se define como el repertorio de conductas preventivas que favorecen el uso saludable de la voz y combaten el abuso vocal (Broaddus-Lawrence, Treole, McCabe, Allen, y Toppin, 2000). Timmermans, Vanderwegen y DeBodt (2005) realizan un meta-análisis sobre los principales hallazgos en el estudio de la higiene vocal. Uno de los resultados más repetidos en los trabajos analizados fue que los profesionales de la voz (en el caso de estos estudios se dividen en maestros y profesores de música) están sometidos a un estrés vocal que requieren un entrenamiento para la excelencia en higiene vocal, lo que significa que no basta con que los profesionales de la voz no tengan problemas vocales. Ferrier describió la importancia del estudio de la higiene vocal en el canto muy acertadamente:

“La mayoría de los músicos que usan instrumentos para tocar, aunque diferentes condiciones pueden afectarles, las notas interpretadas no se ven influidas por la salud o el bienestar del instrumentista tanto como en el caso de los cantantes, lo cuáles cargan el peso entero de su carrera profesional en sus propios cuerpos” (Ferrier, 1962, p.152)

Véase, como ejemplo, el trabajo sobre higiene vocal en cantantes profesionales de Broaddus-Lawrence, et al. (2000) en el que se establece la diferenciación y se detectan las principales conductas abusivas y de cuidado vocal en cantantes de música clásica occidental. En otro trabajo sobre la prevalencia de problemas vocales en el colectivo de

cantantes líricos, Sapir (1993) encontró que, entre los síntomas que se atribuyen al desgaste vocal, se incluyen la fatiga vocal, la ronquera, un rango o registro vocal reducido, sensaciones en la garganta como tirantez, sequedad, presión o dolor, afeción en la calidad de la fonación, soporte respiratorio inadecuado y pérdida de la flexibilidad vocal.

Tepe, Deutsch, Sampson, Lawless, Reilly y Sataloff (2002) estudiaron un grupo de 571 cantantes de agrupaciones corales, correlacionando problemas vocales con conductas de higiene vocal y variables demográficas. Encontraron variables relacionadas con los trastornos vocales como los reflujos por la mañana, la fatiga crónica o el insomnio. Estas variables aparecían en mayor medida entre las mujeres del estudio.

Otros trabajos enfocados a grupos de cantantes de música góspel, como los de Ribeiro, Santos, Bonki, Prestes, Dassie-Leite (2012) y Barreto, Amorim, Trindade-Filho y Kanashiro (2011) encontraron molestias recurrentes como dolor en el cuello, garganta reseca, voz débil o de poco volumen, dificultad para alcanzar notas altas y falta de aire para cubrir las frases musicales en este colectivo de cantantes.

Kovacic and Budjanovac (2003) examinaron la higiene vocal de un grupo de cantantes de agrupaciones corales dividido en cantantes profesionales, semi-profesionales y amateur. Concluyeron que sería útil para los tres grupos realizar un programa informativo sobre el cuidado vocal.

Pregun, et al. (2009) examinaron el estilo de vida y las características individuales de 202 cantantes de ópera profesionales, 71 instrumentistas de viento, 43 sopladores de vidrio y 54 jugadores de waterpolo. Nuevamente, se comprobó una prevalencia significativamente mayor de ronquera, ardores y regurgitaciones entre los cantantes de ópera que en el resto de colectivos profesionales.

Phyland, Oates, y Greenwood (1999) aplicaron un cuestionario de salud vocal a cantantes de ópera, cantantes de teatro musical, de música contemporánea y a no cantantes. Los resultados mostraron un mayor número de síntomas vocales en los grupos de cantantes que en el grupo de no cantantes. También se demostró una

incidencia parecida entre los tres grupos de cantantes con respecto a las molestias en la voz.

Pese a la detección de estos síntomas con mayor incidencia entre cantantes existe una falta de material escrito sobre cómo paliar sus efectos en la voz cantada. El estudio de la prevención entre los cantantes pasa por la identificación de los factores de riesgo y conductas de protección de la voz cantada.

a. Factores de riesgo y de protección vocal del cantante

Para entender qué es una voz sana debemos remitirnos al concepto de salud. Del latín *salus, salutis*, que significa salud, salvación y saludo. La raíz es el adjetivo *salvus* que significa intacto. Aunque en la actualidad, el término salud no se entiende como esa capacidad para superar un obstáculo, la OMS ha retomado parte de este primitivo significado refiriéndose a la salud como algo más que la simple ausencia de enfermedad. Nuestra concepción de la salud, en este trabajo, es primitiva. Desde este prisma estipulamos que, para que el cantante pueda hacer frente a los requerimientos de su profesión, debe tener una voz sana; lo cual no quiere decir ausente de enfermedad, sino una voz capaz de superar las dificultades de su profesión.

La salud dependerá, por tanto, del estilo de vida del individuo. El estilo de vida se ha definido como el conjunto de pautas y hábitos comportamentales cotidianos de una persona y como los patrones de conducta individuales que demuestran cierta consistencia en el tiempo, bajo condiciones más o menos constantes y que pueden constituirse en dimensiones de riesgo o de seguridad dependiendo de su naturaleza (Arrivillanga, Salazar, y Correa, 2003). A las dimensiones de riesgo y seguridad las denominaremos factores de riesgo o de protección.

Los factores que afectan a la salud vocal del cantante son muy complejos (Hazlett et al., 2011). En la bibliografía encontramos numerosos estudios relacionados con estos factores, la mayor parte de ellos centrados exclusivamente en cantantes de música clásica (Kitch y Oates, 1994; Titze, 1984 y 2000; Wantanabe, Shin, Matsuo, Okuno, Tsujii, Matsuoka, Fukaura y Matsunaga, 1994; Sataloff, 1991; Jiang, Verdolini, Ng,

Aquino y Hanson, 2000; Welham, 2003; Rubin, Sataloff y Korovin, 2003; Koch, 2007; Sereg-Bahar, Jansa, y Hocevar-Boltezar, 2005; Spencer, 2006; Bickel, 2008).

Existe un cuerpo de estudio relativamente amplio sobre los factores que afectan la salud vocal de los cantantes como la ingesta de alcohol, la práctica del ejercicio físico, la alimentación, el descanso, el calentamiento, los trastornos del sistema respiratorio o del sistema digestivo, la hidratación, etc.

Koch (2007) realizó un estudio epidemiológico sobre la prevalencia de los síntomas del reflujo gastro-esofágico, muy relacionado con la alimentación, pero también con la técnica y el uso de la voz, en cantantes de música clásica en comparación con la población normal y comprobó que entre los cantantes de ópera, los síntomas tenían una mayor incidencia. Los síntomas del reflujo gastro-esofágico incluyen ardores, garganta áspera, ronquera, halitosis, insomnio y tos crónica. Koch estipula que este trastorno debiera considerarse una discapacidad profesional en este colectivo, ya que afecta enormemente al rendimiento vocal de la voz cantada. El contacto directo con los ácidos del estómago puede dañar la delicada mucosa laríngea y faríngea que rodea los pliegues vocales (Sereg-Bahar et al., 2005). *“Los cantantes afectados por reflujos laringo-faríngeos describen dificultades como aumento de tensión, fatiga vocal, dificultad para alcanzar notas agudas, reducción de la calidad, carraspera persistentemente, pérdida del registro alto”* (Spencer, 2006, p. 117). Sataloff (1991) explica que la alta prevalencia de síntomas del reflujo gastro-esofágico entre cantantes se debe a la necesidad de utilizar una gran presión abdominal a la hora de cantar, lo que ejerce una fuerza contraria al esfínter abdominal, sumado a que muchos cantantes actúan con el estómago vacío.

Otro factor de riesgo vocal que se ha estudiado en grupos de cantantes ha sido la fatiga vocal. La fatiga aparece gradualmente como consecuencia del uso de la voz. La fatiga muscular se ha definido como una reducción de la capacidad de los músculos para soportar la tensión de un estímulo repetido (Titze, 1984 y 2000). Kitch y Oates (1994), estudian las consecuencias que la fatiga vocal tiene en la voz de un grupo de 20 cantantes de música clásica y actores. *“Los cantantes son un grupo de riesgo en cuanto a padecer problemas de fatiga vocal porque practican conductas abusivas”* (p.213). Estos autores concluyen que la fatiga produce alteraciones de la proyección vocal y del

rango dinámico. Posteriormente, estos mismos autores realizaron un estudio pormenorizado de la voz de 45 cantantes clásicos justo después de una actuación. Comprobaron cómo los efectos de la fatiga vocal eran más reducidos en cantantes que habían realizado un calentamiento previo a la actuación (Kitch et al., 1996). Sin embargo, aún quedan por responder muchas preguntas sobre la relación entre la fatiga vocal y el canto como, por ejemplo, ¿Cuánto tiempo se considera seguro cantar? ¿Son inevitables los cambios de la voz producidos por el uso profesional de ésta? ¿Hay variación entre las demandas vocales en función del estilo musical que se interprete? (Welham, 2003).

En relación al ejercicio y su relación con la voz cantada, Bickel (2008) afirma que *“el ejercicio regular puede ser muy beneficioso para el cantante, por razones físicas y psicológicas. No sólo desarrolla el cuerpo físicamente, lo que afecta positivamente al sistema vocal, sino que reduce el estrés”* (p.125). Large y Patton (1981) estudiaron el impacto del ejercicio en un grupo de cantantes en un entrenamiento de 12 semanas, 3 sesiones semanales de 30 minutos cada una. Los cantantes mejoraron su agilidad vocal, resistencia, volumen y control muscular. Ningún cantante describió efectos negativos del entrenamiento, aunque la muestra era bastante reducida. Aún no existe acuerdo acerca de cómo debiera ser el ejercicio más beneficioso para el cantante, ya que muchos autores aconsejan evitar deportes como el fútbol o la lucha libre (Bickel, 2008). Wantanabe et al. (1994) estudiaron los efectos del consumo de alcohol en la voz de un grupo de 40 sujetos que consumieron, en 30 minutos, una concentración al 40% de alcohol de 1 gramo por cada kilo de peso. Los resultados pre- post indicaron una pérdida de la coordinación fonorespiratoria, *“la eficiencia vocal se deterioró en casi todos los sujetos”* (p.340). También se encontraron alteraciones en los pliegues vocales y en la región aritenoidea. Rubin et al. (2003) afirman que existe una probable relación entre la disfunción vocal y el abuso del alcohol entre los cantantes, ya que el alcohol reduce la propiocepción y disminuye la coordinación entre mente y cuerpo.

En cuanto a la hidratación y su relación con la voz cantada, Titze (2000) postula que unas cuerdas vocales bien hidratadas vibran con más facilidad para cantar. Con la falta de hidratación, las cuerdas vocales y la mucosa del sistema vocal están menos lubricadas, lo que ocasiona sobreesfuerzo en el cantante a la hora de usar su voz

(Maughan y Shirreffs, 2008). Jiang, Verdolini, Ng, Aquino y Hanson (2000) analizaron 17 laringes de cadáveres caninos hidratando unas durante una tarea de fonación sostenida y otras no. Los autores concluyen que existe una relación creciente entre la presión fonatoria y la deshidratación, concluyendo que *“la deshidratación de los pliegues vocales degrada el rendimiento laríngeo”* (Jiang et al., 2000, p.574). Verdolini, Titze y Fennell, (1994) descubrieron una relación inversa entre la hidratación y la viscosidad de la mucosa de los pliegues vocales relacionada con el impacto del esfuerzo vocal percibido como parte de una serie de estudios sobre la producción vocal fácil.

Otro factor de riesgo estudiado que impacta sobre el rendimiento vocal es el tipo de respiración. Sivasankar y Fisher, (2002) investigaron el incremento del esfuerzo fonatorio en 20 sujetos sanos divididos en dos grupos; uno inducido a realizar respiraciones nasales y otro orales durante 15 minutos. Pese a que ambos grupos realizaron un calentamiento previo, el grupo de respiración oral obtuvo mayores índices de esfuerzo fonatorio.

En cuanto a los estudios relacionados con los factores de protección vocal, se encuentra el de Yiu y Chan (2003), en el que compararon los efectos de la hidratación y del descanso vocal en los efectos de la fatiga vocal de un grupo de 20 cantantes sin entrenamiento formal. Estos autores ya vaticinan la falta de investigaciones empíricas que midan los efectos de la hidratación entre los cantantes. Hubo una diferencia significativa entre el grupo de cantantes que recibió hidratación y descanso con respecto al que no, siendo capaz, este primer grupo, de cantar por un periodo de tiempo mayor que el segundo. A través del análisis fonetográfico concluyeron que el grupo que no había recibido hidratación ni descanso había sufrido más daños vocales que el grupo que si lo recibió.

Petty (2012) estudio las conductas de búsqueda de ayuda médica un grupo de 151 cantantes comparados con 49 no cantantes, encontrando diferencias entre ambos grupos con respecto al proceso de toma de decisiones en función del estatus del cantante, el sexo o la edad. Los hombres, por ejemplo, retrasan más que las mujeres el proceso de tratamiento y los jóvenes son menos críticos con respecto a la calidad de la información sobre higiene vocal. Los cantantes utilizan más asiduamente remedios caseros que los no cantantes para tratar su voz.

Otro factor relativo al cuidado de la voz entre los cantantes es, sin duda, los conocimientos acerca de ésta. Las investigaciones que se han realizado al respecto muestran que los cantantes, a pesar de tener un gran manejo sobre su voz, no conocen muy bien su funcionamiento. Braun-Janzen y Zeine (2009) estudiaron la percepción de conocimiento y el conocimiento real de un grupo de 129 cantantes sobre higiene vocal, encontrando una gran discrepancia entre ambas. Luego el cantante no sólo no sabe cómo prevenir problemas vocales y fortalecer su voz, sino que no es consciente de su desconocimiento.

Es fundamental el estudio de los cantantes según el colectivo al que pertenecen, que se relaciona en muchos casos con el estilo de música que interpretan. Véase el estudio de Erikson (2011) con cantantes de música folk. Los resultados indican que el 40% de estos cantantes no tienen entrenamiento vocal, el 31% no tenían seguro médico y el 69% de los participantes obtuvo información sobre higiene vocal de otros compañeros cantantes, en el mejor de los casos. No podemos suponer que las conductas vocales de los cantantes de música clásica sean generalizables a otros colectivos.

b. Usos de la voz: Factores de riesgo propios del cante flamenco

Ciertas conductas o usos de la voz han demostrado precipitar y mantener problemas vocales entre cantantes (Evans, 1996; Sataloff, 1984, 1987, 1989, 1991; Timmermans et al., 2005; Cohen et al., 2007; Erikson).

“En la evaluación de los trastornos de la voz, hay que insistir especialmente durante la anamnesis en la aclaración de todos los factores que definen el carácter funcional, orgánico o mixto del trastorno, con vistas a orientar tanto las posibilidades terapéuticas, rehabilitadoras, médicas o quirúrgicas como el pronóstico” (Gorospe, 1997, p. 82,).

Existen casos en los que el paciente se opera, el problema es extirpado y, con el tiempo, vuelve a aparecer. Por ejemplo, el Dr. Bueso, Otorrinolaringólogo de la Universidad de Granada cuenta:

“vienen a mí cantantes de cante jondo (...) cantan ex profeso con sonido de voz rasgada o rota, con unos problemas laríngeos terribles en los que es ineficaz cualquier tratamiento” (extraído de Bañó, 2003, p. 181).

Según Cobeta et al. (2013), *“hay que intentar adelantarse a que aparezcan los síntomas y evitar la situación de riesgo antes de que se produzca”* (p. 499). Las exigencias de la profesión, unidas a una higiene vocal muy pobre y a prácticas poco saludables, han llevado al flamenco a desarrollar una auténtica escuela de voces quebradas y poco longevas.

En una entrevista a la profesora de cante flamenco del conservatorio Cristóbal de Morales de Sevilla, Laura Vital (véase apéndice 1) preguntamos acerca de los vicios vocales más comunes entre los cantaores flamencos. Estos vicios a los que nos referimos son adornos que se repiten entre los cantaores que, por su forma de ejecutarse, son claramente perjudiciales para la voz, como, por ejemplo, los arrastres, que son emisiones de aire sobrante al final de la frase musical emitidos con voz ronca a modo de golpe glótico. Otro vicio muy recurrente entre los cantaores flamencos es la búsqueda de tonos excesivamente altos para añadir dramatismo y tensión al cante. Cantar fuera del propio registro genera sobrecarga vocal y desajuste de resonancias (Cobeta et al., 2013).

Ciertas escuelas flamencas tienden a la emisión excesivamente nasalizada del sonido. El tenor, Alfredo Kraus afirma que

“abusan, y a veces, dejan pasar algo de aire por la nariz. Así impiden que la nota se les caiga por abajo. Eso lo hacen por instinto, todos los cantaores de España, cada uno dentro de su voz y de su estilo” (extraído de Gamboa, 2005, p. 496).

La nasalización del sonido genera el fenómeno de los antiarmónicos, que resta resonancia y brillo a la emisión vocal (Feng y Castelli, 1996). Si bien la nasalización del sonido no implica daños directos en la voz, sí genera desequilibrios en la resonancia que pueden llevar al cantaor a realizar conductas de sobreesfuerzo vocal al percibir su voz debilitada.

En este estudio nos acercamos al cantaor flamenco y a su realidad vocal, enfrentándonos al hecho de que no existen herramientas sobre voz cantada para sujetos sanos en población española.

c. Herramientas de evaluación de la salud vocal en cantantes

Los profesionales de la voz tienen una propiocepción de los órganos de fonación muy alta, captan pequeños cambios internos que pueden concurrir con enfermedades o daños dentro del tracto vocal (Sataloff, 2000). Por esta razón, la metodología de elección para la evaluación de la higiene vocal entre cantantes es la de autoinforme.

Actualmente, la mayoría de las entrevistas sobre voz no son útiles para obtener datos sobre los factores de exposición crónica en cantantes, si bien es cierto que existen algunas excepciones, aunque no han sido desarrolladas más allá de un contexto de laboratorio y con unos fines puramente experimentales. Abunda este tipo de entrevistas, ya que todos los investigadores que han deseado muestrear factores de riesgo o conductas de protección específicas o sus efectos en la voz cantada, se han visto obligados a diseñar herramientas propias de evaluación (véase Sapir et al., 1996; Phyland et al., 1999; Kovacic y Budjanovac, 2003; Pregun et al., 2009, Petty, 2011; por mostrar algunos ejemplos).

Dentro de las metodologías de autoinforme validadas y, por tanto, con consistencia interna y fiabilidad, encontramos escasos ejemplos en la literatura. Por un lado, disponemos del *Singing Voice Handicap Index*, diseñado por Cohen et al., y publicado en el año 2007, y que ha sido validado para la población española por García, Núñez, Bouzas y Górriz en el año 2010. También contamos con el *EASE (Evaluation of the Ability to Sing Easily)*, de Phyland et al., 2013. Este último es un ejemplo de herramienta que surge en el contexto experimental y ha sido, posteriormente, sometida a análisis para su validación y uso en el contexto clínico. *EASE* aún no está validado en población española. Ambos son autoinformes que miden la percepción del cantante sobre el impacto de un trastorno en su propia voz.

Voice Related Quality of Life, V-RQOL (Hogikyan y Sethuraman; 1999) y *VoiSS* (Deary et al., 2003) son herramientas relacionadas con el impacto de la disfonía en la vida de pacientes, no necesariamente cantantes, aunque tradicionalmente se ha utilizado con este colectivo.

Dada la falta de recursos para obtener datos significativos acerca de los factores de riesgo que rodean al cantante, se ha construido un modelo experimental de autoinforme llamado EHVOCAN (en castellano, Entrevista de Hábitos Vocales para Cantantes) a partir de una profunda revisión bibliográfica. Su principal objetivo es la diferenciación entre cantantes de distintos géneros musicales, teniendo en cuenta variables de exposición continua como; *a)* carrera profesional; *b)* cantidad y frecuencia de la práctica; *c)* historia médica; *d)* sintomatología percibida en voz hablada y cantada; *e)* hábitos, conductas y usos de la voz y *f)* prevención y curas. Puede consultarse el cuestionario en el apéndice 2.

1.3 EVALUACIÓN AERODINÁMICA DE LA VOZ:

Estudiar la aerodinámica de la voz es estudiar indirectamente la eficacia de su manejo. La eficacia fonorespiratoria es el resultado de la interacción entre la laringe y el flujo aéreo. La aerodinámica de la función laríngea se puede estudiar midiendo, por un lado, parámetros de eficiencia del cierre glótico y, por otro, de fuerza de la espiración pulmonar que genera el soplo fonatorio. Ambas partes del mecanismo vocal realizan fuerzas antagónicas sobre el cuerpo. El equilibrio entre esas dos fuerzas es a lo que denominamos coordinación fonorespiratoria. Recordemos que, el sistema fonatorio trabaja bajo un fino y delicado sistema de equilibrio (Borragán, Del Borrio y Gutiérrez, 1999). Una voz sana es una voz equilibrada.

1.3.1 PARÁMETROS DE FUNCIÓN RESPIRATORIA, EFICIENCIA GLÓTICA Y CONTROL LARÍNGEO:

a. *Tiempo máximo de fonación*

Como medidas de evaluación aerodinámica hemos escogido el Tiempo Máximo de Fonación (TMF), que corresponde al tiempo que una persona puede mantener la fonación durante una sola inspiración (Von Leden, 1968). Existen varias formas de medir el TMF, bien con sonido o bien sin él.

Tabla 3. Medias de tiempo máximo de fonación según sexo y edad. Basado en Hirano (1984)

MASCULINO	MEDIA	FEMENINO	MEDIA
3-4 años	8.9 seg +/- 2.1	3-4 años	7.5 seg +/- 1.8
5-12 años	17.7 seg +/-4.1	5-12 años	14.9 seg +/-3.8
ADULTOS	25.9 seg +/- 7.4	ADULTAS	21.3 seg +/- 5.6
ANCIANOS	14.7 seg +/-6.2	ANCIANAS	13.5 seg +/-5.7

Cuando medimos el TMF con sonido, lo hacemos con la emisión de la vocal /a/. Al medir el TMF sin la presencia de sonido usamos consonantes fricativas, bien /s/ o bien /z/, para comprobar cómo es el control del aire ante una emisión sorda. Las puntuaciones normales del TMF con emisión están entre los 25 y 35 segundos, en el caso de los hombres; y los 15 y 25 segundos en el caso de las mujeres (ver tabla 3).

Cuando la función respiratoria no es normal puede deberse a dos razones (Cobeta et al., 2013):

- O bien la cantidad de aire que se emplea para mantener la fonación está disminuida. En este caso el problema está a nivel pulmonar o respiratorio o se trata de un problema en la intensidad de la emisión.
- O bien la fuerza que se ejerce sobre la laringe no es suficiente (presión subglótica). En este caso existe la posibilidad de que haya una incompetencia del cierre glótico debida a la presencia de alguna lesión que dificulte el cierre de los pliegues vocales.

En este último caso, debemos puntualizar que, en el cante flamenco, muchas veces nos encontramos cantaores que utilizan, intencionadamente, sonidos no armónicos (ruidos) en la voz, producidos por las turbulencias que el aire genera en las cavidades supraglóticas. Ese uso de la voz, consistente en no convertir en sonido armónico todo el aire del soplo y, por tanto, evitar el cierre glótico completo intencionadamente, es una tendencia común entre algunos cantaores flamencos.

b. Cociente fono respiratorio

Otra medida aerodinámica que hemos utilizado en nuestro estudio ha sido el índice s/a o cociente fono-respiratorio. La finalidad de este índice es la de cuantificar y objetivar la relación entre la función pulmonar y la laríngea. En el numerador se sitúa el TMF del sujeto, sin la intervención de los pliegues vocales en la tarea y, en el denominador, el TMF máximo que los pliegues vocales permiten a una intensidad y tono confortables.

Con el uso de este índice podremos inferir si la existencia de un TMF bajo se debe a una incompetencia pulmonar o glótica. El razonamiento es el siguiente:

“si el sistema respiratorio está afectado y la laringe es normal, debería de haber una reducción semejante del TMF en /s/ y del TMF en /a/, lo que nos seguiría dando un índice en torno a 1. Sin embargo, en caso de estar reducida la eficiencia glótica, se pierde aire (aire no productivo vocal), con la consiguiente disminución de la capacidad para mantener la fonación, pero sin una menor duración de la espiración (TMF en /s/). Si el numerador permanece igual y el denominador disminuye, obtendremos un índice anormalmente alto” (Cobeta et al., 2013, p.127).

Los valores de normalidad de este índice se encuentran entre 0,95 y 1,1. Para Cobeta et al. (2013) los valores mayores de 1,3 se relacionan con defectos del cierre por incompetencia o por lesiones del borde libre. Valores por debajo de 1 se atribuyen a patologías pulmonares o respiratorias.

1.3.2 EL ESTUDIO AERODINÁMICO LA VOZ CANTADA

Las medidas aerodinámicas, al igual que la medida del rango vocal, se han venido utilizando en el estudio de la voz cantada, para la evaluación de la mejora, o como medidas pre-post tratamiento (Sulter y Meijer, 1996; Sonninen, Laukkanen, Karma y Hurme, 2004). El TMF, concretamente, es un parámetro más del análisis de la técnica vocal de la voz cantada (Peppard, Bless, y Milenkovic, 1988).

Por ejemplo, en el estudio del soporte del canto, que es una técnica respiratoria utilizada por los cantantes en la cual, la caja torácica se mantiene más tiempo en posición inspiratoria, mientras que el diafragma asciende gradualmente, Sonninen et al. (2004) encontraron, en un grupo de 7 cantantes de música clásica entrenados, en comparación con un grupo control de no cantantes, un tiempo máximo de fonación mayor, con el uso de esta técnica, que en emisiones sin soporte. Los autores concluyeron que los cantantes gestionan el aire de los pulmones de distinta forma a como lo hacen los no cantantes. Otro ejemplo del uso de medidas aerodinámicas en

investigación del canto es el trabajo de Sulter y Meijer (1996), en el que estudiaron el efecto del entrenamiento vocal en el TMF de un grupo de cantantes de música clásica. Encontraron que el efecto del entrenamiento vocal producía un decremento del TMF. Especularon que este efecto en el tiempo de fonación pudiera deberse a la existencia de una mayor resistencia glótica y a unos pliegues vocales más relajados entre los cantantes.

Peppard, et al. (1988) estudiaron el TMF entre cantantes y no cantantes, encontrando que los cantantes, incluso con nódulos, tienen un TMF mayor que los no cantantes. Más recientemente, Awan y Ensslen (2010) replicaron este estudio encontrando valores similares del TMF de cantantes y sujetos con valores normativos.

Estas diferencias en los hallazgos podrían deberse al uso de distintas técnicas de fonación en las pruebas de evaluación. Las medidas aerodinámicas de la voz entre cantantes son variables entre distintos estilos, ya que el modo en el que se produce el encuentro y las contracciones entre los pliegues vocales varía según los patrones de uso vocal (Carroll, Sataloff, Heuer, Spiegel, Radionoff y Cohn, 1995; Burnette, Cox y Rangarathnam, 2015). La modificación de los parámetros de la fuente sonora, como el grado de abducción de los pliegues vocales, interfiere directamente las medidas aerodinámicas.

Características tales como la duración de la fase de cerrado y la amplitud y la inclinación del pulso de flujo de aire influyen en el flujo de aire glótico (Herbst, Hess, Müller, Svec, y Sundberg, 2015). Estos autores han presentado un modelo de control de la presión subglótica y la abducción de los pliegues vocales en voz hablada y voz cantada (ver figura 13).

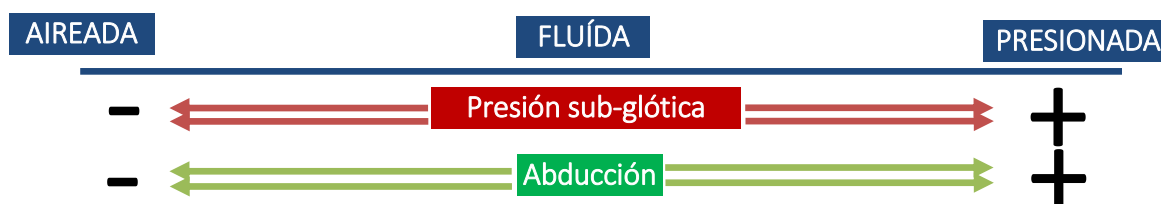


Figura 13. Modelo de control de la presión subglótica y la abducción de los pliegues dependiente del tipo de emisión; aireada, fluida o presionada (extraído de Herbst et al., 2015, p. 400)

Carroll et al. (1995) comprobaron cómo, entre cantantes de música clásica, el TMF es menor mientras que el cociente fono-respiratorio es mayor que en no cantantes. Los autores explican este hallazgo atribuyendo a los cantantes de música clásica entrenados en una fonación fluida y no presionada. Barlow y Lo Vetri (2010) descubrieron que los cantantes de teatro musical tienen un cociente fono-respiratorio mayor que los cantantes de música clásica, lo cuál va a determinar las medidas del TMF. Este estudio complementa los hallazgos encontrados por Carroll et al. (1995) 15 años antes, y apunta a que la emisión de los cantantes de teatro musical es más presionada que la de los cantantes de música clásica.

Hoit, Jenks, Watson y Cleveland (1996) investigaron la aerodinámica de la voz hablada y cantada de cantantes de música *country* en comparación con cantantes de música clásica. Los resultados revelaron que la conducta respiratoria de los cantantes de *country* es similar al hablar y al cantar, al contrario que ocurre en los cantantes de música clásica. Pese a que existen diferencias transculturales, estos estudios indican que los registros vocales hablados conllevan mayor presión subglótica y menor desgaste aéreo que los registros vocales clásicos cantados.

Thalén y Sundberg (2001) estudiaron la aducción glótica en el *jazz*, el *blues*, el *pop* y el canto clásico, comprobando cómo en el *blues* los valores de presión subglótica son los más altos y los de eficiencia glótica los más bajos de entre los cuatro estilos analizados, lo que genera una fonación presionada e hiperfuncional.



Figura 14. Laringoscopia de registros de pecho, mixto y de cabeza (de izq. a dcha.) durante la emisión de G4. (Extraído de Kochis, 2012, pp. 67)

La presión subglótica está íntimamente relacionada con el registro vocal utilizado, por eso varía entre estilos musicales. Kochis (2012) observó mediante laringoscopia, las diferencias del uso de distintos registros (registro de pecho, mixto y de cabeza), en la emisión de la misma frecuencia. Como se puede apreciar en la figura 14, los pliegues vocales, el vestíbulo, el tracto, etc. adoptan formas muy distintas en función del registro utilizado.

1.4 EVALUACIÓN ACÚSTICA DE LA VOZ

La metodología de análisis acústico de la voz lleva usándose desde principios de la década de los 90, con el propósito de ser una herramienta objetiva y de cuantificación de distintos aspectos de la voz humana. El análisis acústico de la voz permite el estudio de las variaciones de amplitud y de frecuencia de los diferentes componentes de la onda sonora a lo largo del tiempo. En este apartado veremos su relación con la intensidad, el tono y el timbre de la voz en este capítulo.

Desde hace más de 20 años los investigadores se han centrado en el estudio de las características de las voces que vamos a llamar “*no clásicas*,” como el jazz, el pop, el teatro musical, el rock, el country o el soul (Doskov, Ivanov y Boyanov, 1995; Stone, Cleveland, Sundberg et al., 2003; Björkner, 2006; Boersma and Kovacic, 2006; Spivey, 2008; Meireles y Cavalcante, 2015; Manfredi et al., 2015). Sin embargo, el acercamiento científico a la fisiología y a la acústica de la voz en el flamenco ha sido casi nulo hasta la fecha.

La razón por la que se utiliza el análisis acústico de la voz es porque es una herramienta que proporciona datos objetivos relacionados con valores de normalidad baremados en grandes muestras poblacionales. Thalén y Sundberg (2001) analizaron acústicamente la voz de una cantante interpretando cuatro estilos musicales diferentes (clásico, pop, jazz y blues) comprobando cómo la voz se utiliza de forma diferente para diferentes estilos de canto. El estudio acústico de la voz humana comprende métodos objetivos de análisis y medición de las características de cada individuo y, por tanto, nos ayuda a entender un poco más las características de la voz del cantaor flamenco.

Para contextualizar el estudio acústico de la voz es necesario exponer brevemente el funcionamiento de la producción vocal. La voz es el resultado de la conversión de la energía aerodinámica en energía acústica (Titze, 2000) cuando el flujo de aire pulmonar atraviesa y hace vibrar los pliegues vocales, los cuales pasan por una serie de fases (ver figura 15). El aire procedente de los pulmones experimenta un aumento de presión por debajo de la glotis cuando la halla cerrada por acción de la musculatura laríngea (fase 1). A esa fuerza se la denomina presión subglótica. Cuando la presión subglótica es suficientemente fuerte para vencer la resistencia (fuerza de aducción) de los pliegues

vocales los abre (fase 2), y el aire escapa hacia el tracto vocal (Fant, 1960), haciendo aumentar la presión supraglótica (Rothenberg, 1981, 1983, 1986).



Figura 15. Video-laringo-estroboscopia. Vista superior de la glotis en inhalación (izq.), fase 1 de fonación y fase de 2 fonación (dcha.)

El sonido producido por el paso del aire entre las cuerdas vocales toma forma en las estructuras supra-glóticas que pueden representarse como un filtro (Fant, 1960). A medida que las ondas sonoras se desplazan por el tracto vocal se produce la resonancia. Luego, según esta breve exposición, basada en el modelo “fuente-filtro” de Fant (1960), existen tres elementos en la producción vocal:

1. Excitación
2. Transmisión
3. Radiación

El objeto de estudio de la acústica de la voz es el sonido, en forma de onda, irradiado por los labios. En la figura 16 se puede apreciar el cambio que experimentan las ondas sonoras en su paso por el tracto vocal. Las frecuencias amplificadas del espectro armónico resuenan dentro de las cavidades supraglóticas y la irradiación de la señal a través de los labios comporta un aumento en la intensidad del sonido, que lo otorgará de su forma definitiva, actuando como un filtro de paso de altas frecuencias.

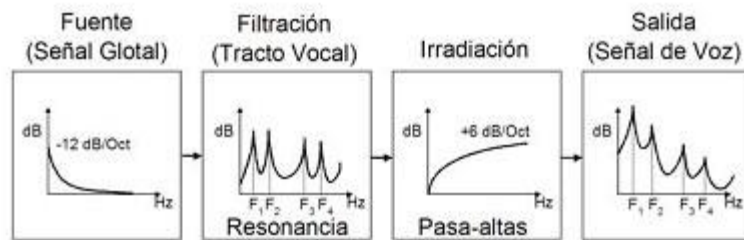


Figura 16. Comportamiento de la onda sonora según el modelo fuente filtro de Fant, 1960 (extraído de Brandao, Cataldo y Leta, 2012)

La continua alternancia de fases abierta y cerrada de la glotis libera pulsos de aire sucesivos originando la onda de sonido que pasará por el tracto vocal hacia los labios (Fant, 1960). “A estas fases se las denomina; a) fase de compresión, en la que se produce el aumento de la presión de aire, y; b) fase de refracción, o de descenso de la presión aérea” (Gil, 1988, p.150). La representación acústica de la alternancia de estas fases resulta en una onda que oscila según la altura o frecuencia del sonido, y según la amplitud o intensidad (véase tabla 4).

	ALTA FRECUENCIA	BAJA FRECUENCIA
ALTA AMPLITUD		
BAJA AMPLITUD		

Tabla 4. Representación gráfica de sonidos de distinta frecuencia y amplitud

La frecuencia es una característica acústica que describe la oscilación de un sonido. Se expresa en hercios, que significa “ciclo por segundo”. El correlato fisiológico es claro; por ejemplo, una emisión vocal de 100Hz es aquella en la que los pliegues vocales han realizado el ciclo vibratorio completo cien veces en un segundo. Como podemos

apreciar, el mecanismo vibratorio vocal es vertiginoso. Los responsables del cambio de frecuencias de la onda sonora son los pliegues vocales.

Hirano (1969) es el investigador de referencia en la comprensión de la anatomía y la fisiología de los pliegues vocales. Este autor postuló que los pliegues vocales, anatómicamente, son estructuras estratificadas que consisten en:

- Epitelio (el estrato exterior, parecido a la piel del interior de la boca)
- La lámina propia (o estrato medio que, a su vez, se compone de 3 estratos con diferentes características mecánicas: una primera capa de fibras sueltas muy maleable, una capa intermedia de fibras elásticas también flexibles y una capa interna de fibras de colágeno más rígidas.
- El músculo tiroaritenoides o cuerpo de la cuerda

La amplitud de una onda es la diferencia entre los valores máximos y mínimos de un fenómeno oscilatorio. *“La amplitud de la vibración se corresponde, por tanto, con el aumento o el descenso de los máximos de la presión aérea durante el ciclo vibratorio de un determinado sonido”* (Gil, 1988, p.147).

La amplitud de oscilación de la onda sonora depende de la fuerza aplicada y de la resistencia que imprima el medio en el que se produce la vibración, es decir, los pliegues vocales. Según Scheerer, (2005), ésta presión tiene una relación positiva con la intensidad del sonido.

Los pliegues vocales varían su forma, generando cambios de amplitud de la onda sonora por la acción dos grupos musculares: el cricotiroideo y el tiroaritenoides. (Figura 17)

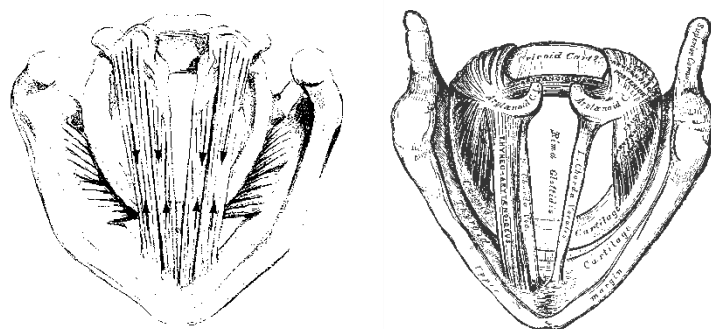


Figura 17. Acción del tiro-aritenoides y músculos y cartílagos de la glotis

Generalmente, la voz cantada se ha venido describiendo en términos subjetivos, basados en la percepción de los cantantes, tal y como ha ocurrido en el flamenco. Los términos y opiniones que acompañan a las descripciones subjetivas no suelen tener carácter científico y carecen de acuerdo entre expertos. El uso de medidas acústicas en la descripción de la voz cantada ofrece una alternativa considerable en el intento por comprender las diferencias que estriban entre unos estilos musicales y otros. La técnica vocal utilizada en cada estilo musical varía (Cleveland et al., 2001; Thalén y Sundberg, 2001). La técnica vocal se refiere directamente a fenómenos perfectamente cuantificables mediante medidas acústicas y aerodinámicas. A través de la variación en el tipo de abducción de los pliegues vocales se puede conseguir una amplia gama de estilos de fonación (véase figura 18).

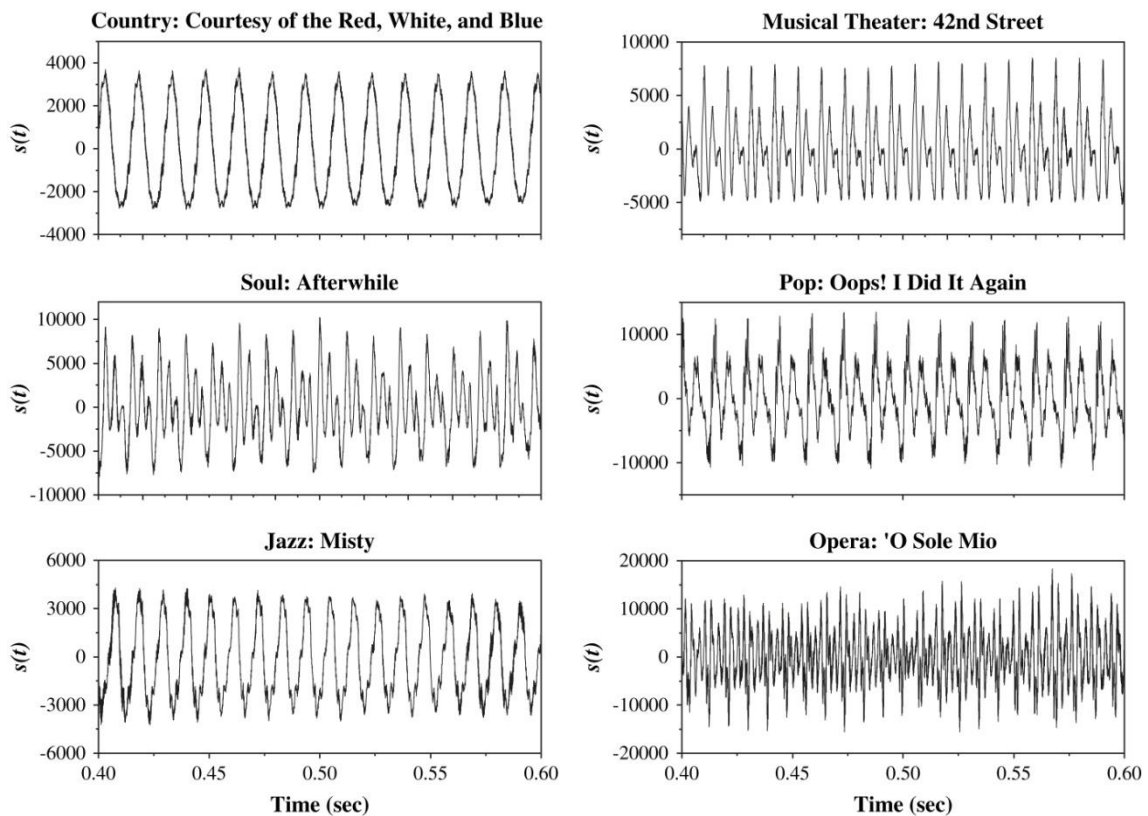


Figura 18. Perturbaciones de amplitud de seis estilos musicales diferentes: country, teatro musical, soul, pop, jazz y opera. (Extraído de Butte et al., 2009, p.651)

Sin embargo, existe una laguna en la comprensión, y una gran controversia y debate entre los pedagogos, sobre las diferentes técnicas vocales utilizadas por los cantantes en estos estilos musicales “no clásicos” (Butte et al., 2009) y, muy especialmente, en el cante flamenco.

1.4.1 PARÁMETROS ACÚSTICOS

a. Parámetros de frecuencia

En el estudio de la voz cantada, tradicionalmente se ha utilizado la medida de la extensión vocal para la evaluación de las frecuencias que un cantante es capaz de emitir.

La extensión vocal *“es el ámbito que la voz puede cubrir desde la nota más grave a la más aguda. Esta extensión es de aproximadamente dos octavas, y en casos excepcionales puede ser de cuatro octavas, con el cambio de registros”* (Jackson Menaldi, 1992, p.171). La autora, con *“casos excepcionales”*, se refiere a voces entrenadas.

Se llama registro a la extensión vocal sobre la cual el timbre se mantiene más o menos homogéneo (Jackson Menaldi, 1992). La autora concluye que existen dos tipos de registros en la voz humana:

- Registro grave o modal: caracterizado por unos pliegues vocales espesos que cierran con firmeza, cuyo movimiento de apertura comienza en el borde inferior del pliegue.
- Registro agudo o falsetto: los músculos vocales se estiran en forma fina por la acción combinada del cricotiroides y del cricoaritenoides posterior.

Sin embargo, existen investigadores que han querido categorizar los registros atendiendo al comportamiento de las cuerdas vocales. Por ejemplo, Steinhauer y Estill, (2008), proponen un modelo basado en la teoría de cuerpo-cubierta de Hirano (1974). La parte superficial de la cuerda se mueve de forma separada al cuerpo de la cuerda. En función de esto se proponen 3 tipos de registros (Steinhauer y Estill, 2008), que, atendiendo a la categorización anterior, compondrían un abanico mayor:

Registro grave o modal

- Grueso: el cuerpo es grueso y la cubierta flexible. La vibración que genera es de ciclo largo. Permite emitir el registro modal y la voz de pecho.

Registro agudo

- Fino: el cuerpo de la cuerda decrece, pero la cubierta se mantiene flexible y el ciclo vibratorio se hace más pequeño. Permite una emisión suave y clara, no aireada o voz de cabeza.
- Rígido: tanto el cuerpo como la cubierta aumentan su longitud y se aprietan produciendo la vibración con el ciclo más corto posible. Este movimiento de cuerpo y cubierta es producido por la acción de los músculos aritenoides. La voz resultante es suave, aireada, débil, o voz de falsetto.

Las relaciones entre la longitud, la masa y la tensión de los pliegues vocales son muy complejas (Hirano, Ohara y Vennard, 1969). A pesar de que cada registro descrito anteriormente predispone al uso de unas frecuencias concretas, los mecanismos no son dependientes de la frecuencia fundamental, lo que significa que pueden utilizarse en todo el rango vocal (Steinhauer, Grayhack, Smiley-Oyen, Shaiman y McNeil, 2004). Esto explica por qué el rango vocal puede incrementar hasta 2 octavas en voces entrenadas. El entrenamiento en el cambio de registro dependerá del estilo musical que se interprete.

I. Frecuencia Fundamental: F0

La frecuencia fundamental (F0), se define como el número de ciclos glóticos por segundo y se relaciona con variables fisiológicas como la longitud, la masa o el estiramiento de las cuerdas vocales (Barros, Carrara-De y Angelis, 2002). La medida espectral de la frecuencia fundamental refleja eficacia de las características mecánicas y aerodinámicas del sistema laríngeo.

En tareas de lectura en voz alta, los sujetos no cantantes presentan medias de 93 a 136Hz en el caso de los hombres y de 188 a 196Hz en el caso de las mujeres (Hirano et al., 1978) aunque estos valores son muy variables entre unos estudios y otros (véase Tabla 5). Esta misma medida, en cantantes entrenados, se sitúa en los 128Hz en el caso de los hombres y entre las mujeres, 207Hz (Rothman, Brown y Sapienza, 2001). Aunque no está aún claro si la F0 de la voz hablada varía con el entrenamiento de la voz cantada, es una medida fundamental para el análisis de esta modalidad vocal.

Tabla5. Revisión de los valores normativos de FO en hombres y mujeres (extraída de Colton y Casper, 1996, p. 353)

Hombres		
AUTOR	RANGO DE EDAD	FO MEDIA
Fairbanks, Wiley y Lassman (1949)	7	294
	8	297
	10	270
	14	242
Fitch y Holbrook (1970)	19	117
Snidecor (1943)	Adultos	132
Hollien y Shipp (1972); Shipp y Hollien (1969)	20-29	120
	30-39	112
	40-49	107
	50-59	118
	60-69	112
	70-79	132
	80-89	146
Mujeres		
AUTOR	RANGO DE EDAD	FO MEDIA
Fairbanks, Herbert y Hammond (1949)	7	281
	8	288
Horii (1983)	11	238
Fitch y Holbrook (1970)	19	217
Stoicheff (1981)	20-29	224
	40-50	189
	60-69	200
	70+	202
McGlone y Hollien (1963)	80-94	200

II. Rango máximo de frecuencias de fonación

El rango máximo de frecuencias de fonación (RMFF) es una de las medidas más comunes utilizadas en el estudio y evaluación de la voz humana. En un estudio de Hirano (1989) sobre el uso de esta medida en la clínica de la voz, se confirmó que el 90 por ciento de la población encuestada utilizaban rutinariamente la medida del rango vocal en la evaluación de la voz. RMFF es un parámetro acústico definido como el rango total de frecuencias que un cantante puede abarcar, incluidos los registros en falsete y en voz modal. Su extensión abarca desde el tono menor que pueda ser sostenido de forma audible en registro modal, hasta el más alto que pueda darse en falsete (Hollien, Dew y Philips, 1971); esta medida excluye las emisiones llamadas pulsos o “frito glótico”

(Zharick, Nelson, Montague, y Monoson, 2000). El RMFF es una medida indirecta de la capacidad de la laringe de generar tonos vocales diferentes y de evaluación de la extensión de los ajustes fisiológicos de la laringe durante la producción vocal (Zharick et al., 2000; Mendes, Rodrigues y Guerreiro, 2013) y puede expresarse en hercios, semitonos o notas musicales.

Se ha utilizado el RMFF en todo tipo de poblaciones como medida de evaluación; desde niños normales, adultos, mayores, hasta adultos con patologías laríngeas (Canter, 1965; Ptacek, Sander, Maloney, Jackson, 1966; Coleman, Mabis, Hinson, 1977; Reich, Mason, Frederickson, Schlauch, 1989; Britto, Doyle, 1990; Hirano, Tanaka, Fujita, Terasawa, 1991).

Los cantantes de música clásica tienen un RMFF medio de 38 semitonos, más de tres octavas, frente a los 29 encontrados en los no cantantes (Brown, Morris, Hicks y Howell, 1993). Este rango aumenta con el entrenamiento vocal (Brown et al., 1993; Mendes, Rothman, Sapienza, y Brown, 2003). (Tabla 6)

Tabla 6. RFMF en barítonos y mezzo-sopranos. (Extraído de Méndes et al., 2013, p.653)

Sexo	F0 (Hz)	ST	Notas musicales	Clasificación vocal lírica
Hombres	111.86-385.15	45-66	A2-F#4	Barítonos
	92.07-312.83	41-63	F2-D#4	
	98.96-347.01	43-64	G2-E4	
	97.66-334.61	43-64	G2-E4	
	87.49-400.81	41-67	F2-G4	
	97.54-592.21	42-74	F#2-D5	
	140.50-352.22	49-65	C#3-F4	
	107.63-576.42	44-73	G#2-C#5	
	98.31-434.63	43-68	G2-G#4	
97.36-521.78	42-71	F#2-B4		
Mujeres	173.52-390.14	52-67	E3-G4	Mezzosopranos
	199.83-496.34	55-71	G3-B4	
	197.94-357.42	55-65	G3-F4	
	149.63-448.69	50-69	D3-A4	
	157.40-637.63	61-75	D#3-D#5	

En el estudio de la voz cantada, la obtención de esta medida no está estandarizada; por tanto, mientras que en unos estudios encontramos que los autores utilizan el “glissando” para evocar las notas límites del rango, otros utilizan un teclado pidiendo al sujeto que ascienda y descienda en una escala nota por nota (Mendes et al., 2013).

Hay dos músculos que actúan en el cambio de frecuencias: el cricotiroides y el tiroaritenoides (Jackson Menaldi, 1992), encargados de los movimientos de abducción y aducción, respectivamente.

Kochis (2012), realizó un extenso estudio sobre la actividad de estos músculos en los registros de pecho, mixto y cabeza; en siete mujeres cantantes. En la figura 19 se representa el grado de abducción (+5) y aducción (-5) de los pliegues vocales en cada uno de los registros. Como se aprecia en la figura 12, los registros modales (pecho y mixto) implican una mayor abducción de los pliegues vocales que los registros de falsete (de cabeza o mixto de cabeza), en el mismo rango de frecuencias.

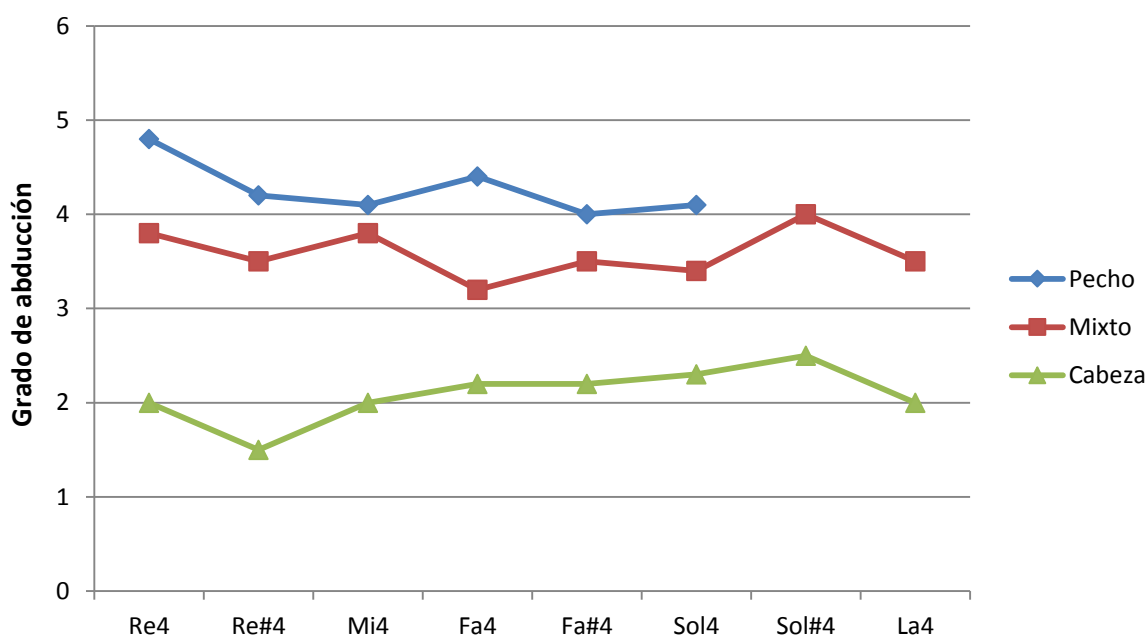


Figura 19. Medias de aducción de los pliegues vocales en 7 cantantes (extraído de Kochis, 2012, pp. 66)

El movimiento de esta musculatura mejora con el entrenamiento, pero podría variar en un mismo sujeto si se realiza de forma continua o discreta. Zharick et al. (2000) compararon las diferencias en los rangos que se obtuvieron al utilizar los dos

procedimientos antes mencionados, no encontrando diferencias significativas entre ambos métodos. Sin embargo, Reich, Mason y Polen (1989) encontraron anteriormente que, con el uso del “glissando”, el RMFF era hasta un tono mayor que con el uso de notas discretas.

Aunque RMFF es una medida indirecta de la función laríngea durante la producción de voz y aún no se ha protocolizado en el estudio de la voz cantada, cuando se utiliza con otras medidas diagnósticas como parte de un protocolo de evaluación de la voz más amplio, los resultados proporcionan una información valiosa de la forma en la que la laringe, los sistemas respiratorio, resonador y psicológico trabajan juntos durante la producción de voz (Stemple, 1993).

b. Parámetros de perturbación vocal:

La onda sonora ideal es periódica, lo que significa que la oscilación del sonido se repite una y otra vez de la misma forma, con la misma periodicidad y amplitud y, como concepto ideal, no es común en la naturaleza. En la evaluación acústica de la voz se han propuesto una serie de parámetros que evalúan los niveles de los componentes aperiódicos de la voz, es decir, los componentes de ruido.

Existen varios tipos de ruido en la voz: el que se suma al sonido, producido por las turbulencias de aire, y el que modula el sonido, alterándolo, que se manifiesta en la ronquera (Vasilakis y Stylianou, 2009). Los parámetros de perturbación reflejan la estabilidad de la vibración de los pliegues vocales, los pequeños cambios en la masa, la tensión o la actividad muscular que ocurre en los pliegues vocales (Baer, 1979).

Muchos estudios de metodología perceptiva han encontrado correlatos de varias cualidades vocales con el mismo parámetro acústico, o al revés. Por mencionar algunos ejemplos: la percepción de voz áspera se ha asociado tanto con Jitter, Shimmer como con el Noise Harmonic Ratio (NHR) (Deal y Emmanuele, 1978; Krom, 1995; Martin, Fitch y Wolfe, 1995); la cualidad de voz ronca correlaciona tanto con el parámetro HNR como con Jitter (Krom, 1995; Eskenazi, Childers y Hicks, 1990).

El oído humano percibe las perturbaciones de frecuencia como ruido (Vasilakis y Stylianou, 2009) y no es capaz de diferenciarlas de las de amplitud (Kreiman y Gerratt, 2005), de las que hablaremos más adelante. Por ello, este trabajo ha querido utilizar la evaluación acústica con parámetros que distinguen entre perturbación de frecuencias, de amplitud y de parámetros de medición del componente de ruido.

Las medidas de perturbación y ruido se han utilizado en el estudio de la voz cantada (Brown et al., 2000; Butte, Zhang, Song, y Jiang, 2009). Butte et al. (2009) encontraron que tanto Jitter y Shimmer como NHR diferían significativamente en cantantes de distintos estilos musicales (véase figura 20).

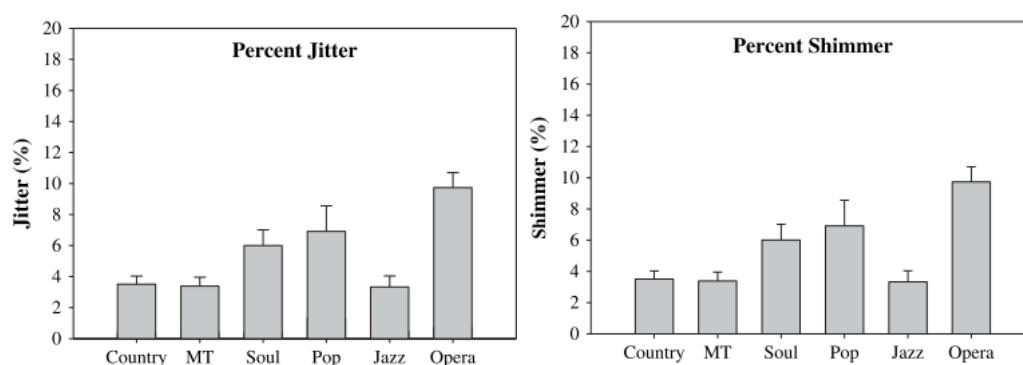


Figura 20. Jitter y Shimmer porcentual encontrado en distintos estilos musicales (extraído de Butte et al., 2009, p.651)

I. Perturbación de frecuencias y amplitud: Jitter y Shimmer

Las medidas de perturbación, Jitter y Shimmer, reflejan pequeños cambios en la masa, la tensión y la actividad muscular de los pliegues vocales, y el control neurológico (Mendes et al., 2013).

El parámetro Jitter es una medida acústica, objetiva y reproducible, que evalúa las irregularidades mínimas que ocurren en los pulsos glóticos o pequeñas fluctuaciones que ocurren en la longitud de estos ciclos (Vasilakis y Stylianou, 2009; Kandagan y Seifert, 2005). Computacionalmente, el parámetro Jitter se define como la perturbación de la frecuencia fundamental de un sonido en un corto plazo de tiempo (de un ciclo oscilatorio a otro); mide, por tanto, la variabilidad de la F0 durante la fonación (Lieberman, 1963).

Las perturbaciones de la frecuencia del sonido pueden expresarse en términos absolutos o en porcentajes (véase figura 21). El Jitter porcentual (Jit%) es la variación, ciclo a ciclo, de la frecuencia periódica. Como se trata de una medida relativa, la influencia que ejerce la FO en esta variación se reduce significativamente (Radionoff, 1996). (Figura 21)

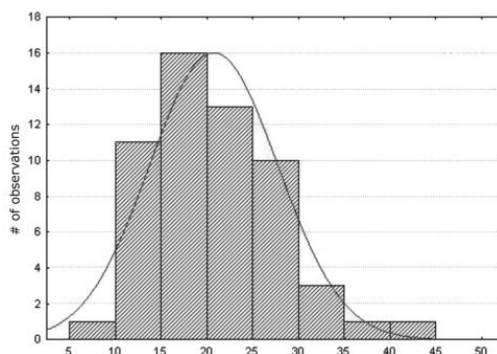


Figura 21. Distribución normal de Jitter absoluto (extraído de Finger, Cielo y Schwarz, 2009, p. 436)

Por otro lado, la emisión vocal puede verse alterada en su amplitud. El parámetro Shimmer se define como una medida de variabilidad de los periodos de una onda, a corto plazo, en la amplitud, pico a pico, de la muestra de voz (Lieberman, 1963).

Shimmer mide la regularidad de la dinámica glótica, principalmente la de cierre (Gauffin y Sundberg, 1989); o, lo que es lo mismo, la variación de la intensidad de las ondas sucesivas de una vocal emitida en forma continua por un sujeto. Tal y como sucede con el parámetro Jitter, se puede expresar en términos absolutos o porcentuales.

Otro parámetro de perturbación de la amplitud del sonido es el APQ, del inglés Amplitude Perturbation Quotient, aunque menos común que el Shimmer; proporciona información adicional sobre la perturbación de la amplitud de la onda sonora. Se expresa en porcentajes y mide la variabilidad de la amplitud pico a pico de la onda con un factor de alisamiento de 11 periodos completos.

Para la estimación de los parámetros acústicos de perturbación es preferible el uso de tareas de fonación sostenida; ya que, sobre todo el Jitter, es muy dependiente del tono y no existen protocolos robustos para su extracción en muestras de habla continua (Parsa y Jamieson, 2001).

Los valores medios de los parámetros Jitter y Shimmer porcentual se sitúan en mujeres en 0.633% y 1,997%, respectivamente y en hombres en 0,589% y 2,523% (MDVP, 2007). Valores por encima de la norma en el parámetro Jitter correlacionan con la evaluación perceptiva de aspereza y de aire en la voz (Deal y Emanuel, 1978; Eskenazi, Childers y Hicks, 1990).

Sin embargo, aunque estos parámetros se han utilizado mucho en el estudio de la voz patológica, Stylianou (2009) puntualiza que la presencia de ciertas fluctuaciones de amplitud y frecuencia otorga naturalidad al sonido, en contraposición con sonidos sintetizados producidos por máquinas y, lo que es más importante, contribuye a la formación de la cualidad del sonido.

Varios estudios han encontrado una alta correlación entre pruebas perceptivas de aspereza, ronquera y sonido aireado en relación al parámetro Jitter (Deal y Emanuel, 1978; Eskenazi et al., 1990).

II. Ruido

En la evaluación de la perturbación del sonido de la voz humana es importante el análisis de sonidos que no se relacionan con la voz pero que aparecen en la emisión, o lo que es lo mismo, el ruido. El ruido es producido por rozamientos del aire en el aparato vocal.

El parámetro más utilizado para la medición del ruido vocal es la ratio armónico-ruido, en inglés, Noise to Harmonic Ratio (NHR). Detecta los componentes inarmónicos de la señal o turbulencias sonoras. NHR mide el ruido global de la señal sonora y se halla por la diferencia media de la energía con componentes inarmónicos entre los 1500 y los 4500Hz con respecto a la energía con componentes armónicos entre los 70 y los 4500Hz. NHR se define como la ratio de energía inarmónica del espectro y correlaciona con medidas perceptivas tanto de aspereza, como de voz aireada (Martin, 1995; Krom, 1995; Kojima, Gould, Lambinanse y Isshiki 1980; Yumoto, Sasaki y Okamura, 1984).

Por último, como complemento del parámetro anterior de medición del ruido, presentamos el VTI, del inglés, Voice Turbulence Index. Este parámetro detecta turbulencias en la emisión. De nuevo es la ratio media entre los componentes de energía inarmónica de altas frecuencias del espectro (entre los 2800 y los 5800Hz) en comparación con la energía armónica de la parte baja del espectro (entre los 70 y los 4500Hz). este índice mide el nivel de energía relativo del ruido de altas frecuencias. Dicho ruido correlaciona con la incompetencia del cierre glótico (An Xue y Deliyski, 2001).

1.5 EVALUACIÓN DE LA CUALIDAD VOCAL

Tradicionalmente, se ha utilizado la evaluación perceptiva de la voz como método de análisis de la globalidad de la voz, es decir, de descripción de la relación de todos los aspectos que participan de ella y trabajan de forma simultánea. La herramienta de evaluación perceptiva, sin duda, más utilizada en el campo de la clínica de la voz, ha sido la escala conocida como GRBAS (Hirano, 1981).

GRBAS es una herramienta diseñada por la Asociación de Logopedia y Foniatría Japonesa para la evaluación perceptiva de la voz (Hirano, 1981). GRBAS es un acrónimo de los términos ingleses para:

- G: grado general de disfonía,
- R: grado de ronquera,
- B: cantidad de aire en la voz
- A: corresponde con la hipofunción de las cuerdas vocales
- S: grado de tensión

Cada ítem se presenta en una escala de 4 puntos donde el valor 0 representa la normalidad, 1 es leve, 2 moderado, y 3 grave. La escala es muy usada en la evaluación clínica como complemento a otro tipo de medidas para determinar la cualidad vocal del paciente aquejado de disfonía.

El valor "G" de esta escala corresponde con la cualidad de voz percibida. Ya que la fonación es una conducta multi-paramétrica, es razonable el uso de un modelo multi-paramétrico, como el DSI, para describir su funcionamiento y no de uno meramente perceptual, pese a su contrastada utilidad en la práctica clínica diaria, como veremos a continuación. Además, las evaluaciones perceptivas no son claras en niveles de disfonía moderados (Awan and Ensslen, 2009) y, por tanto, poco esclarecedoras en sujetos sanos.

Aunque es evidente la importancia de la evaluación perceptiva y su uso ha demostrado una gran utilidad clínica (Orlikoff, 1999), existen otro tipo de medidas del comportamiento vocal que manejan múltiples parámetros de tipo acústico y que

creemos que son más idóneas para establecer diferencias entre sujetos sin patologías, como los cantantes.

La cualidad de un sonido se define como “el atributo que hace que dos sonidos del mismo tono e intensidad suenen diferentes” (Ansi, 1960). El correlato físico de la cualidad del sonido se observa en la distribución de su energía a lo largo del rango de frecuencias (Leino, 2009). Las frecuencias amplificadas forman acumulaciones de energía en forma de picos de resonancia llamados formantes (Fant, 1960), véase figura 22.

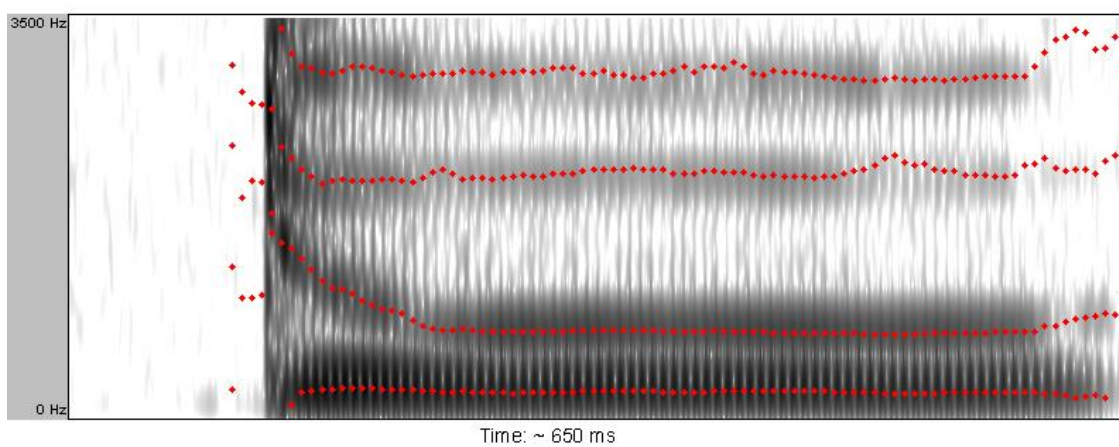


Figura 22. Espectrograma de banda ancha de la vocal /u/ hablada en la que pueden distinguirse claramente los formantes

El tracto vocal actúa como un filtro que permite el paso de determinadas frecuencias, amplificando unas y amortiguando otras.

Aquellos armónicos de la onda de sonido que coincidan en frecuencia con alguna de las frecuencias formantes resultarán amplificados; los armónicos restantes resultan amortiguados. Por otra parte, cuando dos resonancias se acercan, se amplifican mutuamente y a la inversa. Así, dependiendo de la relación que establezcan entre sí los diversos formantes, percibiremos un determinado timbre de voz o cualidad vocal (Fant, 1960). Por tanto, la cualidad del sonido no depende exclusivamente de la fuente sonora o glotis, sino también de la forma que adopte el tracto vocal y los articuladores. A esta colocación la llamamos técnica vocal.

La herramienta que utilizaremos en esta investigación para estudiar la distribución de la energía de la voz del cantaor flamenco se conoce como Long Term Average Spectrum (LTAS).

1.5.1 ANÁLISIS DE LA CUALIDAD A TRAVÉS DEL LONG TERM AVERAGE SPECTRUM

Al analizar las características de la voz en fonación sostenida hablada se observa que los cantantes tienden a colocar su voz de igual forma que al cantar, porque lo que se les pide es que prolonguen una vocal durante, al menos, 5 segundos. Esta tendencia, observada también en Sundberg (1970), imposibilita la comparación fiable entre voz cantada y hablada. Debido a este fenómeno, consideramos más eficaz para estudiar la cualidad vocal de la voz flamenca, hacerlo a través de una metodología que permita el análisis de canciones y textos, como es el LTAS.

LTAS es el cúmulo de múltiples representaciones espectrales simultáneas que refleja tanto las características de la fuente glótica como las de los filtros del tracto vocal (Master, Biase, Pedrosa y Chiari, 2006). El LTAS aporta información sobre la distribución espectral de la señal de la voz en un periodo largo de tiempo, sin que el resultado se vea alterado por las variaciones fonéticas de la canción o del texto que estemos analizando. LTAS es estable para muestras de voz hablada y cantada y, lo que es más importante, es menos dependiente de la frecuencia fundamental y de la intensidad que otras técnicas de análisis (Sundberg, 2001). Este espectro excluye las pausas y las partes sordas de la muestra.

El análisis de LTAS se centra en dos aspectos fundamentales: la forma y tendencia del espectro general y los picos de concentración de energía. La forma general del espectro se analiza según los parámetros de energía e intensidad media del espectro, así como la inclinación espectral, que representa la rapidez con la que disminuye la amplitud de los armónicos. En el estudio de la voz a través de LTAS se han descrito múltiples picos de concentración de energía, que diferencian unas cualidades vocales de otras.

El espectro LTAS también ha sido utilizado para analizar diversas técnicas de colocación del sonido (Feng y Castelli 1996; Titze y Story, 1997; Bjorkner, Sundberg, Cleveland y Stone, 2006; Smith, Finnegan y Karnell, 2005). La frecuencia de las distintas acumulaciones de energía representadas en LTAS que, como vemos en la figura 22, se relacionan con los formantes del sonido, depende de la morfología que adopte el tracto vocal a partir de la posición de los articuladores. Por eso, se puede inferir la colocación de estos a través de la distribución de energías en el espectro (véase figura 23).

El nivel del primer formante es inversamente proporcional a la altura de la lengua respecto al paladar y al grado de apertura mandibular. Cuanto más abierta es la vocal, más alta será la frecuencia de la concentración de F1. F2 dependerá de la zona orofaríngea y se ha relacionado tradicionalmente con la anteriorización o posteriorización de la lengua.

Feng y Castelli (1996) estudiaron la nasalización del sonido analizando el espectro de voces con diferentes colocaciones del tracto faringo-nasal. Vieron cómo, a mayor ensanchamiento del tracto, mayor concentración de energía entre los 300 y los 1000Hz. Sundberg (2001) observó, al mismo tiempo, un descenso en la amplitud de la zona del primer formante como consecuencia del aumento de la apertura de la zona velofaríngea.

Titze y Story (1997) estudiaron la correlación entre el estrechamiento de la región epilaringea y los cambios en el espectrograma de la voz de cantantes, viendo cómo éste tiende a incrementar la energía entre los 2500 y los 3000Hz.

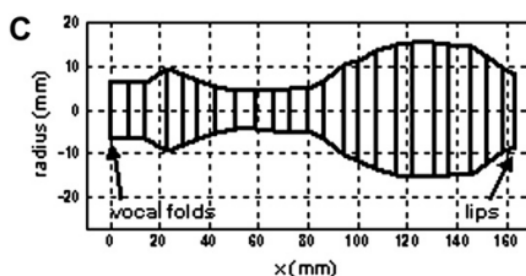


Figura 23. Modelo en 2D del tracto vocal para la estimación del origen del solapamiento de formantes. Extraído de Laukkanen, et al. (2009). Proceedings of the 3rd Advanced Voice Function Assessment International Workshop, 18th-20th May 2009, Madrid, Spain.

La región de frecuencias relacionada con el segundo formante, F2, ha sido relacionada con una cualidad metálica de la voz (Hanayama, Camargo, Tsuji, y Pinho, 2009). Pinho (1998) se refería a la voz metálica como una voz emitida con la laringe en posición alta y constricción aero-epiglótica y faríngea al mismo tiempo.

En contraposición, estudios anteriores han demostrado que un descenso en la zona de F1 y F2 se relaciona con una voz cubierta y operística (Garnier, Henrich, Castellengo, Sotiropoulos y Dubois, 2007; Chuberre 2000, Sundberg, Titze y Scherer, 1993; Stone et al., 2003) y un incremento de amplitud en F2 se corresponde con una posición laríngea alta (Hanayama et al., 2009).

1.5.2 LA EVALUACION DE LAS RESONANCIAS DEL FLAMENCO

Uno de los aspectos de la voz más importantes para un cantante es la resonancia. Una voz resonada es aquella con un amplio contenido armónico, se produce con facilidad, conlleva una sensación de vibración en la máscara y se proyecta bien (Smith, Finnegan y Karnell, 2005).

La onda generada repite el mismo ciclo a intervalos regulares de tiempo, por lo que se llama periódica y, como toda onda periódica, cumple el Teorema de Fourier: está formada por una serie infinita de otras ondas periódicas o armónicos, lo que se denomina serie armónica (Baken y Orlikoff, 2000). Este fenómeno es muy similar al fenómeno que observamos cuando tiramos una piedra al agua. Las ondas que se forman alrededor del lugar donde se produce el impacto guardan una armonía entre ellas y, aunque cada vez más imperceptible, se expanden de forma infinita.

El hecho de que la voz resonada se asocie con un mayor volumen se debe al aumento de energía que se produce entre los 2kHz y los 4kHz, intervalo de frecuencias en el que el oído humano es más sensible (Jackson Menaldi, 1992).

Aunque la voz resonada popularmente se asocia a un mayor volumen o intensidad del sonido, en realidad hace referencia a una producción vocal fácil y vibrante que no se ve restringida en intensidades bajas (Verdolini, et al. 1994). El tenor Alfredo Kraus explica muy acertadamente este aspecto durante una entrevista:

*“Es como un sonido, por ejemplo, un golpe sobre la mesa (da un golpe sobre el piano)...
Este golpe, seco, puede tener más volumen que el sonido éste (toca Re en el piano).
Tiene más volumen, pero tiene menos frecuencias; por lo tanto, corre menos”.*

Tradicionalmente, el flamenco ha sido interpretado sin el uso de amplificadores; los cantes sin guitarra interpretados al aire libre, durante el trabajo o como manifestación religiosa, como los cantes de trilla, los martinetes o las saetas, tienen raíces muy antiguas y ondas en la historia del flamenco. Los flamencos buscan la inteligibilidad del sonido, la naturalidad en la articulación donde el mensaje juega un papel principal (Mora, et al., 2010).

Los cambios en la resonancia durante el canto y el habla han sido objeto de estudio de muchas investigaciones (Sundberg, 1979; Bloothoof y Plomp, 1984; Fowler y Brown, 1997; Titze, 2000). El estudio de las resonancias de la voz habla de cualidad, ya que existen muchas formas de lograr una emisión resonada.

La cualidad vocal deseada en cada estilo musical requiere a veces niveles dinámicos muy elevados y ciertas características resonanciales de escuelas técnicas muy específicas (Sabol, Lee, y Stemple, 1995), como la escuela flamenca. Al respecto, en esta misma entrevista, el tenor menciona la impostación o tipo de resonancia usada en el cante flamenco:

“he encontrado una afinidad con los flamencos, porque la técnica que yo empleo (...) está basada en la naturalidad de ciertos sonidos. De hecho, el sonido que está más cerca de los resonadores de la máscara-caja de resonancia que forman los huesos que están alrededor de la nariz, por tanto, más cerca del oído, es el de la vocal /i/ (...) al igualar los sonidos con el sonido de la /i/, vamos a obtener las mismas vibraciones. Entonces se habla de qué homogéneo es el color de esa voz” (Gamboa, 2005, p.497). (Ver Figura 24)

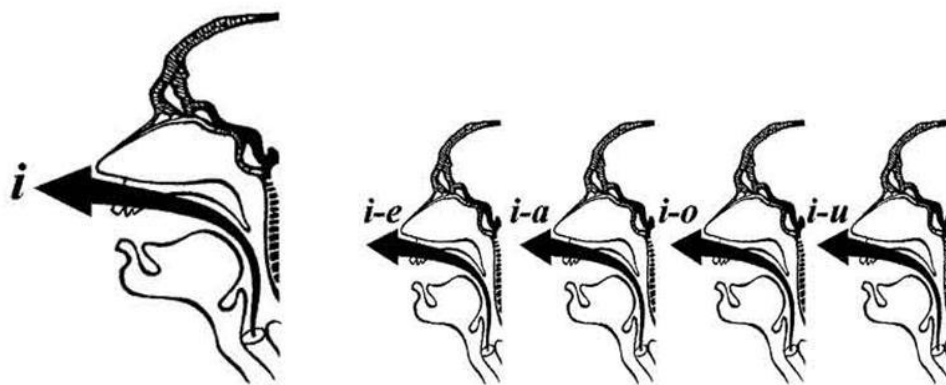


Figura 24. Metáfora visual de la técnica de la /i/. Extraído de Bañó, 2003, p. 48.

Con el fin de identificar el tipo de resonancia en el flamenco vamos a exponer a continuación una serie de medidas de cualidad de la resonancia vocal que hemos tenido en consideración en este trabajo.

a.El Formante del cantante

En el estudio de las resonancias de la voz cantada, los trabajos más trascendentes están liderados, sin duda, por Sundberg quién, en el año 1971, observó una concentración de energía en las voces de los cantantes de ópera, alrededor de los 3KHz a la que denominó formante del cantante (FC) (Sundberg, 1974).

El fenómeno del FC se configura por el solapamiento del tercer, cuarto y quinto formante alrededor de los 3KHz. Este agrupamiento se produce por variaciones en la forma del tracto vocal (Lundy, Roy, Casiano, Xue y Evans, 2000); de hecho, determinadas zonas del tracto vocal están implicadas en la articulación del FC (Sundberg, 1974).

La explicación fisiológica de este fenómeno está relacionada con la postura del tracto vocal, es decir, se logra a través de un descenso de la laringe y un ensanchamiento de la laringo-faringe. Esta correlación fisiológico-acústica se traduce en un aumento de la energía de la voz del cantante en determinadas zonas de su espectro vocal. Así es como los cantantes de ópera potencian su voz y enriquecen de armónicos su timbre. De hecho, FC ha sido observado como fenómeno de la voz cantada mayoritariamente en

cantantes de ópera (Millhouse y Clermont, 2006; Weiss, Brown y Morris, 2001; Sundberg, 2001). Véase un ejemplo del fenómeno del FC en Luciano Pavarotti interpretando el aria “nessum dorma” de Puccini en un teatro sin el uso de amplificación:

 Nessun dorma de Pavarotti

(Pista 10 CD-ROM)

Factores como la técnica vocal utilizada, la frecuencia fundamental, la intensidad y la articulación interactúan con la señal de FC, de manera que lo que se detecta es un tipo de resonancia específica. Es por esto que Omori, Kacker, Carroll, Riley y Blaugrund (1996) propusieron crear un parámetro cuantitativo que fuera capaz de captar, en cantantes de cualquier clasificación vocal, la existencia y calidad de la resonancia (ver figura 25). A dicho parámetro lo llamó, SPR, del inglés, Singing Power Ratio.

b.Singing Power Ratio

El parámetro SPR proporciona un método alternativo de investigación que nos ayudará a discriminar las habilidades fisiológicas de cantantes al hablar y al cantar, a través de la cuantificación de las resonancias.

SPR se corresponde con la calidad de la resonancia de la voz cantada (Lundy et al., 2000; Osinski, 2014) y cuantifica la calidad vocal o timbre, teniendo en cuenta, no la frecuencia, sino la configuración supra-glótica del tracto vocal (Omori, 1996; Watts, 2006). Tampoco se verá influido por la intensidad, ya que, en vez de medidas absolutas, se calcula la ratio en decibelios (Lundy et al., 2000). SPR no depende del sexo ni del rango vocal, al contrario que ocurre con el SF que se atenúa en cantantes soprano (Sundberg, 2009).

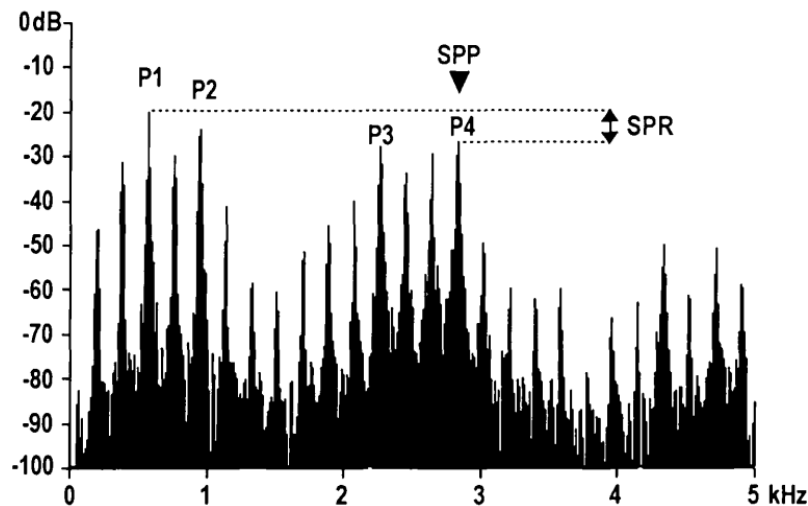


Figura25. Cálculo de SPR en el espectro de distribución de frecuencias de la vocal /a/ cantada siendo P1 y P2 los picos armónicos de 0 a 2kHz; P3 y P4 de 2 a 4kHz y SPP el pico armónico coincidente con el formante del cantate. Extraído de Omori et al. (1996)

El parámetro SPR es aplicable a la fonación sostenida en voz hablada y cantada, ya que establece el cálculo de intensidades en un punto del tiempo concreto de la fonación. Valores bajos en el SPR indican mayor energía en los armónicos más altos, condición que se dice que mejora la riqueza y la percepción de voz timbrada, por lo que influye en la percepción de la cualidad vocal de manera positiva (Osinski, 2014). Omori et al. (1996) encontraron que el SPR diferenciaba entre la voz hablada de cantantes y no cantantes, lo cual indica que es una medida objetiva para representar las características acústicas de la voz cantada (Lundy et al. 2000).

SPR correlaciona directamente con la intensidad del FC (De Rosa, 2013). Esta concentración de frecuencias no solo se ha identificado en voces líricas, donde la técnica utilizada produce una resonancia capaz de ser escuchada por encima de una orquesta, sino también en otras voces con diferentes técnicas de entrenamiento como el teatro musical. El SPR ha demostrado una alta correlación con las evaluaciones perceptivas y la amplitud de la tesitura (Cesari, Iengo et Apisa, 2013).

c.El formante del actor

El formante del actor (FA), definido por Leino et al. (2009), es una concentración de energía cerca de los 3400Hz, aproximadamente 1KHz mayor que el FC y de una intensidad más débil. El FA se encuentra comúnmente en “voces buenas” de cantantes, actores o locutores de radio (Acker, 1987; Nawka, 1997; Cleveland et al., 2001; Pinczower y Oates, 2005; Leino, 2009;).

Una voz resonada puede lograrse de distintas formas; la técnica utilizada para lograr el aumento de energía en la zona del FA es, sin duda, distinta a la utilizada para aumentar la energía en la región del FC. Existen varios estudios que demuestran que una voz puede ser resonada sin necesidad del uso de técnicas de evocación del FC. Por ejemplo, Cleveland et al. (2001), estudiaron el espectro de cantantes de música country. Por un lado, no encontraron prácticamente diferencias espectrales entre las muestras de voz cantada y las muestras de voz hablada y, por otro lado, dicho espectro se caracterizó por la aparición de un ligero aumento de energía entre los 3 y los 4 KHz. Los autores relacionan esta distribución de energía con el formante del actor. Véase un ejemplo del uso del FA en Lawrence Olivier en la película Enrique V (1994):

 Interpretación de Lawrence Olivier

(Pista 11 CD-ROM)

En otro estudio, Acker (1987) observó, en un grupo de actores americanos, en emisiones percibidas como “fuertes y timbradas”, que aparecía una bajada sutil de la curva espectral y una mayor concentración de energía en 1.3, 2 y 3.6KHz. Paralelamente comprobó, a través de rayos-X, una mayor apertura mandibular, una laringe más alta y un mayor espacio oro-faríngeo, que en el resto de emisiones.

También Nawka (1997) identificó, en el espectro vocal de actores alemanes, un incremento de la energía entre los 3150 y los 3700Hz hercios, que podría estar relacionado con una calidad vocal “fuerte y brillante”.

d. Otras medidas de proyección vocal

Thorpe et al. (2001), desarrollaron un método a través de la comparación la energía media de la banda comprendida entre los 0 y los 2kHz con la correspondiente a los 2-4kHz en el espectro LTAS. Cuanto menor es la diferencia entre ambas, mayor era la proyección vocal.

Pinczower and Oates (2005), estudiaron voces de actores australianos, analizando las características acústicas que diferencian una voz proyectada cómodamente de una voz proyectada al máximo. Los autores diferenciaban ambos tipos de proyección pidiendo a los sujetos que, en la proyección cómoda, imaginaran que estaban frente a una pequeña audiencia y, en la proyección máxima, imaginaran que estaban en un teatro de 800 butacas sin amplificación si bien la declamación no debía de ser gritada. En voces con máxima proyección, observaron un aumento de energía entre los 2 y los 4kHz en comparación con la zona baja del espectro (de 0 a 2kHz).

Garnier, Henrich, Castellengo et al. (2007) estudiaron los cambios en la cualidad vocal cuando se producía un decremento de energía en la banda 2-4kHz, tal y como ilustra la figura 26. Este decremento de energía se relacionaba con un timbre opaco y bostezado.

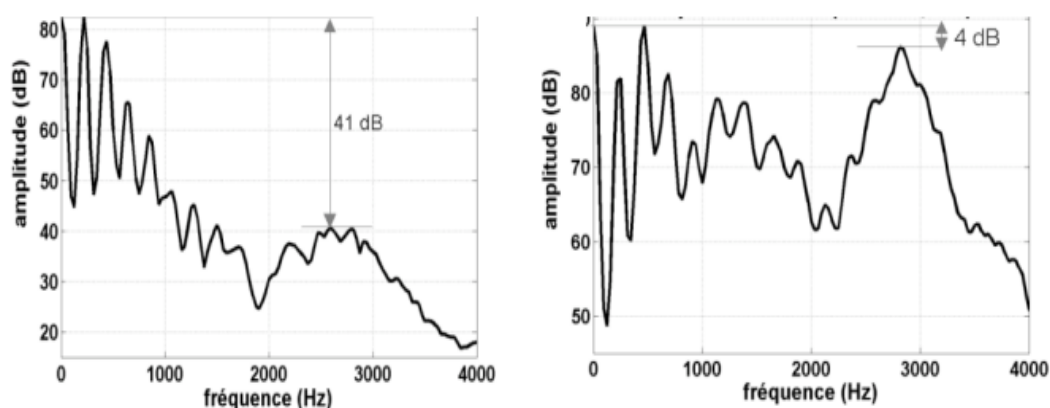


Figura 26. Comparación de espectrogramas de la primera frase de la canción "Ave María" de voz opaca y brillante. Extraído de Garnier, Henrich, Castellengo et al. (2007)

1.6 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA VOCAL: medidas multiparamétricas

Los cantantes están acostumbrados a utilizar su voz de distintas maneras para interpretar estilos musicales diferentes. Encontramos numerosas referencias en la literatura flamenca de las cualidades vocales que un cantaor debe tener. Un estilo musical como el flamenco requiere un manejo especial de la voz a altos niveles de esfuerzo e intensidad, lo que produce mucho estrés en el aparato vocal.

La profesionalización del cantaor flamenco data de mitad del siglo XIX, cuando se produce la conquista de nuevos escenarios en derivación hacia un público más numeroso, o sea, el espectáculo como masificación y comercialización plena (Blas Vega, 2007). Las exigencias del profesionalismo, unidas a una higiene vocal muy pobre y a prácticas poco saludables, han llevado al flamenco a desarrollar una auténtica escuela de voces quebradas y poco longevas.

Un manejo eficiente del sistema fisiológico vocal se entiende por el uso equilibrado del aire, la actividad de los músculos laríngeos y la colocación supraglótica de los tonos (Stemple, 1993).

Para Schutte (1984), la eficiencia de los mecanismos vocales, en términos de energía, parece ser secundaria si lo que se pretende es lograr una determinada cualidad vocal. Por eso, como parte de nuestro trabajo hemos querido incluir la evaluación de la eficiencia vocal del cantaor y contrastarla con el funcionamiento vocal de cantantes de música clásica.

Las patologías de los pliegues o cuerdas vocales generan lo que se conoce como disfonía, un cambio en la cualidad de la voz. La disfonía se define como la alteración de cualquiera de los tres parámetros acústicos de la voz: intensidad, tono o timbre. En todos los trastornos vocales se ven alterados en mayor o menor medida los tres aspectos (Awan and Ensslen, 2010).

Las disfonías se dividen clásicamente en funcionales y orgánicas. Aunque lo más frecuente es que se asocien factores funcionales y orgánicos, podemos decir que en las funcionales domina el uso inadecuado del aparato vocal, ya sea por hiper-funcionalidad o por hipo-funcionalidad, y que, en las disfonías orgánicas, el aspecto fundamental es

una lesión objetivable. Sea cual sea la causa de la disfonía, se presenta a modo de síntoma y limita el funcionamiento vocal (Borragán, 1994).

Una medida que engloba el carácter multidimensional de la naturaleza de la voz es el índice de severidad de la disfonía (Dysphonia Severity Index, DSI), propuesto por Wuyts et al. (2000), como método cualitativo que correlaciona directamente con la escala G del GRBAS (Hirano, 1981), que ha sido la escala de evaluación perceptiva más utilizada en la clínica de la voz.

El DSI, sin embargo, hace uso de la combinación de distintas medidas de la voz que pueden obtenerse de procedimientos de evaluación, tales como el perfil del rango vocal y medidas básicas acústicas y aerodinámicas, como la frecuencia fundamental más alta (F0.máx) en hertzios, la intensidad más baja (I.lmín.) en decibelios, el tiempo máximo de fonación (TMF) en segundos y el Jit%; todos ellos, en contraposición con la escala GRBAS, son parámetro objetivos. La fórmula del DSI queda especificada de la siguiente manera:

$$DSI = 0.13 \times TMF \text{ (segundos)} + 0.0053 \times F0.máx \text{ (Hz)} - 0.26 \times I.lmín. \text{ (dB)} - 1.18 \times Jit.\% + 12.4$$

Esta fórmula se creó a través de la correlación de los resultados del estudio realizado por Wuyts et al. (2000) con 387 sujetos con el valor "G" de la escala de evaluación perceptiva de Hirano. Estudios más recientes han demostrado esta relación directa (figura 27).

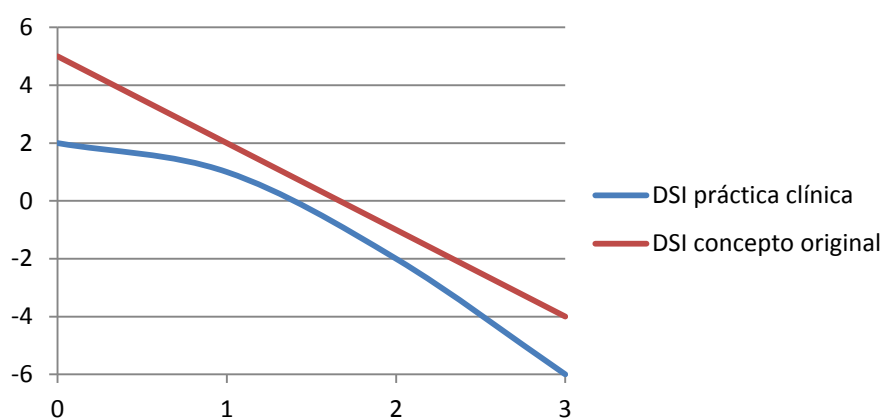


Figura27. Relación entre DSI y G (GRBAS) en los trabajos de Wuyts et al., 2000(n=387) y 2010 (n=1765). El error de correlación calculado para el DSI es de 0.6 (extraído de Maryn, De Bodt y Roy, 2010)

Uno de los parámetros acústicos que se incluyen en este índice, el Jit.%, refleja la perturbación de la voz en cada ciclo glótico. Es una medida que cuantifica irregularidades menores de los pulsos glóticos de forma objetiva. Lo que nos indica esta medida es la estabilidad de la vibración de las cuerdas vocales (Lieberman, 1963; Orlikoff y Baken, 1990).

Se han encontrado resultados contradictorios en la literatura sobre el efecto de la frecuencia fundamental en el Jitter. Como Jitter es una medida relativa expresada en porcentajes, no está influida por la frecuencia fundamental (Radionoff 1996,) aunque sí por las variaciones en el tono.

En cuanto a la evaluación aerodinámica, se asume que en la mayoría de las disfonías existe una reducción del TMF, especialmente en aquellas que están producidas por una incompetencia del cierre glótico. Esta es la razón por la que este parámetro se incluye en el cálculo del DSI. Según Hirano (1981), los varones tienen un TMF medio de 25-35 segundos y las mujeres de 15-25 segundos. Clínicamente, unos valores por debajo de 10 segundos se deben considerar patológicos.

El DSI tiene una relación inversa con el grado de la disfonía. Un DSI de +5 indica una voz normal y de -5 una disfonía severa. Las puntuaciones pueden exceder estos valores en el caso de voces que sean excelentes o extremadamente malas. Sin embargo, el índice DSI no sólo ha sido aplicado a voces patológicas, sino que también ha sido utilizado como herramienta de evaluación para la medición de la eficacia de tratamientos. El punto de corte de las voces normales se sitúa en +1.6, dándole un rango también a las voces sanas.

Timmermans et al. (2005) utilizaron DSI para medir la mejora en la voz de un grupo de estudiantes sometidos a un entrenamiento vocal en relajación, postura, patrones respiratorios y articulación, encontrando un aumento del DSI de 2.3 a 4.5 puntos tras la instrucción.

El DSI no establece diferencias entre sexos, siendo los valores medios de mujeres con voces normales de 4.3 y de hombres de 3.8 (Hakkesteeft et al., 2006). Sin embargo, en un estudio reciente, Jayakumar y Savithri (2012) encontraron efectos significativos del

sexo en los parámetros del DSI en población asiática no patológica, que los atribuyeron a diferencias geográficas y étnicas con respecto a la población occidental.

Tanto en cantantes como en no cantantes se ha demostrado la existencia de una relación nuevamente inversa del DSI con la edad en ambos sexos, esto es, a medida que aumenta la edad, el DSI disminuye, debido a la reducción, tanto de la medida de tono, $F0_{hi}$, como de la intensidad más baja alcanzada, I_{low} (Hakkesteegt et al., 2006; Berghs, Creylman, et al., 2013). Sin embargo, no encontramos valores normativos en voces ancianas ni en voces de niños, por lo que en este estudio se ha contado sólo con adultos.

El entrenamiento vocal ha demostrado cambiar la morfología y el control de la fuente del sonido. Entre los cantantes se han realizado estudios tratando de constatar cómo afecta el entrenamiento vocal al DSI y a sus parámetros (Awan and Ensslen, 2009; Sulter et al., 1995; Ravikumar, Prakash, et al., 2014). Por un lado, se ha especulado acerca de la relación que el uso de la voz en los cantantes pudiera tener en la capacidad de oscilación de las cuerdas vocales a tonos más bajos ($I_{mín.}$), en el aumento del control respiratorio y, por tanto, del TMF o del RMFF, que afectaría directamente el $F0_{máx.}$ (Gould, 1977; Watson and Hixon, 1985; Titze, 1994; Murbe, Sundberg, et ál., 1996). Por otro lado, se ha detectado la necesidad de crear medidas normativas específicas de DSI para cantantes. En el trabajo de Shaheen et al. (2009) quedan establecidos valores de DSI en cantantes entrenados y no entrenados. Encontraron que el entrenamiento incrementaba el índice hasta en 2.48 puntos.

2.OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Este trabajo ha surgido de la motivación de profesionales de la investigación en psicología de la salud, expertos en voz y logopedia y profesionales del flamenco. En primer lugar, quiero subrayar que la pretensión fundamental que ha motivado este trabajo de investigación es el tratamiento de la voz flamenca como objeto de estudio. Aunque pueda parecer obvia esta afirmación, la voz flamenca nunca antes ha sido descrita en términos acústicos, aerodinámicos o conductuales, es decir, desde el campo de la salud vocal, por lo que podemos decir que este trabajo es pionero en cuanto a su planteamiento. Por tanto, el objeto de esta investigación es la voz del cante flamenco y el objetivo analizarla desde el campo de la salud vocal desde la una perspectiva científica.

Como investigadora del campo de la salud, me corresponde describir los aspectos relacionados con los medios específicos de expresión del cante flamenco, esto es, la voz de cantaor, desde una perspectiva bio-psico-social. El estudio de la voz supone el estudio de múltiples variables, ya que la voz es un sistema muy complejo en el que están implicados muchos otros sistemas corporales.

Lo que supone estudiar la voz desde la perspectiva bio-psico-social es atender a variables de naturaleza muy distinta; desde el funcionamiento del aparato fonador y del cuerpo del cantaor, de las sensaciones y percepciones que el cantaor tiene sobre su propia voz, de los hábitos vocales que desarrolla, de cómo organiza su práctica, cómo utiliza su voz al cantar, cuáles son las repercusiones que esta técnica y profesión tienen sobre la salud de los cantaores, etc. Estudiar variables de distinta naturaleza como las mencionadas requiere de una metodología multidisciplinar.

Por tanto, manteniendo esta visión multidisciplinar, nuestro objetivo ha sido estudiar la caracterización del cante flamenco, tanto a nivel conductual, como acústico y aerodinámico, mediante su comparación con cantantes clásicos, cuyo estilo requiere una gran preparación técnica y sobre los cuáles existe un cuerpo de investigación desde los últimos veinte años cada vez más abundante y prolijo, que nos ayudará a establecer dichas comparaciones de forma rigurosa.

Estudio 1. HÁBITOS Y CONDUCTAS VOCALES: El cuidado de la voz entre los cantaores flamencos

Comprender la naturaleza del estado de salud vocal de un cantante supone una investigación profunda acerca de los factores de riesgo y de protección a los que se expone diariamente. En este estudio nos acercamos al cantaor flamenco y a su realidad vocal, enfrentándonos al hecho de que no existen auto-informes sobre voz cantada para individuos sanos. Por tanto, nuestro objetivo en este estudio es doble:

Objetivo 1. Determinar las conductas de protección, hábitos de higiene, usos y sintomatología percibida en voz cantada y hablada de un grupo de cantaores flamencos.

Objetivo específico 1.1. Construir una herramienta de autoinforme, EHVOCAN (*Cuestionario de Hábitos Vocales para Cantantes*) con variables paramétricas y no paramétricas.

Objetivo específico 1.2. Realizar un análisis factorial de las variables no paramétricas de EHVOCAN para la extracción de puntuaciones factoriales y generales.

H₀: Se obtendrán puntuaciones factoriales y generales que nos ayudarán a obtener información respecto a la sintomatología en voz cantada, hablada y respecto a los hábitos vocales.

Objetivo 2. Crear un perfil vocal de factores de riesgo y protección propios del cantaor flamenco.

Objetivo específico 2.1. Realizar un análisis comparativo del grupo experimental flamenco y un grupo control de cantantes de música clásica en las variables paramétricas de EHVOCAN.

H₁: El grupo flamenco obtendrá puntuaciones más elevadas en todas las variables relacionadas con factores de riesgo.

H₂: El grupo control obtendrá puntuaciones más elevadas en variables relacionadas con factores de protección, como asistencia a clases de técnica vocal, conocimiento del propio registro vocal.

Objetivo específico 2.2. Llevar a cabo una comparación entre el grupo flamenco y un grupo control de cantantes de música clásica en síntomas percibidos en voz hablada y cantada y en hábitos vocales.

H₃: El grupo flamenco obtendrá puntuaciones más elevadas que el grupo control en la mayoría de los factores de sintomatología en voz hablada.

H₄: El grupo flamenco obtendrá puntuaciones en todos los factores relacionados con sintomatología percibida en voz cantada del cuestionario.

H₅: El grupo flamenco obtendrá puntuaciones más elevadas que el grupo control en más de la mitad de los factores relacionados con hábitos vocales.

Objetivo específico 2.3. Analizar las funciones canónicas discriminantes de las puntuaciones generales del cuestionario en ambos grupos, flamenco y clásico.

H₆: EHVOCAN ofrece puntuaciones generales diferenciales de cantantes de música clásica y cantaores flamencos.

Estudio 2. Evaluación de eficiencia vocal del cantaor flamenco a través del índice DSI

El propósito de este estudio ha sido el de comparar dos grupos de cantantes de diferentes estilos, como es el flamenco y el canto clásico, en el índice de severidad de la disfonía (DSI) y las medidas que lo componen.

Objetivo 1: Comparar las puntuaciones obtenidas en DSI por el grupo flamenco con las obtenidas por un grupo control de cantantes de música clásica y con las puntuaciones normativas.

H₀: El grupo flamenco obtendrá valores de rendimiento vocal más bajos que el grupo control.

H₁: El grupo flamenco obtendrá valores de rendimiento vocal similares a la media normativa en población normal (no patológica).

Objetivo 2: Analizar el rendimiento vocal comparando entre el grupo flamenco y el grupo control los parámetros que componen DSI por separado: Frecuencia máxima de fonación (F0.hi), Jit.%, tiempo máximo de fonación (MPT) e intensidad mínima de fonación (I.low).

H₂: el grupo flamenco obtendrá valores más elevados de Jit.% que el grupo control.

H₃: El grupo control obtendrá valores más elevados de intensidad mínima de fonación que el grupo experimental flamenco.

H₄: El grupo control obtendrá valores más elevados de tiempo máximo de fonación que el grupo experimental flamenco.

H₅: El grupo control obtendrá valores más elevados de frecuencia máxima de fonación, que el grupo experimental flamenco.

Estudio 3. AERODINÁMICA DE LA VOZ FLAMENCA: comparativa entre cantantes clásicos y cantaores flamencos

En este estudio hemos realizado una evaluación aerodinámica de la voz de un grupo de cantaores flamencos comparándolos, de nuevo, con un grupo control de cantantes de música clásica con los siguientes objetivos:

Objetivo 1: Determinar y comparar en ambos grupos el tiempo máximo de fonación con emisión de la vocal /a/ y sin emisión de sonido, utilizando la consonante /s/.

H₀: el grupo flamenco obtendrá un TMF sin emisión menor al del grupo control.

H₁: el grupo flamenco puntuará menos en el TMF con emisión que el grupo control.

Objetivo 2: Extraer, de los datos recabados anteriormente, el cociente fono-respiratorio de ambos grupos y hacer comparaciones con la población normal y entre grupos.

H₂: El grupo flamenco obtendrá un cociente fono-respiratorio más bajo que el grupo control.

H₃: Ambos grupos obtendrán un cociente fono-respiratorio equivalente a los valores no patológicos normativos.

Estudio 4. Características acústicas del cante flamenco: parámetros de frecuencia, perturbación y ruido en fonación sostenida hablada y cantada

Analizar los parámetros acústicos de muestras de fonación sostenida cantada de diferentes vocales, de un grupo de cantaores flamencos divididos por sexos y establecer comparaciones con una muestra de cantantes de música clásica.

Objetivo 1: Comparar tanto la extensión como la localización del RMFF de hombres y mujeres de cada grupo.

H₀: El RMFF en hombres flamencos tendrá menor extensión que en los hombres del grupo control y su localización será similar.

H₁: El RMFF en mujeres flamencas tendrá menor extensión que en mujeres del GC y también distinta localización, situándose las mujeres del GC por encima en el rango de frecuencias.

Objetivo 2: Observar la presencia y niveles de perturbación de frecuencia y amplitud, estableciendo una comparativa entre cantaores flamencos y cantantes de música clásica en voz cantada.

H₂: El grupo flamenco obtendrá mayor Jit.% que el grupo control, tanto en hombres como en mujeres.

H₃: El grupo flamenco obtendrá mayor Shi.% que el grupo control. En concreto, entre las mujeres, ya que Shimmer se ve influido por la frecuencia y las mujeres clásicas y flamencas utilizan tonos muy distintos.

Objetivo 3: Observar la presencia, niveles y tipo de ruido en la emisión vocal en fonación sostenida cantada, de un grupo de cantaores flamencos en comparación con un grupo de cantantes de música clásica.

H₆: El grupo flamenco obtendrá mayor NHR que el grupo control, tanto en hombres como en mujeres.

H₇: El grupo flamenco obtendrá mayor cantidad de ruido armónico y turbulento (VTI) que el grupo control clásico en ambos sexos.

Estudio 5. LAS RESONANCIAS DEL FLAMENCO: un estudio comparativo entre cantaores flamencos, cantantes líricos y no cantantes

Con este trabajo pretendemos indagar acerca del **tipo de resonancia vocal** utilizada en la voz flamenca y su relación con la voz hablada a través de un indicador objetivo, como es el Singin Power Ratio (SPR):

Objetivo 1: Analizar acústicamente la medida SPR de cantaores flamencos, cantantes clásicos y un grupo de no cantantes en una tarea de fonación sostenida hablada.

H₀: La voz del grupo flamenco y del grupo clásico tiene más resonancia que la del grupo de no cantantes en fonación sostenida hablada.

Objetivo 2: Analizar acústicamente la medida SPR de cantaores flamencos, cantantes clásicos y un grupo de no cantantes en una tarea de fonación sostenida cantada.

H₁: El grupo flamenco obtendrá las mayores medidas de resonancia en la tarea de /i/ cantada, seguido del grupo clásico y del grupo de no cantantes.

H₂: Tanto el grupo flamenco como el clásico puntuarán por encima del grupo de no cantantes en todas las pruebas de fonación sostenida cantada.

H₃: Las menores puntuaciones en los tres grupos se encontrarán en la fonación sostenida de /u/.

H₄: La resonancia de cada vocal sólo variará en función del sexo en el grupo de mujeres clásicas.

Estudio 6. La cualidad de la voz flamenca: evaluación de la voz hablada y cantada a través del espectro LTAS

En este trabajo vamos a analizar la cualidad vocal de un grupo de cantaores flamencos en pruebas de habla y cante continuado, a través de diversas medidas extraídas del LTAS:

Objetivo 1: Analizar la voz hablada en un grupo de cantaores flamencos comparado con cantantes de música clásica, a través de la metodología LTAS.

H₀: La distribución de energía del espectro de los cantaores flamencos será similar a la del grupo control en todas las zonas del espectro, salvo en la zona de altas frecuencias en la tarea de voz hablada.

H₁: La cantidad de energía del espectro de voz hablada será mayor en el grupo experimental flamenco que en el grupo de cantantes clásicos.

H₂: Los parámetros de cualidad vocal hablada en ambos grupos serán similares.

Objetivo 2: Comparar el análisis de la voz cantada de un grupo de cantaores flamencos con otro de cantantes de música clásica, a través de la metodología LTAS, para buscar los correlatos fisiológicos relacionados con la técnica vocal utilizada en los cantaores flamencos en comparación con el grupo control.

H₃: La distribución espectral de la energía cambia en función del grupo en la tarea de voz cantada.

H₄: En el grupo flamenco no aparecerá el fenómeno del formante del cantante (FC) mientras que en el grupo control sí.

H₅: En el grupo flamenco aparecerá el fenómeno del formante del actor (FA) mientras que en el grupo control no.

H₆: En ambos grupos aparecerán indicadores de resonancias que seguirán patrones de distribución diferentes.

H₇: El espectro en voz cantada de los cantaores flamencos tendrá mayor cantidad de energía en la zona de altas frecuencias que el espectro de los cantantes clásicos.

3.MÉTODO y RESULTADOS

Estudio 1. HÁBITOS Y CONDUCTAS VOCALES: El cuidado de la voz entre los cantaores flamencos

MÉTODO

Participantes

Nuestro principal objetivo es el estudio del grupo de cantaores flamencos en relación a los factores anteriormente citados. Teniendo en cuenta que el cuestionario EHVOCAN está dirigido exclusivamente para cantantes, se decidió utilizar un grupo control compuesto por cantantes de música clásica occidental. En este estudio participaron 94 cantantes divididos en dos grupos: *a*) Grupo Experimental Flamenco (GEF), compuesto por 48 cantaores reclutados en la fundación Cristina Heeren de arte flamenco de Sevilla, en la escuela de flamenco “El Garrotín” y en la escuela de flamenco “Reina Sofía”, ambas de Granada y *b*) Grupo Control (GC), constituido por 46 cantantes clásicos de los conservatorios Victoria Eugenia y Ángel Barrios de Granada, Cristóbal de Morales de Sevilla y del conservatorio superior de música de Málaga. Ambos grupos se equilibraron en sexo, edad y años de dedicación, así como en grado de profesionalidad (véase la distribución de la muestra en la figura 20). En este sentido, incluimos cantantes que aspiran a ser profesionales, aficionados y personas dedicadas profesionalmente al canto en igual proporción en ambos grupos. Del mismo modo, incluimos cantantes con distinto bagaje en la práctica, desde más de 20 años de dedicación a tan sólo un estilo.

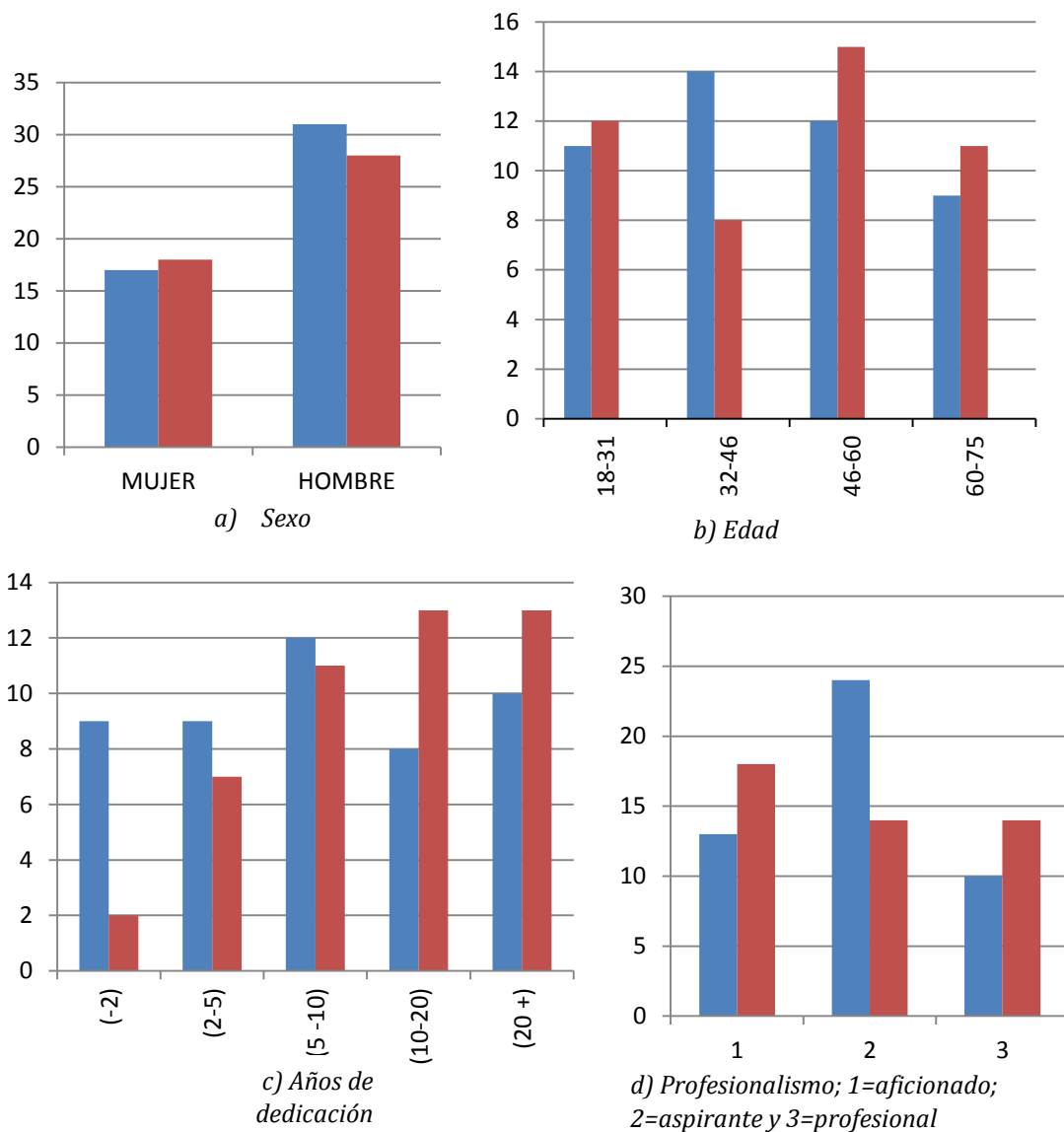


Figura 28: Distribución de la muestra siendo ■ el Grupo Experimental Flamenco y ■ el Grupo Control

Procedimiento y descripción del Instrumento

Comenzamos con la obtención del consentimiento de los participantes (ver apéndice 4) y se les informó sobre la utilización de sus datos personales. Posteriormente se procedió a la cumplimentación del cuestionario *EHVOCAN* (ver apéndice 2) por los propios sujetos, en presencia de la investigadora. Se estableció un tiempo máximo de 15 minutos para cumplimentar el cuestionario.

EHVOCAN es un cuestionario de 65 ítems dividido en:

Síntomas y hábitos:

Ítems presentados en tablas, una tabla para la sintomatología percibida en la voz cantada, otra para la voz hablada y una para los hábitos vocales; todas ellas con cinco alternativas de respuesta en una escala de frecuencias que va desde nunca, muy poco, algo, bastante hasta mucho (véase apéndice 2). A continuación, se presenta una breve justificación sobre la elección de las variables de cada apartado, según la bibliografía consultada:

- ❖ *Sintomatología hablada y cantada:* La etiología de un trastorno vocal puede deberse a la manera de cantar, pero también a la manera de hablar del paciente. Sataloff, Spiegel y Hawkshaw (1991) encontraron que la disociación entre la técnica vocal utilizada en la voz hablada y en la voz cantada es común en cantantes con problemas vocales. Las prácticas de abuso de la voz hablada y cantada son la etiología más común en cantantes con nódulos (Hogikyan, Appel, Guinn, y Haxer, 1999). Teniendo en cuenta las repercusiones que el uso de la voz hablada tiene en la salud vocal del cantante, hemos querido sondear la sintomatología percibida por los cantantes de su voz hablada y cantada por separado. Para esto hemos adaptado la escala de síntomas sensoriales de Cooper (Cooper, 1973).
- ❖ *Hábitos, conductas y usos:* Basándonos en el paradigma evaluativo de Sataloff (1984), hemos incluido, en este apartado de hábitos, conductas y usos de la voz, la exposición a irritantes, las conductas de higiene y de abuso, las condiciones técnicas y ambientales durante las prácticas y el tipo de entrenamiento técnico específico. En este apartado se han incluido conductas como cantar imitando a otros o fuera del propio registro vocal. Esta conducta genera sobrecarga vocal y desajuste de las resonancias (Cobeta et al, 2013); por ello hemos querido incluir estas y otras conductas propias del cantante.

Cuidados, historia clínica y conductas vocales

Ítems de tipo verdadero-falso, de respuesta múltiple y datos cualitativos. En este apartado se indaga sobre:

- ❖ *Historia del cantante:* La edad es una variable determinante para el aprendizaje del canto y para el estado de la voz (Sataloff, 1991). También, el entrenamiento vocal puede producir desajustes vocales. Por ejemplo, cuando el cantante aprende determinada melodía lo hace por oído, a diferencia del lírico, que interpreta obras escritas. Esta diferencia supone de antemano un factor de riesgo, porque el cantante está tentado a imitar lo que ha oído en vez de recrearse en la melodía. Incluimos también los años de dedicación, el estilo musical que se interpreta, si se ha asistido a clases técnicas y si se conoce la tesitura de la propia voz. El uso de técnicas vocales inadecuadas en los primeros años de práctica también ha sido sondeado en este apartado.
- ❖ *Cantidad y distribución de la práctica:* En este apartado queda establecida la frecuencia y distribución de la práctica semanal, con el fin de detectar hábitos de abuso vocal. El abuso o la falta de descanso vocal producen fonotraumatismos debidos a fuerzas de colisión vibratoria en la producción del sonido. También se sondea acerca de los primeros años de práctica, ya que muchos cantantes amateur, sin una guía, desarrollan técnicas erróneas difíciles de corregir (Haben y Michael, 2012).
- ❖ *Historia clínica:* La función respiratoria es de gran importancia para un cantante; sin embargo, todo el sistema corporal afecta a la voz (Sataloff, 1991). En este apartado se contemplan trastornos médicos que afecten de manera indirecta a la voz, así como el consumo de medicamentos o sustancias como la cafeína, el alcohol o el tabaco (Benninger, Jacobson y Johnson, 1994). Desajustes hormonales (Abitbol y Abitbol, 2000); problemas musculoesqueléticos o trastornos vocales propiamente dichos también están incluidos.
- ❖ *Curas y prevención:* Los cantantes ponen en marcha múltiples medidas de prevención, sin saber realmente si son efectivas. Braun-Janzen y Zeine (2009) estudiaron la percepción de conocimiento y el conocimiento real de un grupo de 129 cantantes sobre la higiene vocal, encontrando una gran discrepancia entre ambas. En este apartado hemos incluido conductas de búsqueda de ayuda médica, medidas curativas en casos de molestia vocal y hábitos de reposo.

Análisis de datos

Una vez obtenidos los datos se procedió a la transformación de los ítems invertidos y a la realización del análisis estadístico. Se realizó un análisis descriptivo con todos los datos para, posteriormente, estudiar la variabilidad a través del método ANOVA y/o Kruskal Wallis, en función del tipo de variables y de la homogeneidad de la varianza. Además del análisis de fiabilidad, se realizó un análisis factorial exploratorio y una *prueba de t* para comparar las puntuaciones factoriales entre ambos grupos. Posteriormente se realizó un análisis de la función discriminante para determinar la sensibilidad y especificidad del cuestionario.

RESULTADOS

Análisis de frecuencias (Chi-cuadrado)

Se realizó un análisis estadístico para los datos extraídos de los apartados historia del cantante, cantidad y distribución de la práctica, historia clínica, hábitos de consumo, curas y prevención. Tras obtener los estadísticos descriptivos de ambos grupos se pruebas de X² encontrando las siguientes diferencias.

Para empezar, ambos grupos, en un 50 por ciento, tuvieron un maestro cuando comenzaron a cantar, no registrándose diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, únicamente 4 casos del GC desconocían su tesitura vocal, mientras que, en el GEF, se encontraron 24 cantaores que no conocían su tesitura o su rango vocal (véase tabla 7). Se obtuvieron, por tanto, diferencias significativas entre ambos grupos ($\chi^2 = 19,161; p < .001$).

Tabla 7. Distribución de frecuencias de la variable “conocimiento de la tesitura vocal” en el GEF y en el GC

	TESITURA		TOTAL
	NO	SI	
GEF	24	24	48
GC	4	42	46

También se encontraron diferencias significativas en cuanto a sobre si, alguna vez, habían asistido a clases de técnica vocal ($\chi^2 = 3,909$; $p < .001$) siendo el GC el que mayor número de respuestas afirmativas obtuvo (véase tabla 8).

Tabla 8. Distribución de frecuencias en la variable “asistir alguna vez a clases de técnica vocal” en el GEF y en el GC

	TÉCNICA VOCAL		TOTAL
	NO	SI	
GEF	17	31	48
GC	8	38	46

En cuanto a la variable “horas de dedicación semanal cantando”, se encontraron diferencias significativas ($\chi^2 = 23,838$; $p < .001$). En este caso el GEF es el que le dedica un mayor número de horas a cantar semanalmente (véase tabla 9).

Tabla 9. Distribución de frecuencias de la variable “horas/semana de práctica” en GEF y en GC; siendo 1 de 1 a 5 horas, 2 de 6 a 10 horas, 3 de 11 a 15 horas, 4 de 16 a 20 y 5 más de 20 horas.

	NÚMERO DE HORAS					TOTAL
	1	2	3	4	5	
GEF	13	9	2	5	18	47
GC	16	16	8	5	0	45

La frecuencia y cantidad de consumo de tabaco sí representó diferencias significativas entre ambos grupos ($\chi^2 = 12,25$; $p < .001$). El GEF tiende a fumar más cigarrillos diarios que el GC diariamente (véase tabla 10).

Tabla 10. Distribución de frecuencias de la variable “consumo de tabaco” en GEF y en GC; siendo 1 nada; 2 ocasionalmente; 3 menos de 4 cigarros/día; 4 de 4 a 10 cigarros al día y 5 más de 10 cigarros/día

	TABACO					TOTAL
	1	2	3	4	5	
GEF	34	1	4	8	1	48
GC	42	3	0	1	0	46

Con respecto a otras sustancias, como el alcohol o la cafeína, no se observaron diferencias en los patrones de consumo y tampoco entre grupos con respecto a la ingesta diaria de agua.

No hubo diferencias significativas entre ambos grupos con respecto a las respuestas en historia médica de los últimos tres años, ni tampoco hubo diferencias en cuanto a estar sometido a algún tipo de medicación de forma habitual.

Por último, analizamos las respuestas de ambos grupos frente a la presencia de un trastorno en la voz. No se obtuvieron diferencias en ninguna de las variables relacionadas: ni en búsqueda de ayuda médica ni en la puesta en marcha de medidas de prevención tipo descanso, medicación u otros remedios.

Test Kruskal-Wallis

Se llevó a cabo un segundo análisis estadístico de los ítems que explicaban sintomatología percibida en voz hablada y en voz cantada, así como ítems relacionados con hábitos, usos y conductas vocales bajo el método de Kruskal Wallis para datos no paramétricos.

El análisis de fiabilidad para este conjunto de datos resultó en un alfa de Cronbach de *0.861*.

Por un lado, con respecto a la sintomatología percibida en la voz hablada, se encontraron diferencias significativas en 9 de los 16 ítems: 2 invertidos "*ausencia de tensión en los músculos del cuello*" y "*sensación de que no me cuesta trabajo hablar*" y 7 directos "*carraspera al hablar*", "*tos*", "*irritación o dolor en la laringe*", "*presión o dolor en el esternón*", "*engrosamiento de las venas del cuello*", "*garganta áspera o reseca*" y "*sensación de ahogo al hablar*". Dentro de estos ítems, en el 100% de los casos fue el GEF el que obtuvo mayores puntuaciones, véase tabla 11.

Tabla 11. Estadísticos descriptivos, χ^2 de Kruskal Wallis y significación asintótica de la sintomatología percibida en voz hablada del GEF y del GC

Ítems		N	Media	Desv. típ.	Chi	Sig.asínt.
Carraspera	GEF	48	2,21	,874	4,521	,033
	GC	46	1,83	,950		
Tos	GEF	48	2,10	,951	5,653	,017
	GC	46	1,70	,916		
Irritación o dolor de la laringe	GEF	48	1,58	,739	5,06	,025
	GC	46	1,26	,491		
Presión o dolor en el esternón	GEF	48	1,19	,607	5,003	,025
	GC	46	1,00	,000		
Ausencia de tensión en los músculos del cuello*	GEF	48	3,52	1,611	10,398	,001
	GC	46	2,37	1,638		
Engrosamiento de las venas del cuello	GEF	48	1,58	,739	11,989	,001
	GC	46	1,15	,420		
Garganta áspera o reseca	GEF	48	2,15	,899	5,043	,025
	GC	46	1,74	,828		
Sensación de que me cuesta trabajo hablar	GEF	48	2,98	1,550	9,601	,002
	GC	46	2,00	1,333		
Sensación de ahogo al hablar	GEF	48	1,69	,926	6,961	,008
	GC	46	1,43	1,530		

Nota: *=ítem invertido

Por otro lado, en cuanto a los datos obtenidos para los síntomas percibidos en voz cantada, se encontraron diferencias significativas en 7 de los 12 ítems presentados: “carraspera”, “irritación o dolor en la laringe”, “engrosamiento de las venas del cuello”, “rigidez en la garganta”, “garganta áspera o reseca”, “sensación de que me cuesta trabajo cantar” y “sensación de ahogo al cantar”. Del mismo modo que ocurre en el análisis anterior, son los flamencos los que obtienen mayores puntuaciones en todos los ítems mencionados, véase Tabla 12.

Tabla 12. Estadísticos descriptivos, χ^2 de Kruskal Wallis y significación asintótica de la sintomatología percibida en voz cantada del GEF y del GC

Ítems		N	Media	Desv. típ.	Chi	Sig. asintótica
Carraspera al cantar	GEF	48	2,31	,949	4,387	,036
	GC	46	1,91	,915		
Irritación o dolor en la laringe	GEF	48	1,83	,808	4,992	,025
	GC	46	1,48	,658		
Engrosamiento de las venas del cuello	GEF	48	2,21	1,184	11,623	,001
	GC	46	1,46	,836		
Rigidez en la garganta al cantar	GEF	48	2,13	1,084	6,382	,012
	GC	46	1,63	,951		
Garganta áspera o reseca al cantar	GEF	48	2,08	,964	4,575	,032
	GC	46	1,70	,866		
Sensación de que me cuesta trabajo cantar	GEF	48	2,10	1,077	6,629	,010
	GC	46	1,57	,807		
Sensación de ahogo al cantar	GEF	48	2,19	1,197	10,406	,001
	GC	46	1,48	,752		

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las variables relacionadas con los hábitos que repercuten en la salud vocal. El GEF obtuvo puntuaciones significativamente superiores al GC en 6 de los 13 ítems referentes a hábitos, de los cuales 4 ítems son invertidos: “hago ejercicio de calentamiento antes de cantar en público”, “hago ejercicio de calentamiento cuando ensayo con otros músicos” y “hago ejercicios de control muscular y respiratorio”; y 3 no: “canto en lugares con ruido”, “si una canción tiene notas fuera de mi registro la canto igualmente” y “ensayo en lugares con humo”. El GC obtuvo puntuaciones significativamente mayores que el GEF en el ítem invertido “cuando canto en público, uso amplificación”, ítem 4 (véase Tabla 13).

Tabla 13. Estadísticos descriptivos, χ^2 de Kruskal Wallis y significación en hábitos, usos y conductas vocales del GEF y del GC

Ítems		N	Media	Des. típ.	Chi	Sig.asint.
Hago ejercicios de calentamiento antes de cantar en público*	GEF	48	2,79	1,383	24,699	,000
	GC	46	1,48	,752		
Canto en lugares con ruido	GEF	48	2,65	,785	17,910	,000
	GC	46	1,91	,784		
Cuando canto en público, uso amplificador*	GEF	48	3,31	1,339	13,242	,000
	GC	46	4,30	,866		
Cuando canto con otros músicos, uso amplificador*	GEF	48	4,21	1,091	2,955	,086
	GC	46	4,48	1,070		
Cuando canto con otros músicos, hago ejercicios de calentamiento antes de cantar*	GEF	48	3,17	1,342	24,926	,000
	GC	46	1,76	,970		
Si una canción tiene notas que no están en mi registro, la canto igualmente	GEF	48	2,48	1,148	10,620	,001
	GC	46	1,74	,953		
Hago ejercicios de control muscular y respiratorio*	GEF	48	2,98	1,211	6,809	,009
	GC	46	2,33	1,175		
Ensayo en lugares con humo	GEF	48	1,75	,863	22,168	,000
	GC	46	1,11	,482		

Nota: *=ítem invertido

Análisis factorial exploratorio

Con el objetivo de realizar un perfil vocal del cantante, se ha llevado a cabo un análisis factorial exploratorio de cada una de las 3 secciones de respuesta tipo Likert del cuestionario (voz hablada, voz cantada y hábitos). Por tanto, se obtuvieron 3 puntuaciones generales provenientes de la suma ponderada de los factores relacionados con cada una. A cada factor se le atribuyó un nombre en función de la relación que se estableció entre los ítems que lo componían. En el apéndice 3 se muestran los ítems correspondientes a cada uno de los factores. Por ejemplo, la primera puntuación general se relaciona con la sintomatología percibida por el cantante en su voz hablada (VH). VH está compuesta por 5 factores, los cuales explican el

62,161% de la varianza total. Tanto el peso factorial como el nombre de cada factor que compone la puntuación VH se muestran en la figura 29.

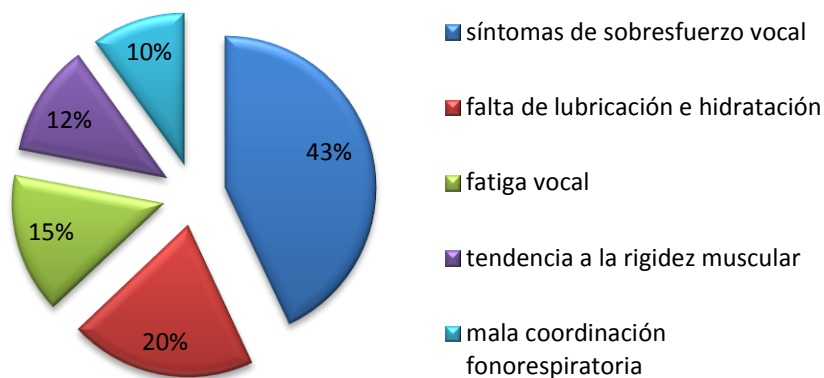


Figura 29. Peso factorial de cada componente de la puntuación general VH

La segunda puntuación general se relaciona con los síntomas percibidos en la voz cantada, VC. Para conformar VC, se sumaron 3 factores que explicaban el 63,983% de la varianza total (ver figura 30).

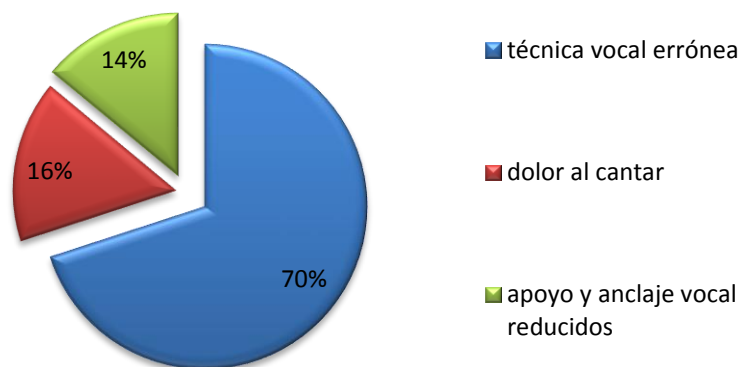


Figura 30. Peso factorial de cada componente de la puntuación general VC

La tercera puntuación general se refiere a los hábitos y conductas de riesgo de la salud vocal (HAB). Los 5 factores de los cuales se extrajo la puntuación explican un 63,329% de la varianza total (véase figura 31).

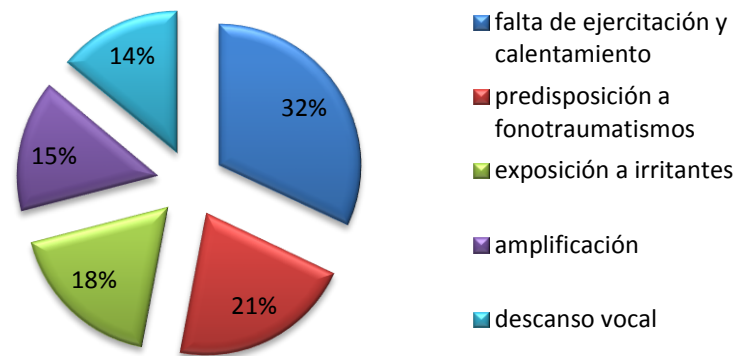


Figura 31. Componentes de la puntuación general HAB

Se realizó un análisis con pruebas de *t* para comparar las puntuaciones de ambos grupos en cada uno de los factores. En las puntuaciones generales fue el GEF quien obtuvo resultados significativamente mayores que los del GC. En concreto, en los factores “síntomas de sobreesfuerzo vocal”, “falta de lubricación e hidratación”, “fatiga vocal” y “tendencia a la rigidez muscular”. No se encontraron, sin embargo, diferencias entre ambos grupos con respecto al factor “mala coordinación fonorespiratoria” (ver tabla 15). En cuanto a voz cantada, no se obtuvieron diferencias significativas entre ambos grupos en ningún factor salvo en “técnica vocal inadecuada”, dónde el GEF obtuvo resultados mayores que el GC. Por último, se obtuvieron mayores puntuaciones en el GEF en los factores “falta de ejercitación y calentamiento” y “predisposición a fonotraumatismos”. En el caso del factor “amplificación” el GEF puntuó significativamente menos que el GC (ver tabla 14).

Tabla 14. Prueba T para los factores que obtuvieron significación de EHVOCAN

FACTORES		t	gl.	Sig.
Síntomas de sobreesfuerzo vocal	No se han asumido varianzas iguales	3,178	73,4	,002
Falta de lubricación e hidratación	Se han asumido varianzas iguales	2,203	92	,030
Fatiga vocal	Se han asumido varianzas iguales	3,614	92	,000
Tendencia a la rigidez muscular	No se han asumido varianzas iguales	2,831	88,4	,006
Técnica vocal inadecuada	Se han asumido varianzas iguales	3,430	92	,001
Falta de ejercitación y calentamiento	No se han asumido varianzas iguales	5,669	80,9	,000
Predisposición a fonotraumatismos	Se han asumido varianzas iguales	3,995	92	,000
Amplificación	Se han asumido varianzas iguales	-3,376	92	,001

Análisis discriminante

Se realizó un análisis de las funciones canónicas discriminantes, incluyendo las 3 puntuaciones factoriales generales: VH, VC y HAB. Se compararon las varianzas de ambos grupos y se obtuvieron diferencias significativas en las tres puntuaciones generales ($Lambda$ de Wilks= 0,399; $\chi^2=78,568$; $p<.001$; $gl=13$).

Se comprobó que el 92,6% de los casos se clasificaron correctamente en cada uno de los grupos. Como se puede observar en la tabla 15, se pronosticó correctamente la pertenencia al GEF en un 91,7% de los casos (sensibilidad). Del GC se clasificaron correctamente el 93,5% (especificidad).

Tabla 15. Resultado del análisis de funciones canónicas discriminantes

	G.exp	Grupo de pertenencia Pronosticado		Total
		GEF	GC	
Recuento	GEF	44	4	48
	GC	3	43	46
%	GEF	91,7	8,3	100,0
	GC	6,5	93,5	100,0

CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS

- ✓ **Objetivo específico 1.1.** Construcción de una herramienta de autoinforme, EHVOCAN (*Cuestionario de Hábitos Vocales para Cantantes*) con variables paramétricas y no paramétricas.

En este primer estudio nos acercamos al cantaor flamenco y a su realidad vocal diaria. Recordemos que el objetivo de esta investigación es doble, ya que, como se ha discutido anteriormente, no pudimos valernos de ninguna herramienta de evaluación publicada anteriormente. Por tanto, hemos desarrollado una herramienta evaluativa propia, Entrevista de Hábitos Vocales para Cantantes (EHVOCAN), cumpliendo así con nuestro primer objetivo; construir una herramienta que nos ayudara a recabar información de manera robusta y científica sobre los hábitos, usos y conductas vocales del cantante.

- ✓ **Objetivo específico 1.2.** Análisis factorial de las variables no paramétricas de EHVOCAN para la extracción de puntuaciones factoriales y generales.

Una vez diseñado el primer modelo experimental de EHVOCAN se realizó un análisis factorial exploratorio con las variables no paramétricas que trataba de analizar la forma en la que se agrupaban los distintos ítems. Al extraer los factores del cuestionario comprobamos cómo los diferentes ítems que las componían se relacionaban entre sí. Es decir, el análisis factorial exploratorio resultó en agrupaciones coherentes con la sintomatología y los hábitos muestreados. Por ejemplo, todos los ítems que se relacionan de alguna forma con la sequedad de las mucosas se agruparon entre sí en un solo factor, o los ítems relacionados con hábitos como la ejercitación del aparato fonador, etc. Por otra parte, EHVOCAN está diseñado para aportar tres puntuaciones factoriales generales (SVH, SVC y HAB) con las que se puede comprobar de forma rápida dónde se sitúa la carga vocal del cantante; si en el propio uso de su voz cantada, en su voz hablada propiamente dicha o bien si son los hábitos y conductas vocales las que tienen más peso.

👍 H₀: Se obtendrán puntuaciones factoriales y generales que nos ayudarán a obtener información respecto a la sintomatología en voz cantada, hablada y respecto a los hábitos vocales.

- ✓ **Objetivo específico 2.3. Análisis de funciones canónicas discriminantes de las puntuaciones generales del cuestionario en ambos grupos, flamenco y clásico.**

Los resultados del análisis de funciones canónicas discriminantes de las tres puntuaciones factoriales generales extraídas del análisis factorial exploratorio de las variables referentes a hábitos y sintomatología percibida de la entrevista, predicen con una alta sensibilidad (97,1%) y especificidad (93,5%), la pertenencia al grupo flamenco o clásico. Ya que la muestra a la que se aplicó esta entrevista (n=96) fue suficiente, se puede afirmar la existencia de perfiles diferenciales entre cantantes de distintos estilos musicales como el flamenco y la música clásica occidental. Además, EHVOCAN no sólo diferencia entre ambos grupos de cantantes, sino que ofrece información valiosa sobre las variables específicas que distinguen a unos de otros. Es así como se han identificado ambos perfiles vocales, flamencos y clásicos.

👍 H₆: EHVOCAN ofrece puntuaciones generales diferenciales de cantantes de música clásica y cantaores flamencos.


- ✓ **Objetivo específico 2.1. Análisis comparativo del grupo experimental flamenco y un grupo control de cantantes de música clásica en las variables paramétricas de EHVOCAN.**

En el segundo de los objetivos de este trabajo, determinar las conductas de protección, hábitos de higiene, usos y sintomatología percibida en voz cantada y hablada de un grupo de cantaores flamencos, nos encontramos resultados, en general, esperados, pero también algunas excepciones.


Por ejemplo, en el análisis de variables paramétricas de riesgo vocal, la distribución de la práctica entre los flamencos predispone mucho más a la fatiga vocal y al abuso que en el grupo control. También el consumo de cigarrillos es mayor entre los flamencos, aunque, si atendemos a los resultados más detenidamente comprobamos cómo el

groso del grupo flamenco (34 sujetos de 48) no fuma nada; sólo hubo 8 casos de fumadores habituales frente a 1 caso en el grupo control.

Pese a que, tal y como esperábamos, hubo más variables de riesgo entre los flamencos que en el grupo control, no se establecieron diferencias significativas en todas ellas. Para ser más específicos en los resultados obtenidos afirmaremos que, los cantaores flamencos no se exponen a los factores de riesgo tanto como esperábamos, aunque sí más que el grupo control.

 H₁: El grupo flamenco obtendrá puntuaciones más elevadas en todas las variables relacionadas con factores de riesgo.


En cuanto a las variables de protección, no se encontraron diferencias entre grupos; por ejemplo, en la ingesta de agua o en conductas de cuidado de la voz. Lo que diferenció más radicalmente a unos y otros cantantes fue, tanto el desconocimiento de los límites del propio instrumento como la realización de prácticas guiadas en clases de técnica vocal. Los cantaores flamencos no han adquirido suficientes conductas de protección como para equipararse a los cantantes clásicos.


 H₂: El grupo control obtendrá puntuaciones más elevadas en variables relacionadas con factores de protección, como asistencia a clases de técnica vocal, conocimiento del propio registro vocal.

- ✓ **Objetivo específico 2.2. Comparación entre el grupo flamenco y un grupo control de cantantes de música clásica en síntomas percibidos en voz hablada y cantada y en hábitos vocales.**

Aunque no hubo historias clínicas distintas en ambos grupos, sí se establecieron diferencias significativas en cuanto a la sintomatología percibida en voz hablada y cantada. Si bien no en todos los factores relacionados con la sintomatología percibida se encontraron diferencias, tal y como se hipotetizó en un principio, sí existieron más factores en voz hablada que en voz cantada en el grupo flamenco. En los factores referentes a la resonancia, el apoyo y el anclaje, así como en la coordinación fonorespiratoria, no se obtuvieron diferencias entre grupos; por tanto, podemos

presuponer que ciertos aspectos de la técnica vocal, no en todos, se equiparan entre ambos grupos. La mera práctica del cante habilita al grupo flamenco en ciertas habilidades vocales relacionadas con la respiración, el soplo y la resonancia. Sin embargo, en el factor “técnica vocal inadecuada”, el grupo flamenco puntuó significativamente más alto que el grupo control. Variables que conformaban este factor eran: “engrosamiento de las venas del cuello al cantar”, “rigidez en la garganta al cantar” o “tensión en la nuca”. Este tipo de síntomas no sólo los encontramos en voz cantada, sino también en voz hablada, en factores como “tendencia a la rigidez muscular” o “síntomas de sobreesfuerzo”. Por otro lado, cabe señalar una alta puntuación del grupo flamenco en los factores de “fatiga vocal” y “falta de lubricación e hidratación”. El haber encontrado síntomas de fatiga vocal en el grupo flamenco, así como síntomas de sobreesfuerzo, está directamente relacionado y es consecuente con los hallazgos encontrados en el análisis anterior. Recordemos que la distribución de la práctica en los flamencos predispone a la fatiga y al abuso vocal. Por otro lado, en cuanto a la deshidratación, no hubo una ingesta de agua desproporcionadamente baja en el grupo de cantaores con respecto al grupo control, luego la deshidratación debe estar causada por la exposición a irritantes u otros factores.

 H₃: El grupo flamenco obtendrá puntuaciones más elevadas que el grupo control en la mayoría de los factores de sintomatología en voz hablada.

 H₄: El grupo flamenco obtendrá puntuaciones en todos los factores relacionados con sintomatología percibida en voz cantada del cuestionario.

En cuanto a los hábitos vocales, se hallaron dos factores en los que los flamencos destacaban frente al grupo control. El primero de ellos, “falta de ejercitación y calentamiento” nos puede dar pistas acerca de los síntomas de rigidez muscular encontrados en resultados anteriores. Si el cante flamenco requiere el uso de la voz a altos niveles de funcionamiento y el aparato vocal no está entrenado para ello, aparecerá la rigidez y el sobreesfuerzo. La falta de calentamiento se relaciona también con la deshidratación y la falta de lubricación, ya que el calentamiento vocal aumenta el riego sanguíneo y, por tanto, hidrata y lubrica la zona. Sin embargo, el factor de

“exposición a irritantes” no ha sido significativamente alto entre los flamencos, luego la deshidratación se debe, según nuestros hallazgos, al consumo de tabaco y a la falta de calentamiento. Por otro lado, entre los flamencos se encontraron variables ambientales nocivas como, por ejemplo, cantar por encima del propio registro, comer antes de cantar o cantar en lugares con ruido. Comer antes de cantar puede causar falta de lubricación, ya que los gases gástricos que genera el estómago al digerir ascienden fácilmente por el esófago hasta el aparato vocal mientras se canta. Los cantaores flamencos también puntuaron significativamente por debajo de los clásicos en el factor “amplificación”, debido, seguramente, a que los cantantes clásicos rara vez hacen uso de ella.

👉 H₅: El grupo flamenco obtendrá puntuaciones más elevadas que el grupo control en más de la mitad de los factores relacionados con hábitos vocales.

Una vez se ha cumplido con los objetivos de este estudio trataremos, más adelante, las implicaciones y relaciones que estos hallazgos pueden tener sobre otros y sobre el cantaor y la voz flamenca.

Estudio 2. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA VOCAL DEL CANTAOR FLAMENCO A TRAVÉS DEL ÍNDICE DSI

MÉTODO

Participantes

Los 34 participantes de este estudio fueron divididos en dos grupos: a) Grupo experimental flamenco, GEF (n=16), compuesto por cantaores flamencos reclutados en la fundación Cristina Heeren de arte flamenco de Sevilla y; b) Grupo control, GC (n=18), constituido por cantantes de música clásica occidental de los conservatorios de grado superior Victoria Eugenia de Granada y Superior de Música de Málaga. Ambos grupos se equilibraron en sexo (véase tabla 16). Como criterio de exclusión se dispuso tener, al menos, 2 años de dedicación o práctica continuada del instrumento, por tanto, los alumnos de primer curso de la escuela flamenca de la fundación quedaron excluidos.

Tabla 16. Distribución según el sexo del GEF y del GC

G. exp.	SEXO		TOTAL
	H	M	
GEF	7	9	16
GC	8	10	18

Procedimiento, instrumentos y medidas acústicas

Tras rellenar un breve cuestionario, se les aplicó a los participantes un protocolo de evaluación, que fue diseñado con la finalidad de extraer el valor DSI, siguiendo el mismo procedimiento propuesto por Wuyts, De Bodt y Molenberghs (2000). Dicho protocolo se componía de las siguientes tareas:

- ❖ Frecuencia máxima de fonación (F0.max.): utilizando la vocal /a/, cada participante debía realizar una escala con intervalos de terceras; desde el tono en el que su voz hablada estuviera más cómoda, hasta el tono máximo o más agudo que se pudiera emitir sin perder el control o quebrar la voz, al menos,

durante 2 segundos. Esta tarea se entrena y se registra tres veces con la finalidad de seleccionar el tono más agudo.

- ❖ Intensidad mínima de fonación (I.mín.): Se pide a cada participante que emita la vocal /a/ al volumen más bajo que pueda, sin quebrar la voz, al menos durante 5 segundos y a un tono confortable. Esta tarea se repite y se registra tres veces con la finalidad de seleccionar el mejor registro.
- ❖ Jit.% : Se obtiene a través del análisis del espectrograma resultante de la emisión de la vocal /a/ durante 5 segundos a un tono confortable. Esta tarea se repite y se registra tres veces.
- ❖ Tiempo máximo de fonación (TMF): el sujeto era instruido para, tras una intensa inhalación y emitir la vocal /a/, el máximo tiempo que pudiera, a un tono confortable. Esta tarea se repite y se registra tres veces seleccionando el TMF más alto.

Para el análisis de la voz hablada se pidió a los cantantes que emitieran una /a/ en registro hablado instruyéndoles de la siguiente forma: *“Imagina que respondes al teléfono diciendo -¿Hola?- y trata de prolongar la vocal /a/ durante, al menos, cinco segundos”* (véase apéndice 5). Se extrajeron los parámetros acústicos de perturbación Jit.% y Shi%.

El tiempo fue medido con un cronómetro digital. Las grabaciones se realizaron digitalmente con una tasa de muestreo de 44.1Khz con la grabadora *M-Audio, modelo MicrotrackII* y un micrófono *vocal microphone unidirectional/dinamic Modelo SM48-LC* con una distancia de 15 cm ligeramente por debajo de la boca del sujeto. Los parámetros acústicos se obtuvieron del análisis con *Kay Elemetrics Computerized Speech Lab (CSL, model 5105, 2007)*, con una ventana de tiempo de 1024 puntos y una banda de frecuencias de 8Khz.

Los datos fueron sometidos a un primer análisis estadístico mediante la prueba de “t” de igualdad de las medias, modificando los grados de libertad en el caso de que no se cumpliera el supuesto de Levene de igualdad de las varianzas.

RESULTADOS

Análisis prueba de "T"

Analizando cada parámetro del índice DSI por separado, mediante la prueba de "t" de igualdad de las medias, modificando los grados de libertad en el caso de que no se cumpliera el supuesto de Levene de igualdad de las varianzas y considerando un intervalo de confianza del 95%; se han encontrado los siguientes resultados.

En relación con los parámetros del DSI, en las tablas 17 y 18 se muestran los estadísticos descriptivos y la significación de las pruebas de Levene para igualdad de varianzas y de "t" para igualdad de medias.

En primer lugar, se observó una diferencia significativa entre ambos grupos en la variable F0.máx., con valores significativamente menores del GEF ("t"=-3,126; p<0,001) que del GC, en el que se observó la mayor variabilidad.

En cuanto al parámetro de "intensidad mínima de fonación" (I.mín.), no se encontraron diferencias, ni entre varianzas, ni entre las medias de ambos grupos, los cuáles obtuvieron valores de intensidad cercanos a los 40db.

En relación al parámetro acústico Jit.%, se encontraron diferencias entre ambos grupos, siendo el GEF el que obtuvo más variabilidad entre sus componentes. Pese a este resultado, no se obtuvieron diferencias significativas entre las medias de ambos grupos, aunque fue el GC quien obtuvo valores más bajos. Ninguno de los grupos superó el 1% de esta variable.

En la evaluación del TMF no hubo diferencias entre grupos de ningún tipo; los valores de variabilidad fueron prácticamente iguales y las medias de ambos grupos muy parecidas a los valores normativos de individuos con voces sanas en ese grupo de edad. El GEF obtuvo un TMF mayor que el GC, aunque no difirió significativamente, tal y como ocurrió con el parámetro Jit.%.

Tabla 17. Estadísticos descriptivos del DSI y los parámetros que lo conforman en GEF y GC

VARIABLES	G. exp.	Media	Desviación Típica
Fo.máx.	GEF	447,89	57,368
	GC	690,20	304,755
l.mín.	GEF	42,40125	4,593730
	GC	40,13078	5,635317
Jit.%	GEF	,71	,762
	GC	,46	,371
TMF	GEF	22,3475	6,79626
	GC	19,2288	6,15863
DSI	GEF	5,818543	1,8220375
	GC	7,580434	2,6452261

Tabla 18. Resultado de las pruebas Levene y "t" para los parámetros del DSI

VARIABLES	PRUEBA LEVENE		PRUEBA DE "T"		
	F	Sig.	T	Sig. (bilateral)	Error típico de la diferencia
Fo.máx.	57,44	,000	-3,308	,004**	-242,317
l.mín.	,139	,712	1,277	,211	2,270472
Jit.%	7,67	,009**	1,183	,250	,248
TMF	,208	,652	1,404	,170	3,11867


**p<0,05

Con respecto al índice DSI, se encontraron, por un lado, diferencias significativas entre las varianzas, siendo ésta mayor en el GC. Con respecto a la puntuación media del índice, se obtuvieron nuevamente diferencias significativas entre ambos grupos, siendo, en este caso, el GEF el que obtuvo un DSI menor, aunque por encima de +5 ("t"= -2,282; p<0,05). Recordemos que la puntuación DSI es inversa al grado de disfonía, aunque en ninguno de los casos los valores reflejan presencia de voz disfónica. En la tabla 19 se pueden apreciar los resultados del análisis de DSI.


CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS

- ✓ **Objetivo 1:** Comparar las puntuaciones obtenidas en DSI del grupo flamenco con las obtenidas por un grupo control de cantantes de música clásica.

Tras el análisis de los resultados obtenidos, tanto del índice general DSI como de los parámetros que lo componen en cada uno de los grupos, podemos afirmar, en primer lugar, que en ningún caso hemos hallado indicios de la presencia de voces disfónicas entre los participantes de este estudio y que en todos los casos los índices han superado los valores de umbral patológico (+1.6), así como los valores en población normal de aproximadamente +4 puntos (Cobeta et al., 2013). Ambos grupos de cantantes han obtenido puntuaciones en DSI mayores a las de la población normal.

 H₁: El grupo flamenco obtendrá valores de rendimiento vocal similares a la media normativa en población normal (no patológica).


Sin embargo, y aunque no patológico, podemos apreciar un DSI relativamente bajo entre los flamencos con respecto al grupo de cantantes clásicos, debido, probablemente, al entrenamiento específico que estos últimos realizan para el aumento de la F0 máx. Resumiendo, se obtuvieron, tal y como hipotetizamos, valores más bajos en flamencos que en clásicos, del índice DSI.

 H₀: El grupo flamenco obtendrá valores de rendimiento vocal más bajos que el grupo control.


- ✓ **Objetivo 2:** Analizar el rendimiento vocal comparando entre el grupo flamenco y el grupo control los parámetros que componen DSI por separado: F0.máx, Jit.%, TMF e I.mín.

En cuanto al análisis de cada uno de los parámetros, en primer lugar, se encontraron claras diferencias en el parámetro F0.máx. En el caso del análisis de cantantes a través de este índice, ya otros autores han convenido establecer diferencias para hombres y mujeres. En este estudio nos hemos encontrado con una altísima variabilidad en los resultados de este parámetro debido, como es lógico, a que los grupos del estudio


están compuestos por hombres y mujeres. Sin embargo, ambos grupos se equilibran en la variable sexo, por lo que podríamos suponer que las diferencias en este parámetro se encuentran sólo entre las mujeres. Más adelante responderemos a esta cuestión en otro estudio.

 H₅: El grupo control obtendrá valores más elevados de frecuencia máxima de fonación, que el grupo experimental flamenco.

En cuanto al Jit.% encontramos, en primer lugar y como cabe esperar, valores no patológicos en ambos grupos. En segundo lugar, el grupo flamenco tiene mayor porcentaje de Jitter que el grupo de cantantes clásicos, lo que quiere decir que es mayor la perturbación de la frecuencia en su fonación sostenida hablada. Sin embargo, atendiendo al grupo flamenco, existe una gran variabilidad entre los integrantes del grupo en este parámetro, lo cual indica que hay cantantes con puntuaciones de 1% o superiores; concretamente, estos valores se encontraron en 4 de los 16 participantes del GEF. Dicho resultado puede deberse al efecto de la edad sobre el Jit.%, ya que dos de los cuatro sujetos que obtuvieron puntuaciones patológicas de este parámetro eran varones mayores de 65 años.


 H₂: El grupo flamenco obtendrá valores más elevados de Jit.% que el grupo control.

En cuanto al parámetro de TMF, no se obtuvieron resultados diferenciados entre los grupos. Como ya se comentó en el estudio anterior, los flamencos no parecían diferir en factores que se relacionan con el soplo, la respiración, o la coordinación fonorespiratoria. Es más, aunque la diferencia no era significativa, sí que era mayor la puntuación del GEF con respecto al GC. Este aspecto aerodinámico será analizado pormenorizadamente en estudios posteriores.

 H₄: El grupo control obtendrá valores más elevados de tiempo máximo de fonación que el grupo experimental flamenco.

Finalmente, en cuanto al parámetro de intensidad más baja alcanzada (I. mín), se comprobó cómo ambos grupos obtenían valores que denotaban un rendimiento mejor

que el de sujetos no entrenados, cuya media está en los 56db en hombres y 51 en mujeres (Shaheen y Anysia, 2009). Por tanto, podemos afirmar que en cuanto a la coordinación fonorespiratoria que implica esta tarea, tanto flamencos como clásicos están igualados.

 H₃: El grupo control obtendrá valores más elevados de intensidad mínima de fonación que el grupo experimental flamenco.

Estudio 3. AERODINÁMICA DE LA VOZ FLAMENCA: comparativa entre cantantes clásicos y cantaores flamencos

MÉTODO:

Participantes

En este tercer experimento participó una muestra de 63 sujetos divididos en dos grupos; a) Grupo Experimental Flamenco, GEF, compuesto por 37 cantaores reclutados en la fundación Cristina Heeren de arte flamenco de Sevilla y en la escuela de flamenco “Reina Sofía” de Granada, y b) Grupo control, GC, compuesto por 25 cantantes de música clásica de los conservatorios Victoria Eugenia y Cristóbal de Morales de Sevilla y del conservatorio superior de música de Málaga (véase tabla 4). Ambos grupos se equilibraron en las variables de sexo y edad. Todos los sujetos fueron reclutados en instituciones de enseñanza de grado medio y superior, por lo que asumimos que son cantantes entrenados. Excluimos de este tercer estudio a cantantes de mayores de 65 años, puesto que las medidas aerodinámicas se ven muy alteradas por la edad (Herbst et al., 2015).

Tabla 19. Distribución de la muestra según la variable sexo y media de edad de GEF y GC

G. exp	EDAD	SEXO		
		H	M	TOTAL
GEF	35	14	23	37
GC	25	10	15	25

Procedimiento, análisis e instrumentos

Para obtener los tiempos máximos de fonación con y sin emisión de sonido, así como el cociente fono-respiratorio se estableció un protocolo que puede consultarse en el apéndice 5.

El tiempo fue medido con un cronómetro digital por la investigadora y la prueba fue repetida hasta tres veces consecutivas, con la finalidad de escoger la mejor marca de cada participante, tal y como es habitual en la evaluación clínica de la voz.

RESULTADOS

Una vez obtenidos los estadísticos descriptivos de las marcas de los participantes agrupados según sexo y grupo experimental para cada índice aerodinámico, los datos se sometieron a un análisis estadístico para variables no paramétricas con la prueba de Mann-Whitney, estableciendo los estadísticos de contraste, en función del grupo al que pertenecían y al sexo, ya que en las medidas aerodinámicas se obtienen distintos valores para cada sexo. En los análisis por sexos no se obtuvieron diferencias significativas entre hombres y mujeres en ninguna de las medidas aerodinámicas.

El intervalo de confianza para este conjunto de datos se situó en el 95%.

Los resultados generales obtenidos de la comparativa de los parámetros estudiados entre ambos grupos indicaron que no existían diferencias significativas entre los grupos.

Para el TMF en /s/, los hombres, de media, lograron una emisión de 33,72 segundos y las mujeres de 31,82 segundos, no encontrándose diferencias significativas entre ellos, ($U = 382,5$; $p > 0,05$). Posteriormente, se realizó una comparativa entre grupos y se comprobó cómo tampoco hubo diferencias significativas ($U = 375$; $p > 0,05$) en este parámetro.

En cuanto al TMF en /a/, los hombres obtuvieron, de media, puntuaciones de 23,57 segundos, mientras que las mujeres lograron puntuaciones medias de 20,21 segundos. Nuevamente, no se obtuvieron diferencias significativas entre ambos sexos ($U = 340$; $p > 0,05$). En la comparativa entre grupos se encontraron valores del parámetro algo mayores en el GEF que en el GC; sin embargo, dichos valores no llegaron a representar diferencias estadísticamente significativas ($U = 344$; $p > 0,05$).

Por último, y como cabe esperar debido a los resultados anteriormente descritos, en el cociente fono-respiratorio tampoco se obtuvieron diferencias significativas entre grupos ($U = 424$; $p > 0,05$) ni entre sexos ($U = 411$; $p > 0,05$). Recordemos que el cociente fono-respiratorio es una medida que se obtiene a partir de los dos parámetros anteriores.

Ambos grupos obtuvieron un cociente fono-respiratorio de alrededor de 1,55 puntos. La puntuación resultante en ambos se situó por encima del umbral de normalidad para

este parámetro, que se sitúa en 1,3 puntos (Cobeta et al. 2013) independientemente del sexo o la edad.

CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS

- ✓ **Objetivo 1: Determinar y comparar en el GEF y en el GC, el TMF en /a/ y sin emisión de sonido, utilizando el sonido /s/.**


Hemos comprobado cómo, con respecto a las medidas aerodinámicas TMF en /a/ y TMF en /s/, no hay diferencias entre los dos grupos de cantantes. Tampoco se obtuvieron diferencias con respecto al cociente fono-respiratorio.

Según los resultados obtenidos, podemos afirmar que ni la función respiratoria, ni la eficiencia glótica, ni el control laríngeo, que son parámetros fisiológicos evaluados de forma indirecta por estas medidas, son significativamente distintos en cantantes flamencos con respecto a los cantantes de música clásica.

Al plantearnos el diseño de este trabajo, hipotetizamos que el GEF obtendría valores más bajos que el GC en el parámetro TMF en /a/, ya que creemos que la fatiga vocal, la rigidez y demás sintomatología encontrada en este grupo de cantantes los predispondrían a reflejar cierta incompetencia del cierre glótico. Sin embargo, no ha sido así; es más, en ambos grupos los valores de TMF en /a/ se sitúan alrededor de la media en población normal. Por tanto, no podemos afirmar que en el GEF haya un escape de aire en voz hablada relevante en comparación con el grupo control.


👉 H₁: El grupo flamenco puntuará menos en el TMF con emisión que el grupo control.

Por otro lado, ambos grupos obtendrían puntuaciones equiparables en cuanto al TMF en /s/, siendo incluso algo más elevadas en el grupo flamenco; por tanto, no se cumple nuestra hipótesis.

 H₀: El grupo flamenco obtendrá un TMF sin emisión menor al del grupo control.


- ✓ **Objetivo 2: Extraer, de los datos recabados anteriormente, el cociente fonoro-respiratorio de ambos grupos y hacer comparaciones con la población normal y entre grupos.**

Respecto al cociente fonoro-respiratorio, no existen diferencias entre los grupos, ya que no existen diferencias en los parámetros de TMF. Por lo tanto, no localizamos esa mayor eficiencia del cierre glótico en cantantes clásicos que esperábamos al formular nuestro estudio.

 H₂: El grupo flamenco obtendrá un cociente fonoro-respiratorio más bajo que el grupo control.

Sin embargo, comparando este parámetro con los valores en población normal, las puntuaciones se sitúan por encima del umbral de 1,3 de normalidad clínica propuesto por Rodríguez-Parra, Adrián y Casado (2009) del protocolo Teatinos, en nuestros grupos de cantantes, tanto clásicos como flamencos.

Recordemos que, puntuaciones por encima de este umbral indicarían una incompetencia del cierre glótico. Sin embargo, al comparar el resto de parámetros con los valores normativos en población adulta, comprobamos que, si bien el TMF en /a/ seguía tendencias de normalidad, TMF en /s/ superaba los valores normativos.

 H₃: Ambos grupos obtendrán un cociente fonoro-respiratorio equivalente a los valores no patológicos normativos.

Estudio 4. CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DEL CANTE FLAMENCO: PARÁMETROS DE FRECUENCIA, PERTURBACIÓN Y RUIDO EN FONACIÓN SOSTENIDA HABLADA Y CANTADA

MÉTODO:

En este estudio se ha extraído una serie de parámetros acústicos con los que se establece una comparación entre un grupo de cantaores flamencos y un grupo control de cantantes de música clásica.

Participantes

En este estudio se contó con dos muestras distintas de participantes, ya que se incluyen en 58 participantes divididos en dos grupos; a) Un grupo experimental flamenco (GEF), compuesto por 32 cantaores flamencos reclutados en la fundación Cristina Heeren de arte flamenco de Sevilla y en la escuela de flamenco Reina Sofía de Granada y; b) un grupo de cantantes de música clásica (GCC) compuesto por 26 cantantes de música clásica occidental del conservatorio Cristóbal de Morales de Sevilla y Victoria Eugenia de Granada. Los grupos se distribuyen equilibradamente en variables de sexo y edad. De nuevo, y tal y como ocurre en el estudio anterior, hemos querido seleccionar a cantantes que, o bien son profesionales, o bien aspiran a serlo, excluyendo a cantantes amateur y a cantantes de edad avanzada. En la tabla 20 puede consultarse la distribución de la muestra.

Tabla 20. Distribución por sexo y edad de GEF, GCC y GC.

	Sexo		Edad	
	H	M	Media	Desv.Típ
GEF	13	19	35,6	17,2
GCC	11	15	32	10,2

Procedimiento, instrumentos y análisis

Después de pedir a los participantes consentimiento informado, se procedió al registro de las señales acústicas. Las grabaciones se realizaron digitalmente con una tasa de muestreo de 44.1Khz con la grabadora *M-Audio, modelo MicrotrackII* y un micrófono

vocal microphone unidirectional/dinamic Modelo SM48-LC colocado a 15 cm ligeramente por debajo de la boca del sujeto.

Se incluyeron, en el diseño de este trabajo distintas variables: Fo.máx, Fo.mín, RMFF, Jit.%, Shi.%, NHR y VTI, en emisiones de voz cantada con ayuda de un protocolo para la recogida de datos (Apéndice 5).

Por un lado, se extrajeron las variables de frecuencia: La frecuencia mínima de fonación (Fo.mín.), la frecuencia máxima (Fo.máx.) y el rango máximo de fonación de frecuencias (RMFF). Estos parámetros se recogieron pidiendo a cada sujeto que ascendiera y descendiera en una escala de tercera mayor, tono a tono, utilizando la vocal /o/. El tono del que se partió fue controlado siendo de C4 (C4E4G4E4C4), unos 260Hz, en el caso de las mujeres y de F3 (F3A3C4A3F3), aproximadamente 175Hz, en el de los hombres. Para que los participantes pudieran seguir la escala, la investigadora les guió con un teclado digital. Fo.mín. se determinó como el tono en el que la emisión podía ser sostenida por el sujeto, al menos durante 2 segundos seguidos, sin que esta se entrecortara. Fo.máx. fue el tono en el que el cantante podía emitir, sin perder el control o quebrar la voz, al menos, 2 segundos el sonido. Por último, se estableció el RMFF hallando la diferencia entre ambas variables expresada en hercios.

Por otro lado, se extrajeron algunos parámetros acústicos de perturbación del sonido; Jit.% y Shi.%, y los parámetros de ruido de la emisión: Noise to Harmonic Ratio (NHR), Voice Turbulence Index (VTI) a partir de muestras de fonación sostenida cantada. Se pidió a los sujetos que cantaran tres veces la vocal /a/, /i/ y /u/ con un tono e intensidad confortables durante unos 5-6 segundos, con el fin de obtener muestras en voz cantada con diferente articulación. El análisis espectrográfico con el que se trabajó correspondió al punto medio de la grabación de mejor calidad de las tres muestras para cada prueba. Se considera que el punto medio es el lugar en el que la emisión vocal es más estable.

Para el análisis se utilizó *Kay Elemetrics Computerized Speech Lab (CSL, model 4400; Kay Elemetrics Corporation, Lincoln Park, NJ)*, con una ventana de tiempo de 1024 puntos y una banda de frecuencias de 8Khz.

Se llevó a cabo un análisis de Mann-Whitney para detectar las diferencias que pudieran encontrarse entre grupos y posteriormente se realizó un segundo análisis para identificar si estas diferencias se establecían solo en hombres, solo en mujeres o en

ambos sexos. Debido a que la variable edad afecta a los parámetros de perturbación y ruido, los cantantes y cantaores mayores de 60 años se excluyeron del análisis. Se sometieron los datos a un segundo ANOVA para comprobar el efecto de la interacción entre grupos en cada tarea.

RESULTADOS:

Una vez extraídos los datos de la muestra de sujetos en ambos grupos, se analizaron los resultados con la prueba de Mann-Whitney, estableciendo los estadísticos de contraste en función del grupo experimental y de la variable sexo, ya que los parámetros acústicos de frecuencia se ven influidos por el sexo del sujeto.

El intervalo de confianza para todo este conjunto de datos se situó al 95%.

Parámetros acústicos de frecuencia

Recordemos que en este trabajo se analizaron los parámetros de frecuencia más baja alcanzada ($F0_{\text{mín}}$), frecuencia más alta emitida ($F0_{\text{máx}}$) y rango máximo de fonación de frecuencias (RMFF). Los tres parámetros han sido analizados agrupando a los sujetos según el sexo, ya que hombres y mujeres presentan valores diferentes de $F0$.

De los datos de dichas agrupaciones se extrajeron los estadísticos descriptivos y las notas musicales aproximadas que correspondían con las frecuencias resultantes en cada grupo para los parámetros de $F0_{\text{mín}}$ y $F0_{\text{máx}}$. (véase tabla 24). Para el parámetro RMFF, se calcularon los semitonos que contenían los rangos resultantes de cada grupo (ver tabla 24). Los datos se sometieron posteriormente al análisis comparativo entre grupos a través de la prueba de Mann-Whitney. Los estadísticos de contraste “U” de Mann-Whitney y significación asintótica también se muestran en la tabla 24.

Por un lado, los resultados obtenidos en hombres muestran pocas o ninguna diferencia entre ambos estilos musicales. Estadísticamente, no se encontraron diferencias con respecto a ninguna de las variables evaluadas. Si bien es cierto, el RMFF entre los hombres flamencos tiene igual extensión que entre los cantantes clásicos (25 semitonos, o, lo que es lo mismo, dos octavas), el registro se situó tres semitonos por debajo del grupo clásico, logrando, entre los hombres del GEF una $F0_{\text{mín}}$ de 98,6Hz

frente a los 118,3Hz obtenidos por el GC. Del mismo modo, la F0máx. de los hombres del GEF también fue menor que el de los hombres del GC, en la misma proporción (véase tabla 24). La diferencia correspondiente en ambos casos, ya sea en el límite inferior o superior del RMFF, es de 3 semitonos. Independientemente de estas diferencias, como ya hemos mencionado, no se localizaron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los parámetros para los hombres de nuestra muestra.

Por otro lado, los resultados son diametralmente distintos en la comparativa de ambos grupos de mujeres. En este caso, en todos los parámetros de frecuencia se obtuvieron diferencias significativas (véase tabla 21). Por tanto, las diferencias se encuentran tanto en los tonos alcanzados como en la extensión del rango vocal. Así, se encontró una F0mín. en mujeres del GEF de hasta 146,6Hz frente a los 180Hz detectados en mujeres del GC, lo cual supone una diferencia estadísticamente significativa, ($U=41$, $p>,001$). La correspondiente diferencia en notas musicales es de 4 semitonos entre un grupo y otro.

Pese a que las mujeres del GEF logran emitir sonidos a más bajas frecuencias que las mujeres del GC, el RMFF de las mujeres del GEF es menor que en el GC, siendo la diferencia de hasta 1 semitono menos debido a los resultados encontrados en F0máx. En este parámetro, las mujeres del GEF obtienen una puntuación media de 483,8Hz, mientras que las mujeres del GC alcanzan los 666Hz. Esto supone una diferencia de 5 semitonos entre ambos grupos que estadísticamente es significativa ($U=71$; $p>,05$).

Tabla 21. Estadísticos descriptivos, u de Man-Whitney y significación asintótica de la frecuencia mínima, de la máxima y del Rango Máximo de Fonación de Frecuencias de hombres (H) y mujeres (M) del GEF y del GC en fonación sostenida cantada

		N	FO MÍN.				FO MÁX.				RMFF			
			Media	Nota	U	Sig.	Media	Nota	U	Sig.	Media	ST	U	Sig.
H	GEF	13	98,6	Sol2	67	,82	397	Sol4	67	,82	298,4	25	68	,865
	GC	11	118,3	La#2			472,5	La#4			354	25		
M	GEF	19	146,6	Re3	41	,000	483,8	Si4	71	,012	337	22	73	,015
	GC	15	180,4	Fa#3			666,1	Mi5			485,6	23		

Parámetros acústicos de perturbación

Una vez realizado el análisis acústico y estadístico de las muestras de fonación sostenida cantada en cuanto a la perturbación del sonido y efectuadas las comparaciones entre grupos y entre sexos, se encontró que, a excepción del Shi.% en mujeres, no existen más diferencias entre ambos grupos.

Los resultados de perturbación de la emisión en fonación sostenida en voz cantada para las vocales /a/, /i/ y /u/ se muestran divididos por la variable sexo. En hombres, para los parámetros de perturbación de frecuencia (Jitt%) y de amplitud (Shi%), no existen diferencias significativas con respecto al grupo control en ninguna de las tareas de fonación sostenida cantada (ver tabla 22). Lo único que podemos apreciar es una tendencia más dispersa en ambos parámetros dentro del GC, reflejada en valores de desviación típica más altos en todas las pruebas con respecto al GEF.

Tabla 22. Estadísticos descriptivos y de contraste de los parámetros acústicos de perturbación Jit.% y Shi.% en hombres del GEF y del GC en fonación sostenida cantada

		/a/				/i/				/u/			
		Media	Desv. típ.	U	Sig.	Media	Desv. típ.	U	Sig.	Media	Desv. típ.	U	Sig.
Jit%	GEF	,39	,202	33	,395	,67	,338	39	,717	,68	,305	32	,351
	GC	,54	,351			,61	,408			,64	,501		
Shi%	GEF	3,52	1,848	43	,968	3,16	1,238	37	,6	2,36	1,41	36	,545
	GC	3,69	2,279			3,69	3,12			2,88	1,56		

En la comparativa entre mujeres del GEF y del GC, únicamente se han descrito diferencias significativas con respecto a la perturbación de amplitud (Shi%). Concretamente, las mujeres del GEF obtuvieron valores más elevados que las mujeres del GC en la tarea /i/ sostenida cantada ($U=24$; $p>,05$), como se muestra en la tabla 23. Si observamos el análisis comparativo en mujeres flamencas pormenorizadamente, vemos cómo, en la tarea de /u/ sostenida cantada, el estadístico de contraste para este parámetro es cercano a 0,05.

Tabla 23. Estadísticos descriptivos y de contraste de los parámetros acústicos de perturbación Jit.% y Shi.% en mujeres del GEF y del GC en fonación sostenida cantada

		/a/				/i/				/u/			
		Media	Desv. típ.	U	Sig.	Media	Desv. típ.	U	Sig.	Media	Desv. típ.	U	Sig.
Jit%	GEF	,3	,113	58	,295	,46	,307	70,5	,689	,68	,486	65,5	,503
	GC	,41	,253			,36	,163			,51	,355		
Shi%	GEF	1,96	,641	46	,087	2,18	,898	24	,002	1,71	1,1	42	,052
	GC	1,54	,963			1,2	1,14			,99	0,757		

El parámetro Jit.% es la variación, ciclo a ciclo, de la frecuencia periódica de la emisión. Contrariamente a nuestras suposiciones, no existen diferencias con respecto a la perturbación de la frecuencia entre cantaores flamencos y cantantes clásicos.

Parámetros acústicos de ruido

En las tablas 24 y 25 se representan los estadísticos descriptivos y de contraste para cada grupo según la variable sexo.

Los hombres sólo mostraron diferencias significativas en función del grupo en el parámetro NHR, en el que el GEF puntuó significativamente por debajo del GC. Esta diferencia se encontró en la emisión de /u/ sostenida exclusivamente (véase tabla ¿?).

Los valores normativos para NHR en hombres son de 0.122 de media y 0.014 de desviación estándar (KayPentax, 2007). Los resultados indican una mayor variabilidad en la tarea de /i/ sostenida cantada, sobre todo en el grupo control.

Tabla 24. Estadísticos descriptivos y de contraste de los parámetros acústicos de ruido NHR y VTI en hombres del GEF y del GC en fonación sostenida cantada

		/a/				/i/				/u/			
		Media	Desv. típ.	U	Sig.	Media	Desv. típ.	U	Sig.	Media	Desv. típ.	U	Sig.
NHR	GEF	,11	,015	23	,091	,12	,025	25	,129	,11	,013	15	,016
	GC	,13	,020			,15	,066			,12	,013		
VTI	GEF	,03	,014	37,5	,06	,07	,029	42,5	,904	,03	,009	32	,351
	GC	,04	,028			,08	,043			,04	,02		

En mujeres se encontraron diferencias en el parámetro NHR, siendo el GEF el que obtuvo mayores puntuaciones en la tarea de /a/ cantada. Para el parámetro VTI, la comparativa de ambos grupos resultó en diferencias significativas, tanto en la vocal /a/ ($U=33,15$; $p>,05$) como en la vocal /i/ cantadas ($U=21,5$; $p>,05$).


Tabla 25. Estadísticos descriptivos y de contraste de los parámetros acústicos de ruido NHR y VTI en mujeres del GEF y del GC en fonación sostenida cantada

		/a/				/i/				/u/			
		Media	Desv. típ.	U	Sig.	Media	Desv. típ.	U	Sig.	Media	Desv. típ.	U	Sig.
NHR	GEF	,11	,011	23,5	,002	,1	,021	62	,406	,09	,019	53,5	,186
	GC	,09	,018			,09	,017			,08	,019		
VTI	GEF	,04	,014	33,5	,014	,06	,025	21,5	,001	,02	,012	75,5	,894
	GC	,02	,014			,03	,012			,02	,013		


CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS

- ✓ Objetivo 1: Comparar tanto la extensión como la localización del RMFF de hombres y mujeres de cada grupo.

Una vez establecidas las comparaciones y analizados los resultados con respecto a la extensión y localización del RMFF, podemos afirmar que no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre hombres en cuanto a la extensión del rango vocal. Además, los hombres del GEF se localizaban tres semitonos por debajo de los hombres del GC, contrariamente a lo que hipotetizamos en un principio. Discutiremos este aspecto más adelante.


 H_0 : El RMFF en hombres flamencos tendrá menor extensión que en los hombres del grupo control y su localización será similar.

Los valores del RMFF para mujeres del GEF y del GC son muy diferentes. Por un lado, se detecta mayor extensión en mujeres del GC, aspecto que también discutiremos más adelante y, por otro, se localiza entre frecuencias más altas que en las mujeres del GEF. Estas, por su parte, alcanzan emisiones de frecuencia menor que el GC, pero no llegan a sostener sonidos con frecuencias tan altas como las del GC.

 H_1 : El RMFF en mujeres flamencas tendrá menor extensión que en mujeres del GC y también distinta localización, situándose las mujeres del GC por encima en el rango de frecuencias.

- ✓ **Objetivo 2: Observar la presencia y niveles de perturbación de frecuencia y amplitud, estableciendo una comparativa entre cantaores flamencos y cantantes de música clásica en voz cantada.**

En cuanto al parámetro de perturbación de la frecuencia, Jit.% no se observaron diferencias de ningún tipo, ni entre grupos ni entre sexos, ya que, al ser absoluto, se ve menos influido por la frecuencia del sonido.

 H_2 : El grupo flamenco obtendrá mayor Jit.% que el grupo control, tanto en hombres como en mujeres.

Las mujeres del GEF puntuaron por encima de las mujeres del GC el parámetro de perturbación de amplitud, Shi.%, en la tarea /i/ cantada, fenómeno que no se apreció entre el grupo de hombres.

👍 H₃: El grupo flamenco obtendrá mayor Shi.% que el grupo control. En concreto, entre las mujeres, ya que Shimmer se ve influido por la frecuencia y las mujeres clásicas y flamencas utilizan tonos muy distintos.

- ✓ **Objetivo 3: Observar la presencia, niveles y tipo de ruido en la emisión vocal en fonación sostenida cantada, de un grupo de cantaores flamencos en comparación con un grupo de cantantes de música clásica.**

Los resultados de este estudio han demostrado que, en tareas de fonación sostenida cantada, las vocales causan un gran efecto en los parámetros de ruido, ya que hay mucha variabilidad entre tareas. No esperábamos encontrar valores mayores del parámetro NHR en hombres del GC con respecto al GEF, aunque este fenómeno sólo se dio en la tarea de /u/ cantada. En el resto de parámetros, entre los hombres no se encontraron diferencias significativas. En cuanto a los valores de ruido entre mujeres, se obtuvieron puntuaciones significativamente mayores en el GEF tanto del parámetro NHR como del VTI.

👍 H₆: El grupo flamenco obtendrá mayor NHR que el grupo control, tanto en hombres como en mujeres.

👍 H₇: El grupo flamenco obtendrá mayor cantidad de ruido armónico y turbulento (VTI) que el grupo control clásico, en ambos sexos.

Estudio 5. LAS RESONANCIAS DEL FLAMENCO: un estudio comparativo entre cantaores flamencos, cantantes líricos y no cantantes

MÉTODO:

Con este trabajo pretendemos indagar acerca del tipo de resonancia vocal utilizada en la voz flamenca y su relación con la voz hablada a través de un indicador objetivo como es el Singin Power Ratio, SPR (Omori, 1996).

Participantes

Los datos se recogieron de una muestra de 67 sujetos divididos en 3 grupos; en este estudio trabajamos con la muestra anterior, con la salvedad de incorporar un grupo control de no cantantes; por tanto, la distribución de la muestra resultó de la siguiente manera: a) Grupo Experimental Flamenco (GEF), compuesto por 23 cantaores flamencos reclutados en la fundación Cristina Heeren de arte flamenco de Sevilla y en la escuela de flamenco Reina Sofía de Granada; b) un grupo de cantantes de música clásica (GCC) compuesto por 21 cantantes de música clásica occidental del conservatorio Cristóbal de Morales de Sevilla y Victoria Eugenia de Granada y c) Grupo Control (GC), compuesto por 23 estudiantes de la Universidad de Granada (tabla 26). Los sujetos del GC afirmaron no practicar el canto, ni siquiera de forma amateur.

Tabla 26. Distribución por sexo y edad de GEF, GCC y GC.

G. exp.	SEXO		EDAD	
	H	M	Media	DT
GEF	11	12	35,6	17,2
GCC	8	13	32	10,2
GC	9	14	25	5,1

Procedimiento y análisis

Se incluyeron tareas de fonación cantada y hablada, ya que cantar requiere un esfuerzo mayor que hablar, porque la producción cantada se produce a mayor intensidad, entre otras razones. Existen cambios articulatorios importantes al cantar que repercuten en la

afinación de los formantes; por eso también incluimos en el diseño experimental distintas vocales en cada tarea. Sundberg (2001) estudió la influencia de cada vocal en la resonancia de la voz, calculada por la diferencia entre la amplitud del primer formante y el tercero. Encontró que en la vocal /i/ aparecía una resonancia con más intensidad, seguida de las vocales /a/ y /u/. Presumiblemente este efecto también aparecerá en las medidas de SPR.

Después de pedir a los participantes consentimiento informado, se procedió al registro de las señales acústicas. Se les pidió que emitieran tres veces la vocal /a/ a un tono e intensidad confortables, con una duración aproximada de unos 5-6 segundos cada una. Con el mismo procedimiento se procedió a la grabación, con voz cantada, de las vocales /a/, /i/ y /u/ durante 5 segundos, con el fin de obtener muestras con diferente articulación. Las grabaciones se realizaron digitalmente con una tasa de muestreo de 44.1Khz con la grabadora *M-Audio, modelo MicrotrackII* y un micrófono *vocal microphone unidirectional/dinamic Modelo SM48-LC* colocado a 15 cm ligeramente por debajo de la boca del sujeto. Para el análisis se utilizó *Kay Elemetrics Computerized Speech Lab (CSL, model 4400; Kay Elemetrics Corporation, Lincoln Park, NJ)*, con una ventana de tiempo de 1024 puntos y una banda de frecuencias de 8Khz.

SPR se calculó siguiendo el procedimiento de Watts (2006). Se calculó la representación transformada de Fourier (FFT) del espectro vocálico de /a/ hablada y /a/, /i/ y /u/ cantadas en el punto medio de la grabación, teniendo en cuenta que es allí donde la fonación es más estable. Se calculó el punto de mayor energía de 0 a 2Khz y de 2 a 4Khz. SPR se calculó sustrayendo la amplitud del pico mayor de la segunda banda del pico mayor de la primera (véase figura 17). Así mismo, se extrajeron de las muestras medidas de frecuencia de la señal, con el fin de detectar las posibles interferencias con el SPR que pudieran encontrarse en dichas variables.

Se llevó a cabo un análisis de varianza univariante (ANOVA) para detectar las diferencias que pudieran encontrarse entre grupos y posteriormente se realizó un segundo análisis para identificar si estas diferencias se establecían solo en hombres, solo en mujeres o en ambos sexos. Se sometieron los datos a una segundo ANOVA para comprobar el efecto de la interacción entre los tres grupos en cada tarea.

RESULTADOS:

Las comparaciones preliminares indicaron diferencias entre grupos y entre tareas. Nótese que, a menor puntuación del parámetro SPR, mayor resonancia en el espectro de la emisión de vocales sostenidas.

Diferencias de resonancia entre grupos

En la tabla 30 se muestran las medias, desviaciones típicas, significación y resultados de la variable Singing Power Ratio (SPR), junto con las pruebas post hoc a las que se sometieron los datos de cada grupo en las tareas de fonación sostenida cantada y hablada.

Los resultados indican que SPR diferencia entre cantantes y no cantantes. Se encontró que el GEF puntúa por debajo del resto de grupos en todas las tareas de voz cantada, salvo en la tarea /a/ cantada. Además, el GEF obtuvo puntuaciones cercanas a los 30Db en SPR de /u/ cantada y /a/ hablada.

Por otro lado, el GCC puntuó por debajo del GC en todas las tareas, diferenciándose nuevamente cantantes de no cantantes en las tareas de fonación sostenida cantada. Exclusivamente en /a/ cantada, el GCC obtuvo puntuaciones menores que el GEF, mientras que en el resto de tareas no hubo diferencias significativas en los valores de SPR de ambos grupos. El GCC se aproximó a los 30Db en las tareas /u/ cantada y /a/ hablada, siguiendo con la tendencia encontrada en el GEF.

En cuanto al GC de no cantantes, se obtuvieron puntuaciones del SPR por encima y alrededor de los 30Db en todas las tareas experimentales, salvo en /i/ cantada (véase tabla 30). En todos los casos, el GC se diferenció de los grupos experimentales de cantantes, salvo en la tarea de voz hablada (véase tabla 27).

Tabla 27. Estadísticos descriptivos, de significación y resumen de la prueba post-hoc de SPR en cada prueba para GEF, GCC y GC.

Tarea	G.exp.	SPR	Desv.típ.	F (gl.)	Sig.	Post-hoc
/u/cantada	GEF	28,4461	11,36956	10,912 (2)	,000***	(GCC=GEF)<GC
	GCC	29,2462	9,37618			
	GC	39,9826	6,70865			
/i/cantada	GEF	10,3291	6,11113	26,553 (2)	,000***	GEF<GCC<GC
	GCC	17,7786	6,14882			
	GC	23,1035	6,41569			
/a/cantada	GEF	24,7391	7,25014	5,582 (2)	,006***	(GCC=GEF)< (GEF=GC)
	GCC	22,7919	7,50782			
	GC	28,2135	6,39974			
/a/hablada	GEF	28,1913	5,39030	0,556 (2)	,557	
	GCC	29,9505	7,19919			
	GC	29,8233	8,69137			

***= $p < ,001$; **= $p < ,01$

Diferencias entre sexos y entre voz hablada y cantada

En cuanto a los resultados en voz hablada, se encontraron valores muy elevados de SPR, próximos a los 30db, sin diferencias significativas entre los tres grupos. No obstante, el GEF es el que obtiene valores inferiores a los de los otros dos grupos (véase tabla 27). Tampoco se observaron diferencias entre sexos en esta tarea.

Con respecto a las tareas de voz cantada, se hallaron notables diferencias entre cada una de las vocales analizadas. Por ejemplo, en /u/ cantada, se obtuvieron valores significativamente mayores en el GC que en los dos grupos de cantantes ($F=10,912$; $p < ,05$). SPR, por tanto, diferencia entre cantantes y no cantantes en fonación sostenida

cantada. Aun así, los valores de SPR en ambos grupos de cantantes se encuentran cercanos a los 30db. Es decir, los valores resonanciales de /u/ cantada en cantantes son equiparables a los encontrados en la vocal /a/ en fonación hablada; sin embargo, el GC obtiene, en esta tarea, puntuaciones aproximadamente 10dB superiores a las obtenidas en voz hablada.

En la tarea /a/ cantada se encontraron valores muy cercanos de ambos grupos de cantantes, pese a que el GCC obtuvo valores menores de SPR ($F=8,693$; $p=,001$), no fueron significativos con respecto al GEF, aunque sí con respecto al GC. El GC obtuvo un SPR significativamente mayor ($F=5,582$; $p<,05$) que los grupos de cantantes. En esta tarea, el GC obtuvo valores cercanos a los 30db (véase tabla 28). En cuanto a la comparativa entre grupos de cantantes en función del sexo, se encontraron diferencias entre hombres, siendo el GEF el que obtuvo valores superiores, por tanto, menor grado de resonancia (véase tabla 28).

Tabla 28. Estadísticos descriptivos y de contraste en fonación sostenida en /i/ cantada para hombres y mujeres del GEF y del GCC


/a/					
		Media	Desv. tít.	F	Sig.
Hombres	GEF	26,88	8,05432	8,693	,001
	GCC	18,80	5,56452		
Mujeres	GEF	22,77	6,10820	0,755	,477
	GCC	25,24	7,66795		
/i/					
		Media	Desv. tít.	F	Sig.
Hombres	GEF	10,41	5,23402	12,26	,876
	GCC	12,49	3,11519		
Mujeres	GEF	10,25	7,05510	17,8	,000
	GCC	21,03	5,22114		

Finalmente, en la tarea /i/ cantada e describen puntuaciones sustancialmente bajas con respecto al resto de tareas en los 3 grupos, esto es, mayor presencia de resonancia. Hubo diferencias significativas entre los 3 grupos ($F= 26,553$; $p<,05$), siendo el GEF el que obtuvo las puntuaciones menores. Las diferencias entre ambos grupos de cantantes se dieron exclusivamente entre mujeres, siendo las del GEF las que registraron valores significativamente menores (véase tabla 28).

CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS

- ✓ **Objetivo 1: Analizar acústicamente la medida SPR de cantaores flamencos, cantantes clásicos y un grupo de no cantantes en una tarea de fonación sostenida hablada**

Al analizar los resultados obtenidos para el parámetro de medida de resonancias del GEF con respecto a un grupo de cantantes clásicos y a un grupo de no cantantes, se ha comprobado cómo, en cuanto a voz hablada, no existen diferencias entre cantantes y no cantantes, ni entre hombres y mujeres. Tampoco se localizaron diferencias entre el grupo de cantantes clásicos y el GEF con respecto a la resonancia en fonación sostenida hablada. Si bien es cierto, el GEF obtuvo una puntuación media en SPR por debajo del resto, esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Recordemos que, a menor puntuación del SPR, mayor resonancia.

 H_0 : La voz del grupo flamenco y del grupo clásico tiene más resonancia que la del grupo de no cantantes en fonación sostenida hablada.

- ✓ **Objetivo 2: Analizar acústicamente la medida SPR de cantaores flamencos, cantantes clásicos y un grupo de no cantantes en una tarea de fonación sostenida cantada.**

SPR diferencia a cantantes de no cantantes en todas las tareas de fonación sostenida cantada. Los valores de SPR en la vocal /u/ cantada son similares a los de /a/ hablada en

cantantes. En no cantantes, las puntuaciones de SPR para /u/ cantada son casi 10dB por encima de las puntuaciones obtenidas para /a/ hablada.

👍 H₂: Tanto el grupo flamenco como el clásico puntuarán más que el grupo de no cantantes en todas las pruebas de fonación sostenida cantada.

En cuanto a la comparativa entre sexos, sólo se encontraron diferencias entre hombres y mujeres cantantes en la vocal /a/, siendo menos resonada en hombres del GEF con respecto a los hombres del GCC, y en la vocal /i/, las mujeres del GEF obtienen mayor resonancia entre ambos grupos de cantantes.

👍 H₄: La resonancia de cada vocal sólo variará en función del sexo en el grupo de mujeres clásicas.

Comparando, en cada tarea, a los tres grupos, vemos cómo en /a/ sostenida cantada, SPR es significativamente menor en el GEF que en los no cantantes, y mayor al del GCC aunque no significativamente. En la vocal /i/, sin embargo, el SPR es significativamente mejor para el GEF que para los otros dos grupos. Tal y como hipotetizamos, el GEF obtuvo mayores resonancias que el GCC en /i/ cantada y menores en /a/ cantada.

👍 H₁: El grupo flamenco obtendrá las mayores medidas de resonancia en la tarea de /i/ cantada, seguido del grupo clásico y del grupo de no cantantes.

Finalmente, en /u/ cantada el SPR obtiene valores de mayor resonancia, en cantantes que en no cantantes. Se hallaron resultados esperados con respecto a las resonancias de /u/, que fueron las menores entre las tareas de fonación sostenida cantada.

👍 H₃: Las menores puntuaciones en los tres grupos se encontrarán en la fonación sostenida de /u/.

Estudio 6. LA CUALIDAD DE LA VOZ FLAMENCA: EVALUACIÓN DE LA VOZ HABLADA Y CANTADA A TRAVÉS DEL ESPECTRO LTAS

MÉTODO:

La cualidad del sonido no depende exclusivamente de la glotis, sino también de la forma que adopte el tracto vocal y los articuladores. El correlato físico de la cualidad del sonido se observa en la distribución de su energía a lo largo del rango de frecuencias (Leino, 2009). La herramienta que utilizaremos para estudiar la distribución de la energía en el espectro de muestras de larga duración se conoce como Long Term Average Spectrum (LTAS).

Participantes

En esta investigación se utilizó la misma muestra de participantes que en el Experimento 4.

Procedimiento e instrumentos

Después de pedir a los participantes un consentimiento informado, se procedió al registro de las muestras de voz. Se pidió a los participantes que leyeran y cantaran una canción popular española, “Anda jaleo”. Esta canción es común en el repertorio de cualquier cantante, tanto de música clásica como de flamenco, ya que además de ser una canción popularmente conocida en España, ha sido versionada en ambos estilos musicales:

Véanse, por ejemplo, las versiones de la mezzosoprano Teresa Berganza o de la cantaora Carmen Linares:



Anda Jaleo de Carmen Linares

(Pista 12 CD-ROM)

(Pista 13 CD-ROM)

Para la recogida de señales acústicas se siguió el protocolo que se detalla a en el apéndice 5

Las grabaciones se realizaron en estéreo y digitalmente, con una tasa de muestreo de 44.1Khz, con una grabadora *M-Audio modelo MicrotrackII* y el micrófono *vocal microphone unidirectional/dinamic Modelo SM48-LC*, colocado a 15 cm ligeramente por debajo de la boca del sujeto. Para la construcción del LTAS se utilizó *Kay Elemetrics Computerized Speech Lab (CSL, model 4400; Kay Elemetrics Corporation, Lincoln Park, NJ)* con una ventana de tiempo de 1024 puntos y una banda de frecuencias de 10Khz.

Variables acústicas evaluadas en Long Term Average Spectrum

Para el análisis de las muestras se recogieron 30 segundos de la grabación, concretamente del estribillo, tanto hablado como cantado, ya que, aunque LTAS se estabiliza a los 30 segundos (Mendoza et al., 1996), de esta forma nos aseguramos que los sujetos interpretan la misma melodía y que, por tanto, la técnica utilizada en la ejecución de la tarea será la misma.

Para el análisis espectrográfico del LTAS, tanto hablado como cantado, se dividió el espectro en 5 bandas (ver apéndice 6) y se analizó cada una de éstas en función de sus picos de concentración de energía, de la energía media de la banda expresada en decibelios y de la frecuencia de la intensidad máxima calculada en hercios. Además de estas 5 bandas, se hizo un análisis general de todo el espectro, calculando, por un lado, la energía media, el pico de concentración máxima de energía y la frecuencia de este y, por otro lado, la cantidad de energía en la zona de altas frecuencias del espectro, por encima de 4kHz (véase resumen en la tabla 29).

En cada banda, se escogieron y analizaron momentos espectrales concretos, teniendo en consideración la bibliografía referente a los momentos espectrales relevantes en voz hablada y voz cantada (Cleveland et al., 2001; Leino, 2009; Lofqvist y Mandersson,

1987; Mendoza et al., 1996; Nawka et al., 1997; Laukkanen et al., 2004; Pinczower y Oates, 2005; Stones et al., 2002; Sundberg et al., 2001; Thorpe et al., 2001).

Mendoza et al. (1996), recabaron información sobre los momentos espectrales de 17 sujetos durante 5 sesiones espaciadas en el tiempo, observando cómo aparecían reiteradamente y de forma estable una serie de momentos espectrales en todas las muestras. Hemos incluido estos momentos espectrales en nuestro análisis, tanto en voz hablada como en voz cantada, por su relevancia. Concretamente, incluimos: a) los picos de mayor concentración de energía entre los 40 y los 600Hz; b) la mayor concentración de energía entre 1.7 y 1.9Khz; c) la mayor concentración de energía entre 4.1 y 4.2Khz; d) el análisis de la energía a los 40hz, 600hz, 2Khz, 2.5Khz, 4Khz y 5Khz, todos ellos con una ventana de análisis de ± 75 Hz; e) los puntos de menor concentración de energía del LTAS, estableciendo dos valles mínimos de energía, uno en la banda 1 y otro en la banda 2 (ver apéndice 6).

El fenómeno del formante del cantante (FC), ha sido localizado por Sundberg (2001) en el espectro LTAS alrededor de los 3Khz, aunque varía en función de la intensidad y de la clasificación vocal del sujeto. Por eso, para detectar la presencia del FC en nuestra muestra, se ha establecido un intervalo de análisis entre los 2.5 y los 3.3Khz. Paralelamente, se ha incluido un intervalo entre los 3.4 y los 4Khz para identificar la presencia del formante del actor (FA).

Además de los momentos espectrales analizados de la tabla 7, se calculó la diferencia entre la energía media de las bandas 1 y 2, siguiendo la metodología de Thorpe et al. (2001). Los autores proponen un método alternativo al Singing Power Ratio (SPR) de Omori et al. (1996), que consiste en calcular la diferencia de la energía media de cada segmento del espectro, en lugar de manejar únicamente los puntos de mayor concentración de energía, como propusieron Omori et al. (1996) inicialmente. Este procedimiento también lo han seguido autores como Garnier, Henrich, Castellengo et al. (2007).

Otro parámetro incluido en nuestro análisis, como medida de calidad vocal, esta vez de la parte baja del espectro, es la diferencia entre la energía media en la región donde se ubica el primer formante (de 300 a 1200Hz) y la energía media en la zona

correspondiente con la frecuencia fundamental (de 0 a 300Hz), como se ilustra en la figura 4 (Leino, 2009). Esta ratio ha demostrado correlacionarse negativamente con un funcionamiento vocal hipotónico y positivamente con un mayor volumen y un mayor cierre glótico (Bele, 2002; Laukkanen et al., 2009).

Tabla29. Intervalos y momentos espectrales analizados del espectro total LTAS en voz cantada y hablada

BANDAS	INTERVALOS	PARÁMETROS ESPECTRALES	
ESPECTRO TOTAL	0-10Khz	Frecuencia de intensidad máxima	
		Pico de energía máxima (Db)	
		Energía media	De 0 a 10Khz
			> 4Khz

RESULTADOS:

El análisis se realizó con el paquete estadístico SPSS. Puesto que no se cumplió el principio de homogeneidad de la varianza en todas las variables analizadas, se optó por utilizar la prueba estadística para variables no paramétrica de McWhitney.

Además del análisis estadístico, se llevó a cabo una representación gráfica de los espectros LTAS del GEF y del GC en ambas tareas, habla continua y canto continuo, para realizar una comparativa de la tendencia en la distribución espectral de LTAS en cada grupo.

Con los resultados obtenidos, se llevó a cabo un análisis de funciones canónicas discriminantes de la tarea de voz cantada, para comprobar hasta qué punto podemos predecir la pertenencia de los participantes a cada uno de los grupos, en relación al espectro resultante.

LTAS en Voz Hablada

Comparativa gráfica del perfil LTAS

La figura 32 corresponde a la representación gráfica del análisis LTAS en cada uno de los grupos para la tarea de lectura en voz alta de “*Anda jaleo*”.

A primera vista, se aprecia una mayor intensidad del GEF en todo el espectro del habla. También se puede apreciar una mayor pendiente en la zona de altas frecuencias del GC con respecto al GEF, lo que indicaría una menor presencia de ruidos de aire y turbulencias en la voz hablada del GC.

La frecuencia fundamental de ambos grupos se sitúa cerca de los 200Hz, reflejada en el pico de mayor concentración de energía del espectro, que en el caso del GEF es casi 5db mayor que en el GC.

En la zona de bajas frecuencias del espectro se localizaron tres picos de concentración de energía en el GEF, mientras que en el GC sólo se hallaron dos. Esta diferencia en la distribución de energía se encuentra entre los 300 y los 600Hz.

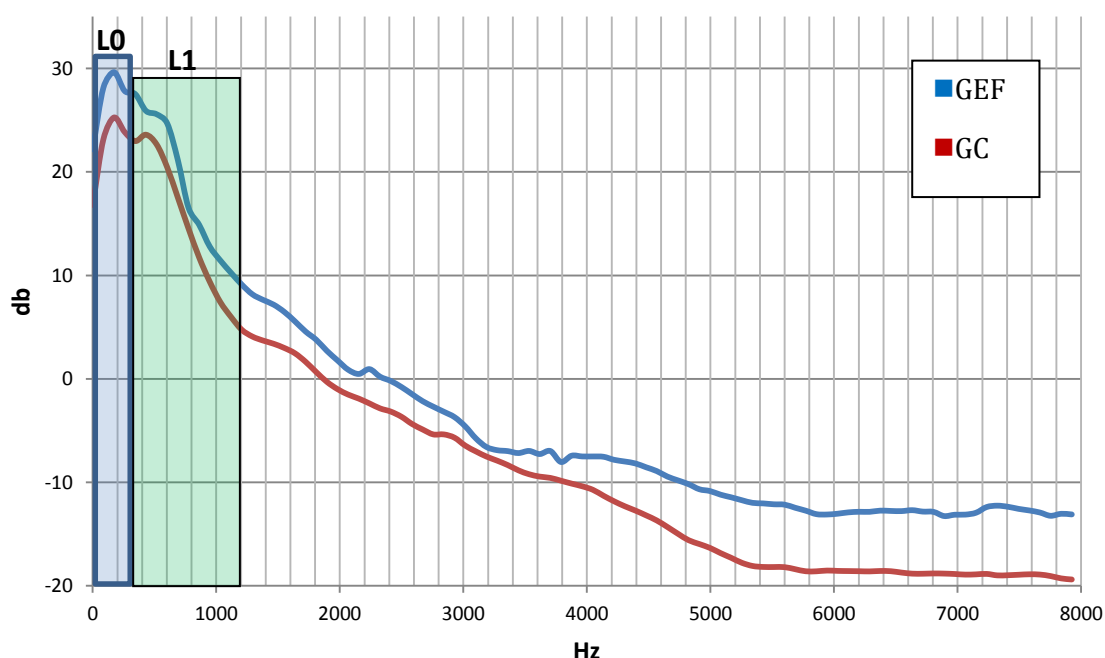


Figura 32. Long Term Average Spectrum (LTAS) en voz hablada de la letra de la canción “*Anda jaleo*” para el GEF Y EL GC de 0 a 8kHz siendo: L0=región correspondiente a la F0; L1=región correspondiente a F1

Más adelante, alrededor de 1kHz, la cantidad de energía en ambos grupos se vuelve casi equiparable. En, aproximadamente, los 2,5kHz se produce en el GEF un pico de energía que no ocurre en el espectro del GC, seguido de un valle a los 3,2kHz que tampoco ocurre en el GC y, desde el cual, comienza a suavizarse la pendiente espectral. En el GC este cambio en la pendiente se produce en frecuencias más elevadas (alrededor de los 5,4kHz) y de forma más radical que en el GEF.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de la totalidad del espectro indica valores significativamente superiores del GEF, tanto en la energía media ($U=124$; $p<0,01$) como en el pico de energía máxima ($U=133$; $p<0,05$). No se encuentran diferencias en las frecuencias de este pico entre ambos grupos. Los valores de medias y desviaciones típicas de las zonas espectrales analizadas pueden consultarse en la tabla 30.

En cuanto a la cantidad de energía en decibelios encontrada por encima de 1KHz, el GEF obtuvo valores significativamente mayores que el GC. No ocurre así al analizar la cantidad de energía del espectro de ambos grupos por encima de los 4KHz.

Tabla 30. Estadísticos descriptivos, U de Mann-Whitney y significación bilateral de las puntuaciones significativas del GEF y del GC del LTAS en voz hablada del espectro total

ZONAS ESPECTRALES	G.exp	Media	DT	U Mann Whitne y	Sig. (bilat.)
Pico de Energía máxima	GEF	31,13	6,4	133	0,011
	GC	26,24	4,1		
Energía media (DB)	GEF	-10,6	6,2	124	0,006
	GC	-15,4	3,8		
ESPECTRO TOTAL Energía media por encima de 1KHz	GEF	11,89	6,9	151,5	0,034
	GC	7,52	4,8		
Diferencia entre la energía media de las bandas 0-2KHz y 2-4KHz	GEF	19,51	3,0	155	0,042
	GC	17,52	3,3		

Banda 1 (0Hz- 2kHz):

Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney (véase tabla 31) muestran que el GEF puntúa significativamente más alto que el GC en la energía media de esta banda ($U=147$; $p<0,05$). En cuanto a los picos de la banda, se encontró que en el GEF existía un pico de intensidad máxima significativamente más alto que en el GC ($U=133$; $p<0,05$), correspondiente al mayor pico de energía máxima del espectro, así como también en el pico encontrado entre los 40 y los 600Hz. No hay diferencias en la frecuencia de dicho pico entre el GEF y el GC.

Tabla 31. Estadísticos descriptivos, U de Mann-Whitney y significación bilateral de las puntuaciones significativas del GEF y del GC del LTAS en voz hablada de la banda 1

ZONAS ESPECTRALES		G.exp	Media	DT	U Mann Whitne y	Sig. (bilat.)
	Pico de energía máxima (40-600Hz)	GEF	31,13	6,4	133	0,011
		GC	26,24	4,1		
	L0 (de 0 a 300Hz)	GEF	30,57	6,2	135,5	0,012
		GC	26,10	4,4		
	L1 (de 300 a 1200Hz)	GEF	28,56	6,6	140	0,017
		GC	23,80	6,0		
	Nivel de energía (400Hz)	GEF	28,97	6,7	120	0,004
		GC	23,17	5,3		
BANDA 1	Nivel de energía (600Hz)	GEF	25,41	6,1	125,5	0,006
		GC	20,08	5,2		
0Hz- 2kHz	Valle de energía (1400-1500Hz)	GEF	7,83	6,1	126	0,007
		GC	2,82	4,5		
	Pico de energía máxima (1700-1900Hz)	GEF	6,35	4,7	119,5	0,004
		GC	2,51	3		
	Pico de energía máxima (0-2KHz)	GEF	31,13	6,4	133	0,011
		GC	26,24	4,1		
	Energía media de 0-2KHz	GEF	15,31	6,2	147	0,026
		GC	11,16	4,6		

Como era de esperar, todas las variables espectrales analizadas dentro de ese intervalo (L0, 400 y 600Hz), presentaron una energía significativamente mayor en el GEF (tabla 2). Del mismo modo, se observó en el GEF un pico significativamente mayor entre los 1700 y los 1900Hz, es decir, en la zona de frecuencias altas de la banda 1 ($U=119,5$; $p<,01$). Se analizó también un valle de energía entre los 1400 y los 1500Hz en el que, nuevamente, el GEF obtuvo puntuaciones significativamente mayores que el GC ($U=126$; $p<,01$).

En el análisis se incluyó la zona relacionada con el primer formante (L1), donde el GEF volvió a obtener puntuaciones significativamente más elevadas que el GC ($U=140$; $p<,05$).

Otro aspecto analizado en la banda 1 fue la diferencia entre la región del primer formante y la región de la frecuencia fundamental (L1-L0). A pesar de que en las dos regiones se observan diferencias significativas entre los grupos, la diferencia entre ambas es similar.

Banda 2 (2kHz- 4kHz):

En la banda 2, se encontraron diferencias significativas en los niveles de energía alrededor de los 2KHz ($U=157$; $p< 0,05$) entre ambos grupos, siendo el GEF quién puntuó más alto (véase tabla 32). También se obtuvieron diferencias en los 2,5KHz ($U=148$; $p<0,05$) y alrededor de los 3KHz ($U= 168$; $p<.05$), con valores superiores en el grupo GEF con respecto al GC.

En el valle de energía entre los 3.5 y los 3.9KHz también el GEF obtuvo puntuaciones significativamente mayores que el GC ($U=143$; $p<,05$).

Cabe destacar que resultó significativa la diferencia encontrada en la comparación de las energías medias de la banda 1 y de la banda 2. En este caso fue nuevamente el GEF quién obtuvo mayores puntuaciones ($U=155$; $p<,05$).

Banda 3 (4kHz- 6kHz):

Los valores de energía media son significativamente mayores en el GEF ($U=139$; $p<,05$) en esta banda (véase resumen de resultados en la tabla 32). Dicha diferenciación no se produjo, ni alrededor de los 4KHz, ni alrededor de los 5KHz, ni tampoco fue debida a un pico de intensidad. Este incremento de energía en el GEF se dio, por exclusión, en la zona de altas frecuencias de la banda 3, esto es, alrededor de los 6KHz.

Bandas 4 (6kHz- 8kHz) y banda 5 (8kHz- 10kHz):

Por último, se observó una mayor concentración de energía media en el GEF en la banda 4 ($U= 128$; $p<,01$) y 5 ($U=144$; $p<,05$), y en la banda 5 ($U= 144$; $p<,05$) en comparación con la energía media de estas zonas en el GC (véase tabla 32).

Tabla 32. Estadísticos descriptivos, U de Mann-Whitney y significación bilateral de las puntuaciones significativas del GEF y del GC del LTAS en voz hablada de las bandas 2, 3, 4 y 5.

ZONAS ESPECTRALES		G.exp	Media	DT	U Mann Whitne y	Sig. (bilat.)
BANDA 2 (2kHz- 4kHz)	Nivel de energía (2KHz)	GEF	4,31	4,5	157	0,035
		GC	1,34	2,2		
	Nivel de energía (2.5KHz)	GEF	3,24	4	148	0,014
		GC	0,8	2,3		
	Nivel de energía (3KHz)	GEF	2,3	4,3	168	0,023
		GC	0,25	1,1		
	Valle de energía (3500-3900Hz)	GEF	-7,4	7,4	143	0,021
		GC	-12,2	5,6		
BANDA 3 (4kHz- 6KHz)	Energía media de 4-6KHz	GEF	-10,8	7,4	139	0,016
		GC	-15,7	3,8		
BANDA 4 (6kHz- 8kHz)	Energía media de 6 a 8KHz	GEF	-13,4	7,0	128	0,008
		GC	-18,8	5,6		
BANDA 5 (8kHz- 10kHz)	Energía media de 8 a 10KHz	GEF	-17,6	7,0	144	0,022
		GC	-22,2	4,0		

Comparativa gráfica del perfil LTAS

La figura 33 corresponde a la representación gráfica del análisis LTAS en cada uno de los grupos para la tarea de lectura en voz alta de “*Anda jaleo*”.

En este caso, observamos en ambas gráficas más cantidad de energía en el GEF que en el GC, aunque no en todo el espectro, tal y como ocurría en voz hablada, con puntos en los que los espectros se cruzan, reflejando una distribución claramente distinta de la energía en ambos grupos.

El primer punto de corte entre espectros se produce en la región baja del espectro, en la que la frecuencia fundamental y el primer formante de ambos grupos reflejan tendencias diferentes. Observamos cómo en el GEF el pico de intensidad máximo del espectro tiene una frecuencia mayor, pero la misma energía que el GC.

Observamos, en general, picos de acumulación de energía más definidos en el espectro del GC entre 1 y 2kHz, aunque, tal y como ocurre con el pico de intensidad máximo, en el GEF estas acumulaciones se encuentran en frecuencias más altas.

En el GC podemos apreciar claramente el fenómeno del formante del cantante, reflejado en ese pico alrededor de los 3kHz. Dicho fenómeno no se aprecia en el GEF, aunque sí hubo de los 2 a los 4kHz cómo la pendiente espectral se suaviza, llegando a aplanarse alrededor de los 4kHz, región correspondiente al formante del actor. El comportamiento del espectro del GC en esta misma zona es diametralmente opuesto, ya que, desde los 3kHz, la pendiente espectral sufre un decremento hasta los 5kHz. En el GEF esta inclinación ocurre de los 4 a los 5kHz.

Finalmente, de los 5 a los 8kHz, las pendientes espectrales de ambos grupos se suavizan, siendo el GEF el que cuenta con una mayor cantidad de energía en esta zona de altas frecuencias en comparación con el GC, en el que se observa un pequeño aumento en la cantidad de energía de 5 a 6kHz.

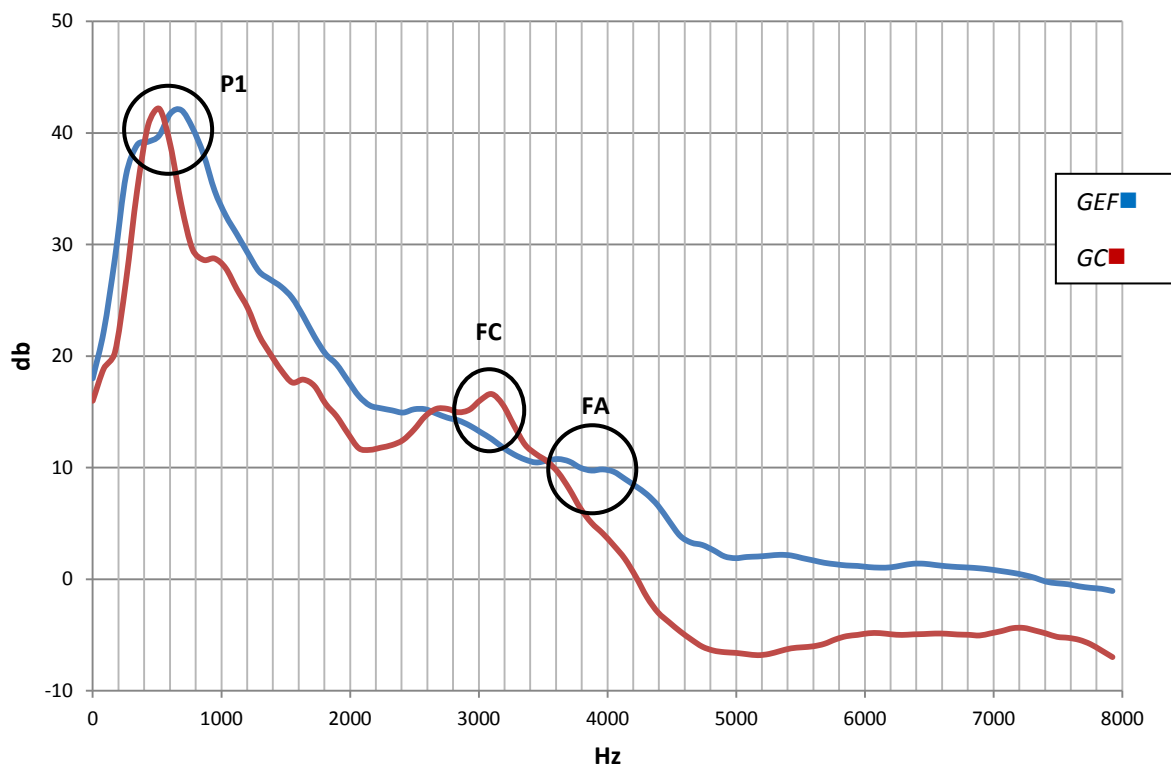


Figura 33. Long Term Average Spectrum (LTAS) en voz cantada de la canción “Anda jaleo” para los grupos GEF y GC de 0 a 8kHz siendo: P1=pico mayor de concentración de energía; FC= región del formante del cantante y FA=región del formante del actor

Análisis estadístico

Para empezar, desde una perspectiva de análisis general, el espectro del GEF se caracterizó por tener una energía media significativamente más alta que el espectro del GC, tal y como hemos encontrado en la tarea de voz hablada. También difieren ambos grupos con respecto a la frecuencia de intensidad máxima, que se corresponde con el primer formante ($U=52,5$; $p < ,000$). En este caso, al contrario que en voz hablada, no se encontraron diferencias en el pico de intensidad máxima del espectro, situándose en ambos grupos alrededor de los 44 decibelios.

En cuanto a la energía media encontrada en la zona alta del espectro, por encima de 1KHz, ambos grupos se diferenciaron significativamente, siendo el GEF el grupo que obtuvo el valor más alto ($U= 125$; $p < ,01$), con una energía media de alrededor de 33 decibelios. Nos llamó especialmente la atención la diferencia detectada entre ambos

grupos en la energía media de la zona alta del espectro, por encima de los 4KHz, siendo el GEF quien puntuó más alto, con hasta el doble de energía que el GC ($U=113$; $p<,01$).

Seguidamente se muestran los resultados obtenidos en cada banda de frecuencias estudiada, así como la representación gráfica de LTAS en cada uno de los grupos (figura 37).

Los puntos y características generales del espectro en los que se registraron diferencias significativas entre ambos grupos quedan resumidos en la tabla 33.

Tabla 33. Estadísticos descriptivos, U de Mann-Whitney y significación bilateral de las puntuaciones significativas del GEF y del GC del LTAS en voz cantada en el espectro total

ZONAS ESPECTRALES		G.exp	Media	DT	U Mann Whitn ey	Sig. (bilat)
ESPECTRO TOTAL	Energía media (Db)	GEF	1,01	5,30	121	,005
		GC	-4,38	6,30		
	Frecuencia de intensidad máxima (Hz)	GEF	659,1	120,72	52,5	,000
		GC	483,98	57,69		
	Energía media por encima de 1KHz	GEF	32,9	5,84	125	,006
		GC	28,4	4,96		
	Energía media por encima de 4KHz	GEF	12,39	6,72	113	,002
		GC	5,87	5,89		
	Diferencia entre la energía media de las bandas 0-2KHz y 2-4KHz	GEF	16,75	4,8	145	,023
		GC	13,95	3,9		

Banda 1 (0Hz- 2KHz):

Los resultados de esta banda pueden consultarse en la tabla 34. Se encontraron diferencias significativas en la energía media, siendo en el GEF de hasta 30db y en el GC de alrededor de 24db ($U=$; 115 ; $p<,01$). Como se ha señalado anteriormente, existen diferencias entre ambos grupos en las frecuencias máximas del espectro, que se ubican en la banda 1, en la región correspondiente a la frecuencia fundamental (L0). En esta

región, entre los 0 y los 300Hz, a la que hemos denominado L0, en el espectrograma del GEF se obtuvo una mayor concentración de energía que en el del GC ($U= 132; p< ,01$).

No ocurrió así en la zona correspondiente al primer formante, a la que hemos llamado L1, entre los 300 y los 1200Hz, en la que no se encontraron diferencias entre ambos grupos. Por el contrario, al calcular la diferencia entre la energía media en ambas zonas, L1-L0, sí se encontraron diferencias significativas siendo, en este caso, el GC el que obtiene el mayor valor ($U=154; p< ,05$).

Se encontraron también diferencias en el valle de energía mínima entre los 1400 y los 1500Hz, siendo en el GC dónde se encontraron los niveles más bajos de energía ($U=91; p< ,000$).

Tabla 34. Estadísticos descriptivos, U de Mann-Whitney y significación bilateral de las puntuaciones significativas del GEF y del GC del LTAS en voz cantada en la banda 1

ZONAS ESPECTRALES		G.exp	Media	DT	U Mann-Whitney y	Sig. (bilat.)
BANDA 1 0Hz- 2kHz	Energía media de 0 a 2KHz	GEF	30,07	4,58	115	,003
		GC	24,75	5,64		
	L0 (de 0 a 300Hz)	GEF	36,2	5,58	132	,010
		GC	27,7	10,42		
	L1- L0	GEF	8,2	4,07	154	,040
		GC	15,59	10,07		
	Valle de energía (1400-1500Hz)	GEF	26,14	6,05	91	,000
		GC	18,7	6,09		
	Pico de energía máxima (1700-1900Hz)	GEF	22	5,46	148	,028
		GC	17,69	6,11		
Nivel de energía entre 1925-2075Hz	GEF	17,8	5,17	154	,040	
	GC	13,5	7,04			

Dentro de esta primera banda de análisis se han incluido dos momentos espectrales más que han llamado especialmente nuestra atención por los resultados obtenidos. Por

una parte, al comparar los picos de energía máxima entre los 1700 y los 1900Hz se ha comprobado que, en el espectro del GEF hay un despunte muy notable y significativamente por encima del GC ($U=148$; $p < ,05$). Por otra, y ya en el límite de la banda 1, hemos analizado otros momentos espectrales, como el pico de energía máxima alrededor de los 2Kh (entre 1925 y 2075Hz), encontrándose diferencias significativas entre los grupos en las que, el GEF, obtiene los valores más elevados ($U=154$; $p < ,05$).

Banda 2 (2kHz- 4kHz):

Apenas se han encontrado diferencias significativas en esta banda, a excepción de la zona de frecuencias más altas (véase el resumen de resultados en la tabla 35).

Al analizar el nivel de energía alrededor de los 4KHz, entre los 3925 y los 4075Hz, comprobamos cómo el GEF nuevamente tiene una energía significativamente por encima del GC en esta zona del espectro ($U=145$; $p < ,05$). En el resto de variables espectrales no se encontraron diferencias en esta banda.

Del cálculo de la diferencia entre las bandas 1 y 2 (Diferencia entre la energía media entre los 2 y los 4KHz y entre 0 y 2KHz) se obtuvieron resultados significativos entre ambos grupos, siendo el GEF quién obtuvo la mayor puntuación ($U=145$; $p < ,05$).

Banda 3 (4kHz- 6kHz):

Se obtuvieron muchas diferencias en la distribución espectral de la energía en esta banda. En primer lugar, se encontraron diferencias significativas en la energía media de la banda, siendo mayor en GEF que en GC ($U= 90$; $p < ,000$), véase tabla 35.

En segundo lugar, el GEF aportó un pico de energía máxima de la banda más alto que el GC ($U=115$; $p < ,01$). La amplitud de la frecuencia de este pico se sitúa significativamente por encima en el espectro del GEF que en el del GC ($U=129$; $p < ,01$). En esta banda se analizaron dos momentos espectrales relevantes. En el primero de ellos, el pico de energía máxima encontrado entre los 4100 y los 4200Hz, el GEF obtuvo un valor significativamente mayor al del GC ($U=128$; $p < ,01$). En el segundo, en la zona media de frecuencias de esta banda, alrededor de los 5KHz (de 4925 a 5075Hz) el GEF se

diferenció significativamente del GC obteniendo valores de nuevo más altos ($U=129$; $p< ,01$).

Tabla 35. Estadísticos descriptivos, U de Mann-Whitney y significación bilateral de las puntuaciones significativas del GEF y del GC del LTAS en voz cantada en las bandas 2 y 3

ZONAS ESPECTRALES		G.exp	Media	DT	U Mann-Whitney y	Sig. (bilat.)
BANDA 2 (2kHz- 4kHz)	Nivel de energía entre 3925 y 4075Hz	GEF	11,2	7,69	145	,023
		GC	6,09	5,46		
BANDA 3 (4kHz- 6kHz)	Pico de energía máxima de 4100 a 4200Hz	GEF	10,15	7,18	128	,007
		GC	4,29	5,14		
	Nivel de energía entre 4925 y 5075Hz	GEF	4,45	5,12	129	,003
		GC	1,14	2,79		
	Frecuencia de intensidad máxima de 4 a 6 KHz	GEF	4272	1095	129	,006
		GC	3076	2047		
Pico de energía máxima de 4 a 6KHz	GEF	12,0	6,94	115	,003	
	GC	5,79	5,65			
Energía media de 4 a 6KHz	GEF	3,8	6,98	90	,000	
	GC	-4,5	7,24			

Banda 4 (6kHz- 8kHz) y banda 5 (8kHz- 10kHz):

Detectamos numerosas diferencias entre los grupos (véase tabla 36). Para empezar, el pico de energía máxima también fue significativamente distinto en ambos grupos, encontrándose un pico en el GEF de casi el doble de energía que en el GC ($U=146$; $p< ,05$). No es de extrañar que se presentaran también diferencias significativas en la energía media de la banda, que fue significativamente mayor en el GEF que en el GC ($U=123$; $p< ,01$). Estos picos también se situaron en lugares muy diferentes, siendo la frecuencia de intensidad máxima para el GEF mucho mayor que para el GC ($U=52,5$; $p< ,000$).

Tabla 36. Estadísticos descriptivos, U de Mann-Whitney y significación bilateral de las puntuaciones significativas del GEF y del GC del LTAS en voz cantada en las bandas 4 y 5

ZONAS ESPECTRALES		G.exp	Media	DT	U Mann-Whitney y	Sig. (bilat.)
BANDA 4 (6kHz- 8kHz)	Frecuencia de intensidad máxima de 6 a 8KHz	GEF	659	120,7	52,5	,000
		GC	483	57,62		
	Pico de energía máxima de 6 a 8KHz	GEF	5,96	5,27	146	,017
		GC	2,57	4,28		
	Energía media de 6-8KHz	GEF	12	5,67	123	,005
		GC	6,98	5,63		
BANDA 5 (8kHz- 10kHz)	Energía media de 8 a 10KHz	GEF	-4,3	6,04	121	,005
		GC	-10,7	7,82		

Finalmente, al llevar a cabo el análisis de funciones canónicas discriminantes, teniendo en cuenta todas las variables medidas en el espectro LTAS para la prueba de voz cantada, se calculó la variabilidad de ambos grupos, para posteriormente compararlos. Después, se observaron las diferencias significativas con respecto a todas las variables analizadas en el espectro ($\text{Lambda de Wilk} = 0,51$; $\chi^2 = 77,335$; $p < .000$; $gl = 32$).

Los resultados muestran que el cien por cien de los casos se clasificó correctamente en cada uno de los grupos. Todos los casos que pertenecían al GEF fueron correctamente pronosticados (sensibilidad); igualmente, en el cien por cien de los casos se pronosticó correctamente la pertenencia al GC (especificidad), ver tabla 37.

Tabla 37. Resumen del análisis de funciones canónicas discriminantes en voz cantada.

		GEF	GC	Total
Recuento	GEF	23	0	23
	GC	0	21	21
%	GEF	100	0	100*
	GC	0	100	100*

*Clasificados correctamente el 100% de los casos agrupados originales.

CUMPLIMIENTO DE HIPÓTESIS Y RESUMEN DE RESULTADOS

- ✓ **Objetivo 1:** Analizar la voz hablada en un grupo de cantaores flamencos comparado con cantantes de música clásica, a través de la metodología LTAS.


Contrariamente a los hallazgos que hemos ido encontrado en nuestro trabajo, el análisis espectrográfico muestra que existen diferencias entre cantaores flamencos y cantantes clásicos en la distribución de energía del espectro de la voz hablada. Otro hallazgo detectado en voz hablada a través de la metodología de análisis LTAS radica en la presencia de una energía significativamente mayor en las zonas altas del espectro del GEF en comparación con el GC; por tanto, tal y como pronosticamos, mayor presencia de ruido en la emisión hablada en flamencos.

👉 H_0 : La distribución de energía del espectro de los cantaores flamencos será similar a la del grupo control en todas las zonas del espectro en voz hablada, salvo en la zona de altas frecuencias.

La mayor diferencia entre los grupos en voz hablada se encontró en la intensidad de energía, que fue significativamente mayor en toda la zona baja del espectro (por encima de 1kHz, pero no por encima de 4kHz). Los picos correspondientes a la frecuencia fundamental y al primer y segundo formante contienen más energía en el GEF que en el GC, aunque se localizan en el mismo rango de frecuencias.


👍 H_1 : La cantidad de energía del espectro de voz hablada será mayor en el grupo experimental flamenco que en el grupo de cantantes clásicos.

En cuanto a los parámetros relacionados con la cualidad de la voz hablada, hubo diferencias en los hallazgos. Por ejemplo, en el parámetro "L1-L0", no hubo diferencias entre grupos, aunque en la ratio "banda2-banda1" fue el GEF quién obtuvo resultados superiores, ya que la energía media de los 2 a los 4kHz no fue mayor en el GEF que en el GC mientras que de los 0 a los 2kHz sí. También se comprobó un cambio en la tendencia de inclinación espectral alrededor de los 4kHz en el GEF que no se obtuvo en el espectro del GC.

 H₂: Los momentos espectrales de cualidad vocal hablada en ambos grupos serán similares.

- ✓ **Objetivo 2: Comparar el análisis de la voz cantada de un grupo de cantaores flamencos con otro de cantantes de música clásica, a través de la metodología LTAS analizando los espectros estadística y gráficamente.**


Por otro lado y, como era de esperar, hubo diferencias en la distribución de energía en voz cantada. Tanto es así que, en el análisis de funciones canónicas discriminantes, se obtuvo una predicción del cien por cien de pertenencia a cada grupo.

 H₃: La distribución espectral de la energía cambia en función del grupo en la tarea de voz cantada.

En voz cantada, se encontraron diferencias entre grupos con respecto a la cantidad de energía del espectro, en la que el GEF volvió a puntuar más alto que el GC, no sólo por encima de 1kHz, tal y como ocurrió en voz hablada, sino también por encima de 4kHz, con el doble de energía que el GC en las zonas altas del espectro.

También observamos diferencias en la forma en la que la energía se distribuye por el espectro. Por ejemplo, en la región de la frecuencia fundamental y del primer formante, los picos de intensidad máxima del GEF se situaron en frecuencias distintas al GC, pero no en intensidades distintas.

En parámetros como “L1-L0”, hubo diferencias entre ambos grupos, siendo el GC el que obtuvo los valores más altos. Por otro lado, al igual que en voz hablada, el GEF obtuvo en la ratio “banda2-banda1” resultados mayores que el GC.

 H₄: En ambos grupos aparecerán indicadores de resonancias que seguirán patrones de distribución diferentes.

El GEF presentó una mayor energía entre 2 y 4kHz. También hubo más cantidad de energía en la región del formante del actor en el GEF que en el GC.

En la comparativa de las representaciones gráficas de LTAS, se puede apreciar claramente la existencia del fenómeno del formante de cantante en el GC, es decir, un pico de concentración de energía alrededor de los 3kHz, que en el GEF no se aprecia.

👉 H₅: En el grupo flamenco no aparecerá el fenómeno del formante del cantante (FC) mientras que en el grupo control sí.

La cantidad de energía fue mayor entre los 4 y los 6kHz en el GEF, y alrededor de los 4kHz especialmente, observándose el fenómeno del FA en el GEF, con nitidez en la representación gráfica del espectro, tal y como vaticinamos.

👉 H₆: En el grupo flamenco aparecerá el fenómeno del formante del actor (FA) mientras que en el grupo control no.

Además, también en esta banda, de 4 a 6kHz, la distribución de energía fue distinta entre ambos grupos. Por ejemplo, el pico de energía máxima de esta banda se sitúa en frecuencias más altas en el GEF que en el GC y tiene casi el doble de energía, lo cual indica, no sólo la existencia de ruido en la voz, sino un tipo de ruido distinto y de mayor intensidad al producido en la emisión del GC.

👉 H₇: El espectro en voz cantada de los cantaores flamencos tendrá mayor cantidad de energía en la zona de altas frecuencias que el espectro de los cantantes clásicos.

4.DISCUSIÓN GENERAL

Como prólogo a la exposición de los hallazgos encontrados y su relación entre ellos, nos gustaría recordar que este trabajo no pretende sistematizar ni simplificar el cante flamenco, sino acercarse a él y observarlo. Entendemos que la voz es un fenómeno dinámico y polimórfico y, especialmente, la voz del cante flamenco, que contiene una dimensión expresiva y artística que no osaríamos abarcar ni someter a estudio a través del método científico.

Sin embargo, existe otra dimensión formal del cante, una dimensión puramente física y tangible que conforma el instrumento de transmisión del arte. A ese instrumento nos referimos como aparato fonador, no como voz, ya que el término voz englobaría también aspectos emocionales, lingüísticos y creativos que escapan del presente análisis. El carácter riguroso que impregna, necesariamente, el uso de un prisma científico, nos obliga a utilizar un lenguaje preciso y absoluto en este trabajo.

A continuación, se discuten los hallazgos encontrados en los estudios anteriores, las implicaciones que conllevan y la hoja de ruta que dibujan las líneas futuras de la investigación de la voz flamenca.

La estructura de este apartado se ha diseñado en dos grandes capítulos; por un lado, se discuten los resultados que conciernen a los hábitos, percepciones, usos y conductas vocales del cantaor flamenco y, por otro lado, se analiza el producto de los estudios relacionados con la acústica del sonido, la fisiología respiratoria, la eficacia vocal, la cualidad del sonido y los mecanismos implicados en la emisión vocal, en definitiva, a la voz del cantaor como fenómeno fisiológico y acústico. Este último capítulo se ha subdividido, a su vez, en dos partes, una sobre el análisis de las variables medidas en voz cantada y otra para las utilizadas en voz hablada. Por tanto, la discusión de esta tesis se estructura según el objeto de estudio que ha sido, por una parte, el cantaor y, por otra parte, su voz.

4.1 HÁBITOS Y CONDUCTAS VOCALES DEL CANTAOR FLAMENCO

Los cantantes constituyen un colectivo especial dentro del estudio de la voz. Podemos considerarlos como *“profesionales de la voz en el más estricto sentido de la expresión”*, dado que la usan en toda su extensión, tanto frecuencial como dinámica.

Sin embargo, en la clínica de la voz existe un gran desconocimiento sobre las necesidades del cantante y sobre las variables que afectan a su voz.

Por un lado, en el caso de la existencia de alguna patología, es de esperar que, si el cantante se somete a una operación para extirpar algún problema vocal causado por el ejercicio de la práctica, sin modificar sus hábitos posteriormente, el problema aparecerá de nuevo, tal y como afirma el doctor Bueso:

“vienen a mí cantantes de cante jondo (...) cantan ex profeso con sonido de voz rasgada o rota, con unos problemas laríngeos terribles en los que es ineficaz cualquier tratamiento”- y continúa diciendo- *“infructuosamente intento convencerles de que su problema radica en su manera de emitir y que la única solución para que puedan seguir cantando es dejar de forzar la garganta y educar un poco su voz, como mínimo aprender a apoyarla sobre el diafragma”* (extraído de Bañó 2003, p. 196).

En esta afirmación, proveniente de la práctica clínica diaria, comprobamos cómo, desde el propio clínico, hay un desconocimiento patente sobre los usos de la voz en el cante “jondo”, además, no se proporcionan herramientas de prevención realistas ya que, por ejemplo, para dejar de forzar la garganta al cantar es necesario identificar los bucles de sobreesfuerzo vocal. Como veremos más adelante, el problema del cantaor no es la emisión ni la falta de apoyo diafragmático, sino aspectos que tienen más relación con la prevención y los cuidados del propio instrumento.

Es fundamental dotar a los clínicos de información relevante para el tratamiento de cantaores con patologías vocales, ya que corremos el riesgo de tratar a estos profesionales como casos perdidos. Por tanto, como práctica preventiva y de perfeccionamiento, es fundamental el chequeo de conductas y factores que afecten al rendimiento vocal, tanto positiva como negativamente; ya que el aparato vocal es un sistema corporal y un instrumento que, a diferencia de una guitarra, está vivo y es

susceptible de alterarse fácilmente; por tanto, debe fortalecerse, tal y como fortalecería sus piernas un corredor de fondo.

Teniendo en cuenta la heterogeneidad de la población de cantantes que podemos ver en la consulta, nos propusimos construir un instrumento de evaluación integral apto para cantantes de distintos estilos musicales, como son el flamenco y la música clásica occidental que, además, fuera capaz de establecer diferencias entre ambos. Por eso, el primer objetivo de este trabajo fue diseñar un instrumento de evaluación, recopilando variables que afectan a la salud vocal del cantante.

Una vez recogida la información, los resultados de nuestro estudio mostraron que el cantaor flamenco está expuesto a numerosos riesgos vocales que, en clínica, es preciso diferenciar y definir, o bien como factores de riesgo, o bien como carencia de factores de protección.

4.1.1 EHVOCAN: Entrevista de Hábitos Vocales para Cantantes

Tras una revisión bibliográfica en profundidad, se diseñó la Entrevista de Hábitos Vocales para Cantantes (EHVOCAN), cuya finalidad es el muestreo de variables relacionadas con los usos y hábitos vocales de cantantes de diferentes estilos musicales y con diferentes trayectorias y carreras.

En primer lugar, EHVOCAN realiza una serie de preguntas relacionadas con la carrera y trayectoria del cantante, como si durante los primeros años la práctica fue formalizada, o si posteriormente ha acudido a clases específicas de técnica vocal de algún tipo. Es fundamental conocer esta información, ya que nos da las claves de la existencia de posibles “vicios” técnicos adquiridos durante los primeros años de práctica. En este apartado también se pregunta al cantante acerca del conocimiento que tiene sobre los límites de su voz, es decir, si sabe cuál es su registro.

En segundo lugar, EHVOCAN aporta información sobre la cantidad de práctica y la forma en que ésta se encuentra organizada, así como las expectativas profesionales del cantante, que van a explicar e influir directamente en la forma en la que se encuentra

organizada la práctica. Por otra parte, la entrevista incluye un apartado en el que cuestiona la frecuencia e intensidad de consumo de sustancias que afectan al aparato fonador, como la cafeína, el tabaco, el alcohol o el agua.

También incluye una anamnesis de la historia médica del cantante en los tres últimos años, con especial mención de trastornos que afectan directamente a la fonación como el bruxismo o el asma.

Por último, se muestrean las conductas de búsqueda y tipos de cuidado vocal frente a la presencia de un trastorno vocal (para más información, puede consultar el apéndice 2).

EHVOCAN aporta 3 puntuaciones generales: sintomatología percibida en voz hablada (VH); sintomatología percibida en voz cantada (VC) y hábitos y usos vocales del cantante (HAB).

Estas puntuaciones generales son el resultado de la suma ponderada de los factores que se encontraron tras el análisis factorial exploratorio de las variables no paramétricas de la entrevista. Cada factor reúne distintos aspectos relacionados con la voz, aspectos que han sido definidos a través de la denominación de cada uno.

En el apéndice 3 se puede consultar el peso de los ítems que componen cada factor. Dichos ítems se agruparon como resultado del análisis factorial exploratorio, lo que significa que los sujetos a los que se les aplicó la entrevista respondían de forma consistente a todos ellos, emulando de alguna forma este agrupamiento de ítems en sus respuestas. Posteriormente, analizamos qué tienen en común estos síntomas, qué los relaciona y, si aparecen unidos, qué nos están indicando. A continuación, se representa el proceso de construcción de los factores del cuestionario y la discusión de los resultados obtenidos.

4.1.2 SÍNTOMAS PERCIBIDOS EN VOZ HABLADA Y CANTADA

Por un lado, los factores que conforman la puntuación general de VH fueron: (véase tabla 38): “Síntomas de sobreesfuerzo”, que se compone de ítems relativos a presión, dolor o punzadas de la musculatura laríngea, faríngea y torácica del aparato vocal; “Falta

de lubricación-hidratación”, aquí se localizaron ítems que reflejan desequilibrios en la mucosa del aparato vocal; “Fatiga vocal”, compuesto por síntomas relacionados con la falta de descanso vocal; “Tendencia a la rigidez muscular” que, aunque podrían catalogarse como síntomas de sobreesfuerzo, han aparecido agrupados de forma independiente y; “Mala coordinación fono-respiratoria”, cuyo nombre se debe a la presencia de síntomas de fatiga y ahogo durante la emisión.

Tabla 38. Ítems de cada factor relacionados con sintomatología percibida en voz hablada extraídos de EHVOCAN

SOBRESFUERZO VOCAL
Punzadas en el velo del paladar al hablar
Presión o dolor en el esternón al hablar
Tensión en la nuca cuando hablo
Irritación o dolor en/o alrededor de la laringe cuando hablo
FATIGA VOCAL
Ausencia de tensión en los músculos del cuello cuando hablo (*)
Poca fatiga vocal cuando hablo (*)
Sensación de que no me cuesta trabajo hablar (*)
TENDENCIA A LA RIGIDEZ MUSCULAR
Rigidez en la garganta al hablar
Engrosamiento de las venas del cuello al hablar
FALTA DE LUBRICACIÓN E HIDRATACIÓN
Carraspera al hablar
Tos
Garganta áspera o reseca al hablar
Formación excesiva de moco
MALA COORD. FONORESPIRATORIA
Fatiga vocal progresiva después de hablar mucho
Gran sensibilidad en los músculos del cuello
Sensación de ahogo al hablar

**ítems invertidos*

Por otro lado, para la puntuación general VC, el análisis factorial resultó en tan sólo 3 factores, de los cuáles uno agrupó casi todo el peso debido al gran número de ítems que lo conformaban (ver apéndice 3), por ello se hizo una denominación muy genérica, “técnica vocal inadecuada”. Por tanto, los factores de la puntuación general VC fueron: (véase tabla 39): “Técnica vocal inadecuada”, o estrategias mecánicas del aparato fonador erróneas para cubrir demandas vocales específicas al cantar, que llevan al cantante a sentir molestias; “Dolor al cantar” que, al tratarse de un agrupamiento de dos síntomas relativos a dolor muscular, lo hemos denominado de esta manera ya que no podemos inferir relaciones de otro tipo entre ambos ítems y; “Apoyo y anclaje reducidos”, que hace referencia a síntomas que un cantante padece en el caso de que la musculatura que soporta las tensiones producidas al cantar no esté suficientemente tonificada.

Tabla 39. Ítems de cada factor relacionados con síntomas en voz cantada extraídos de EHVOCAN

TÉCNICA VOCAL INADECUADA
Sensación de que cuesta trabajo cantar
Irritación o dolor en/o alrededor de la laringe cuando canto
Rigidez en la garganta al cantar
Rápida fatiga vocal cuando canto
Garganta áspera o reseca al cantar
Carraspera cuando canto
Sensación de ahogo al cantar
Engrosamiento de las venas del cuello al cantar
DOLOR AL CANTAR
Dolor en la base de la lengua cuando canto
"Punzadas" en el velo del paladar al cantar
APOYO Y ANCLAJE VOCAL REDUCIDOS
Presión o dolor en el esternón al cantar
Tensión en la nuca cuando canto

En cuanto a los síntomas vocales percibidos por los cantaores flamencos, se hallaron síntomas de falta de hidratación y lubricación de la mucosa del aparato fonador, síntomas de sobreesfuerzo y de rigidez muscular y fatiga vocal con mayor frecuencia que en cantantes de música clásica.

Por un lado, se encontraron conductas relacionadas con la sequedad y con la falta de lubricación de la mucosa del aparato fonador como la tos o la carraspera al hablar. Por otro, entre los cantaores es común la sensación de dolor en la laringe. Este síntoma se relaciona también con la tendencia a la inflamación de la mucosa (Escalona, 2006).

Hubo un grupo importante de síntomas relacionados con la predisposición a conductas de sobreesfuerzo y rigidez muscular en la emisión, como la sensación de presión en el esternón, relacionado con un patrón respiratorio clavicular y, por tanto, superficial y poco profundo en el que se produce una gran cantidad de presión subglótica que incide directamente en los pliegues vocales (Hoit, Jenks, Watson, y Cleveland, 1996) o la tensión y engrosamiento de las venas del cuello. Sivasankar y Fisher, (2002) investigaron el aumento del esfuerzo fonatorio producido por el tipo de respiración, nasal u oral. El grupo de respiración oral obtuvo mayores índices de esfuerzo fonatorio. La respiración es clave en el rendimiento vocal. Una respiración excesivamente costosa a nivel metabólico, como la clavicular, produce un incremento de esfuerzo vocal.

Los cantaores también describieron síntomas típicos de la fatiga vocal. Por ejemplo, sienten que les cuesta trabajo hablar y que se ahogan al hacerlo con más frecuencia que los cantantes de música clásica.

Por otro lado, en cuanto a la sintomatología percibida durante la práctica del canto, los cantaores flamencos tienen más sensación de rigidez en la garganta y engrosamiento de las venas del cuello que los cantantes de música clásica. Estos síntomas indican sobreesfuerzo y falta de elasticidad del aparato fonador (Borragán, 2000) durante la emisión.

4.1.3 USOS DE LA VOZ EN EL CANTAOR FLAMENCO

Por último, los factores que conforman la puntuación general HAB, relativos a conductas y usos de la voz, fueron: (véase tabla 40) “Falta de ejercitación y calentamiento”, con ítems relacionados con el entrenamiento y la preparación muscular del aparato fonador, tanto antes de la práctica, como de forma habitual; “Predisposición a fonotraumatismos”, en los que se engloban condiciones que propician la ocurrencia de lesiones al cantar, bien por la presencia de gases procedentes de los ácidos gástricos de la digestión, o bien por el sometimiento de los pliegues vocales a un nivel de frecuencia o intensidad fuera de su rango natural, debido al ruido ambiental o a cantar fuera de los límites de la extensión vocal; “Exposición a irritantes”, con ítems que reflejan la presencia de humo o ambientes secos y fríos durante la práctica y en el día a día; “Amplificación”, se refiere al uso de microfonía durante la práctica y; “Descanso vocal”, compuesto por ítems relacionados con el descanso eficaz de la musculatura del aparato fonador.

En primer lugar, hemos comprobado cómo el cantaor flamenco carece de herramientas técnicas conscientes para la ejecución de la práctica. Llegamos a esta conclusión por diferentes razones. Por un lado, no acude a clases de técnica, ni conoce su rango vocal; por otro lado, la sintomatología encontrada en voz cantada indica el uso de una técnica vocal inadecuada, que les lleva a la rigidez muscular y al sobre-esfuerzo al cantar. A este hecho se suman tanto la falta de calentamiento como la ausencia de entrenamiento específico en control muscular y respiratorio.

Tabla 40. Ítems de cada factor relacionado con síntomas en hábitos y usos extraídos de EHVOCAN

FALTA DE EJERCITACIÓN Y CALENTAMIENTO
Cuando ensayo con otros músicos hago ejercicios de calentamiento antes de cantar (*)
Hago algún ejercicio de calentamiento antes de cantar en público (*)
Hago ejercicios de control muscular y respiratorio (*)

PREDISPOSICIÓN A FONOTRAUMATISMOS
Si una canción tiene notas que no tengo en mi registro la canto igualmente
Canto en lugares con ruido
Como antes de cantar
Poca fatiga vocal cuando hablo (*)
Sensación de que no me cuesta trabajo hablar (*)
EXPOSICIÓN A IRRITANTES
Ensayo en lugares con humo
Evito el aire acondicionado o la calefacción (*)
AMPLIFICACIÓN
Cuando canto en público uso amplificación (*)
Cuando ensayo con otros músicos uso amplificación (*)
DESCANSO VOCAL
Duermo de 7 a 8 horas al día (*)
Mi voz suena mejor por las mañanas y va empeorando a lo largo del día
Mi voz suena peor por las mañanas y luego va mejorando (*)

**ítems invertidos*

Borragán, Del Borrio y Gutiérrez (1999) han descrito “*el bucle del sobresfuerzo vocal*” (véase figura 34) en el que analizan cómo, las tensiones que se generan al hablar se retroalimentan y crecen por sí mismas creando patrones de uso vocal perniciosos difíciles de corregir. El bucle de esfuerzo se produce de la siguiente manera:

- A mayor rigidez de las cuerdas vocales es necesaria mayor cantidad de aire pulmonar.
- A mayor cantidad de aire pulmonar se produce mayor rigidez del cuerpo.
- A mayor rigidez del cuerpo, mayor rigidez de las cuerdas vocales.
- A mayor rigidez de las cuerdas vocales, menor vibración.
- A menor vibración, mayor cantidad de aire pulmonar.

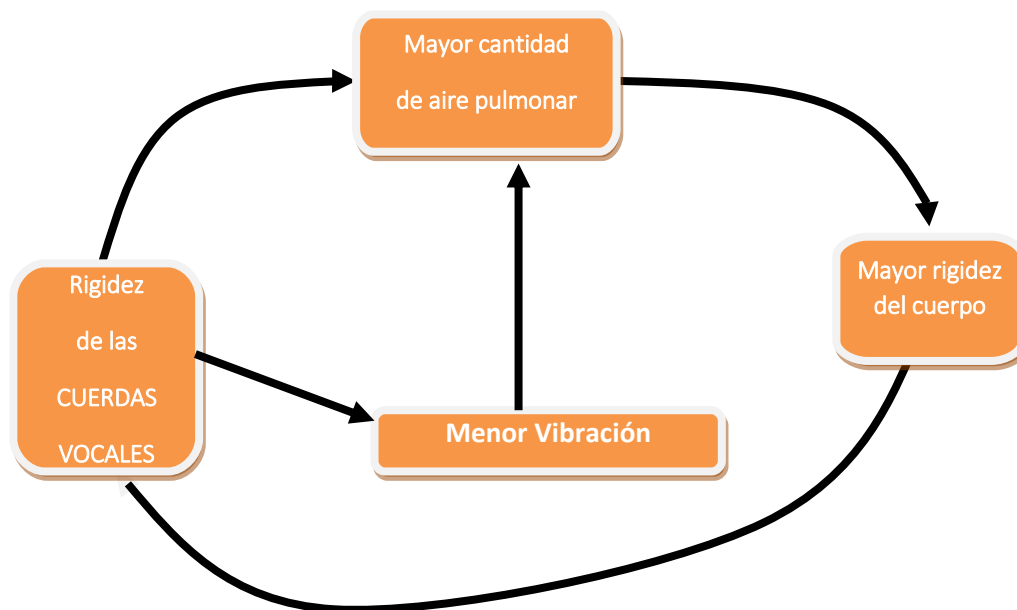


Figura 34. Bucle del esfuerzo vocal. Extraído de Borragán and cols. (1999) Libro el juego vocal: para prevenir problemas de voz, pág 14.

Los hallazgos de nuestro estudio nos indican que en el cantaor flamenco están presentes numerosos bucles de esfuerzo como estos que describiremos a continuación.

a. Entrenamiento, calentamiento y técnica: asignaturas pendientes para el cantaor flamenco

En el flamenco no hay conciencia sobre la importancia del entrenamiento vocal, aunque sí existe cierta conciencia sobre el calentamiento de la voz, en cuanto a la forma en la que se estructuran típicamente los cantes.

“La estructura más típica de los cantes comienza con una introducción de guitarra y luego la salida, en la que el cantaor temple la voz, se afianza en la tonalidad y en el tempo que marca la guitarra y entona los ayeos propios de cada estilo. Después le sigue un cante de preparación, sin mucha dificultad, seguido del cante valiente y del remate. Algunos compositores omiten este esquema lógico particular y hacen que el cantaor alcance los tonos más altos desde el principio, lo que puede llevarle obviamente a producirle daño en las cuerdas vocales”

(Gamboa y Núñez, 2007, p.431).

Sin embargo, entre los cantaores flamencos hubo síntomas de sobreesfuerzo al cantar, como “engrosamiento de las venas del cuello al cantar”, “rigidez en la garganta al

cantar” o “tensión en la nuca”, relacionados con el uso de una técnica vocal inadecuada. Este tipo de síntomas no sólo los encontramos en voz cantada, sino también en voz hablada, en factores como “tendencia a la rigidez muscular” o “síntomas de sobreesfuerzo”. Por tanto, este tipo de calentamiento que se viene realizando entre los cantaores flamencos no es suficiente y, además, si bien es cierto que la mera práctica del cante habilita al cantaor flamenco en ciertas habilidades vocales relacionadas con la respiración, el soplo y la resonancia, también asienta un comportamiento vocal pernicioso y a una técnica vocal inadecuada, con la perpetuación de un bucle de esfuerzo vocal (véase figura 35).



Figura 35. Extraído de Garzón, M., Muñoz, J. y Mendoza E. (2016) “¿El flamenco bueno duele? Factores de riesgo vocal en el cantaor flamenco”. VI Congreso Internacional Universitario de Investigación sobre l Flamenco. Cartagena, febrero 2016.

La falta de calentamiento se relaciona también con la deshidratación y la falta de lubricación, ya que el calentamiento vocal aumenta el riego sanguíneo y, por tanto, hidrata y lubrica la zona.

Como dijo Kraus:

“el flamenco no es un arte cultivado en lo que se refiere a la técnica, el cantaor la intuye, canta con la técnica justa (...) lo hace sin saberlo, por el instinto de conservar la voz”

(Gamboa, 2005, p.497).

b. Amplificación, ruido y sobreesfuerzo

Aunque ha sido el grupo de cantantes de música clásica el que ha obtenido puntuaciones más altas en el factor “amplificación” debido a la tradicional forma de cantar de este estilo musical, en la que no se utiliza microfonía, es común entre los cantaores flamencos no utilizar amplificadores más que en ciertos recitales. Sería interesante comparar al cantaor flamenco con cantantes de otros estilos musicales como el pop en este factor. Dale (2006) comenta sobre la cantaora Esperanza Fernández:

“su voz y su articulación tenían una claridad fuera de lo normal, nunca aprovechó el micrófono (...) fue llenando el Skirball Theater de la Universidad de Nueva York con el micrófono apagado” (p. 40).

Es muy común en los recitales ver cantaores que terminan el espectáculo cantando sin microfonía en el proscenio rondas de fandangos o bulerías.

Los factores ambientales encontrados, como el ruido, pueden llevar al cantaor a buscar un aumento de volumen de forma inconsciente, entrando así en un círculo vicioso de esfuerzo vocal con síntomas de rigidez en la garganta al cantar y frecuente presión en el esternón al hablar, lo que fomenta y mantiene el uso de una técnica vocal inadecuada. El otorrinolaringólogo francés, Etienne Lombard, fue el primero en describir el efecto que el ruido ambiental produce en la emisión vocal. El efecto Lombard (Lombard, 1911) se trata de una respuesta involuntaria del hablante hacia la presencia de ruido ambiental, en la que la amplitud de la emisión vocal aumenta a medida que aumenta la amplitud del ruido ambiental. Lombard describe este efecto como un reflejo ya que comprobó cómo los hablantes no eran conscientes del incremento de amplitud de su voz. Este efecto, en voz cantada, fortalece el uso de una técnica vocal inadecuada (véase figura 36).

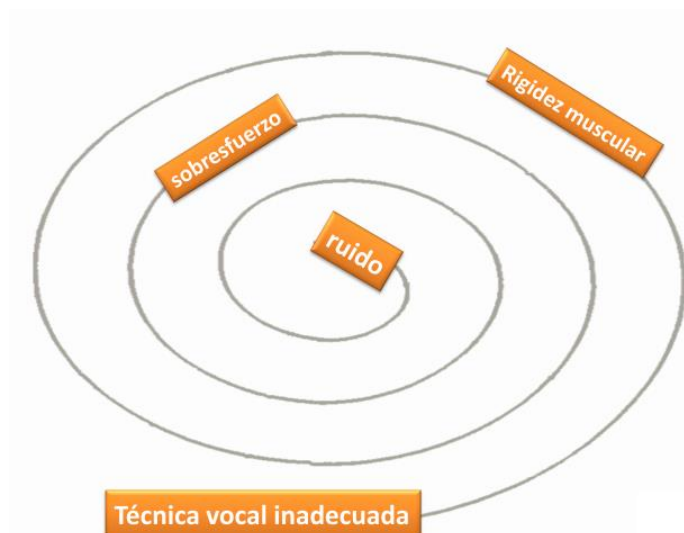


Figura 36. Extraído de Garzón, M., Muñoz, J. y Mendoza E. (2016) “¿El flamenco bueno duele? Factores de riesgo vocal en el cantaor flamenco”. VI Congreso Internacional Universitario de Investigación sobre l Flamenco. Cartagena, febrero 2016

c. *Abuso vocal: desconocimiento de los límites vocales*

Se han detectado conductas de abuso en mayor medida entre los cantaores flamencos que entre cantantes de música clásica, como cantar canciones que están fuera del propio rango vocal; sin embargo, los cantaores flamencos afirmaron no conocer su registro vocal; tal y como se ha comentado en la primera parte de esta tesis, no existe una clasificación vocal flamenca atendiendo a los registros vocales. Más adelante discutiremos este asunto, en el apartado dedicado al estudio del rango máximo de frecuencias de fonación ya que el cante flamenco utiliza estrategias distintas al canto clásico para la emisión de las tonalidades altas. También se hace referencia a este asunto en la entrevista realizada a la profesora y cantaora Laura Vital (véase apéndice 1).

Por lo tanto, se comprueba que hay una falta de conciencia sobre los límites de la propia voz entre los cantaores flamencos que afectará directamente a las técnicas utilizadas durante la emisión. Esto puede estar explicando por qué encontramos en el grupo flamenco el uso de técnicas vocales inadecuadas al cantar. Además, este tipo de prácticas abusivas actuarán como círculo vicioso con la fatiga vocal.

“Los cantantes son un grupo de riesgo en cuanto a padecer problemas de fatiga vocal porque practican conductas abusivas” (Kitch y Oates, 1994, p. 213).

Estos autores concluyen que la fatiga produce alteraciones de la proyección vocal y del rango dinámico. Si el rango dinámico queda mermado y el cantaor trata de alcanzar los mismos tonos que alcanzaría sin una voz fatigada se produce sobreesfuerzo y rigidez y se afianza, nuevamente, un bucle de sobreesfuerzo que llevará a consolidar el uso de una técnica vocal inadecuada (véase figura 37).

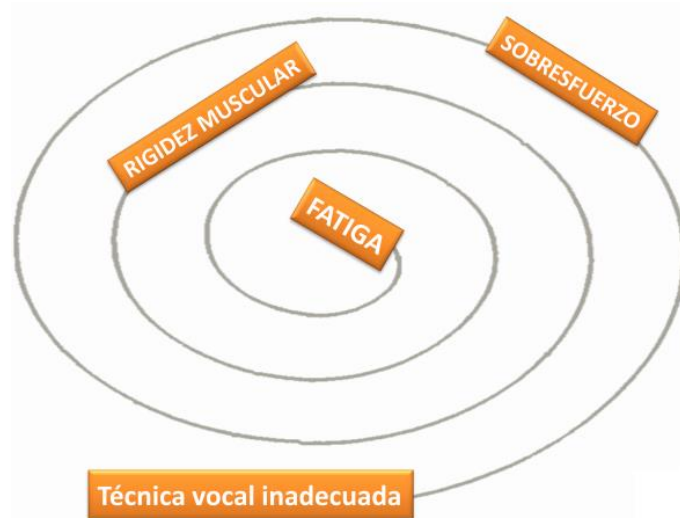


Figura 37. Extraído de Garzón, M., Muñoz, J. y Mendoza E. (2016). “¿El flamenco bueno duele? Factores de riesgo vocal en el cantaor flamenco”. VI Congreso Internacional Universitario de Investigación sobre l Flamenco. Cartagena, febrero 2016.

Cada voz tiene su propio rango dinámico, por lo que cantar o hablar excesivamente, fuera de ese rango, produce graves lesiones en los pliegues vocales e insuficiencia del cierre glótico (Carroll, Nix, Hunter et al., 2006). Los cantaores tienden a cantar fuera de su tesitura, lo que, a corto plazo, produce fono-traumatismos superficiales en la lámina propia en forma de edemas (Haben y Michael, 2012). Esto puede explicar por qué sienten dolor laríngeo con frecuencia, tanto al hablar como al cantar. La tendencia a cantar fuera del propio registro vocal también explica la presencia de engrosamiento de las venas del cuello al cantar. Dicho síntoma también ha sido descrito por otros autores como típico fenómeno concurrente con la emisión de tonalidades altas en cantantes de

música clásica (Pettersen y Westgaard, 2005). Esta misma tendencia se observó en cuanto a las puntuaciones del factor “dolor al cantar”.

d. Hidratación y lubricación

La sequedad es un problema para el cantante porque reduce la flexibilidad de la mucosa que recubre los pliegues vocales, lo que hace que se tienda a utilizar sistemas de compensación tratando de que la voz responda convenientemente (Cain, 1998).

En comparación con los cantantes clásicos, los flamencos beben la misma cantidad de agua diaria y no difieren significativamente en el padecimiento de otros trastornos; sin embargo, se encontraron altas puntuaciones en factores relacionados con la falta de hidratación y lubricación de los pliegues vocales relacionados con la sequedad de la mucosa.

Esta falta de hidratación se debe, entre otros factores, a que los cantaores flamencos se exponen en mayor medida que los clásicos a factores ambientales nocivos para la voz, como el humo o los gases gástricos. Los flamencos fuman más cigarrillos diarios que los cantantes clásicos, factor que incide también en la falta de lubricación de la mucosa.

Titze (2000) postula que unas cuerdas vocales bien hidratadas vibran con más facilidad al cantar. Con la falta de hidratación, las cuerdas vocales y la mucosa del sistema vocal están menos lubricadas, lo que ocasiona sobresfuerzo en el cantante a la hora de usar su voz (Maughan y Shirreffs, 2008). Hay síntomas que actúan como factores de mantenimiento de la sequedad y la aspereza vocal encontrados entre los cantaores como la tendencia al carraspeo para aclarar la garganta o la tos, debido a una mucosa viscosa y poco lubricada. La falta de lubricación de la mucosa puede estar siendo precipitada, entre otros factores, por el consumo de tabaco o por actuar y ensayar en lugares con humo. Sin embargo, el factor de “exposición a irritantes” no ha sido significativamente alto entre los flamencos, luego la deshidratación se debe, según nuestros hallazgos, al consumo de tabaco, a frecuentar ambientes con humo, a la falta de calentamiento y al hábito de comer antes de cantar.

Comer antes de cantar es potencialmente peligroso para el aparato fonador, ya que el contacto directo con los gases producidos por los ácidos del estómago puede dañar la delicada mucosa laríngea y faríngea que rodea los pliegues vocales (Sereg-Bahar et al., 2005).

“Los cantantes afectados por reflujos laringo-faríngeos describen dificultades como aumento de tensión, fatiga vocal, dificultad para alcanzar notas agudas, reducción de la calidad, carraspera persistente y pérdida del registro alto” (Spencer, 2006, p. 117).

En nuestro estudio no se encontraron diferencias en otras variables como el consumo de alcohol, cafeína o consumo de fármacos en la anamnesis.

e. Conductas de cuidado frente a molestias vocales

No hubo diferencias con respecto a los cantantes de música clásica en conductas de búsqueda de ayuda médica, curas o descanso frente a un trastorno vocal; por tanto, podemos afirmar que los cantantes flamencos se comportan, frente a un trastorno vocal, de la misma manera que lo hacen los cantantes de música clásica.

Petty (2012) comprueba que los cantantes utilizan más asiduamente remedios caseros que los no cantantes para tratar su voz. Aunque no se han incluido estos hallazgos en nuestro estudio, sondeamos acerca de los remedios caseros más comúnmente utilizados en los cantantes de nuestra muestra (véase tabla 41). Como podemos apreciar en la tabla 37, los remedios caseros utilizados para aliviar las molestias vocales entre los cantantes flamencos son muy diversos y su efectividad estará en función de la sintomatología que aparezca.

El problema radica en el desconocimiento sobre las razones para la utilización de estos remedios. Por ejemplo, la ingesta de bebidas muy calientes o el té no son recomendables, en general, en ningún caso en el que la voz esté afectada (Benninger et al., 1994). Ciertos vaporizadores, el uso de remedios que actúen como mucolíticos, como la menta o el eucalipto, resecan y deshidratan (Surow y Lovetri, 2000), lo que puede producir un efecto contrario al deseado. Otras sustancias como la leche, alteran la mucosa aumentando su viscosidad (Benninger et al., 1994) en detrimento de una

correcta lubricación del aparato fonador. Los lavados nasales con líquidos salinos resecan las vías respiratorias (Borragán, 2000).

Braun-Janzen y Zeine (2009) estudiaron la percepción de conocimiento y el conocimiento real de un grupo de 129 cantantes sobre higiene vocal, encontrando una gran discrepancia entre ambas.

El cantante no sólo no sabe cómo prevenir problemas vocales y fortalecer su voz, sino que no es consciente de su desconocimiento. En definitiva, los remedios caseros tienen su impacto en la voz y un uso indebido de ellos puede mantener e incluso potenciar los síntomas de ciertos trastornos.

Tabla 41. Remedios caseros comunes entre cantaores flamencos para aliviar síntomas de trastornos vocales

Té
Infusiones calientes
Gárgaras
Miel con agua caliente y limón
Vaporizadores
Caramelos
Leche con miel
Hierbas homeopáticas: <i>Agrimonia, erísimo, equinácea, propóleos, malva, tomillo, laurel, jengibre, ajo, cebolla, manzanilla, manzanilla amarga, jalea real, menta poleo, eucalipto</i>
Caramelos
Lavados nasales
Zumos: <i>manzana, zanahoria</i>

f. Fatiga vocal: una amenaza permanente para el cantaor

La fatiga muscular se ha definido como una reducción de la capacidad de los músculos para soportar la tensión de un estímulo repetido (Titze, 1984 y 2000).

Los cambios en la voz debidos al sobreesfuerzo son transitorios, lo que realmente afecta a la voz es la fatiga vocal (Welham y Maclagan, 2003). Scherer et al. (1986) la definen como la adaptación vocal negativa que ocurre como consecuencia del uso prolongado de la voz.

Se encontraron ambos, abuso y fatiga vocal, en el cantaor. Por un lado, los cantaores flamencos dedican más horas semanales a cantar que los cantantes de música clásica. Al cantaor le cuesta trabajo hablar y cantar y siente ahogos con frecuencia. Estos problemas técnicos pueden relacionarse con la fatiga vocal y la adaptación y compensación muscular causada por el engrosamiento de las venas o la tensión en el cuello. Otros autores han descrito cómo la fatiga vocal se relaciona con las prácticas vocales abusivas (Kitch y Oates, 1994). El exceso de tensión se produce por sobre esfuerzo, entrando así en otro bucle de esfuerzo vocal más (véase figura 31).

Además, la fatiga no sólo genera una tendencia al sobre esfuerzo, sino que también el calentamiento se relaciona directamente con ella. Kitch et al. (1996) realizaron un estudio pormenorizado de la voz de 45 cantantes clásicos justo después de una actuación comprobando cómo los efectos de la fatiga vocal eran más reducidos en cantantes que habían realizado un calentamiento previo a la actuación. Este hallazgo nos está indicando que el calentamiento puede también utilizarse como método para prevenir la fatiga vocal entre cantantes.

IMPLICACIONES

Los cantantes constituyen un colectivo especial dentro del estudio de la voz. Podemos considerarlos como “*profesionales de la voz en el más estricto sentido de la expresión*”, dado que la usan en toda su extensión, tanto frecuencial como dinámica.

Teniendo en cuenta la heterogeneidad de la población de cantantes que podemos ver en la consulta, nos propusimos construir un instrumento de evaluación integral apto para cantantes de distintos estilos musicales, como son el flamenco y la música clásica occidental que, además, fuera capaz de establecer diferencias entre ambos.

Una vez recogida la información, los resultados de nuestro estudio mostraron que el cantaor flamenco está expuesto a numerosos riesgos vocales que, en clínica, es preciso diferenciar y definir; o bien como factores de riesgo, o bien como carencia de ciertos factores de protección.

Sin embargo, en la clínica de la voz existe un gran desconocimiento sobre las necesidades del cantante y sobre las variables que afectan a su voz.

Por un lado, en el caso de la existencia de alguna patología, es de esperar que, si el cantante se somete a una operación para extirpar algún problema vocal causado por el ejercicio de la práctica, sin modificar sus hábitos anterior o posteriormente; el problema aparecerá de nuevo. Hay que hacer rehabilitación vocal antes y después de la cirugía, si no se hace antes de la cirugía los malos hábitos vocales afectan negativamente a la mucosa cicatricial después de la operación, siendo más negativo en cantantes (Muñoz, Mendoza y Fresneda, 2002), si no se hace después de ésta, los problemas aparecerán nuevamente. Desde la propia clínica hay un desconocimiento patente sobre los usos de la voz en el cante “jondo”, además, no se proporcionan herramientas de prevención realistas ya que, por ejemplo, dejar de forzar la garganta al cantar no es posible sin identificar los bucles de sobreesfuerzo vocal, ¿Qué me hace forzar la garganta? ¿Una mala técnica, la fatiga, la falta de hidratación, la sobrecarga muscular? Como veremos más adelante, el problema del cantaor no es la emisión ni la falta de apoyo diafragmático en sí, sino aspectos que tienen más relación con la prevención y los cuidados del propio instrumento.

Es fundamental dotar a los clínicos de información relevante para el tratamiento de cantaores con patologías vocales, ya que corremos el riesgo de tratar a estos profesionales como casos perdidos. Por tanto, tanto en práctica preventiva como durante el perfeccionamiento, es fundamental el chequeo de conductas y factores que afecten al rendimiento vocal, tanto positiva como negativamente; ya que, el aparato vocal, es un sistema corporal y un instrumento que, a diferencia de una guitarra, está vivo y es susceptible de alterarse fácilmente; por tanto, debe fortalecerse, tal y como fortalecería sus piernas un corredor de fondo. Por eso, el primer objetivo de este trabajo fue diseñar un instrumento de evaluación, recopilando variables que afectan a la salud vocal del cantante.

Aplicaciones de EHVOCAN

Aunque la intención del diseño de la entrevista EHVOCAN ha sido, en principio, puramente experimental, los resultados muestran una eficacia potencial en la aplicación clínica de la entrevista, ya que aporta un perfil diferencial para cantantes clásicos y cantaores flamencos, lo que indica que EHVOCAN podría ser sensible en cantantes de otros estilos, lo cual implicaría un notable adelanto en la comprensión y el tratamiento de patologías vocales en cantantes; ya que el uso de una herramienta evaluativa como EHVOCAN, no sólo implica el manejo de un nuevo enfoque en el tratamiento de los cantantes en la clínica de la voz, sino también una mejor comprensión del trastorno.

La población de cantantes y, en nuestro caso, los cantaores flamencos, son un colectivo al que debe hacerse un tratamiento especial, ya que son profesionales de la voz y la utilizan con altos niveles de esfuerzo.

La información obtenida a través de este cuestionario es valiosa para la comprensión clínica del trastorno vocal en cantaores flamencos y por tanto es tan útil como necesaria en la práctica clínica.

Proponemos EHVOCAN como herramienta para simplificar el trabajo evaluativo de profesionales que trabajen con cantantes, por su fácil y rápida aplicación en la clínica de la voz y por aportar información útil para guiar la rehabilitación del cantante, ya que arroja puntuaciones generales que diferencian entre la sintomatología en voz hablada, cantada y hábitos vocales; por tanto, proporciona pistas para enfocar el tratamiento y sobre qué aspecto debe hacerse especial hincapié.

¿Cómo fortalecer la voz del cantaor?

En cuanto a los hallazgos encontrados en los informes de los cantaores, se encontraron síntomas homólogos tanto en voz cantada como hablada. La existencia de una sintomatología común entre los cantaores flamencos relacionada con el sobreesfuerzo, la fatiga vocal y la deshidratación de la mucosa, implica la puesta en práctica de hábitos que palien dicha sintomatología para fortalecer la voz del cantaor.

Concretamente, se propone actuar sobre tres aspectos: el entrenamiento, la fatiga vocal y la hidratación de la mucosa. Yiu y Chan (2003), compararon los efectos de la hidratación y del descanso vocal en los síntomas de la fatiga vocal de un grupo de 20 cantantes sin entrenamiento formal. Encontraron diferencias significativas entre el grupo de cantantes que recibió hidratación y descanso con respecto al que no lo recibió, siendo capaz, este primer grupo de cantar por un periodo de tiempo mayor que el segundo. Concluyeron que el grupo que no había recibido hidratación ni descanso había sufrido más daños vocales que el grupo que sí lo recibió.

Por tanto, una de las herramientas preventivas más potentes que puede utilizar el cantaor flamenco para erradicar la falta de lubricación e hidratación, el sobreesfuerzo y el dolor al cantar, así como la fatiga vocal crónica, es el calentamiento, el descanso y la hidratación.

Si el cante flamenco requiere el uso de la voz a altos niveles de funcionamiento y el aparato vocal no está entrenado para ello, aparecerá la rigidez y el sobreesfuerzo, que es lo que se ha encontrado en el grupo experimental de este estudio.

El objetivo del entrenamiento vocal es equilibrar los mecanismos del canto para que funcionen aprovechando al máximo la energía al cantar (Sabol et al., 1995). En su libro sobre cómo corregir los defectos vocales en profesionales de la voz, McKinney (1994) explica que los ejercicios que componen el entrenamiento vocal, así como el calentamiento:

- ❖ Corrigen defectos vocales.
- ❖ Aumentan la temperatura muscular disminuyendo la rigidez muscular.
- ❖ Aumentan el flujo sanguíneo disminuyendo la viscosidad de la mucosa.
- ❖ Aumentan la elasticidad y la resistencia de las cuerdas vocales disminuyendo el riesgo de daño en el trabajo muscular.
- ❖ Incrementan la entrega de oxígeno a la sangre.
- ❖ Aumentan de la velocidad de evacuación de desechos de reacciones oxidativas.

Se recomienda realizar ejercicios de calentamiento desde 2 horas antes de cantar (Mendes et al., 2003).

Por otro lado, es fundamental paliar la fatiga vocal en el cantador ya que, como se ha visto anteriormente, no está causada solo por falta de descanso sino también por prácticas de abuso. Con un correcto descanso y técnica, cantar mucho no tiene por qué ser un riesgo a no ser que exista fatiga vocal. Aunque el sistema vocal esté fortalecido, la presencia de fatiga vocal propiciará las conductas de compensación muscular al cantar generando irremediablemente un bucle de sobreesfuerzo (Scherer et al., 1986). Por tanto, para evitar la fatiga debemos actuar sobre los factores que la causan y la mantienen; es decir, sobre las conductas de sobreesfuerzo. Tal y como apuntan Kitch et al. (1996), el calentamiento puede también utilizarse como método para prevenir la fatiga vocal entre cantantes.

Preparar la voz para el cante, finalmente, supone preparar la mucosa para que ésta sea suficientemente elástica. Con la falta de hidratación, la mucosa de la cuerda vocal está menos lubricada, lo que ocasiona sobreesfuerzo en el cantante a la hora de usar su voz (Maughan y Shirreffs, 2008). Nuevamente encontramos una relación de retroalimentación, esta vez entre la deshidratación de la mucosa y el sobreesfuerzo ya que el consumo de agua y la exposición a irritantes es similar en cantantes clásicos y flamencos.

La sobrecarga muscular generada por el aumento de volumen producido por la práctica del canto en lugares ruidosos también es un precipitante de las conductas de sobreesfuerzo vocal encontradas entre los cantadores flamencos y, por consiguiente, sería conveniente para los cantadores controlar el ruido ambiental o buscar soluciones alternativas como la monitorización o el uso de microfonía durante la práctica.

LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Los resultados de este trabajo hacen patente la necesidad de crear líneas de investigación que desarrollen la habilitación de la voz para el cante flamenco, entendida como un proceso de fortalecimiento y equipamiento de la voz que encuentra demandas muy específicas y especiales. La ruptura de los bucles de sobreesfuerzo vocal no es posible sin, en primer término, la conciencia sobre la existencia de los mismos y, en segunda instancia, la identificación de los factores de mantenimiento y fortalecimiento de estos.

En este estudio se han identificado algunas de las causas que precipitan y fomentan los problemas vocales entre los cantaores flamencos.

Por tanto, la hoja de ruta de este estudio sería, en primer término, describir desde un punto de vista fisiológico, cuáles son las demandas o requerimientos vocales del cante flamenco. Esto es, evaluar la voz flamenca, como género musical, qué particularidades vocales tiene y, en consecuencia, qué aspectos necesita un cantaor entrenar y fortalecer en su voz.

En segunda instancia, ornamentos como el *quejío*, que se trata de un grito cantado, los arrastres, o los *queiebros* sería necesario analizarlos para saber si éstos varían el umbral de fatiga de los cantaores, ya que este umbral varía entre distintos estilos musicales que pueden requerir el uso de la voz a mayor o menor intensidad (Welham y Maclagan, 2003).

Es común entre los cantaores flamencos no utilizar amplificadores más que en ciertos recitales. Sería interesante comparar en este factor al cantaor flamenco con cantantes de otros estilos musicales como el *pop*.

En cuanto a las limitaciones, es importante mencionar que la generalización de resultados debe tomarse con cautela ya que, la población de este estudio, va desde el aficionado al profesional. Resultaría interesante comparar ambas tendencias, así como ampliar la muestra a otros géneros musicales aplicando la versión revisada de EHVOCAN para comprobar su efectividad como herramienta en la clínica.

4.2 FISIOLÓGÍA Y ACÚSTICA DE LA VOZ FLAMENCA:

El segundo reto de esta tesis doctoral ha sido el de analizar la voz flamenca como fenómeno físico y acústico. A continuación, se discuten los hallazgos encontrados a este respecto, las implicaciones y las perspectivas futuras que este trabajo ofrece en el campo de la investigación de la voz en el flamenco.

Se ha estructurado esta segunda parte de la discusión en dos grandes apartados que conciernen, por una parte, a la voz cantada y, por otra, a la voz hablada; con independencia de la naturaleza de las variables analizadas para cada una de ellas.

4.2.1 VOZ CANTADA: análisis de frecuencias, perturbación y cualidad de la señal

Las variables que se han estudiado en el análisis de la voz cantada han sido muy diversas y, por ello, como guía al lector, haremos un breve resumen de cada una de ellas antes de dar comienzo con la discusión de los resultados.

El primer grupo de variables que se presentan son las que conciernen a la extensión frecuencial de la voz, así como a su altura o frecuencia de vibración. En segundo lugar, se exponen las variables relacionadas con la perturbación sonora (de amplitud y de frecuencia) y ruido. En tercer lugar, se incluye un apartado dedicado a las variables relacionadas con la cualidad vocal entre las que se incluyen la resonancia vocal en fonación sostenida y el análisis del espectro Long Term Average. Para concluir este apartado se debaten las implicaciones de todos estos hallazgos.

RANGO MÁXIMO DE FONACIÓN DE FRECUENCIAS (RMFF)

Las medidas de frecuencia son las que, tradicionalmente, más se han utilizado para evaluar las habilidades de un cantante (Hirano, 1989). El RMFF es una medida indirecta de la capacidad de la laringe para generar tonos vocales diferentes (Mendes, Rodrigues y Guerreiro, 2013); incluye los registros de falsete y voz modal y excluye el frito y los golpes glóticos. El incremento del RMFF tras un entrenamiento se considera un indicativo de mejora de la voz cantada, ya que evalúa la extensión y los ajustes fisiológicos de la laringe durante la producción vocal (Zraick et al., 2000).

Sólo algunos estudios han trabajado con el rango vocal de los cantantes como medida, ya que esta incluye criterios de aceptabilidad o calidad musical (Baken y Orlikoff, 2000).

El rango vocal, a diferencia del RMFF,

“incluye las frecuencias que un cantante puede emitir con cierta calidad, las que puede emitir en un escenario” (LeBorgne y Weinrich, 2002, p. 39).

Por tanto, aunque en la práctica los cantantes se clasifiquen por su rango vocal, en investigación su uso implicaría trabajar con medidas de cualidad vocal más difíciles de estandarizar.

Por ello, creemos que el uso del parámetro RMFF es el más idóneo para el estudio del registro vocal en el cante flamenco, ya que esta medida permite una cuantificación indirecta del grado de abducción y aducción de los pliegues vocales y su ajuste con los mecanismos aerodinámicos (Jackson Menaldi, 1992).

Teniendo en cuenta que no hay una clasificación vocal atendiendo a la altura descrita actualmente para el cante flamenco, el uso del RMFF es el parámetro que, actualmente, parece más plausible para el abordaje de este objeto.

Antes de comenzar con la discusión de los resultados debemos matizar la relación que existe entre las notas musicales y la frecuencia de éstas. Concretamente, cuanto más aguda es la nota musical, mayor es la frecuencia. Además, esta relación es exponencial (véase figura 38), lo que supone una reinterpretación de los resultados estadísticos de este estudio en términos musicales; por tanto, en lugar de hablar de frecuencias alcanzadas, se hablará de semitonos, que son los intervalos más cortos de la música occidental y que abarcan medio tono (Latham, 2002).

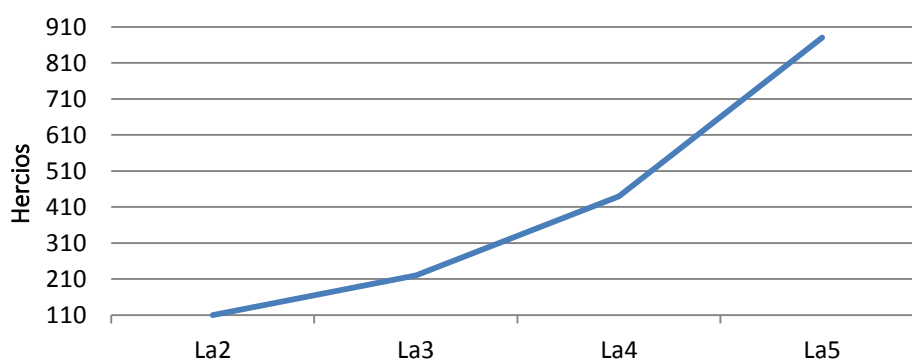


Figura 38. Relación de Hercios para cada octava de la nota musical La

Los resultados obtenidos en nuestro estudio con respecto a la extensión del RMFF han revelado que, por un lado, los hombres de grupo flamenco alcanzan una extensión equiparable a la de del grupo clásico y, por otro, las mujeres del grupo flamenco y las

mujeres del grupo control se distinguen muy poco en la extensión de su RMFF; sin embargo, la localización de estos es bien distinta.

Dicho resultado es esperable, debido al entrenamiento y práctica de registros de falsete por parte de estas cantantes y al hecho de que algunas clasificaciones vocales clásicas utilizan exclusivamente este registro la mayor parte del tiempo.

Con respecto a la nota musical más aguda emitida por ambos grupos de cantantes, se observó que la media de frecuencia máxima de emisión del grupo de cantantes flamencos fue de La4, mientras que, en el grupo de cantantes de música clásica, la media alcanzó el Fa5 (véase figura39). Más adelante mostraremos estos resultados por sexos para comprender mejor su significado.

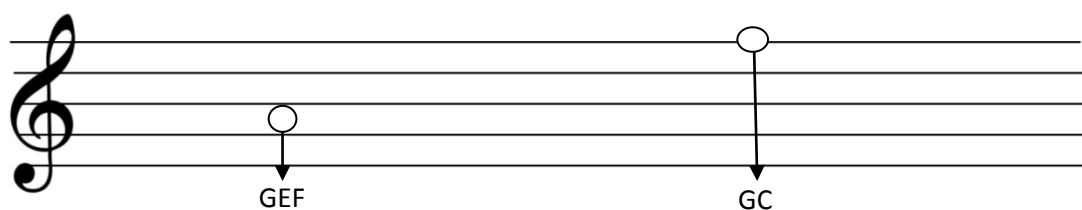


Figura 39. Transcripción musical de los límites superiores del RMFF en el GEF y en el GC

Como consecuencia, las desviaciones típicas de este parámetro (F0 máx.) fueron muy diferentes en ambos grupos, siendo mucho mayor en el grupo de cantantes de música clásica. Esta variabilidad no se aprecia en el grupo flamenco o, al menos, no en igual medida. Por tanto, el RMFF de hombres y mujeres flamencas no se aleja tanto como lo hace en la música clásica.

A continuación, se discuten los rangos máximos de fonación de frecuencias (RMFF) encontrados, tanto en hombres como en mujeres, del grupo flamenco y del grupo control.

RMFF en Hombres

En los resultados obtenidos en la comparativa del RMFF entre hombres flamencos y clásicos, no se encontraron diferencias estadísticas, ni en la extensión, ni en la localización de éste.

Por un lado, los resultados muestran pocas o ninguna diferencia en cuanto a la extensión del RMFF, aunque Brown et al. (1993) encontraron una extensión muy superior en cantantes clásicos (38.1 semitonos, es decir tres octavas), e incluso en población normal (29.4 semitonos). Si bien es cierto que los cantantes clásicos pueden llegar a emitir hasta 3 octavas, esto es, doce semitonos por tres, 36 semitonos, estudios posteriores han demostrado discrepancias con respecto a estos datos, ya que no existe una metodología estandarizada para elicitar el RMFF (Zharick et al., 2000). Por ejemplo, recientemente Aquino, Silva, Teles y Ferreira (2016) encontraron en un grupo de coristas un RMFF de 11 semitonos.

Mendes et al. (2003) examinaron el efecto del entrenamiento a lo largo de 4 semestres de un grupo de cantantes clásicos, encontrando que el RMFF aumentaba, pasando de los 22 semitonos de línea base a los 26. El cantaor flamenco tiene un RMFF de hasta 25 semitonos, esto es, dos octavas completas, al igual que los cantantes clásicos de nuestro estudio.

Comparando nuestros resultados con los de Mendes et al. (2003), podemos afirmar que la extensión del RMFF de los cantaores flamencos -hombres- es muy parecida a la que se encontró entre los barítonos clásicos de su estudio (véase tabla 42).

Diversas investigaciones han comprobado cómo la extensión del RMFF es mayor en cantantes que en no cantantes, como consecuencia del entrenamiento vocal específico (Brown et al., 1993; Zharick et al., 2000; Mendes et al., 2003; Weiss, Brown y Morris, 2001). En comparación con los datos normativos, la extensión del RMFF en varones es de 22 semitonos (Kent, Kent y Rosenbeck, 1987), tres semitonos por debajo de los cantantes de este estudio.

Tabla 42. RMFF en diez cantantes barítonos (Extraído de Mendes et al., 2003, p.653)

Gender	F0 (Hz)	Semitones (ST)	Musical notes	Lyric voice classification
Male	111.86-385.15	45-66	A2-F#4	Barítonos
	92.07-312.83	41-63	F2-D#4	
	98.96-347.01	43-64	G2-E4	
	97.66-334.61	43-64	G2-E4	
	87.49-400.81	41-67	F2-G4	
	97.54-592.21	42-74	F#2-D5	
	140.50-352.22	49-65	C#3-F4	
	107.63-576.42	44-73	G#2-C#5	
	98.31-434.63	43-68	G2-G#4	
	97.36-521.78	42-71	F#2-B4	

Por otra parte, el RMFF de los cantaores flamencos se sitúa tres semitonos por debajo del de los cantantes clásicos. Lo que quiere decir que tanto la frecuencia mínima como la máxima es menor que la alcanzada por los cantantes de música clásica. Concretamente, la frecuencia mínima alcanzada por los cantaores correspondió a la nota musical Sol2, mientras que el grupo clásico obtuvo una frecuencia mínima de fonación correspondiente a la nota musical La#2. En cuanto a la frecuencia máxima de emisión, los cantaores alcanzan la nota Sol4, frente a los clásicos, cuya nota máxima de emisión fue La#4. En la figura 40 se representan los RMFF de cada grupo en un pentagrama.

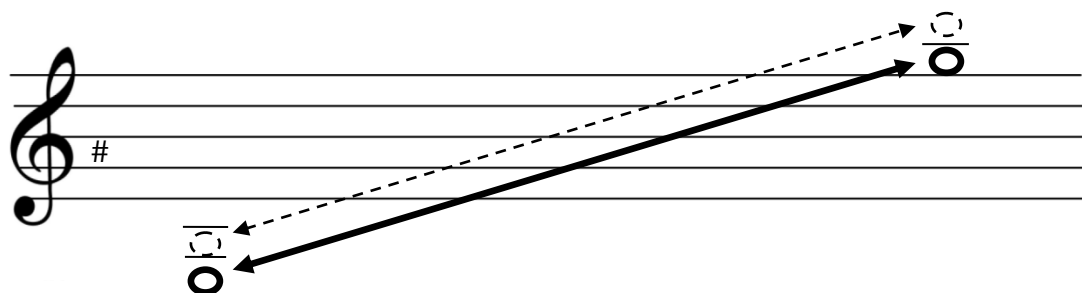


Figura 40. Extensión y ubicación del RMFF de los cantaores (●) y cantantes clásicos (◌) de la muestra

RMFF en Mujeres

Al comparar al grupo de mujeres flamencas con el grupo de mujeres clásicas, hubo diferencias en todas las variables de frecuencia.

Por un lado, la extensión del RMFF es menor en cantaoras que en cantantes de música clásica. Insistimos en el hecho de que el entrenamiento vocal específico aumenta el RMFF en notas altas (Mendes et al., 2003). En investigaciones previas se ha comprobado cómo las cantantes de música clásica logran un RMFF de cinco a siete semitonos mayor que las no cantantes (Kochis-Jennings et al., 2012). En nuestro caso, las cantantes clásicas logran una frecuencia máxima de cinco semitonos mayor que las cantaoras de nuestro estudio.

Por otro lado, las cantaoras logran emitir sonidos a más bajas frecuencias que las cantantes clásicas. En el límite inferior del RMFF las cantaoras se diferencian de las clásicas en cuatro semitonos, resultando en un RMFF tan solo un semitono menor que el de las cantantes clásicas; por tanto, no podemos concluir que exista realmente una diferencia significativa en la extensión del RMFF entre ambos grupos de mujeres, si la medida es analizada en semitonos y no en Hercios.

En la figura 41 se representa en un pentagrama la ubicación y extensión del RMFF en las cantaoras flamencas de nuestro estudio con respecto a las cantantes clásicas.

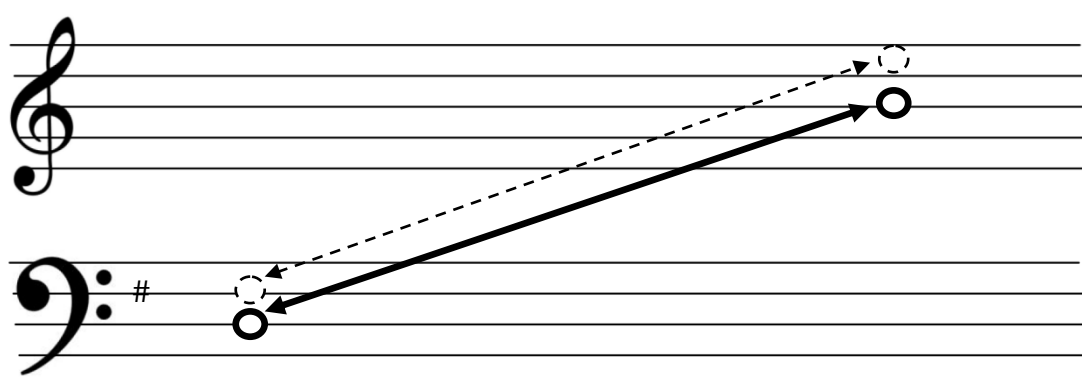


Figura 41. Extensión y ubicación del RMFF de las cantaoras (●) y cantantes clásicas (◌) de la muestra

Las diferencias en la ubicación del RMFF entre mujeres implican registros de emisión distintos que discutiremos en el siguiente epígrafe.

IMPLICACIONES

Los cantaores de nuestra muestra afirmaron no realizar un entrenamiento muscular o técnico específico y, pese a ello, obtuvieron un RMFF de igual extensión que los cantantes de música clásica (en el caso del grupo de mujeres, tan sólo de 1 semitono menos). Esto implica que la mera práctica del cante flamenco influye en el RMFF y no exclusivamente, como afirman Mendes et al. (2003), la práctica de un entrenamiento específico.

Es posible que los cantaores estén realizando, con la práctica del cante, un entrenamiento que sea suficiente para influir en el RMFF. Recordemos que en capítulos anteriores de este trabajo se comprueba cómo el cantaor dedica más tiempo a la práctica del cante que los clásicos, pese a que esta práctica no es guiada. El efecto de esta práctica, no guiada, en el RMFF, es evidente en este punto y, tal y como se aprecia en los resultados, influye directamente en los límites inferiores del rango.

Las mujeres del grupo flamenco no tienen un entrenamiento tan específico como las cantantes clásicas en el manejo de registros de cabeza, más idóneos para el abordaje de frecuencias altas. A pesar de que cada registro predispone al uso de unas frecuencias concretas, los mecanismos no son dependientes de la frecuencia fundamental, lo que significa que pueden utilizarse en todo el rango vocal (Steinhauer, et al., 2004). Las cantaoras, acostumbradas a mantener un registro mixto o modal, logran emitir a frecuencias inferiores a las de las cantantes clásicas, cuya voz ha sido entrenada para abordar con mayor naturalidad un registro de cabeza.

El registro vocal varía en función de la forma en la que se encuentren o choquen los pliegues vocales durante la fonación (Estill y Moore, 1975). Las cantaoras trabajan mucho la voz en frecuencias bajas y medias. Presumiblemente, las frecuencias altas serán abordadas por las cantaoras con técnicas diferentes a las utilizadas por las

cantantes de música clásica, aunque para establecer dicha afirmación es necesario realizar un análisis aerodinámico, entre otros.

Los cambios de registro implican cambios en la actividad muscular de los pliegues vocales (Kochis- Jennings et al., 2012). En la figura 42 podemos observar cómo es el ajuste laríngeo de una emisión en registro modal y en registro de cabeza al emitir la nota musical G4. Como se puede apreciar, el pliegue del registro de cabeza se estira gracias a la acción del cricotiroideo mientras que, en el registro modal, el pliegue es más grueso y mantiene su longitud. Van den Berg (1962) postula que aumentar la extensión del registro modal puede lograrse aumentando la actividad del músculo tiroaritenideo y evitando que los pliegues vocales se afinen; aumentando la presión de aire y manteniendo constante la longitud de los pliegues vocales. Por tanto, el aumento de la frecuencia de vibración del pliegue en este registro se consigue a través del aumento de la presión subglótica.

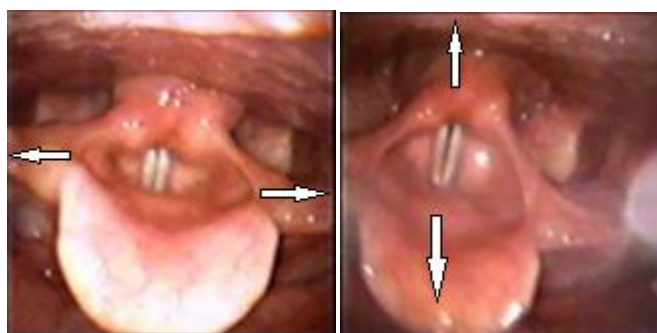


Figura 42. Laringoscopia y acción muscular de una cantante en registro modal (izq.) y en registro de cabeza (dcha.)

Posiblemente las cantantes clásicas estén entrenadas en el manejo de este cambio de registro en mayor medida que las cantaoras flamencas, más acostumbradas al mantenimiento del registro modal en todo su rango, ya que la emisión de frecuencias más altas, no sólo depende de la acción del músculo tiroaritenideo, sino también del aumento de la presión subglótica y del ajuste de ambos mecanismos (Hollien et al. 1971) a este cambio se le conoce como *passagio* o *pasaje*.

CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

Es difícil realizar generalizaciones con estos resultados debido a que, tal y como mencionaron Zharick et al. (2000), la obtención del RMFF no está protocolizada y no se pueden comparar los resultados entre investigaciones, debido a que algunos autores obtienen esta medida de forma continua y otros de forma discreta, obteniendo diferentes resultados.

Diversas investigaciones han comprobado cómo la extensión del RMFF es mayor en cantantes que en no cantantes como consecuencia del entrenamiento vocal (Mendes, et al., 2003; Weis, Brown y Morris, 2001). En el caso de los cantaores, el entrenamiento se deduce de la mera práctica e influye en los límites inferiores del RMFF a diferencia del entrenamiento realizado por los cantantes clásicos.

Es evidente, tras el análisis de los hallazgos, que no es posible la generalización y utilización de las categorías vocales propias de la tradición clásica en el cante flamenco, muy especialmente entre mujeres. Si bien es cierto que este estudio es del todo preliminar a la categorización de la voz flamenca, rechazamos el uso de los registros vocales clásicos para la clasificación de las voces flamencas y consideramos necesario el establecimiento de una categorización propia.

En futuras investigaciones, sería de gran interés un estudio exhaustivo del rango vocal flamenco, tanto en hombres como en mujeres, para poder comprobar si existe alguna relación entre este y las categorías tradicionales propuesta por Molina y Mairena (1971) que, como se explicó anteriormente, atienden más al color de la voz que a la frecuencia de la emisión. Para este fin, sería necesario tanto el análisis de frecuencias como el aerodinámico de la voz, ya que las relaciones entre longitud, masa y tensión de los pliegues vocales son muy complejas (Hirano, Vennard y Ohara, 1970) y son dependientes las unas de las otras.

PERTURBACIÓN DE LA SEÑAL

Recordemos que las medidas de perturbación -Jitter y Shimmer- reflejan pequeños cambios en la masa, la tensión y la actividad muscular de los pliegues vocales, así como su control neurológico (Guerreiro, 2013). Un estudio comparativo sobre la acústica de la perturbación de la señal en cantantes de distintos estilos musicales se llevó a cabo de la mano de Butte et al. (2009). En nuestro estudio hemos querido emular este paradigma tratando de comprender mejor las diferentes emisiones de la voz cantada para el estilo flamenco. Butte et al. (2009) obtuvieron los valores de perturbación del sonido en seis estilos musicales diferentes, encontrando que, tanto Jitter, Shimmer como NHR (en este caso medida de ruido vocal), diferían significativamente en cantantes de distintos estilos musicales. A continuación, analizaremos cada uno de los parámetros estudiados en relación a otras investigaciones.

Perturbación de la frecuencia en voz cantada

En cuanto al parámetro Jit.% en emisión de voz cantada, no se encontraron diferencias, ni entre sexos, ni entre grupos de cantantes. Lo que sí se observó fue una mayor variabilidad entre los hombres del grupo clásico con respecto a los cantaores flamencos. Como Jit.% es una medida relativa expresada en porcentajes, no está tan influida por la frecuencia fundamental como su homólogo, Jitter, expresado en valor absoluto aunque sí por las variaciones en el tono (Radionoff, 1996). Esto explicaría por qué no se han hallado diferencias de Jit.% en el grupo de mujeres (ya que las emisiones fueron a frecuencias muy distintas) y tampoco entre estilos musicales, en los que las variaciones de frecuencia proceden de distinta manera (melismas en flamenco y vibratos en música clásica).

Mendes, Rodrigues y Guerreiro (2013), analizaron una muestra de fonación sostenida cantada de las vocales /a, i, u/ de un grupo cantantes de fado, utilizando una metodología equiparable a la de nuestro estudio, con la salvedad de que la muestra fue algo más reducida (n=15). En la figura 43 se muestran las puntuaciones encontradas por

Mendes et al. (2013) del parámetro Jitter porcentual en relación con las puntuaciones obtenidas en nuestro estudio.

a) Hombres

b) Mujeres

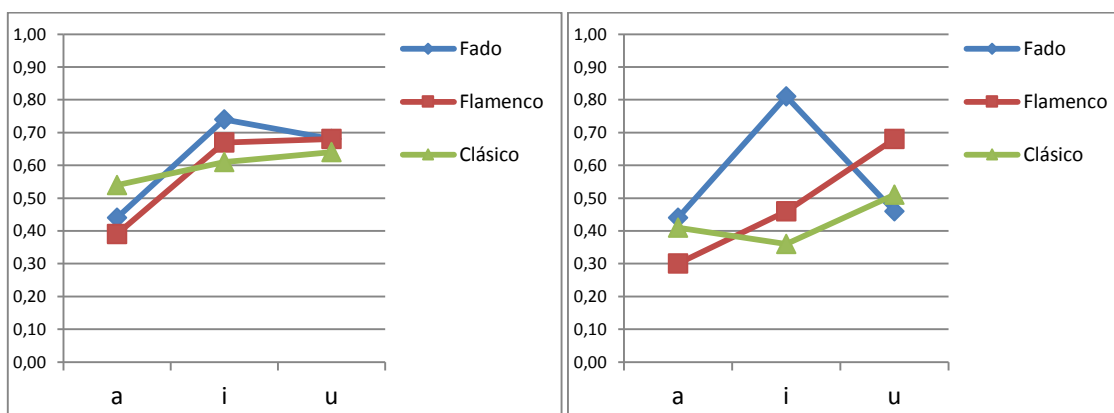


Figura 43. Valores de Jitter % en cantantes de Fado (Extraído de Mendes et al., 2012, p.654), cantantes clásicos y flamencos de nuestro estudio para las vocales /a, i, u/ cantadas.

En cuanto a las mujeres, las diferencias en Jit.% son mucho más marcadas que entre hombres. La vocal /a/ sigue siendo la que menos perturbación de frecuencia evidencia. Sin embargo, en /i/ cantada encontramos un Jit.% mucho menor en las cantaoras flamencas en comparación con las cantantes de Fado, aunque este efecto pueda verse potenciado por el tamaño de la muestra de este estudio (n=5). En la tarea /u/ sostenida cantada, las cantaoras obtuvieron un Jit.% igual al de los cantantes varones de fado y los cantaores flamencos, no ocurriendo así en mujeres cantantes de fado.

La vocal que obtuvo una mayor perturbación de frecuencia de la emisión de los cantaores flamenco fue la /u/; sin embargo, en los cantantes de fado, la vocal con mayor presencia de perturbación fue la /i/. Recordemos que la /u/ cantada obtuvo, en estudios de resonancias, los valores más bajos de las tres vocales, tanto en cantantes de flamenco y clásico como en no cantantes. Puede que estos resultados guarden algún tipo de relación con el grado de perturbación de la señal glótica. Los parámetros de perturbación de la señal no están baremados en voz cantada, pese a que en estudios de acústica de la voz cantada son muy utilizados. Hemos querido utilizar estudios en los que se han extraído puntuaciones de los parámetros de perturbación en otro tipo de

cantantes para establecer comparativas con nuestros hallazgos a falta de valores normativos.

En un intento por situar el flamenco en relación a otros estilos musicales conforme al parámetro Jitter porcentual, nos hemos valido del estudio que Butte et al. (2009) realizaron en cantantes de distintos géneros musicales. En la figura 44 se aprecia cómo el flamenco utiliza una emisión con Jit.% relativamente elevado en comparación con otros estilos musicales y muy similar al de cantantes de ópera; tal y como indican los hallazgos de nuestro estudio.

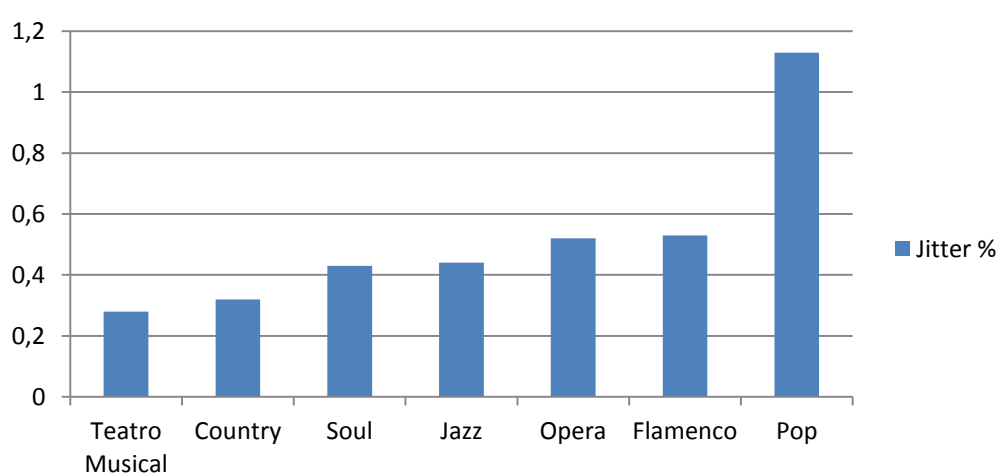


Figura 44. Comparativa entre el flamenco y otros estilos musicales en el parámetro Jit.% según los hallazgos de Butte et al. (2009)

Perturbación de la amplitud en voz cantada

El parámetro de perturbación de amplitud se midió en voz cantada para ambos sexos, en tareas de fonación sostenida con las vocales /a, i, u/, no encontrándose diferencias entre hombres y sí entre mujeres.

Según el modelo de Hirano et al. (1969) de cuerpo cubierta, la parte superficial del pliegue vocal se mueve de forma separada al cuerpo del pliegue y, es en función del tipo de movimiento de los pliegues vocales, que se produce un registro u otro. Por tanto, las diferencias en la perturbación de amplitud de la emisión en voz cantada entre cantoras y cantantes clásicas no solamente pueden atribuirse a la frecuencia de la

emisión, sino al mecanismo fisiológico con el que esta frecuencia es alcanzada, que tiene que ver con el volumen y la presión de aire utilizados para lograr la frecuencia deseada.

Para Steinhauer y Estill (2008), el registro modal o grave conlleva unos pliegues vocales de cuerpo grueso mientras que, en el registro agudo, el cuerpo de la cuerda vocal está apretado y es más fino, debido a lo cual, contendrá menos armónicos que en el registro modal. Este efecto influye en el parámetro Shimmer, que aumenta conforme disminuye la frecuencia (Brockmann, Storck, Carding y Drinnam, 2008), lo que explicaría el porqué se encontró un mayor Shimmer porcentual en el grupo de mujeres flamencas.

Brockmann, Storck, Carding y Drinnam (2008) encontraron que, los parámetros de perturbación de la amplitud, aumentan a medida que nos alejamos de los niveles habituales de fonación y, además, que son más elevados en hombres que en mujeres. Tal y como encontramos en nuestra muestra, los hombres obtuvieron valores superiores de Shimmer que las mujeres.

Comparando la medida de perturbación de amplitud de los cantaores flamencos en ambos sexos, con las puntuaciones obtenidas por Butte et al. (2009) en otros estilos musicales, podemos situar el flamenco con un Shi.% relativamente bajo con respecto a otros estilos (véase figura 45).

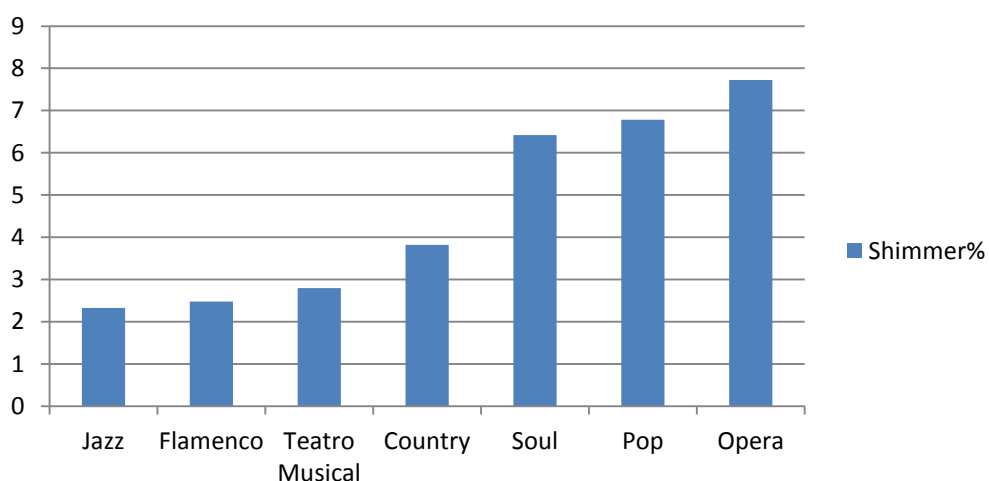


Figura 45. Comparativa entre el flamenco y otros estilos musicales en el parámetro Shi.% según los hallazgos de Butte et al. (2009)

El ruido es producido por rozamientos del aire en el aparato vocal. El parámetro más utilizado para la medición del ruido vocal es la ratio armónico-ruido, en inglés, Noise to Harmonic Ratio (NHR), que detecta los componentes inarmónicos de la señal. Otro parámetro que hemos utilizado en nuestro estudio, VTI, detecta turbulencias en la emisión. Este índice mide el nivel de energía relativo procedente del ruido de altas frecuencias. VTI, por su parte ha mostrado tener una alta correlación con la incompetencia del cierre glótico (An Xue y Deliyski, 2001).

En los resultados de nuestro estudio, con respecto a los valores de ruido en las pruebas de fonación sostenida cantada, se comprueba cómo únicamente en el parámetro NHR se obtienen diferencias entre varones de ambos estilos musicales. NHR mide el ruido global de la señal sonora, y se define como la ratio de energía inarmónica del espectro. Amir, Amir y Michaeli (2002) han demostrado que la presencia de un aumento de armónicos alrededor de los 3kHz, debido al fenómeno del formante del cantante, influye en el parámetro NHR mientras que en el parámetro VTI no.

Los cantaores flamencos sólo mostraron diferencias significativas de ruido en el parámetro NHR, en el que puntuaron significativamente por debajo del grupo de cantantes de música clásica. Tal y como señalan Amir et al. (2002), es posible que el aumento de energía armónica debida a la presencia del formante del cantante influya en el valor del parámetro NHR, aumentándolo en el grupo de cantantes clásicos, y no en el valor de VTI. Los resultados de esta tesis ratifican la existencia del fenómeno del formante del cantante en el grupo de cantantes clásicos y demuestra que dicho efecto no es compartido por los cantaores flamencos (véase figura 46), en los que el fenómeno más apreciado en la distribución de energía del espectro es el del formante del actor, del que se hablará más adelante.

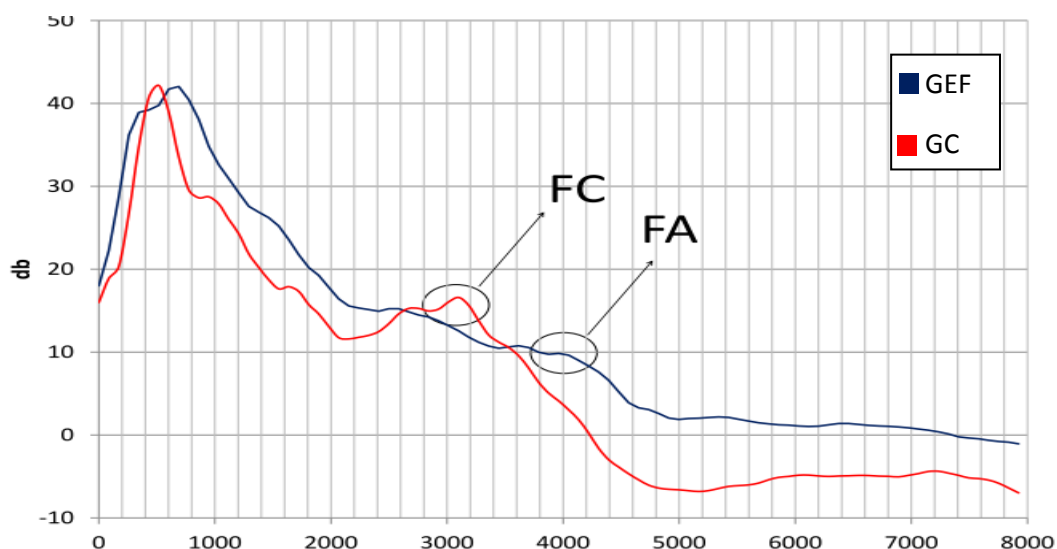


Figura 46. Acumulaciones de energía a lo largo del espectro para los cantantes clásicos y los cantaores flamencos siendo FC el formante del cantante y FA el formante del actor. (Extraído de Muñoz, Garzón y Mendoza, *la cualidad de la voz flamenca, un estudio acústico y comparativo con respecto a la voz lírica*, XXX Congreso Internacional AELFA, Bilbao, junio, 2016)

Por otro lado, entre hombres, las diferencias en NHR no han sido consistentes entre tareas, de hecho sólo se muestran en la tarea /u/ cantada. Indagando sobre los posibles efectos de la tarea en la emisión, encontramos diferencias significativas entre ambos grupos en parámetros de frecuencia únicamente en /u/ cantada. Concretamente, los cantaores flamencos emitieron a una frecuencia significativamente mayor que los clásicos en esta tarea (339Hz frente a 245Hz).

Por otra parte, los resultados encontrados entre mujeres indican mayores diferencias, siendo las cantaoras flamencas, en todos los casos, las que obtienen mayores valores de ruido y no al revés, como ocurre en el grupo de hombres. En este sentido, podrían explicarse los hallazgos por un efecto de la frecuencia de emisión: a más frecuencia de emisión menos cantidad de ruido.

En este caso, la influencia del aumento de sonido armónico en la zona del espectro relacionada con el formante del cantante, no podría atribuirse a los resultados encontrados; ya que las cantaoras obtienen, tanto un NHR, como un VTI, significativamente mayores que las cantantes clásicas en /a/ sostenida cantada y un valor de VTI de, aproximadamente, el doble en la tarea /i/ sostenida cantada. Existe una clara influencia de la frecuencia fundamental, así como de la presión subglótica de la

emisión en el fenómeno del formante del cantante, (Sundberg, 1974) que, a su vez, pudiera estar influyendo en los resultados encontrados en los parámetros de ruido.

Dichas diferencias vuelven a indicar una relación inversa entre la frecuencia de la emisión y los parámetros de perturbación de la fuente, tal y como afirma Brockmann et al. (2008). Dicho de otro modo, a más frecuencia de emisión menos ruido.

IMPLICACIONES

Las cantaoras flamencas utilizan tonos confortables en tareas de voz cantada similares a los de los hombres de su grupo, mientras que las mujeres con entrenamiento clásico optan por tonos muy diferentes a los de los hombres; esto implica la utilización de mecanismos fisiológicos distintos entre cantaoras y cantantes clásicas.

En cuanto al ruido en la emisión, no es posible concluir que el cantaor flamenco tenga una emisión con mayor cantidad de ruido que el clásico debido al estilo musical que interpretan, sino que, más bien, los resultados inducen a pensar que las diferencias encontradas se deben al defecto de la frecuencia en los parámetros NHR y VTI.

Sin embargo, aunque en emisiones sostenidas no se haya encontrado más cantidad de ruido en flamencos que en clásicos puede deberse a que esa inclusión de sonidos no armónicos en la emisión, bien evitando el cierre glótico completo o bien generando turbulencias supraglóticas, sean ornamentos del cante y, por tanto, no se vean reflejados en fonación sostenida.

En este trabajo se incluye el análisis a largo plazo de voz cantada para comprobar, entre otras cosas, la existencia de estos ornamentos. También, en cuanto al ruido en la emisión, se ha querido comprobar si se generaliza a la voz hablada. Ambos aspectos serán tratados más adelante.

Brown, Rothman y Sapienza (2000) compararon los parámetros acústicos de un grupo de cantantes entrenados y no entrenados, no encontrando diferencias consistentes en los parámetros de perturbación del sonido, es decir, no es posible afirmar que una mayor presencia de perturbación de la emisión indique un peor manejo de la voz. Se

han encontrado numerosos estudios en los que NHR correlaciona con medidas perceptivas de voz aireada (Kojima et al., 1980; Yumoto, Sasaki y Okamura, 1984). Sin embargo, este parámetro pudiera estar indicando otros aspectos en su aplicación a la voz cantada, ya que, como comprobó Amir et al. (2002), NHR aumenta a medida que lo hace la energía alrededor de los 3Khz, es decir, a medida que aumenta el formante del cantante.

Lo que sí podrían indicar los parámetros de perturbación en voces sanas de cantantes son las diferencias que marcan el estilo musical interpretado, es decir, aspectos de cualidad, más que de rendimiento vocal, tal y como proponen Butte et al. (2009).

No olvidemos que, tradicionalmente, los parámetros de perturbación del sonido se han utilizado para medir objetivamente el grado de disfonía o la evolución de la voz patológica. Sin embargo, en el estudio de la voz cantada estos parámetros han de ser redefinidos, ya que son muy utilizados en la investigación acústica de cantantes.

LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

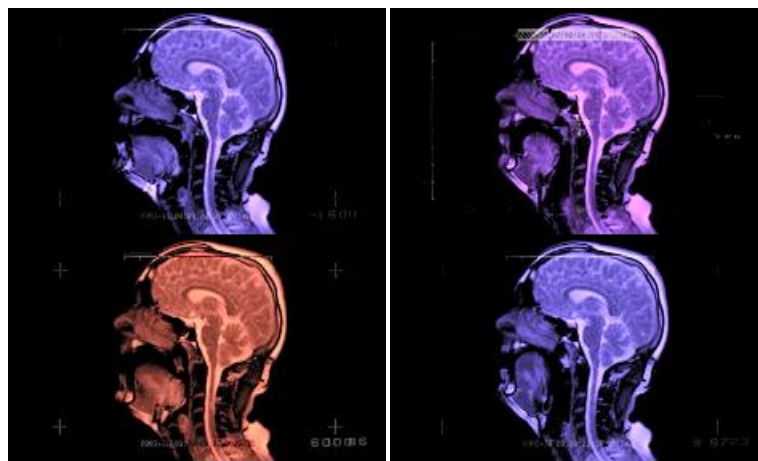
El hecho de contar con herramientas de análisis acústico de la actividad directa de la fuente sonora como el Jitter, es de gran utilidad para el estudio de algunos ornamentos propios del flamenco, como el melisma. En futuras investigaciones resultaría interesante analizar el uso de este ornamento en contraposición con otros, como el vibrato. En este estudio no nos fue posible al trabajar con momentos espectrales concretos, ya que se diseñó con fonaciones sostenidas. Aunque algunos investigadores han aplicado los parámetros acústicos al análisis de segmentos del habla aún no se ha demostrado su validez en emisión continua cantada. Para la evaluación de ornamentos específicos del cante sería necesario rediseñar un estudio a tal efecto.

Por otra parte, sería conveniente utilizar otro tipo de parámetros acústicos para este objeto, más indicados quizá para la medición de la vibración de la frecuencia a lo largo de un periodo mayor de tiempo, como VAM (variación de la amplitud) o VFO (variación de la frecuencia) así como medidas de temblor como FTRI (índice de la intensidad de la

frecuencia fundamental del temblor) o ATRI (índice de intensidad de la amplitud del temblor) en conjunto con medidas aerodinámicas.

CUALIDAD VOCAL DEL CANTE FLAMENCO

Como ya se ha mencionado anteriormente, la cualidad de un sonido es el atributo que hace que dos sonidos del mismo tono e intensidad suenen diferentes. La cualidad del sonido no depende exclusivamente de la glotis, sino también de la forma que adopte el tracto vocal y los articuladores (véase figura 47). La cualidad vocal deseada en cada estilo musical requiere niveles dinámicos muy distintos y ciertas características resonanciales y técnicas muy específicas (Sabol, Lee, y Stemple, 1995).



*Figura 47. Distintas formas del tracto vocal y de los articuladores durante la emisión cantada
(Extraído de Shivu, “Better man than he” oficial video, 2014)*

Entre los cantantes clásicos y los cantaores flamencos existen diferencias en la forma de proyectar y usar su voz al cantar. A continuación, discutiremos los resultados obtenidos, tanto en el estudio de resonancias de emisiones sostenidas como de la distribución espectral de energía durante 30 segundos de emisión cantada a través de la metodología LTAS.

Los ecos del flamenco: Resonancias en voz cantada

Uno de los aspectos de la voz más importantes para un cantante es la resonancia. Los resonadores son cavidades que hacen la misma función que la caja de una guitarra o el cuerpo de un piano (véase figura 48): dar amplitud al sonido, por eso el molde vocálico varía la resonancia del sonido.

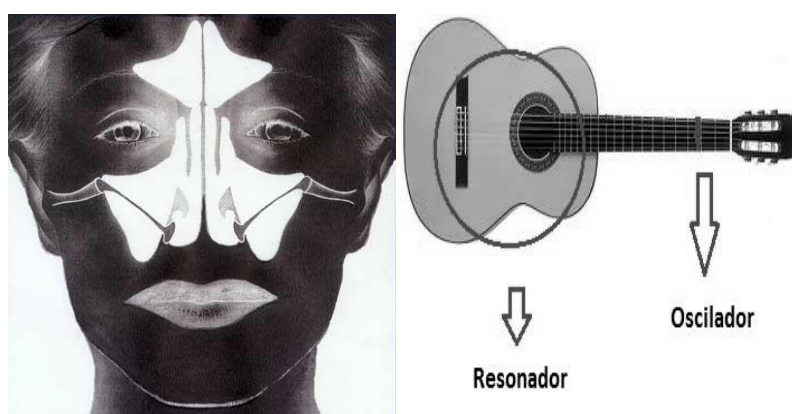


Figura 48. Resonadores faciales (extraído de Bañó, 2003) y resonador de guitarra (extraído de Condado, 2012)

Se diseñó este estudio de las resonancias para comprobar si, en el canto flamenco, existía una resonancia comparable a la existente en el canto clásico, ya que ambos estilos musicales se han desarrollado en tradiciones ajenas al uso de amplificadores o sintetizadores. Es de esperar que, el cantaor flamenco, realice maniobras que le permitan amplificar su voz, tal y como lo hacen los cantantes clásicos.

Con respecto a los datos obtenidos entre los tres grupos, cantaores flamencos, cantantes clásicos y no cantantes, se han encontrado ciertas discrepancias con respecto a la literatura.

Entendiendo el SPR como una medida que cuantifica la afinación de armónicos y que correlaciona directamente con la intensidad del formante del cantante (FC) (Omori et al., 1996), podríamos resumir que existen dos aspectos que le afectan: la frecuencia fundamental (F0) y la articulación, entendida como la posición o la forma concreta que toma el tracto vocal para producir la resonancia.

Los cantantes tienen un SPR menor que los no cantantes en todas las tareas de fonación cantada. Omori et al. encontraron entre los cantantes un SPR menor en voz cantada que en voz hablada (Omori et al., 1996); sin embargo, nuestros hallazgos no confirman que este fenómeno se dé en todos los casos, ya que se obtuvieron valores similares del SPR en tareas de /a/ hablada y /u/ cantada entre cantantes. Si bien es cierto, el grupo de no cantantes puntúa significativamente peor en la tarea de /u/ cantada, por lo que la tesis de Omori et al. quedaría ratificada en esta variable.

Fant (1960) describió este efecto de los articuladores en la resonancia de la voz hablada. En la figura 49 se muestra la distribución de frecuencias y la postura articularia de cada una de las vocales analizadas propuesta por este autor.

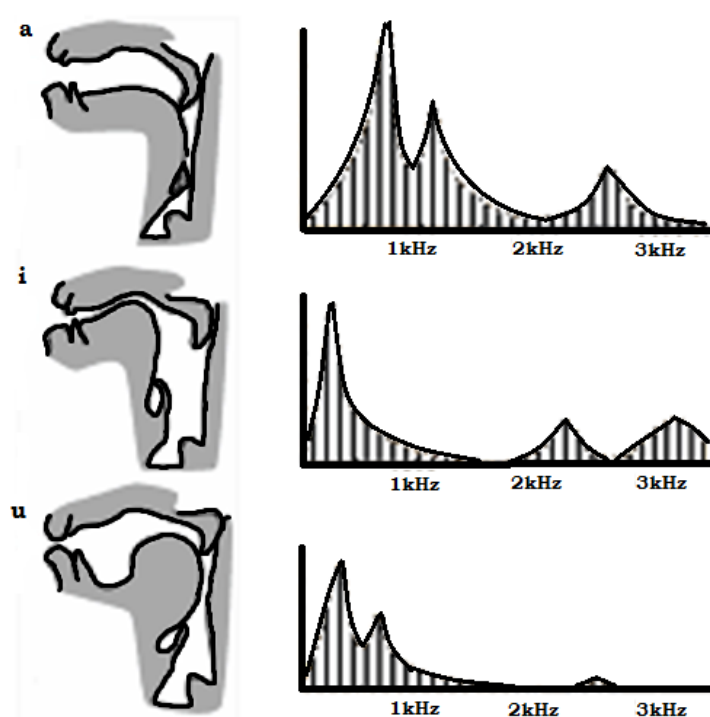


Figura 49. Distribución de frecuencias y articulación de /a/, /i/ y /u/

En cuanto al resto de tareas en voz cantada, tanto en los cantantes clásicos como en los cantantes flamencos, hubo presencia de resonancia, que podemos llamar de calidad, si comparamos nuestros resultados con estudios similares. Por ejemplo, Watts et al. (2006) estudiaron la medida SPR en cantantes “talentosos” y “no talentosos”, utilizando cinco segmentos vocálicos de una canción. Este autor encontró que los sujetos

“talentosos” obtenían medias de 21db y los “no talentosos” de 31db. En nuestro estudio encontramos semejanzas, atendiendo a las medias de las 3 vocales analizadas, tanto en el grupo de cantantes clásicos, como en el grupo de cantaores flamencos. Para los no cantantes, las puntuaciones fueron similares a las del grupo de “no talentosos” de Watts et al. (2006).

Teniendo en cuenta este criterio, podemos decir que la resonancia en voz cantada es de calidad tanto en cantantes clásicos como en cantaores flamencos. Recordemos que medidas menores del SPR indican mayor energía en los armónicos más altos, condición que mejora la riqueza y la percepción de voz timbrada (Osinski, 2014).

Si analizamos la voz cantada en cada vocal (véase figura 50) podemos ver cómo, la resonancia es mayor en la vocal /i/, seguida de /a/ y finalmente de la /u/. Sundberg (2001) encontró esta misma tendencia entre vocales en el SF. Así, en la vocal /i/, aparecía una acumulación de frecuencias entre los 2.5 y los 3kHz de mayor intensidad que en /a/ y /u/ cantadas (/i/ > /a/ > /u/). Es decir, que la vocal /i/ tiene más resonancia que el resto. Como se ha mencionado anteriormente, la resonancia depende directamente de la forma del tracto vocal y de los articuladores.

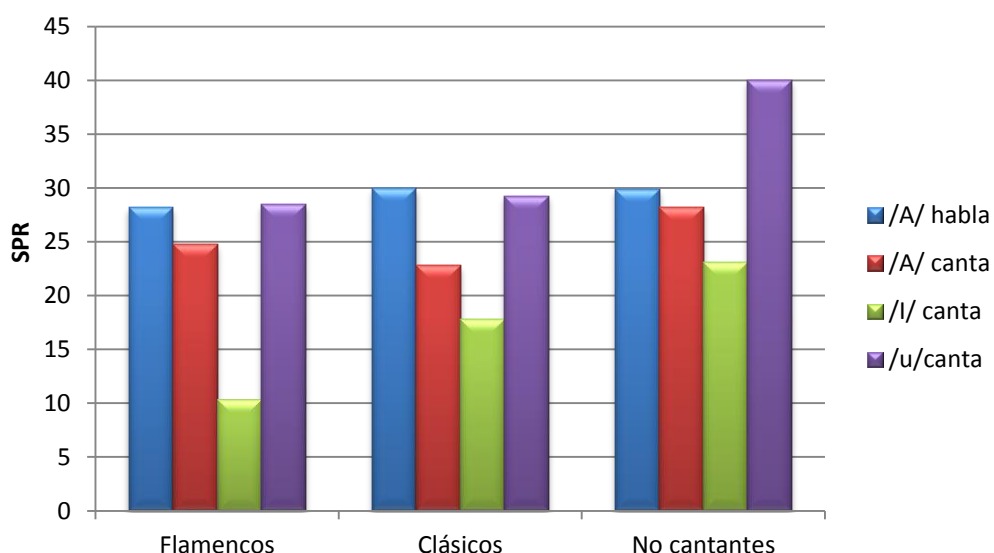


Figura 50. Valores SPR en pruebas de fonación sostenida hablada y cantada de cantaores flamencos, clásicos y no cantantes

En la vocal /a/ cantada se han detectado unos niveles de resonancia mayores entre los cantantes clásicos que entre los cantaores flamencos, aunque tales diferencias no son significativas estadísticamente. En el canto clásico, las técnicas utilizadas para aumentar las resonancias fueron descritas por Sundberg (1974) a nivel fisiológico. En su investigación comprobó cómo el alargamiento del tracto por la profusión de los labios, el descenso de la laringe o la expansión de la faringe producen un solapamiento de formantes en el sonido, amplificándolo. Los cantantes clásicos ponen en marcha mecanismos fisiológicos de aumento de resonancias que los flamencos no.

En la tarea /i/ cantada se han encontrado puntuaciones destacablemente mejores en resonancia entre los cantaores flamencos que en el resto de los grupos. Esta diferencia puede estar dando las claves de la técnica utilizada en el cante flamenco.

La técnica vocal que se usa en el cante flamenco busca la naturalidad en el sonido. Los hallazgos de nuestro estudio apoyan la teoría del uso de “la técnica de la /i/” (Gamboa, 2005) en el cante flamenco, que explicaremos más adelante.

Joliveau, Smith y Wolfe (2004) demostraron cómo, entre cantantes sopranos, a medida que aumentaba la F0 de una vocal sostenida cantada, la discriminabilidad entre las vocales /a/ e /i/ se perdía, fenómeno que no se aprecia en el cante flamenco. Como apunta Titze (1994), mantener una forma concreta del tracto vocal durante la fonación repercute en la articulación y la inteligibilidad del mensaje.

En cuanto a las diferencias encontradas entre sexos, los resultados no están muy claros. Al analizar separadamente a ambos grupos de cantantes apreciamos que dichas diferencias se encontraron exclusivamente entre hombres y mujeres del grupo clásico.

En la tarea /i/ cantada, las mujeres clásicas no siguieron la tendencia de los demás grupos (/i/ > /a/ > /u/), sino que obtuvieron valores similares en las vocales /a/ e /i/ apreciándose esta tendencia: /i/ = /a/ > /u/. Al indagar en este aspecto encontramos una F0 mucho mayor entre las cantantes del grupo clásico con respecto al resto. Este efecto ya fue descrito por Sundberg (2001), que encontró un efecto de solapamiento en la intensidad del formante del cantante en altas frecuencias de las vocales /a/ e /i/, concretamente entre cantantes soprano, las vocales convergen y se superponen.

En la técnica clásica las cantantes abren la mandíbula o sonríen a medida que van subiendo en la escala. Esta técnica hace que aumente la resonancia asociada al primer formante al aumentar el espacio de la boca. La expansión del tracto vocal, ya sea aumentando su longitud o ensanchándose, produce un incremento de frecuencias entre 2.5 y 3kHz (McCrea and Morris, 2007). No ocurre así entre mujeres del grupo flamenco, que eligieron una F0 muy cercana a la de los hombres; sin embargo, la presencia de resonancia tanto en mujeres del grupo clásico como del grupo flamenco indica que otros mecanismos de amplificación distintos a los operísticos también producen picos de energía entre 2 y 4kHz.

IMPLICACIONES

SPR es un fenómeno que aparece en cantantes de distintos estilos musicales, como en la música clásica occidental o el flamenco; ya que analiza la existencia de acumulaciones de energía desde 0 a 4 Khz; esto quiere decir que cualquier técnica vocal utilizada para reforzar bajas y medias frecuencias de la voz cantada, se verá representada en SPR.

Podemos afirmar que SPR diferencia entre cantantes (clásicos y cantaores flamencos) y no cantantes, en tareas de fonación sostenida cantada.

Los cantaores flamencos buscan la inteligibilidad del sonido, la naturalidad en la articulación donde el mensaje juega un papel principal (Mora et al., 2010). El famoso tenor Alfredo Kraus ya lo apuntaba en una entrevista: *“he encontrado una afinidad con los flamencos, porque la técnica que yo empleo (...) está basada en la naturalidad de ciertos sonidos. De hecho, el sonido que está más cerca de los resonadores de la máscara-caja de resonancia que forman los huesos que están alrededor de la nariz-y por tanto más cerca del oído, es el de la vocal /i/”* (Gamboa, 2005, p.497).

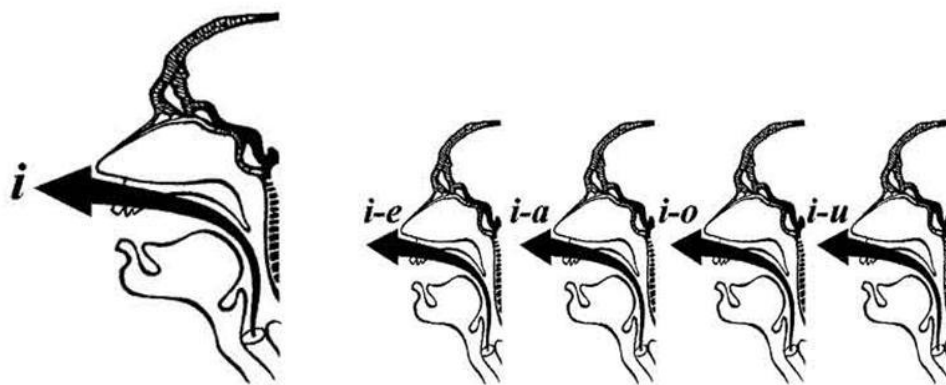


Figura 24. Metáfora visual de la técnica de la /i/. Extraído de Bañó, 2003, p. 48.

Kraus afirma que lograr inteligibilidad en la voz cantada, “consiste en llevar todos los sonidos al mismo sitio donde está la /i/ ; lo que hay que hacer es mantener la apertura de la /i/ mientras se pronuncia la /a/, la /e/ y las demás vocales” (Gamboa, 2005, p.497), véase figura 24.

CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

La habilitación de la voz para el flamenco, entendida como un proceso de fortalecimiento y equipamiento de la voz, que encuentra demandas muy específicas y especiales (Titze, 1996), pasa por el entrenamiento técnico de la resonancia. El apoyo del sonido en la vocal /i/ puede darnos indicios de cómo manipulan los flamencos el aparato vocal para lograr resonancias, ya que en la vocal /i/ los articuladores tienen una posición concreta (el paladar mantiene cierta apertura y la parte posterior de la lengua está elevada). Mantener la apertura de la /i/ mientras se pronuncia la /a/, la /e/ y las demás vocales ayudaría a los cantantes flamencos a equiparar la resonancia y, por tanto, el sonido en todas las vocales.

Los resultados apuntan a que el aumento de resonancias en la voz flamenca se produce a través de mecanismos que difieren de los usados en la música clásica, ya que los valores en SPR se distribuyen de distinta manera entre las vocales. Sin embargo, no es posible realizar generalizaciones concluyentes con respecto a la técnica de amplificación

utilizada por los cantaores flamencos sin un estudio pormenorizado de la distribución de energía en el espectro.

Más adelante analizaremos, a través de una metodología diferente, en qué punto del espectro se encuentra la acumulación de frecuencias que produce la resonancia dentro del ratio analizado (de 0 a 8kHz) en cada estilo musical.

LTAS en voz cantada de cantaores flamencos y cantantes clásicos

El espectro de voz cantada de cantantes clásicos y flamencos sigue tendencias muy distintas entre sí. El espectrograma en voz cantada del cantaor flamenco ha resultado en una curva espectral de menor inclinación que la del cantante clásico con mucha energía en zonas bajas (0Hz- 2kHz) y altas (4kHz- 8kHz) y un aplanamiento de las zonas medias.

Además de diferenciar entre cantantes de distintos estilos musicales, LTAS nos ha revelado algunas estrategias o técnicas utilizadas por el cantaor flamenco que hace que su voz sea percibida como “*aflamencada*” y que la distinguen de la voz clásica occidental.

Lo primero que se aprecian son las tendencias de concentración de energía en el espectro, muy distintas en cada grupo. Nos encontramos un espectro con mayor cantidad de energía media en el cantaor flamenco, salvo entre los 2 y los 4kHz.

Hasta los 2kHz, la energía media es mayor en los cantaores flamencos que en los cantantes clásicos, así como todos los momentos espectrales analizados, a excepción de L1, región correspondiente al primer formante, donde la cantidad de energía se equipara para ambos grupos.

El primer formante se relaciona con la posición de la lengua. Cuanto más baja esté la lengua a mayor frecuencia localizaremos el primer formante (Björn, Lindblom y Sundberg, 1971). Efectivamente, la energía en la zona correspondiente al primer formante, F1, no difiere entre clásicos y flamencos; sin embargo, su ubicación en el espectro sí, lo que significa que los cantaores flamencos utilizan una postura alta en la

lengua con respecto a los cantantes clásicos. Entre las distintas estrategias del cantaor flamenco para potenciar la energía en la zona baja del espectro no está la de “hundir” la lengua, mientras que entre los cantantes clásicos sospechamos que sí.

La intensidad del sonido de una vocal depende, sobre todo, de la amplitud del primer formante (F1), ya que es el más próximo a la frecuencia fundamental (Fant, 1960). Entre los flamencos, el F1 se desplaza en el espectro, adquiriendo una mayor amplitud que en los clásicos y, por tanto, amplificando la intensidad de la frecuencia fundamental (véase figura 7).

Prokop, Sundberg, Cleveland y Stone. (2003) compararon cantantes de música clásica con cantantes que usaban la técnica de Belting, que se refiere típicamente a *“la extensión del registro de pecho a notas agudas por encima del lugar en el que la voz debería de cambiar a registro de cabeza”* (Peckham, 2000, p.54). Prokop y sus colaboradores observaron que, en la zona de 800Hz a 1,6KHz, la energía espectral era 5db mayor en los cantantes de Belting que en los cantantes de música clásica, prácticamente el mismo resultado que encontramos en nuestro estudio (véase figura 51). Prokop et al. (2003) atribuyen este aumento de energía en la zona baja del espectro a una mayor aducción de las cuerdas vocales y, por tanto, un aumento de la presión sub-glótica. El manejo de una mayor presión subglótica en la emisión, se ve reflejada a lo largo de todo el espectro del cantaor flamenco.

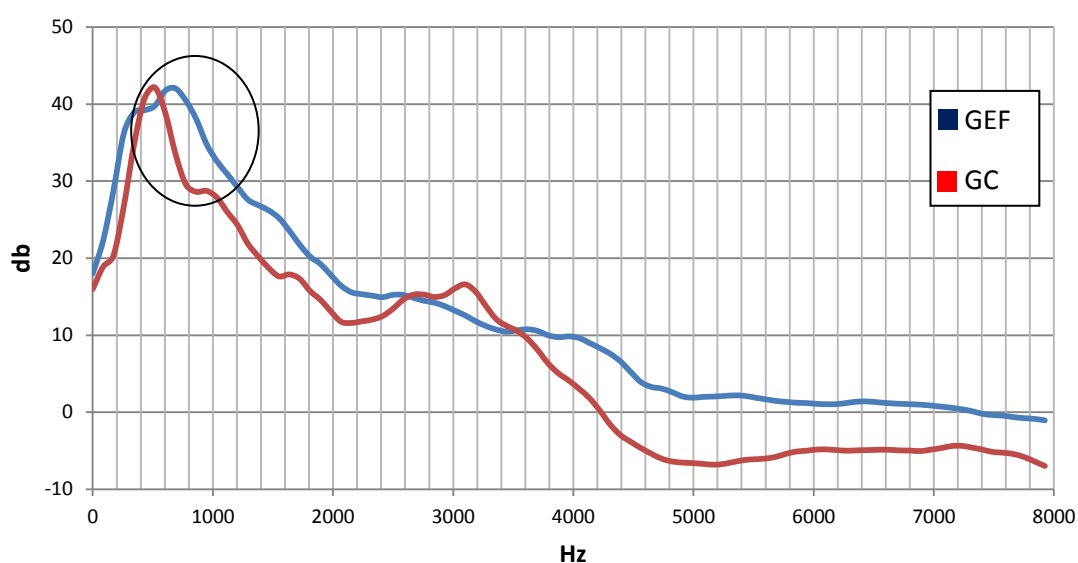


Figura 51. Representación del efecto de aumento de la frecuencia del primer formante encontrado por Prokop et al. (2003) en el registro de belting y en nuestro estudio.

Otra correlación fisiológica encontrada en el espectrograma de los flamencos tiene que ver con el uso de resonadores específicos. En el espectrograma de voces que utilizan un ensanchamiento del tracto faringo-nasal como resonador, se observan picos de concentración de energía entre los 300Hz y los 1000Hz, (Feng y Castelli, 1996) similares a los que encontramos entre los cantaores flamencos (véase figura 52). El ensanchamiento faringo-nasal impulsa la amplitud de los armónicos más bajos y aumenta su intensidad sin necesidad de incrementar la energía respiratoria (Smith, Finnegan y Karnell, 2005)

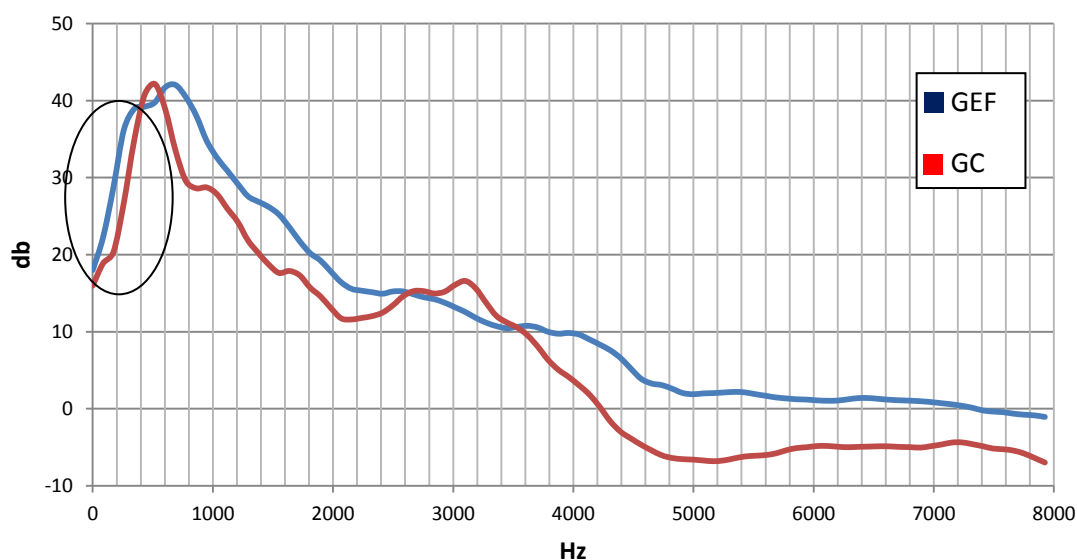


Figura 52. Representación del efecto de ensanchamiento del tracto faringo-nasal en la distribución de frecuencias encontrado en nuestro estudio.

Sundberg (2001) observó un descenso en la amplitud de la zona del primer formante como consecuencia del aumento de la apertura de la zona velo-faríngea. Los resultados del estudio apuntan a descartar el uso de esta estrategia entre los cantaores flamencos ya que, opuestamente éstos, refuerzan de alguna forma la energía en esta zona. Es posible que esta estrategia sea la elegida entre los cantantes clásicos, que descienden la amplitud de F1 para solaparla con F0 (véase figura 51).

El ensanchamiento de la zona velo-faríngea es una estrategia elegida por los cantantes clásicos, ya que los sonidos creados en el resonador nasal producen una pérdida de armónicos a determinadas frecuencias. Si probamos a nasalizar completamente el sonido comprobaremos como nuestra voz pierde casi toda proyección. El mecanismo de ensanchamiento de la zona velo-faríngea no produce armónicos negativos, al mismo tiempo que logra la aproximación entre la F0 y el F1.

Por otro lado, en *la zona alta de la banda 1*, encontramos zonas espectrales con mayor cantidad de energía en los cantaores flamencos (valle de 1400Hz a 1500Hz y pico de 1700 a 1900Hz). Esta zona, territorio del segundo formante -F2-, ha sido relacionada anteriormente con la cualidad metálica de la voz (Hanayama et al., 2009). Pinho (1998) se refería a la voz metálica como una voz emitida con la laringe en posición alta y constricción aero-epiglótica y faríngea. Esta estrategia de búsqueda de resonancias es muy distinta a la que encontramos entre los cantantes clásicos, basada en el fenómeno del formante del cantante.

En contraposición, estudios anteriores han demostrado que un descenso en la zona de F1 y F2 se relaciona con una voz cubierta y operística (Blootooft et al. 1986, Chuberre, 2000, Sundberg et al. 1993; Stone et al., 2003) y un incremento de amplitud en F2 se corresponde con una posición laríngea alta (Hanayama et al., 2009). Smith, Finnegan y Karnell, (2005) encontraron que las resonancias producidas en la faringe y en la laringe se diferenciaban en la curva espectral, siendo la zona de los 2.5KHz la relacionada con el resonador laríngeo. Según este estudio, la diferencia en las resonancias del GEF con respecto a las del GC estriba en el uso del resonador faríngeo.

Con respecto a la *comparación entre las bandas 1 y 2*, (de 0-2Khz y de 2 a 4kHz) encontramos que, en el grupo de cantaores flamencos, la diferencia entre bandas es mayor que en los cantantes clásicos. En la banda 2 no se encontraron diferencias en la energía media, y en la banda 1 el espectro flamenco tiene más energía que el clásico. El oído humano es muy sensible a la región de los 2kHz a los 4kHz. Un aumento de la energía a esa amplitud hace que aumente la percepción de volumen sin aumentar la presión ni el flujo de aire y, además, posibilita distinguir el sonido de la voz por encima de una orquesta (Sundberg, 2001).

En cuanto a la banda 2, entre los flamencos está potenciada, aunque no de la misma manera que en los cantantes clásicos ya que, como veremos más adelante, la distribución de frecuencias es distinta entre ambos grupos de cantantes (ver figura 46).

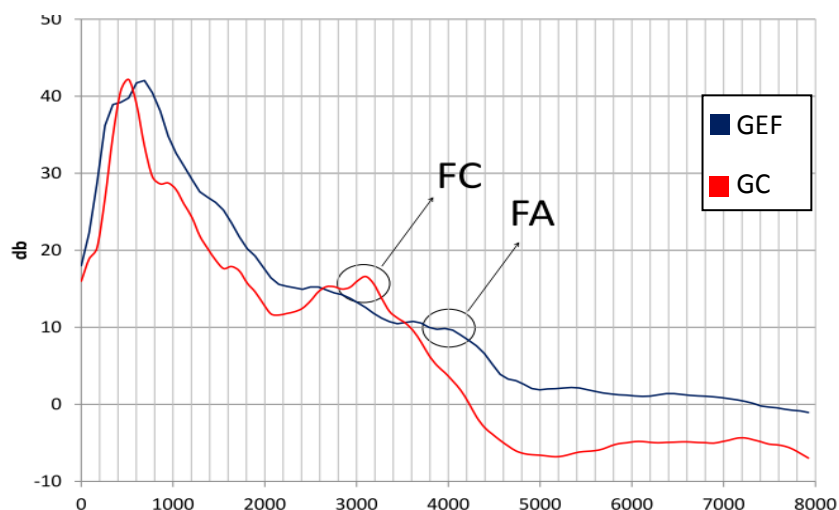


Figura 46. Acumulaciones de energía a lo largo del espectro para los cantantes clásicos y los cantantes flamencos siendo FC el formante del cantante y FA el formante del actor. (Extraído de Muñoz, Garzón y Mendoza, la cualidad de la voz flamenca, un estudio acústico y comparativo con respecto a la voz lírica, XXX Congreso Internacional AELFA, Bilbao, junio, 2016)

El grupo clásico supera en energía al flamenco exclusivamente en la zona de la banda alrededor de los 3kHz, lo que es esperable, ya que es la zona en la que otros estudios (Sundberg, 2001; Thorpe, et al. 2001) ubican el formante del cantante (FC). El FC, es un fenómeno propio del espectro de los cantantes clásicos. El FC se produce por un solapamiento los formantes F3, F4 y F5, fisiológicamente atribuido a un alargamiento del tracto vocal por el descenso de la laringe y el ensanchamiento de la laringo-faringe (Sundberg, 2001).

Como vemos en la figura 46, existe un receso en la inclinación de la curva espectral entre los 3.5 y los 4.5kHz., donde la energía se mantiene alrededor de los 10db, y que podemos relacionar con el formante del actor -FA- (Leino et al., 2009). Ya encontró Cleveland (2001), entre cantantes de country, un fenómeno parecido. El autor lo describió como un ligero aumento de energía entre los 3 y los 4kHz y también lo

relacionó con el posteriormente denominado, FA. El FA se encuentra comúnmente en “voces proyectadas y timbradas” de actores o locutores de radio (Acker, 1987; Cleveland et al., 2001; Nawka et al., 1997; Pinczower y Oates, 2005) y es, parece ser, la estrategia de proyección seguida por los cantaores flamencos.

Hanayama et al. (2009) comprobaron que, en voces metalizadas de cantantes, se producía un aumento en la amplitud del F3, F4 y F5 en el espectro; es posible que el aumento de amplitud encontrada en cantaores flamencos alrededor de los 2,5kHz, 3,5kHz y 4kHz se deba a una estrategia parecida. La aducción de los pliegues vocales, puede aumentarse con poco esfuerzo laríngeo a través del estrechamiento del vestíbulo laríngeo. Esta estrategia puede ser el mecanismo más sano para favorecer el aumento de la aducción de los pliegues vocales en lugar de incrementar la presión sub-glótica, que resulta hiperfuncional.

Por tanto, los flamencos están utilizando una técnica de proyección vocal más parecida a la usada por los actores que a los cantantes clásicos, basada en el solapamiento del F3, F4 y F5 para lograr un pico alrededor de los 4kHz que potencie la percepción de volumen en la voz.

Leino et al. (2009) comprueban cómo, el FA, no aparece en ejemplos de voz susurrada y falsete ni en voz hablada con laringe alta o baja.

Desde la banda 3 y en adelante, (de 4 a 8kHz) la energía es mayor entre los cantaores flamencos que entre los clásicos. De hecho, por encima de los 4kHz los flamencos acumulan el doble de energía que los cantantes clásicos. Entre los 6 y los 8kHz, la frecuencia de intensidad máxima se sitúa en distintas frecuencias entre ambos grupos; es muy probable que este ruido se deba a determinada fricción del paso del aire debida a ese patrón fonatorio hiperfuncional del cantaor flamenco. Si el cierre de los pliegues vocales no es completo, la emisión del sonido es aireada y la amplitud de los armónicos altos (de 2 a 4kHz) disminuye (Pinczower y Oates, 2005).

IMPLICACIONES PARA EL CANTE

En lugar de potenciar la energía de los armónicos de una nota para dar brillo y sensación de resonancia a la fundamental, como hacen cantantes clásicos, los cantaores optan por volcar la mayor cantidad de energía de la emisión alrededor de la frecuencia fundamental. En líneas generales, encontramos más amplitud del espectro en los cantaores flamencos, lo que indica el uso de más cantidad de flujo aéreo y lo que conlleva necesariamente una mayor presión subglótica; bien por el uso de más cantidad de aire o bien porque el cuerpo de los pliegues vocales es más grueso que en los clásicos (véase figura 53) y, por tanto, se generan armónicos en todo el espectro.

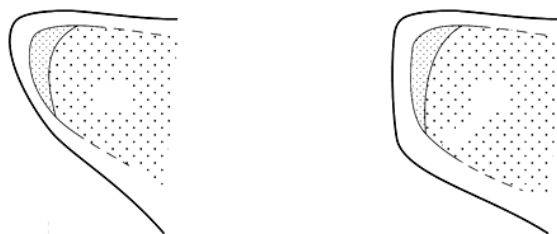


Figura 53. Representación de un corte coronal del pliegue vocal con cuerpo fino (izq.) y con cuerpo grueso (dcha.)

El uso de la zona naso-faríngea como resonador, junto con el aumento de la presión supra-glótica, pueden ser las estrategias del cantao flamenco para lograr la naturalidad e inteligibilidad del sonido.

Existe una tendencia de los cantaores flamencos a la apertura del sonido y al ensanchamiento de la nasofarínge, quizá mediante la activación del paladar (tal y como describimos en estudios anteriores con la técnica de la “i”) o el uso específico de los articuladores (colocando la lengua en una posición alta, por ejemplo); en contraposición con el cantante clásico, el cuál fuerza un solapamiento de los formantes F0 y F1, como estrategia para potenciar los armónicos más bajos del espectro, a través del ensanchamiento de la zona velo-faríngea (véase figura 54) y el hundimiento de la lengua.

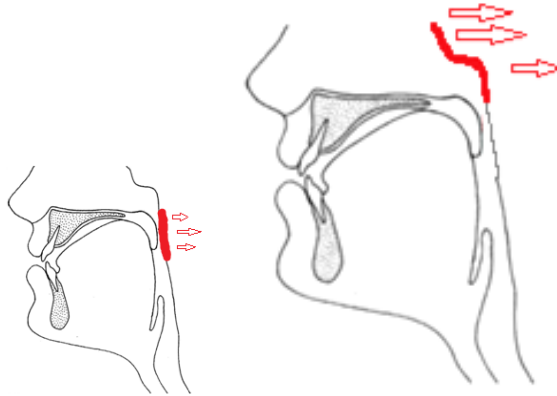


Figura 54. Representación del ajuste de la zona faríngea producido en voces de cualidad clásica (Izq.) y flamenca (dcha.)

Por otro lado, se encontró que los cantaores flamencos distribuyen la energía de su emisión en la zona baja del espectro de igual forma que lo hacen los cantantes que utilizan un registro de *belting* y cuya estrategia estriba en reforzar la frecuencia del F1 para lograr una mayor amplitud entre los 800 y los 1,5kHz. Este hallazgo implica que existen elementos técnicos o fisiológicos comunes entre este registro de *belting* y la emisión flamenca. *Belting* no debe confundirse con registro de pecho. *Belting* es un tipo de registro vocal y, como tal, requiere un movimiento específico de los pliegues vocales y unos resonadores concretos (Mc Coy, 2007).

Podemos concluir que existe una tendencia de los cantaores flamencos a la apertura del sonido y al ensanchamiento de la cavidad naso-faríngea mientras que los clásicos prefieren el uso del ensanchamiento de la zona velo-faríngea y el hundimiento de la lengua.

En cuanto a la zona relativa al FC, en el grupo flamenco no se encontraron indicios de su existencia, aunque no hubo diferencias entre las energías medias de ambos grupos. Esto quiere decir que el cantaor flamenco está siguiendo una estrategia distinta al clásico para potenciar la energía entre los 2 y los 4KHz. Esta diferencia de distribución de energía refleja una estrategia diferente de colocación del aparato fonador durante el canto de los flamencos con respecto a los cantantes clásicos, en la que prima la cualidad metálica del sonido.

El uso del metal en la voz entre los cantaores flamencos les ayuda a potenciar armónicos en la zona de los 2 a los 5 KHz del espectrograma, zona relacionada con la resonancia vocal. De otra forma, los armónicos de esta zona, quedarían silenciados por el uso de gran cantidad de energía en la zona baja del espectro y de la cavidad nasofaríngea.

Verdolini et al. (1998) estudiaron con profundidad la proyección de la voz hablada, proponiendo que la configuración fisiológica de este tipo de voz se caracterizaba por un estrechamiento del vestíbulo laríngeo. Es razonable pensar que este mecanismo esté siendo utilizado por el cantaor flamenco, ya que, como apunta Titze (2001) permite al cantante producir una voz resonada sin distorsionar la percepción de las vocales y consonantes, capacidad que lo distingue del mecanismo de alargamiento laríngeo encontrado en el FC. Por tanto, el cantaor flamenco no utiliza los mismos mecanismos que el clásico para conseguir armónicos agudos (entre los 2 y los 4Khz) sino mecanismos más parecidos a los que implementa el actor o el cantante de *country*. El estrechamiento del vestíbulo laríngeo ha sido descrito en cualidades vocales operísticas de tonos altos, en *belting* y en *twang* (Titze, 2001).

LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

En primer término, LTAS ha demostrado ser una herramienta eficaz en la diferenciación de ambos tipos de cantantes, clásico y flamenco en una tarea de voz cantada, aunque para la investigación de la técnica vocal flamenca es indispensable completar este estudio con datos de imagen laringoscópica.

La energía que se encuentra en bandas por encima de los 6kHz suele deberse a elementos de ruido derivados de la respiración o de la fricción (Valencia, Mendoza, Mateo et al., 1994), teniendo en cuenta que la metodología LTAS excluye los pulsos glóticos de su análisis, es posible que la emisión flamenca, con más energía en esta zona que la clásica, venga acompañada de aire y ruidos no procedentes de la respiración en sí, aunque para llegar a conclusiones de esta índole sería conveniente realizar, en

futuras investigaciones, una evaluación aerodinámica pormenorizada del cantaor en tareas de voz cantada.

Existen numerosas estrategias técnicas que permiten que la voz trabaje con una intensidad muy alta al cantar. Lo que podríamos denominar “cualidad vocal flamenca”, de ahora en adelante, implica ajustes hiperfuncionales en el tracto vocal, lo cual puede estar relacionado con los síntomas de tensión y sobreesfuerzo encontrados en estudios anteriores entre los cantaores flamencos (Garzón, Mendoza y Muñoz, 2016).

El uso de técnicas que den estridencia y “*metalidad*” a la voz, como una posición laríngea alta o el estrechamiento del esfínter aero-epiglótico, estarían compensando la pérdida de armónicos altos y la opacidad del sonido entre los cantaores flamencos. Sin embargo, propiciarían la rigidez del sistema fonatorio al tratarse de estrategias hiperfuncionales, ya que persiguen un aumento de la presión sub y supra glótica produciendo aire y fricción en la emisión.

Esto implica líneas futuras de acción al respecto; dichas estrategias deben ser aprendidas y manejadas por los cantaores flamencos para evitar las consecuencias de un trabajo hiperfuncional en la voz (rigidez, tensión, micro-traumatismos, fatiga, etc.). Por ejemplo, según Leino (2009), se puede potenciar y reforzar la energía en la región de los 4kHz del espectro a través de series de ejercicios que contengan nasales. El cante flamenco realiza su incursión en los niveles superiores de educación musical, lo que crea la necesidad de dar una respuesta pedagógica al aprendizaje del cante, tal y como ocurrió con el jazz en los Estados Unidos (Boersma y Kovacic, 2006). Una respuesta pedagógica que se asiente sobre bases sólidas y objetivas. La investigación deberá enfocarse hacia el desarrollo de una pedagogía acorde con la implementación de las técnicas vocales descritas.

Tras los hallazgos que asemejan el *belting* con la emisión flamenca, aparecen más dudas: ¿Qué características fisiológicas exactas comparte la emisión flamenca y el registro de *belting*? ¿Se trata de una estrategia del cantaor para alcanzar notas agudas sin requerir un registro de falsete? o bien ¿se trata de una conformación articulatoria que abriga su voz? ¿Implica ésta la posición laríngea?

En cuanto a la postura laríngea, no podemos establecer conclusiones con este estudio. Algunos datos, como la ausencia del formante del cantante o la aparición de armónicos de metalidad, nos inducen a pensar que la postura laríngea es alta, aunque para concluir de esta forma, es preciso el uso de imágenes laringoscópicas o de resonancia magnética de la laringe del cantador durante la emisión.

4.2.2 VOZ HABLADA: análisis aerodinámico, de eficiencia y cualidad vocal

Brown et al. (1993) al comparar a un grupo de cantantes entrenados con un grupo de no cantantes demostraron que las medidas acústicas y perceptivas de voz hablada, ni diferencian entre grupos ni discriminan a sujetos entrenados de no entrenados (Brown et al. (1993). Estos mismos autores apuntaron que los problemas en la voz hablada afectan a la voz cantada, pero no viceversa, puesto que la técnica al cantar no se generaliza al habla.

Partiendo de este enfoque, nos preguntamos acerca de las implicaciones que cantar flamenco pudiera tener en distintos aspectos de la voz hablada. En esta segunda parte de la sección referente a la fisiología y a la acústica, se discutirán los hallazgos concernientes a la voz en contextos distintos a la emisión cantada en sí. Se revisarán las implicaciones que la práctica del cante tiene en las medidas de eficiencia vocal, aerodinámica y cualidad en emisiones habladas continuas.

Aerodinámica de la voz flamenca

En el flamenco es común encontrarse a cantaores que utilizan intencionadamente sonidos no armónicos (ruidos) durante la emisión cantada; por ejemplo, en el análisis de cualidad vocal cantada se encontraron acumulaciones de energía en las zonas del espectro correspondientes a sonidos derivados del roce del aire como silbidos o turbulencias (6-8kHz) o, al medir el ruido global de la señal de emisión de las cantaoras, se encontraron indicadores de ruido vocal. Sin embargo, no podemos presuponer que esta forma de emisión se generalice al habla, a pesar de haber encontrado en estudios previos síntomas de mala coordinación fono-respiratoria y de fatiga vocal entre ellos (Garzón, Muñoz y Mendoza, 2016).

Las medidas aerodinámicas no sólo se ven afectadas por la incompetencia glótica, sino también por la gestión del aire (Peppard et al., 1988). En el caso de que una emisión vocal aireada esté ocasionada por un cierre glótico incompetente, afectaría tanto al TMF en /a/ como al cociente fono-respiratorio.

Incluir estas medidas para la evaluación vocal del cantador aclarará la cuestión planteada en estudios previos. ¿Existe incompetencia del cierre glótico en el cantador al hablar o, simplemente los síntomas encontrados en voz hablada reflejan una mala coordinación fonorespiratoria?

Tiempo máximo de emisión

Lo primero que debemos recordar es que, para extraer el TMF en /a/, a lo que se instruye al sujeto es a que emita un tono e intensidad propia de su voz hablada -en ningún momento se le pide que “coloque” la voz como si estuviera cantando (véase apéndice 5). Por tanto, no podemos establecer comparaciones del parámetro TMF en /a/ en función del estilo musical, a no ser que el estilo esté afectando a la voz hablada.

Al examinar cada uno de los índices aerodinámicos comprobamos cómo el TMF en /a/ es el único de los tres parámetros examinados que sigue valores cercanos a la norma, tanto en hombres como en mujeres de ambos grupos de cantantes.

En nuestro caso, los cantantes varones obtienen puntuaciones medias de TMF en /a/ de 23,57 segundos, siendo el valor normativo de 25,9 (+-7,4 segundos) (Hirano, 1984). Las mujeres obtuvieron puntuaciones medias de 20,21 segundos, encontrándose la puntuación media en mujeres normales en 21,3 (+-5,6 segundos) (Hirano, 1984). Al igual que encontraron Awan y Ensslen (2009), los valores medios de los cantantes se asemejan a los valores normativos en sujetos sanos no cantantes (Kent et ál., 1987). Por tanto, tal y como pronosticaron Sataloff y Spiegel (1991), existe una disociación clara entre la voz cantada y hablada en cuanto a que TMF en /a/ no diferencia entre cantantes y no cantantes.

Al comparar entre estilos musicales, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre grupos; aunque los flamencos logran emisiones algo más prolongadas que los cantantes clásicos. Carroll et al. (1996) investigaron la aerodinámica vocal de 40 cantantes de música clásica, encontrando un TMF en /a/ menor en cantantes clásicos respecto al grupo de no cantantes. También Sulter y Meijer (1996) encontraron que el TMF en /a/ decrece tras un entrenamiento vocal.

Especularon que este efecto en el tiempo de fonación pudiera deberse a la existencia de una menor resistencia glótica y a unos pliegues vocales más relajados debido al entrenamiento. Sin embargo, el efecto del entrenamiento específico no debe ser suficiente para generar un decremento del TMF en /a/ en los cantaores flamencos, ya que éstos no lo realizan. Shaheen, Awan y Ensslen (2009) tampoco encontraron diferencias en el TMF de cantantes entrenados y no cantantes. La explicación que dieron es que los cantantes entrenados no realizan la tarea con su máximo potencial porque eran reacios a generar tensión en su mecanismo vocal.

Sin embargo, apostando por una explicación fisiológica del fenómeno nos remitimos a la teoría de Hirano (1987) de cuerpo-cubierta. La actividad del músculo tiroaritenideo es mayor durante la emisión del registro mixto que en la emisión del registro de cabeza. Por tanto, en voces sanas, esta “incompetencia glótica” está indicando una menor aducción de los pliegues vocales o, dicho de otro modo, una menor resistencia de estos al paso del aire. En la figura 53 se puede apreciar qué forma adopta el pliegue vocal en el registro modal y de falsete según la teoría cuerpo-cubierta de Hirano (1985). En el registro de falsete el cuerpo del pliegue vocal se afina y la cubierta se tensa proporcionando una menor resistencia al paso del aire.

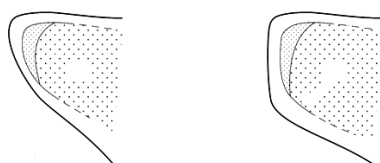


Figura 53. Pliegues vocales en registro de falsete (izq.) y modal (dcha.) según la teoría de Hirano de cuerpo-cubierta (1987)

Quizá eso explica por qué, entre los flamencos, tanto en hombres como en mujeres, la duración es algo mayor que en cantantes clásicos, al hacer uso de un pliegue con mayor cuerpo que los clásicos, generando una mayor resistencia al paso del aire.

Tiempo máximo de fonación y Cociente fono-respiratorio: el soporte del cante

Los cantaores demostraron tener una notoria gestión del soplo, equiparable a la del clásico y por encima de la de la población normal.

De hecho, los valores encontrados en el parámetro TMF en /s/, tanto en cantantes clásicos como en flamencos, ha sido superior a la media en población normal, lo cual ha repercutido directamente en el cociente fono-respiratorio. Ya en los años 80, Peppard et al. (1988) compararon el TMF de cantantes y no cantantes comprobando cómo el TMF en /s/ era mayor que entre no cantantes.

En el apartado anterior vimos cómo el entrenamiento vocal específico mejora el RMFF en los límites superiores del rango (Mendes, 2003), ya que aumenta el manejo de los mecanismos respiratorios y laríngeos en la emisión de altas frecuencias. El manejo, por tanto, de los mecanismos respiratorios para la adecuación del soplo según la frecuencia deseada hace que el cantante obtenga valores más altos de TMF en /s/ que la población normal. A este manejo también se le denomina coordinación fonorespiratoria. Pese a que en estudios anteriores se comprobó que el cantante tiene una peor coordinación fonorespiratoria que el cantante clásico (Garzón, Muñoz y Mendoza, 2016), ésta supera los valores normales y no se diferencia significativamente entre estilos. Recordemos que a lo que llamamos “mala coordinación fonorespiratoria” en el estudio 1 fue a un compendio de ítems agrupados estadísticamente (consúltese apéndice 3). Es razonable, llegado este punto, plantearse una nueva etiqueta para este factor, ya que no podemos asumir, a la vista de los resultados obtenidos, que el cantante flamenco tenga una mala coordinación fonorespiratoria.

En cuanto al cociente fonorespiratorio, los resultados de nuestro estudio mostraron en ambos grupos índices anormalmente altos. Si los valores mayores de 1,3 se relacionan con defectos del cierre por incompetencia o por lesiones del borde libre (Cobeta et al., 2013), tanto clásicos como flamencos padecerían estas lesiones. Sin embargo, Carroll et al. (1996) investigaron a 40 cantantes, encontrando un cociente fono-respiratorio mayor en cantantes clásicos con respecto al grupo de no cantantes, tal y como indicaron los valores de flamencos y clásicos de nuestro estudio. Por tanto, podemos afirmar que no existen diferencias en el cociente fono-respiratorio en función del estilo musical (clásico o flamenco) y que su valor es el producto de un TMF en /a/ igual a la norma y un TMF en /s/ superior a esta y no a la presencia de patología.

IMPLICACIONES

En primer lugar, los hallazgos encontrados en la medida TMF en /a/ no demuestran la existencia de incompetencia del cierre glótico en la emisión hablada del cantaor flamenco, lo que implica que, aunque en la emisión en voz cantada sí se encontraron parámetros que señalan la posible incompetencia glótica, esta conducta no se generalizaría a la voz hablada. Entre los cantaores flamencos, por tanto, se produce este fenómeno de disociación entre la voz cantada y hablada descrito anteriormente por Sataloff y Spiegel (1991).

Los cantantes de este estudio obtuvieron puntuaciones similares a las de la población normal en el TMF con emisión, lo que implica que el parámetro TMF en /a/ no es eficaz para diferenciar cantantes de no cantantes según nuestros hallazgos.

Podríamos afirmar que, tanto en clásicos como en flamencos, la resistencia del cierre glótico es menor que en la población normal, ya que el TMF en /s/ es mayor con respecto a los niveles de normalidad, pero TMF en /a/ no. Si un sujeto no cantante obtiene el mismo TMF en /a/ que un cantante, que es capaz de prolongar la fonación durante mucho más tiempo (TMF en /s/ mayor), lo que implica que la resistencia del cierre glótico es menor que en población normal o, quizá, que durante la emisión hablada no se ponen en marcha los mecanismos de coordinación fono-respiratorios que se utilizan sin emisión o durante el canto.

El mecanismo para la gestión del soplo por excelencia es la técnica del soporte del canto, que consiste en mantener una postura inspiratoria en la caja torácica durante la emisión. Con dicha postura se logra una dosificación de la salida del aire al ejercer una fuerza antagónica a la espiratoria mediante la acción de los músculos inspiratorios. Sonninen, Laukanen, Karma y Huerme (2004) analizaron la repercusión del uso de la técnica del soporte del canto en el TMF en /s/, comprobando cómo éste aumentaba en los cantantes que utilizaban esta técnica frente a los que no. Es posible que los cantaores flamencos utilicen técnicas de gestión de aire como la del soporte del canto.

LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Ya que la modificación de los parámetros de la fuente sonora, como el grado de abducción de los pliegues vocales, interfiere directamente en las medidas aerodinámicas (Burnette, Cox y Rangarathnam, 2015; Carroll, Sataloff, Heuer, Spiegel, Radionoff y Cohn, 1995), en investigaciones futuras sería de gran interés evaluar estas medidas, tras haber establecido un protocolo pertinente, en muestras de fonación sostenida cantada en cantaores flamencos.

Como decimos, en la comparación de la aerodinámica de la voz en estilos musicales tan distintos como el flamenco y el clásico, hubiera sido muy interesante tener en cuenta una medida de TMF en /a/ cantada, además de en /a/ hablada, entre otras medidas aerodinámicas y de presión subglótica, ya que sería de gran utilidad en el estudio de la voz hablada o del registro vocal. Recordemos que, el registro vocal varía en función de la forma en la que se encuentren o choquen los pliegues vocales durante la fonación (Estill y Moore, 1975) y con estas medidas se podría inferir el tipo de cierre glótico en cada estilo musical.

Es posible que exista un incremento del TMF en cantantes debido al entrenamiento (Watson and Hixon, 1985) o, simplemente, a la mera práctica ya que, los cantaores también experimentan un aumento del TMF sin haber realizado entrenamiento específico. También existe la posibilidad de que la clave de ese entrenamiento específico sea la aplicación de la técnica del soporte del canto. Recordemos que, en estudios anteriores, al igual que como ocurre con los valores de TMF en /s/, tampoco hubo diferencias entre grupos con respecto a los síntomas relacionados con la coordinación fonorespiratoria (véase sintomatología vocal percibida en cantaores flamencos).

Sin embargo, para concluir con semejantes afirmaciones, sería conveniente un estudio diseñado para el análisis de esta variable en concreto, *“gestión del soplo”*, utilizando instrumentos de transducción de la actividad musculoesquelética.

Por último, estamos de acuerdo con la propuesta Carroll et al. (1996) sobre la necesidad de establecer valores normativos específicos para cantantes. Ratificamos con este

estudio esta demanda en las medidas aerodinámicas de TMF con y sin emisión, así como del cociente fono-respiratorio.

EFICIENCIA VOCAL DEL CANTAOR FLAMENCO

Llegados a este punto, reflexionaremos sobre los efectos que la práctica del cante flamenco tiene en la voz hablada y discutiremos acerca de medidas que, en su conjunto, determinan lo que se denomina eficiencia vocal. El manejo eficiente del sistema fisiológico vocal consiste en equilibrar el aire, la actividad de los músculos laríngeos y la colocación supraglótica de los tonos (Stemple, 1993).

En primer lugar, no se han hallado indicios de la presencia de voces disfónicas entre los participantes de este estudio y, en todos los casos, los índices han superado los valores de umbral patológico. Ambos grupos de cantantes, flamencos y clásicos, han obtenido puntuaciones de eficiencia vocal mayores a las de la población normal.

Al comparar los resultados con los valores de normalidad, los resultados muestran que, aunque el valor DSI en cantaores es superior al valor medio de sujetos con voces sanas, no sucede lo mismo con todos los parámetros que lo componen. Analizando los componentes del DSI por separado es posible entender a qué se deben estas diferencias entre cantantes y población normal.

DSI como medida de eficiencia vocal del cantaor flamenco

La eficiencia vocal medida a través del índice DSI de Wuyts et al. (2000), no sólo ha sido utilizada para evaluar voces patológicas, sino también para la medición de la eficacia de tratamientos y para constatar cómo afecta, concretamente, el entrenamiento vocal de cantantes al DSI y a sus parámetros (Awan and Ensslen, 2009; Sulter et al., 1995; Shaheen, 2009; Ravikumar, Prakash, et al., 2014).

Shaheen (2009) comparó a cantantes sin experiencia musical y sin entrenamiento técnico dirigido (cantantes no entrenados) con cantantes con experiencia e instrucción vocal, estableciendo puntuaciones de 6.48 en cantantes entrenados y de 4 en cantantes no entrenados. En nuestro estudio los cantaores obtuvieron un DSI de 5.8 puntos. Los cantaores flamencos, no sólo obtienen valores por encima de los de cantantes no entrenados de otros estudios, sino que logran puntuaciones cercanas a las de sujetos entrenados. A pesar de que los cantaores flamencos no realizan entrenamiento vocal guiado, obtienen valores de DSI equivalentes a los de los sujetos del estudio de Saheen et al. (2009) que, al menos, habían asistido durante 3.5 años a clases privadas de técnica vocal. Por tanto, apoyamos el efecto directo de la experiencia o práctica del cante flamenco sobre el valor de DSI (que es lo que sí tienen los flamencos que no tienen los cantantes de Saheen).

En el estudio 1 se ha comprobado cómo los cantaores flamencos practican durante más horas semanales el cante que los clásicos. Realmente hay un efecto de la práctica del cante *per sé* en el DSI.

Las diferencias del DSI entre flamencos y clásicos ponen de manifiesto el efecto que, a su vez, el entrenamiento vocal específico ejerce sobre las puntuaciones de DSI, ya que los cantantes clásicos, que sí han participado en clases guiadas de técnica vocal (véase estudio 1), obtuvieron un DSI de +1.7 puntos con respecto a los cantaores flamencos.

Emisiones a baja intensidad: El manejo del aire en tonos graves

En relación a la intensidad mínima de fonación, tanto cantaores como cantantes clásicos obtuvieron valores cercanos a los 40db, siendo en sujetos normales aproximadamente de 56db. En investigaciones previas, se encontraron idénticos resultados en grupos de cantantes (Awan y Ensslen, 2009; Sulter y Meijer 1996), cuya intensidad mínima de fonación es menor que en no cantantes.

Sulter y Meijer (1996) atribuyen estas diferencias al entrenamiento de los cantantes en el soporte respiratorio y al engrosamiento de los pliegues vocales, aunque hacen énfasis

en que estos efectos se producen por los ejercicios que incluye el entrenamiento técnico clásico o el calentamiento y no por la mera práctica. Sin embargo, los flamencos no acuden a clases de técnica vocal, ni entrenan su voz de forma específica y aun así, obtienen la misma intensidad mínima de emisión que los cantantes clásicos. Al igual que en el DSI, nos encontramos con el efecto de la práctica del canto *per sé* sobre medidas de eficiencia vocal.

Más recientemente, Awan y Ensslen (2009) atribuyen las diferencias de este parámetro entre cantantes y no cantantes al fortalecimiento de los músculos abdominales y del diafragma. En el análisis aerodinámico se comprobó cómo el TMF sin emisión se equiparaba entre clásicos y flamencos y, además, era superior al de la población normal. Tampoco en la sintomatología percibida en voz cantada se encontraron diferencias entre grupos en cuanto a factores de coordinación fonorespiratoria al cantar. Estos resultados inducen a pensar que la práctica del cante flamenco implica una mejora de la gestión del aire al cantar. El análisis aerodinámico no nos permite concluir que se generalice este efecto a la gestión del aire en voz hablada, aunque los resultados en esta prueba nos inducen a pensar que sí.

Perturbación de la frecuencia en voz hablada

Para el análisis del grado de estabilidad de la vibración de las cuerdas vocales, se utiliza la medida Jit. (Lieberman, 1963; Orlikoff y Baken, 1990). Jit.% es una medida que cuantifica irregularidades menores de los pulsos glóticos en porcentajes.

La medida de perturbación de la fuente no representa valores patológicos en voz hablada de cantaores flamencos, es decir, no supera el 1%. Valores por encima de la norma en Jit.%, correlacionan con la evaluación perceptiva de aspereza y de aire en la voz (Deal y Emanuel, 1978; Eskenazi, Childers y Hicks, 1990).

Los cantaores obtuvieron medidas cercanas a la población normal, 0.58 para los hombres y de 0.63 para las mujeres, según valores aportados por el Multi-Speech and CSL Software (2007).

Sin embargo, se ha apreciado una gran variabilidad del parámetro entre cantaores, por lo que es posible que en algunos casos se hayan alcanzado valores por encima del 1%. Además, las puntuaciones del grupo flamenco, aunque no patológicas, son mayores que las del grupo clásico, lo cual explica por qué, al muestrear la sintomatología en voz hablada, se encontró que flamencos y clásicos diferían en prácticamente todos los factores evaluados.

Esto puede estar indicando que, no de forma consistente pero sí puntualmente, entre los cantaores se observa inestabilidad de la vibración de los pliegues vocales. Esta inestabilidad depende de factores biomecánicos, neurológicos y aerodinámicos de la voz (Eskenazi, Childers y Hicks, 1990).

Se considera que estos casos de inestabilidad de la fuente glótica pueden estar relacionados con dos participantes del grupo flamenco que tenían entre 60 y 70 años. Kandagan y Seifert (2005) demuestran una relación directa entre edad y perturbación de frecuencia en la emisión.

IMPLICACIONES:

No hay evidencias de que el cantaor padezca, hasta el momento, más patologías vocales que la población normal; es más, superan a ésta en cuanto a eficiencia vocal. Podemos afirmar, por tanto, que cantar flamenco no implica una amenaza para la voz hablada, sino que, además, aumenta su eficiencia.

Esto no quiere decir que no sea necesario fortalecer la voz del cantaor, ya que necesita superar exigencias vocales que la población normal no tiene. Como se comprueba en el análisis de la eficiencia vocal en parámetros como Jit.% o DSI, los cantantes clásicos tienen menos síntomas de ronquera y disfonía que los cantaores, lo cual concuerda con el hecho de que el cantaor flamenco perciba una sintomatología más profunda y diversa que el cantante clásico en su voz hablada.

Si el entrenamiento vocal específico fuera la única variable que afecta al DSI ¿A qué se debería el elevado DSI del grupo flamenco, que en el estudio 1 reportó no haber

acudido a clases de entrenamiento vocal específico? Por tanto, deberíamos asumir que la práctica del cante flamenco *per sé* ejerce también un efecto de aumento del DSI.

Saheen et al. (2009) encontraron que el entrenamiento vocal específico aumentaba el DSI en +2.2 puntos, 0.5 puntos más que en nuestro estudio. El efecto real del entrenamiento guiado será, por tanto, mayor de +1.7 puntos (diferencia en los valores de DSI entre clásicos y flamencos de nuestro estudio), ya que el efecto de la práctica no ha sido controlado y los cantaores flamencos practican durante más horas semanales que los clásicos (véase estudio 1).

Por consiguiente, el entrenamiento guiado tendría un efecto mayor sobre las medidas de eficiencia vocal que la práctica del canto *per sé*.

Por otro lado, podemos afirmar que si la intensidad mínima de emisión tiene relación directa con la actividad muscular diafragmática y respiratoria, como proponen Awan y Ensslen (2009), ésta sí podría mejorar con la mera práctica del cante, aspecto que queda ratificado en el análisis aerodinámico (estudio 3).

La práctica del cante no está exenta de trabajo muscular. Los cantaores flamencos cantan mucho más tiempo que los cantantes clásicos y, por tanto, entrenan, sin ser conscientes de ello, durante más tiempo. Los flamencos entrenan cantando y cada cante, para poder ser interpretado, tiene sus propios requisitos técnicos; por ejemplo, frases muy largas que ejercitan el soporte abdominal del cantaor o melodías con notas muy graves que harán que el cantaor se esfuerce para equilibrar los volúmenes de todo el cante.

LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Una vez comprobado el efecto de la práctica del cante y del entrenamiento específico por separado en el parámetro DSI, se podrían establecer valores normativos en cantantes y además cuantificar el efecto de ambas variables sobre el parámetro.

Si, tal y como se ha demostrado, la práctica del cante produce una mejora de algunos parámetros de eficiencia vocal como DSI o intensidad mínima, habría que preguntarse si es la práctica del cante flamenco en concreto, debido a sus específicas demandas de

ejecución, o si es la práctica de cualquier tipo de género musical, la que mejora la eficiencia vocal.

Para estudiar el efecto del entrenamiento vocal guiado frente a la práctica del canto *per sé* es necesario controlar ambas variables con precisión, cosa que en este estudio no se ha hecho. Por tanto, deben tomarse las conclusiones con cautela y como propuesta para futuros estudios de bases normativas de DSI en cantantes.

Por otro lado, se ha comprobado que la perturbación de la frecuencia de los cantantes no indica patología en voz hablada, lo que nos induce a pensar que, si bien en contraste con el cantante clásico, el cantante muestra una sintomatología más diversa y profunda en cuanto a su voz hablada, debe ser comparado en futuras investigaciones con grupos de no cantantes o establecer una base normativa para cantantes de otros géneros musicales, ya que, como se mencionó anteriormente, un pequeño síntoma casi imperceptible para un sujeto normal, puede significar el fin de la carrera para un cantante profesional. Las exigencias vocales del canto implican necesariamente el establecimiento de distintos valores de normalidad en todo este tipo de medidas de evaluación vocal.

En futuras investigaciones sería recomendable, tal y como ya propusieron autores como Wuyts et al. (2000), realizar una base normativa del DSI, teniendo en cuenta, sobre todo, los parámetros DSI e intensidad mínima para cantantes, ya que son los que varían con respecto a los valores normativos actuales.

Por último, señalar lo que consideramos una de las grandes limitaciones de este trabajo: la ausencia del análisis perceptivo de la voz hablada. Este tipo de metodología ha sido descrita como una de las más eficaces en la evaluación de la disfonía. La razón por la que no se ha utilizado esta metodología evaluativa es que, en voces sanas la evaluación perceptiva requiere un diagnóstico más sutil. Awan and Ensslen (2009) ya advierten que las evaluaciones perceptivas no son claras en niveles de disfonía moderados y, por tanto, poco esclarecedoras en sujetos sanos. Es de esperar que no se encontrara suficiente acuerdo entre jueces, aunque, por supuesto, esto sólo son conjeturas ya que este análisis no se ha llevado a cabo.

Aunque es evidente la importancia de la evaluación perceptual y su uso ha demostrado una gran utilidad clínica (Orlikoff, 1999), existen otro tipo de medidas del comportamiento vocal que, creemos, son más idóneas para establecer diferencias entre sujetos sin patologías, como los cantaores flamencos.

CUALIDAD VOCAL EN VOZ HABLADA

Para el análisis de la cualidad de la voz hablada se estudió, por un lado, la resonancia en una prueba de fonación sostenida, comparando a cantantes clásicos, cantaores flamencos y no cantantes. El interés de esta prueba radica, no en el estudio de la resonancia en voz hablada en sí, sino en si ésta varía según el estilo musical que se interprete, lo que implicaría que la práctica del cante flamenco influye en la proyección de la voz hablada. Por otro lado, se discutirán los resultados proporcionados por el análisis de la distribución espectral de la energía de una muestra de 30 segundos de lectura en voz alta mediante el uso de la metodología LTAS.

Resonancias en voz hablada

Recordemos que una voz resonada es aquella con un amplio contenido armónico, se produce con facilidad, conlleva una sensación de vibración en la máscara y está proyectada (Smith, Finnegan y Karnell, 2005).

Los resultados de este estudio demuestran que la medida SPR no establece diferencias entre cantantes clásicos, cantaores y no cantantes en tareas de fonación sostenida hablada. Esto es, los valores de los tres grupos se encuentran alrededor de los 30db, lo que para Smith, Finnegan y Karnell (2005) significa, ausencia de resonancia.

Aunque Omori et al. (1996) encontraron que el SPR diferenciaba entre la voz hablada de cantantes y no cantantes, tanto estudios más recientes (Lundy et al. 2000) como esta investigación, no son consistentes de estos hallazgos.

No se encontró ningún indicio de aumento de resonancias en voz hablada en cantantes, situándose ésta a niveles equiparables a los de los no cantantes. Los cantantes no son entrenados en voz hablada y aplican su técnica exclusivamente durante el canto; esto no quiere decir que la voz hablada no afecte a la voz cantada, sino que no ocurre a la inversa, es decir, no se generaliza la técnica aprendida para la emisión cantada de un registro a otro, al menos en cuanto a resonancia se refiere. Brown et al. (1993) compararon a un grupo de cantantes entrenados con un grupo de no cantantes en medidas acústicas y perceptivas de voz hablada y cantada comprobando cómo en voz hablada tampoco se daban diferencias significativas entre grupos ni se discriminaba a los sujetos de un grupo u otro con facilidad.

Omori et al. (1996) encontraron entre cantantes un SPR menor en voz cantada que en voz hablada (es decir, mayor resonancia); sin embargo, nuestros hallazgos no confirman que esto suceda así en todas las emisiones, ya que los valores en tareas de /a/ hablada y /u/ cantada fueron similares entre cantantes, sin duda debido al efecto de la postura de los articuladores y del tracto vocal sobre la resonancia (Sundberg, 2001), véase figura 49.

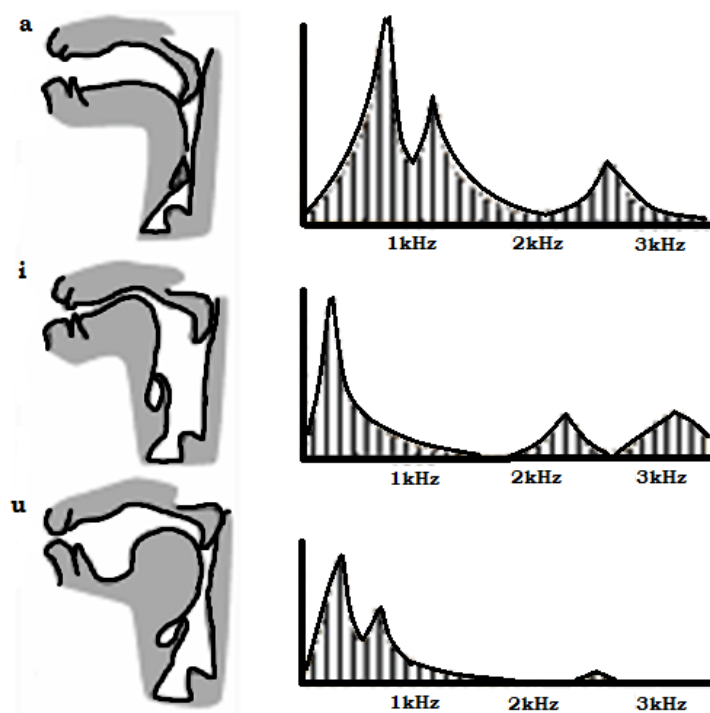


Figura 49. Distribución de frecuencias en cada postura articuladora /a/, /i/ y /u/

Sin embargo, al comparar el mismo sonido, /a/, en emisión hablada y cantada, encontramos que el grupo clásico obtiene notables diferencias entre la emisión cantada y hablada, seguido del grupo flamenco y el grupo de no cantantes (vease figura 54). Por tanto, además del efecto de los articuladores en la resonancia hablada, debe estar incidiendo alguna otra variable.

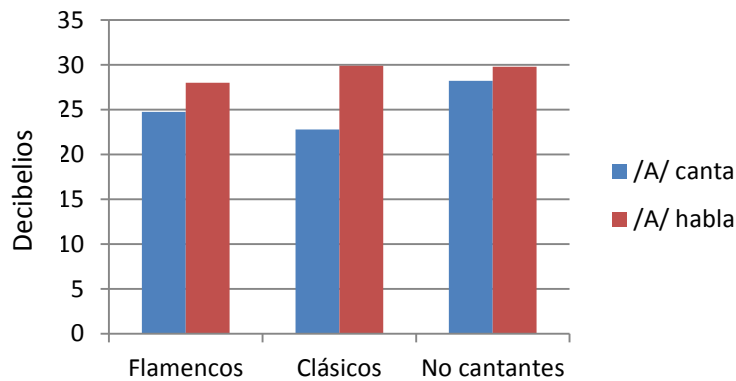


Figura54. Valores SPR en fonación sostenida hablada y cantada de /a/ de cantaores flamencos, clásicos y no cantantes

La variable que podría estar incidiendo en el parámetro SPR es, tal y como se comprobó en estudios anteriores en voz cantada, la variable F0. La frecuencia de la emisión podría modificar los valores resonanciales (estudio 5). En la figura 55, se muestran las F0 de las tareas de fonación sostenida cantada y hablada del sonido /a/.

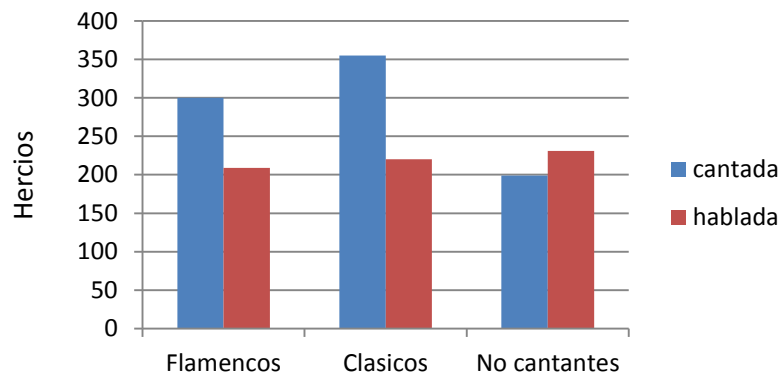


Figura 55. F0 en fonación sostenida cantada y hablada de /a/ en flamencos, clásicos y no cantantes

La FO del grupo clásico fue superior a la de los demás grupos. Puede que esta FO esté potenciando los valores de SPR en el grupo clásico con respecto al flamenco, ya que, como describió Sundberg (2001), la /a/ obtiene valores de resonancia equiparables a la /i/ en frecuencias altas.

Obsérvese cómo la frecuencia de emisión elegida por los cantantes en fonación sostenida cantada fue superior que la FO en fonación hablada. Sin embargo, dicha tendencia no se observó en el grupo de no cantantes. Es posible que los cantantes utilicen este aumento de FO en la emisión cantada para lograr una mejor proyección del sonido.

Por otro lado, atendiendo a la FO en voz hablada, debido a las diferencias encontradas en estudios anteriores entre los grupos de mujeres cantaoras y cantantes clásicas y a su comparativa con los valores normativos, encontramos una FO elevada con respecto a estos en todos los casos (véase figura 56) excepto en el grupo de mujeres flamencas.

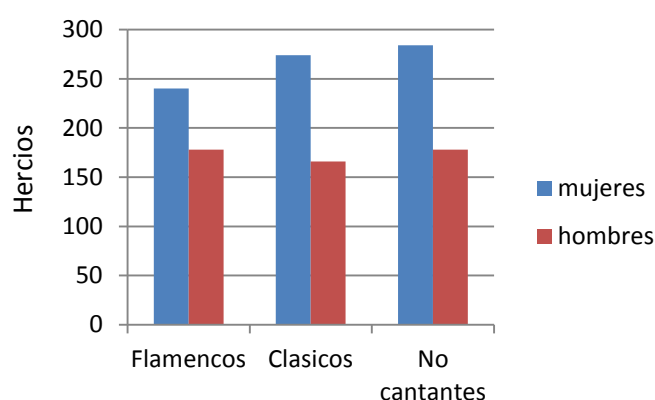


Figura 56. FO en fonación sostenida hablada en hombres y mujeres flamencos, clásicos y no cantantes

Esta emisión de frecuencias algo mayores a los valores normativos es esperable; recordemos que para esta tarea se utilizó el procedimiento de inducción de un tono ligeramente elevado dentro del rango frecuencial hablado habitual del sujeto, concretamente, en el protocolo de esta prueba se instruía a los participantes a simular el momento en el que descuelgan el teléfono -¿Diga?-, prolongando la última vocal. De

esta forma nos aseguramos de que la emisión se produce a una intensidad y tono habituales y ligeramente ascendentes (ver figura 57).

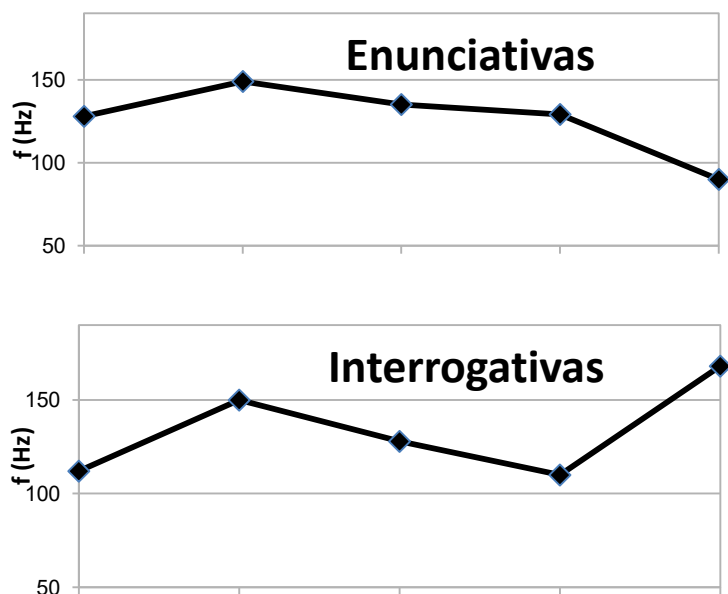


Figura 57. Modelo de curva de frecuencias de una frase enunciativa frente a una interrogativa (extraído de Martínez Celdrán y Fernández Planas, 2007, p.211)

Excepcionalmente, el grupo de mujeres flamencas obtuvo valores cercanos a la media normativa: 241.08 (MDVP, modelo 5105). Teniendo en cuenta que la F0 inducida de esta tarea era elevada, dentro del rango frecuencial hablado habitual del sujeto, es posible que las mujeres del grupo flamenco estén hablando por debajo del rango frecuencial normal en voz hablada. Recordemos que, uno de los síntomas de discapacidad de Grado I es tono inadecuado para la edad o sexo (Cobeta et al., 2013). Aunque las puntuaciones en eficiencia vocal no alertan sobre la existencia de disfonía vocal en cantoras flamencas, es posible que sea necesario un estudio más exhaustivo al respecto.

LTAS en voz hablada en cantantes de música clásica y cantaores flamencos

En estudios anteriores se ha comprobado cómo los cantantes de música clásica y los cantaores flamencos difieren en cuanto a la sintomatología que perciben en su voz al

hablar (Garzón, Muñoz y Mendoza, 2016). Ahora se ha comprobado cómo, tras el análisis espectrográfico a largo plazo de una muestra de emisión hablada, el uso de la voz de cantaores flamencos y cantantes clásicos difiere significativamente, lo que evidencia una relación de causa efecto entre el uso de la voz y la sintomatología percibida.

La energía media empleada por los cantaores flamencos fue 5db mayor que la de los cantantes clásicos, concretamente, en la zona baja del espectro se comprueba que la energía media es significativamente mayor en el cantaor flamenco que en el clásico (vease figura 58). La energía de la zona baja del espectro (de 100Hz a 1kHz) se ha relacionado con el nivel de presión sonora y el volumen de la emisión; en ella se ubica la mayor concentración de energía del espectro del habla (Cleveland et al., 2001; Laukkanen, Syrja, Laitala y Leino, 2004; Nordenberg y Sundberg, 2004).

Por tanto, deducimos que el nivel de presión sonora y, por ende, el volumen de emisión del habla, es mayor en flamencos que en clásicos. La presión subglótica tiene una relación positiva con la intensidad del sonido (Agarwal, Scherer y Kenneth, 2004).

Esta mayor presión empleada por los cantaores flamencos podría estar relacionada con un uso hiperfuncional de su voz hablada. Teniendo en cuenta que las instrucciones para la tarea de lectura no mencionaban ningún aspecto relacionado con el volumen de la voz, se puede afirmar que el cantaor flamenco habla con un mayor nivel de presión sonora que el clásico.

Por un lado, parámetros como L1-L0 indican la diferencia de amplitud entre F0 y F1. Este parámetro también arroja información sobre el tipo de fonación (Sundberg, 1987). Aunque haya diferencias significativas en la energía de la región del L1 y del L0 entre ambos grupos de cantantes, la diferencia entre ambas no es significativa. Según este indicador, no podríamos asumir un funcionamiento vocal marcadamente diferente entre ambos grupos, ni por exceso (hiperfuncionalidad), ni por defecto (hipofuncionalidad).

Por otra parte, la ratio entre la zona alta (2-4kHz) y la zona baja (0-2kHz) del espectro del cantaor flamenco es mayor que en el clásico, lo cual denota una mayor inclinación del espectro. Valores altos de esta ratio se relacionan con voces opacas y poco brillantes

(Thorpe, 2001). La inclinación espectral de LTAS se ha relacionado con aspectos resonanciales: las voces con fuerte resonancia presentan menor inclinación, mientras que las voces con resonancia pobre tienen mayor inclinación (Bele, 2002; Leino 1993).

La intensidad es un aspecto de difícil medición en la acústica vocal. Nordenberg y Sundberg (2004) estudiaron los efectos de las voces con mucha intensidad utilizando la metodología LTAS, comprobando cómo en las frecuencias bajas la ganancia era lineal, mientras que entre los 2 y los 4kHz la ganancia aumentaba (1,4dB para los hombres y 1,6dB para las mujeres). En la curva espectral del grupo flamenco no observamos esta tendencia.

Aunque la voz resonada popularmente se asocia a un mayor volumen o intensidad del sonido, en realidad hace referencia a una producción vocal fácil y vibrante que no se ve restringida en intensidades bajas (Verdolini, et al. 1998).

El cantaor flamenco concentra más energía que el clásico en el espectro por encima de 1kHz, pero no por encima de 4kHz, lo que indica que las mayores diferencias entre grupos se ubican en la banda 1 (de 0 a 2Khz). De hecho, excepcionalmente, la banda 2 (de 2 a 4 kHz) es la única del espectro en la que clásicos y flamencos no difieren en cuanto a su energía media. Pinczower y Oates (2005) postulan que, en voces con una proyección vocal máxima, la diferencia entre la energía de la banda 1 y la banda 2 se hace más pequeña, lo que indica que la voz de los cantaores, aunque tiene más cantidad de energía en la zona baja del espectro, no tiene una mayor proyección que la de los cantantes clásicos.

Por tanto, la emisión de los cantaores conlleva una mayor presión sonora y una peor resonancia y proyección que en el cantante clásico. Dichos aspectos, podrían estar relacionados con los síntomas percibidos de sobreesfuerzo vocal entre los cantaores flamencos (Garzón, Mendoza y Muñoz, 2016).

Aunque el pico de energía máxima es mayor en flamencos que en clásicos (véase figura ¿?), este no difiere en cuanto a su ubicación, es decir, la emisión hablada se realiza en el mismo rango frecuencial, ya que este pico coincide con la frecuencia fundamental de la emisión (Nordemberg & Sundberg, 2004).

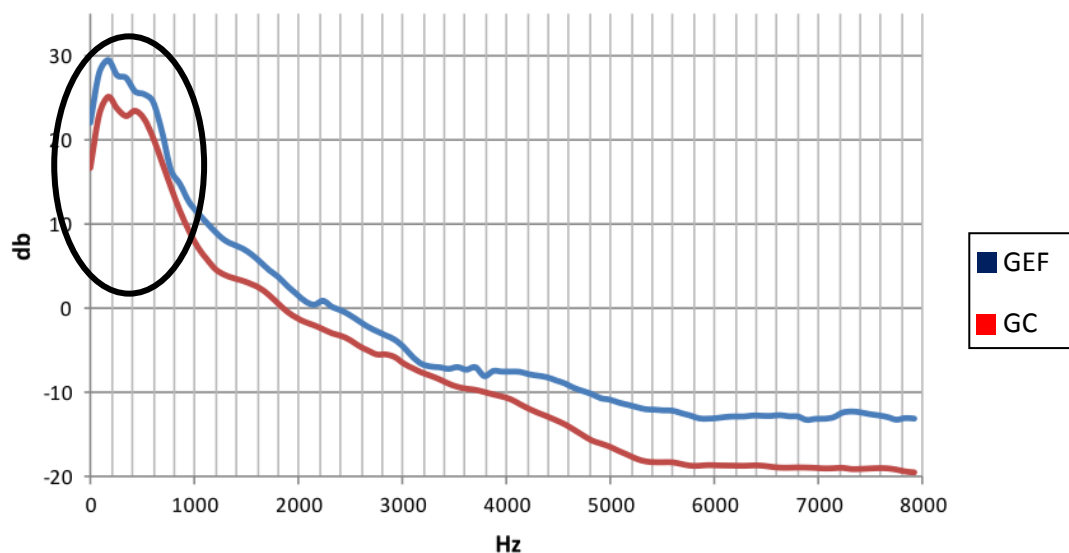


Figura58. Fenómeno de aumento de la presión subglótica en el grupo flamenco representado en el LTAS de cantaores flamencos y clásicos en una tarea de lectura en voz alta

En cuanto a la zona alta del espectro, desde los 3,5kHz en adelante no hay diferencias en la tendencia espectral entre ambos grupos, aunque sí en la cantidad de energía. Recordemos que de 3.5 a 4.5kHz se produce una acumulación de frecuencias en las voces proyectadas, a la que Leino (2009) denominó formante del actor FA. Esta acumulación en la distribución de frecuencias se encontró en voces proyectadas y timbradas de actores o locutores de radio (Acker, 1987; Nawka, 1997; Cleveland et al., 2001; Pinczower y Oates, 2005). Aunque no se aprecia un incremento propiamente dicho en esta zona del espectro de cantaores flamencos, sí se observa un cambio en la tendencia de inclinación espectral entre 3.2-4.4kHz aproximadamente (véase figura 59). Fisiológicamente dicha tendencia no se relaciona con una postura laríngea alta o baja, tal y como demuestra Leino (2009) en muestras de voz hablada sino con el estrechamiento del vestíbulo laríngeo (Verdolini et al., 1998).

La energía que se encuentra en bandas por encima de los 6kHz suele deberse a elementos de ruido derivados de la respiración o de la fricción (Valencia, Mendoza, Mateo et al., 1994). La presencia de aire en la voz hablada de los cantaores flamencos nos indica que, pese a la correcta proyección de la emisión, el cantaor flamenco utiliza al hablar mecanismos hiper-funcionales.

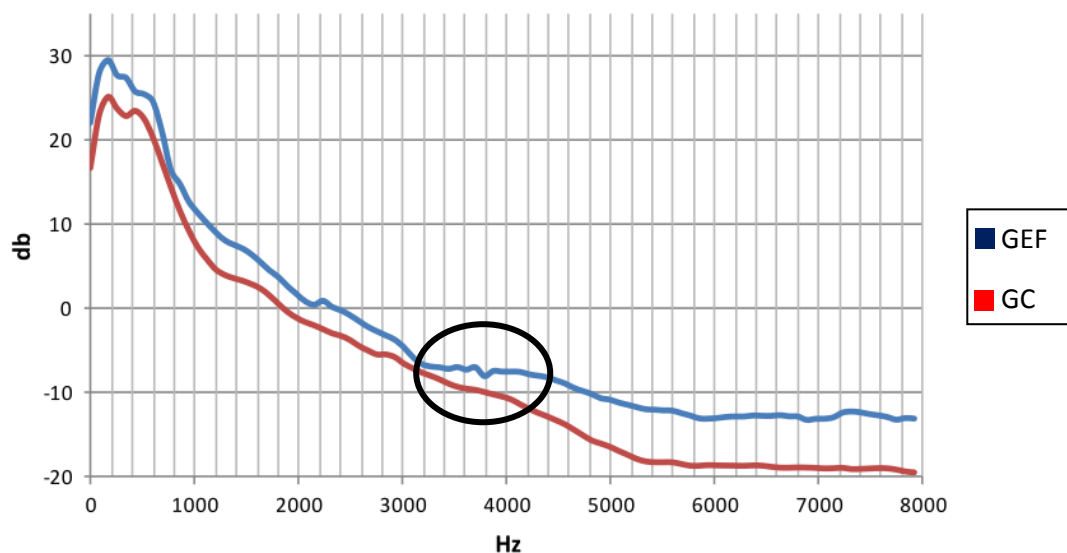


Figura59. Fenómeno de aumento de la resonancia en la zona del FA en el grupo flamenco representado en el LTAS de cantaores flamencos y clásicos en una tarea de lectura en voz alta

IMPLICACIONES PARA LA VOZ HABLADA

Entre los cantantes clásicos y los cantaores flamencos no sólo existen diferencias en la voz cantada, sino también en su forma de proyectar y usar su voz hablada. La hiperfuncionalidad es una característica común entre los cantaores flamencos. Según Titze (2001), una voz resonada es una voz que ni es presionada ni es aireada. Para este autor, ambas características son excluyentes. El cantaor flamenco, por tanto, se encuentra con impedimentos para resonar su voz, no por incapacidad para llevar energía a la zona alta del espectro (como hemos observado en el estudio, la energía en esta zona es igual en clásicos y flamencos y, además la distribución frecuencial indica el estrechamiento del esfínter ariepiglótico, lo cual, potencia la proyección y disminuye el esfuerzo vocal), sino por factores que obstaculizan la proyección del sonido como la presencia de aire en la voz o la excesiva presión sonora.

Por tanto, la voz hablada de los cantaores, tiene más cantidad de energía, pero no una mejor proyección que en los cantantes clásicos. Aunque en estudios anteriores no se han encontrado indicios de incompetencia del cierre glótico, entre cantaores flamencos (véase estudio 2) se evidencia una mayor presencia de aire en la emisión en

comparación con el grupo clásico, posiblemente debida a una tendencia hiper-funcional en la emisión hablada.

Llegados a este punto cabría volver a preguntarse ¿Se generaliza la técnica vocal usada en el canto a la emisión hablada? Aunque numerosos autores ya han constatado que no ocurre en cantantes clásicos (Brown, Rothman y Sapienza, 2000; Sataloff y Spiegel, 1991;), otros estudios con cantantes de otros estilos, como el country, han comprobado cómo la técnica cantada y hablada no se disocian (Stone, Cleveland y Sundberg, 1999). Es posible que en el cante flamenco no se produzca una disociación completa entre la proyección hablada y cantada como en el cantante clásico, ya que las técnicas utilizadas para el cante son más parecidas a la proyección del habla que en el caso de los clásicos.

LIMITACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS:

Los resultados mostrados en la frecuencia fundamental en fonación sostenida indican que el grupo de mujeres flamencas podría estar utilizando un rango frecuencial desajustado (por debajo de lo normal), síntoma de fatiga vocal y de sobreesfuerzo. Sin embargo, el escaso número de participantes de este grupo (n=9) no es suficiente para establecer conclusiones. Además, en el análisis a largo plazo no se establecieron diferencias entre las F0 de cantantes de distintos estilos.

Como dato indicativo, en futuras investigaciones proponemos indagar acerca de este aspecto, ya que la hiper-funcionalidad puede estar siendo producida por un desajuste frecuencial en la voz hablada de las mujeres del grupo flamenco, y, por tanto, sería muy conveniente establecer patrones de comportamiento vocal más relajados, evitar situaciones de sobreesfuerzo vocal y llevar a cabo pautas de higiene que aliviaran los síntomas derivados de la rigidez y de la hiper-funcionalidad (hidratación, lubricación, estiramiento y fortalecimiento muscular y mucoso, etc.).

5.CONCLUSIONES GENERALES

Para finalizar con la exposición de este trabajo se presenta una breve conclusión de los resultados. En este punto trataremos de comprender mejor qué significan los hallazgos encontrados en su conjunto y qué repercusiones tienen para el estudio futuro del cante flamenco desde el campo de la salud vocal.

En primer lugar, se han identificado algunas de las causas que precipitan y fomentan los problemas vocales entre los cantaores flamencos. Además, se ha comprobado cómo dichas causas actúan retroalimentándose en forma de bucles de sobreesfuerzo. En dichos bucles confluyen:

- ✚ Síntomas que actúan como factores de mantenimiento como la rigidez muscular, la sequedad de la mucosa, la carraspera, la tensión en el cuello, etc.
- ✚ Hábitos de riesgo, entre los cuáles encontramos técnicas vocales inadecuadas, falta de calentamiento y de ejercitación, excesivo ruido ambiental durante la práctica, exposición a irritantes como el humo o los gases gástricos, etc.

Estos bucles generan en los cantaores patrones de uso vocal marcados por la fatiga y la sobrecarga muscular. Para romper estos bucles de sobreesfuerzo vocal, el cantaor deberá preguntarse ¿Qué me hace forzar la garganta? ¿Una mala técnica, la fatiga, la falta de hidratación, la sobrecarga muscular? El aparato vocal es un sistema corporal además de un instrumento que, a diferencia de una guitarra, está vivo y es susceptible de alterarse fácilmente.

Por tanto, tanto en la práctica preventiva como durante el perfeccionamiento, es fundamental el chequeo de conductas y factores que afecten al rendimiento vocal del cantaor, tanto positiva como negativamente.

Para este chequeo proponemos EHVOCAN como herramienta para simplificar el trabajo evaluativo de la voz del cantante; por un lado, por su fácil y rápida aplicación y, por otro, porque aporta información útil para guiar la rehabilitación del cantante, diferenciando entre la sintomatología en voz hablada, cantada y los hábitos vocales.

Para fortalecer la voz y trabajar en la prevención de patologías vocales, es necesario el abordaje de cuatro aspectos fundamentales que se ha demostrado que inciden en la salud vocal del cantaor flamenco, debido a los usos y conductas vocales a los que está habituado:

- ❖ Calentamiento previo a la práctica,
- ❖ Descanso vocal, entendido como la evitación de prácticas de abuso, a través del uso de una técnica vocal adecuada.
- ❖ Uso de microfónica o monitorización para disminuir el ruido percibido durante la práctica (si, por ejemplo, se canta para el baile).
- ❖ Implantación de hábitos de hidratación y lubricación de la mucosa vocal.

Por otra parte, el análisis acústico y fisiológico esclareció ciertos aspectos relativos a la técnica utilizada por el cantaor flamenco durante el cante. Al tratarse de un estudio pionero, este trabajo tiene unas importantes repercusiones metodológicas que abren líneas de investigación sobre la voz flamenca.

En primer lugar, el espectro de frecuencias que los cantaores flamencos son capaces de emitir es equiparable al del cantante clásico y superior al de la población normal. El cante flamenco posee un amplio arco melódico que fuerza al cantaor a abordar los límites de su rango vocal dentro de un mismo cante. Aumentar la extensión del registro modal puede lograrse aumentando la actividad del músculo tiroaritenosoide y evitando que los pliegues vocales se afinen. Si el cantaor debe mantener su registro modal en todo su rango, la interpretación del cante flamenco supone un entrenamiento del músculo tiroaritenosoide continuo.

También, los cantaores han demostrado tener una gestión del soplo equiparable a la de los cantantes clásicos y por encima de la media normativa en medidas como el tiempo máximo de fonación o la intensidad mínima de fonación. La correcta administración del aire es un requisito *sine qua non* para la interpretación de ciertos cantes como la media granaína o la petenera grande. Especulamos acerca del uso de la técnica del soporte del canto como correlato fisiológico de la gestión del soplo. Dicha técnica es común entre los cantantes clásicos y se basa en el control del diafragma y la musculatura intercostal durante la emisión.

En definidas cuentas, la práctica del cante no está exenta de trabajo muscular, tanto diafragmático e intercostal como tiroaritenoides. Los cantaores flamencos cantan mucho más tiempo que los cantantes clásicos y, por tanto, entrenan, sin ser conscientes de ello, durante más tiempo esta musculatura. Las demandas vocales que entraña el cante flamenco explicarían por qué la mera práctica supone un entrenamiento en sí para el cantante.

Por otro lado, si bien la extensión vocal de flamencos y clásicos es equiparable, su ubicación en el espectro no lo es. Concretamente, la localización del rango de frecuencias emitidas tanto por hombres como por mujeres es menor que en los cantantes clásicos. Como el registro vocal varía en función de la forma en la que choquen los pliegues vocales, las cantaoras, acostumbradas a mantener un registro mixto o modal, logran emitir a frecuencias inferiores a las de las cantantes clásicas, cuya voz ha sido entrenada para abordar con mayor naturalidad un registro de cabeza. Podríamos explicarlo con una terminología musical: así como una soprano no utiliza el registro de pecho, una cantaora no utiliza el registro de cabeza.

Por tanto, no es posible la generalización y utilización de las categorías vocales propias de la tradición clásica en el cante flamenco, muy especialmente entre mujeres, debido a que estas utilizan mecanismos de emisión muy distintos a los de sus homólogas clásicas.

En el flamenco existe una categorización de las voces que se refiere exclusivamente al timbre o color de la voz. En futuras investigaciones cabría preguntarse si existe alguna relación entre el rango de frecuencias y las categorías tradicionales o, lo que es lo mismo, si el timbre y la coloración de las voces flamencas se relacionan con el rango vocal del cantaor. En caso de que pudiera demostrarse tal relación, podríamos establecer categorías vocales propias del flamenco basadas en aspectos, tanto tímbricos como frecuenciales.

En comparación con otros estilos musicales -rock, jazz, pop o soul- la perturbación de frecuencia del cantaor flamenco es elevada y similar a la del cantante clásico. Esta perturbación podría indicar la presencia de ornamentos como el melisma o la característica inestabilidad tonal del flamenco frente al tradicional vibrato del canto clásico. Por otro lado, la perturbación de la amplitud de la emisión en relación con otros

estilos musicales es muy baja. Esta perturbación aumenta a medida que disminuye la frecuencia de emisión. Poco más sabemos sobre el significado de este parámetro en cantantes. En voces sanas, estos parámetros atienden a la cualidad vocal y no a la presencia de patologías. Sin embargo, aunque la necesidad de baremar estos parámetros en cantantes sea una opinión generalizada entre los investigadores de este campo, aún no existen valores normativos, lo cual dificulta mucho la interpretación de estos hallazgos.

En cuanto al ruido vocal, al comparar los resultados en emisión sostenida y en una muestra continua en voz cantada, encontramos que este sólo aparecía en emisiones de larga duración, lo que indica que la fonación sostenida no presenta ruido. Posiblemente el ruido se deba a ciertos ornamentos del cante como el quejío o el arrastre, que presumiblemente tienen su base fisiológica en alteraciones del cierre glótico. El estudio de los ornamentos del cante es preciso en investigaciones futuras a través de estudios diseñados expresamente para tal fin.

Tanto el canto clásico como el cante flamenco se han desarrollado en tradiciones ajenas al uso de amplificadores o sintetizadores; por tanto, el cantaor flamenco, realiza maniobras que le permiten amplificar su voz, tal y como lo hacen los cantantes clásicos. Sin embargo, la estrategia que utilizan para que sus voces sean más audibles es distinta a la del clásico. La resonancia se ve afectada principalmente por dos aspectos: la postura de los articuladores y la frecuencia de la emisión.

Por un lado, ambos grupos de cantantes se valen del aumento de la frecuencia de emisión como estrategia para amplificar su sonido. Lo que difiere entre clásicos y flamencos está en función de los articuladores.

El cantaor flamenco resuena mejor su voz con la postura /i/ que el clásico; mientras que este obtiene mejores resonancias que el flamenco en la postura de /a/. La postura de /i/ implica una apertura longitudinal y un estrechamiento de la bóveda de la cavidad bucal, todo lo contrario a lo que ocurre en la postura de /a/, en la que hay mayor abovedamiento y redondez. La estrategia de resonancia, descrita y asociada al cante flamenco previamente por el tenor Alfredo Kraus, denominada "*técnica de la i*", en la que se utilizan los resonadores de la cara mejorando de esta forma tanto la resonancia

como la naturalidad del sonido, consiste en mantener la apertura de la /i/ mientras se pronuncia la /a/, la /e/ y las demás vocales. Por el contrario, en la técnica clásica los cantantes abren la mandíbula a medida que van subiendo en la escala.

Efectivamente el cantaor generaliza una posición alta de la lengua, tal y como está colocada en la postura de /i/, con respecto al clásico, logrando así aumentar la frecuencia de F1 y, por ende, amplificar la intensidad de la F0.

Además de estos hallazgos en cuanto a los articuladores, el espectro LTAS mostró correlaciones fisiológicas de ensanchamiento de la naso-faringe en los cantaores flamencos, contrariamente a los clásicos, que optan por aumentar la apertura de la zona velo-faríngea produciendo un solapamiento de F0 con F1.

Otro aspecto diferencial en la emisión flamenca con respecto a la clásica está en la posición de la laringe. Se cree que el cantaor flamenco tiene una postura laríngea alta mientras canta, a diferencia del cantante clásico, que aumenta la longitud del tracto vocal a través del descenso laríngeo. La zona de los 2.5-3kHz la relacionada con el resonador laríngeo, zona espectral asociada al formante del cantante, fenómeno común entre los cantantes clásicos, ha acumulado una energía ostensiblemente mayor en este grupo de cantantes.

Por el contrario, el formante del cantante no ocurre en cantaores flamencos. Se trata de otro fenómeno, el formante del actor, el que aparece en el espectro del cantaor flamenco. El formante del actor se relaciona con el estrechamiento del esfínter aero-epiglótico, que produce un aumento de la presión supraglótica y de la aducción de los pliegues vocales sin necesidad de aumentar la presión subglótica. Sin embargo, en relación al tipo de encuentro de los pliegues vocales en la emisión cantada, se observaron varios indicios sobre el uso de una mayor presión subglótica en el cantaor flamenco que en el clásico. Existen elementos técnicos y fisiológicos comunes entre el registro de belting y la colocación flamenca ya que los espectros de ambos acumulan frecuencias de forma similar alrededor del F1 y del FA.

En definitiva, la “cualidad vocal flamenca”, implica ajustes hiper-funcionales en el tracto vocal (elevación de la lengua y de la laringe, activación del paladar, estrechamiento del vestíbulo aero-epiglótico, aumento de la presión subglótica, etc.). Por tanto, los

cantaos flamencos precisan de un manejo adecuado de la voz a altos niveles de esfuerzo. Por esta razón la evitación de prácticas de abuso, pasa por el uso de técnicas vocales adecuadas.

Contrariamente a lo esperado, el análisis aerodinámico no demostró que el cantaor flamenco tenga incompetencia del cierre glótico en su voz hablada. Sin embargo, como ya se ha mencionado, es necesario en futuras investigaciones establecer valores normativos para cantantes en este tipo de medidas. Tampoco hubo una eficiencia vocal anormal entre los cantaos, si bien es cierto que hay más presencia de ruido vocal en el cantaor que en el cantante clásico, tanto en su voz cantada como en su voz hablada, aunque se descarta la presencia de disfonía entre los cantaos flamencos.

Cantar flamenco tiene ciertas implicaciones para la voz hablada, como por ejemplo un efecto de mejora de la eficiencia vocal equiparable al encontrado en los cantantes clásicos. Se encontró un mayor grado de perturbación del tono en la voz hablada de los cantaos que en los cantantes clásicos, no llegando a resultar patológico.

En cuanto a la generalización de la técnica cantada a la voz hablada, se ha demostrado que el cantaor flamenco extiende ciertas técnicas de búsqueda de resonancia a su voz hablada. Sin embargo, dudamos que, al buscar una emisión cantada más parecida a la hablada, el cantaor utilice su voz de forma distinta a como lo hace el cantante clásico, sino que parece más bien este uso deberse a la puesta en marcha de mecanismos de compensación al hablar, más adelante explicaremos por qué. Por regla general, entre los cantantes, existe una clara disociación entre su emisión cantada y hablada, aunque los cantantes clásicos diferían más que los flamencos en cuanto a la resonancia entre voz hablada y cantada.

Pese a que en el análisis de resonancias en voz sostenida hablada no se establecen diferencias entre cantantes de ambos estilos, sí se encontró, en la distribución de frecuencias de la emisión hablada, mayor energía en la zona del espectro relacionada con aspectos resonanciales en el cantaor flamenco. Lo que ocurre en la voz hablada de los cantaos es que la presión sonora a la que emiten hace que, aunque existen indicios del uso de mecanismos resonanciales (estrechamiento del esfínter aeroepiglótico), disminuye la proyección de la emisión. Puede que se trate de mecanismos

de compensación, tanto el aumento de la presión subglótica como el estrechamiento aero-epiglótico, que evidencian los bucles de sobreesfuerzo encontrados anteriormente.

Por último, la voz flamenca se ha descrito exclusivamente desde un paradigma subjetivo que, si bien no desdeñamos, observamos que es difícilmente replicable y que dificulta la aplicación práctica de este conocimiento. Con ayuda del método científico, resultaría de gran utilidad aplicar herramientas de evaluación perceptiva debidamente protocolizadas al estudio de la voz flamenca.

Los resultados de este trabajo hacen patente la necesidad de crear líneas de investigación que desarrollen la habilitación de la voz para el cante flamenco, entendida como un proceso de fortalecimiento y equipamiento de la voz.

6.REFERENCIAS

ARTÍCULOS Y LIBROS

Abitbol, J. & Abitbol, P. (2000) *Endocrine disorders of the larynx*. Retrieved from Arnold Ferlito Ed., Diseases of the larynx, London, England, pp. 311–333

Acker, B. (1987) Vocal tract adjustments for the projected voice. *Journal of Voice*, 1, 77–82

Agarwal, M., Scherer, R. C., & Kenneth, J. D. W. (2004) The effects of the false vocal folds on translaryngeal airflow resistance. In *Proceedings of the International Conference on Voice Physiology and Biomechanics, Marseille, France*.

Amir, N., Amir, O., & Michaeli, O. (2002) Assessing vibrato quality of singing students. *Models and analysis of vocal emissions for biomedical applications*, 201-203.

An Xue, D. and Deliyiski, S. (2001) Effects of aging on selected acoustic voice parameters: Preliminary normative data and educational implications. *Educational Gerontology*, 27 (2), 159-168.

Ansi S. (1960) *USA standard: Acoustical terminology (s 1.1)*. New York: American National Standards Institute, Inc.; 1960.

Aquino, F., Silva, M., Teles, L. & Ferreira, L. (2016) Características da voz falada de idosas com prática de canto coral. *InCoDAS*, 28 (4), 446-453.

Arrebola, A. (2007) *Forjadores del arte flamenco*. Granada Club Selección S.L., Granada, 2007

Arrivillanga, M., Salazar, I. & Correa, D. (2003) Creencias sobre la salud y su relación con las prácticas de riesgo o de protección en jóvenes universitarios. *Colombia Médica*, 34(4)

Awan, S. & Ensslen, A. (2010) A comparison of trained and untrained vocalists on the dysphonia severity index *Journal of Voice*, 24, 661-666

Baer, T.(1979) Reflex activation of laryngeal muscles by sudden induced subglottal pressure changes. *Journal of Acoustic Society of America*, 65, 1271-75

- Baken, R. J., & Orlikoff, R. F. (2000) *Clinical measurement of speech and voice*. Cengage Learning, 2000
- Bañó, F. (2003) *La antitécnica: La Impostación vocal en la ópera, teatro musical, jazz, música ligera y agrupaciones corales*. Ed. Alpuerto, Madrid, 2003
- Barlow, C. & LoVetri, J. (2010) Closed quotient and spectral measures of female adolescent singers in different singing styles. *Journal of Voice*, 24(3), 314-318
- Barreto, T., Amorim, G., Trindade-Filho, E. & Kanashiro, C. (2011) Perfil da saúde vocal de cantores amadores de igreja evangélica. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 16(2), 140-145
- Barros, A., Carrara-De & Angelis, E. (2002) *Análise acústica da voz*. Em Métodos de avaliação e diagnóstico de laringe e voz. São Paulo: Louvise
- Bele, I.V. (2002) Professional speaking voice, a perceptual and acoustic study of male actors' and teachers' voices. *PhD, Department of Special Needs Education, Faculty of Education. University of Oslo. Oslo, PA: Unipub AS.*
- Benninger, M., Jacobson, B. & Johnson, A. (1994) *Vocal arts medicine: the care and prevention of professional voice disorders*. Thieme Medical Publishers, New York, 1994.
- Berghs, G., Creylman, N. & Avaux, M. (2013) A lifetime of professional singing: Voice parameters and age in the Netherlands Radio Choir. *Logopedics phoniatics vocology*, 38(2), 59-63
- Bickel, J. E. (2008) *Vocal technique: A physiologic approach for class voice and studio*. Plural Publishing, Inc. San Diego
- Björkner, E. (2008) Musical Theater and Opera Singing—Why So Different? A Study of Subglottal Pressure, Voice Source, and Formant Frequency Characteristics. *Journal of voice*, 22(5), 533-540
- Björkner, E., Sundberg, J., Cleveland, T., & Stone, E.(2006) Voice source differences between registers in female musical theater singers. *Journal of Voice*, 20(2), 187-197.
- Blas Vega, J. (2007) *50 años de flamencología*. Ed. El flamenco vive s.l., Madrid, 2007

- Bloothoof, G., & Plomp, R. (1984) Spectral analysis of sung vowels. I. Variation due to differences between vowels, singers, and modes of singing. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 75(4), 1259-1264.
- Boersma, P. & Kovacic, G. (2006) Spectral characteristics of three styles of Croatian folk singing. *Journal of the acoustical society of America*, 119(3), 1805-1816.
- Borragán, A. (1994) Clasificación etiológica Vs. Clasificación fisiopatológica en los Trastornos de la voz. *Revista Española de Foniatría*, 7(2), 49- 52
- Borragán, A. (2000) *Trastornos Vocales*. Ed. Instituto del Lenguaje y la Comunicación. Boston, MA: Berklee Press.
- Borragán, A., Del Borrio, J.A., Gutiérrez, J.N. (1999) *El juego vocal para prevenir problemas de la voz*. Aljibe, 1999.
- Braun-Janzen, C. & Zeine, L. (2009) Singers' interest and knowledge levels of vocal function and dysfunction: survey findings. *Journal of Voice*, 23(4), 470-83.
- Britto, A. & Doyle, P. (1990) A comparison of habitual and derived optimal voice fundamental frequency values in normal young adult speakers. *Journal of Speech and Hear Disorders*, 55, 476- 484
- Broadus-Lawrence, P., Treole, K., McCabe, R., Allen, R., & Toppin, L. (2000) The effects of preventative vocal hygiene education on the vocal hygiene habits and perceptual vocal characteristics of training singers. *Journal of Voice*, 14(1), 58-71
- Brockmann, M., Storck, C., Carding, P. and Drinham, N. (2008) Voice loudness and gender effects on jitters and shimmer in healthy adults. *Journal of speech language and hearing*, 51(5), 1151-1160
- Brown, Jr., Morris, R., Hicks, D., & Howell, E. (1993) Phonational profiles of female professional singers and nonsingers. *Journal of Voice*, 5, 219–226
- Brown, Jr., Rothman, H. & Sapienza, C. (2000) Perceptual and Acoustic study of professionally trained versus untrained voices. *Journal of Voice*, 14(3), 301-309

Browne, L. y Behnke, E. (1884) *Voice, song, and speech: a practical guide for singers and speakers: from the combined view of vocal surgeon and voice trainer*. New York: G.P. Putnam's Sons, 1884

Burnette, P., Cox, K., & Rangarathnam, B. (2015) Respiratory measures of musical Theater Singers, classical singers and non singers. *PhD, East Carolina University, 2015*

Butte, C., Zhang, Y., Song, H. & Jiang J. (2009) Perturbation and nonlinear dynamic analysis of different singing styles. *Journal of Voice, 23*, 647–652

Cain, B., A. (1998) Vocal abuse in singers: causes, prevention, remedies and cures. *PhD, Northwestern University. Evanston, Illinois, 1998*

Canter, G. (1965) Speech characteristics of patients with Parkinson's disease: II. Physiological support for speech. *Journal of Speech and Hear Disorders, 30*, 44-49

Carroll, L., Sataloff, R., Heuer, R., Spiegel, J., Radionoff, S. y Cohn, J. (1995) Respiratory and glottal efficiency measurements in normal classically trained singers. *J. voice*, vol.10, no.2, pp. 139-145

Carroll, T., Nix, J., Hunter, E., Emerich, K., Titze, I., & Abaza, M.(2006) Objective measurement of vocal fatigue in classical singers: a vocal dosimetry pilot study. *Otolaryngol. Head and Neck Surgery, 135*, 595–602

Cesari, U., Iengo, M. & Apisa, P.(2013) Qualitative and Quantitative Measurement of the Singing Voice. *Folia Phoniatria et Logopaedica, 64(6)*, 304-9

Chuberre, B. (2000) *Les registres et passages dans la voix chantée*. Mémoire de phoniatrie, Université de Nantes, 2000

Cleveland, T., Sundberg, J. & Stone, R. (2001) Long-term-average spectrum characteristics of country singers during speaking and singing. *Journal of voice, 15(2)*, 89–94.

Cobeta, I. Núñez, F. y Fernández, S. (2013) *Patología de la voz*. Marge Books, 2013.

Cohen, S.M., Jacobson, B.H., & Garret, C.G. (2007) Creation and validation of the Singing Voice Handicap Index. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol., 116*, pp: 402-6

- Coleman, R., Mabis, J. & Hinson, J. (1977) Fundamental frequency-sound pressure level profiles of adult male and female voices. *Journal of Speech and Hear Research*, 20, 197-204
- Colton, R. & Casper, J. (1996) *Understanding Voice Problems: A Physiological for Diagnosis and Treatment*. Williams and Wilkins, 2d ed., Baltimore.
- Cooper, M. (1970) Vocal suicide in singers. *National Association of Teachers of Singing Bulletin*, 2, 7-10
- Cooper, M. (1973) *Modernas técnicas de rehabilitación*. Panamericana, Buenos Aires, 1973
- Dale, M. (2006) New York Flamenco Festival. *Attitude - The Dancers' Magazine*, 1, 34-42
- De Bodt, M. S., Wuyts, F. L., Van de Heyning, P. H., & Croux, C. (1997) Test-retest study of the GRBAS scale: influence of experience and professional background on perceptual rating of voice quality. *Journal of Voice*, 11(1), 74-80.
- Deal, R. & Emanuel, F. (1978) Some waveform and spectral features of vowel roughness. *Journal of Speech, Lang. and Hear. Research*, 21, 250-264
- Deary, I.J., Wilson, J.A., & Cardin, P.N. (2003) VoiSS: a patient derived voice symptom scale. *Journal Psychosomatic Research*, 54, 483-9
- DeRosa, A. (2013). The acoustic and perceptual differences to the non-singer's singing voice before and after a singing vocal warm-up. *PhD, The William Paterson University of New Jersey, 2013*
- Doskov, D., Ivanov, T. & Boyanov, B. (1995) Comparative analysis of singer's high formant in different type of singing voices. *Folia Phoniatria et Logopedica*, 47(5), 291-295
- Erikson, M. (2011) the traditional/acoustic music project: a study of vocal demands and vocal health. *Journal of voice*, 26(5), 664.e7-23.
- Escalona, E. (2006) Prevalencia de síntomas de alteraciones de la voz y condiciones de trabajo en docentes de escuela primaria. *Salud de los trabajadores*, 14(2).

- Eskezani, L., Childers, D.C. & Hicks, D.(1990) Acoustic correlates of vocal quality. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33(2), 298-306
- Evans, R.W., Evans, R.I. & Carvajal, S. (1996). A survey of injuries among Broadway performers. *Medical Problems of Performing Artists*, 11(1), 15-19
- Fant, G.(1960) *Acoustic theory of speech production*. Mouton, The Hague, 1960
- Feng, G. & Castelli, E. (1996) Some acoustic features of nasal and nasalized vowels: a target for vowel nasalization. *Journal of the Acoustic Society of America*, 99(6), 3694-3706.
- Fernández, L. (2004) *Teoría musical del Flamenco: ritmo, armonía, melodía y forma*. Ed. Acordes concert, Madrid, 2004.
- Ferrier, W. (1962). *The life of Kathleen Ferrier*. H. Hamilton, London, 1962
- Finger, L., Cielo, C. & Schwarz, K. (2009) Acoustic vocal measures in women without voice complaints and with normal larynxes. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 75(3), 432-40
- Fowler, C. A., & Brown, J. M.(1997) Intrinsic f₀ differences in spoken and sung vowels and their perception by listeners. *Perception & Psychophysics*, 59(5), 729-738.
- Gamboa, J. M. & Núñez, F. (2007) *De la A a la Z, Diccionario de términos del flamenco*. Ed. Espasa Calpe, 2007.
- Gamboa, J.M. (2005) *Una historia del flamenco*. Espasa calpe, 2007
- Gañet, R. & Martínez M. (2003) La voz: instrumento de trabajo y factor de riesgo laboral. *Med. Secur. Trab.*, 192, 35-46
- Garnier, M., Henrich, N., Castellengo, M., Sotiropoulos, D. & Dubois, D. (2007) Characterisation of Voice Quality in Western Lyrical Singing: from Teachers's Judgements to Acoustic Descriptions. *Journal of Interdisciplinary Music Studies*, 1(2), 62-91
- Garzón, M., Muñoz, J. y Mendoza E. (2016) ¿El flamenco bueno duele? Factores de riesgo vocal en el cantaor flamenco. *VI Congreso Internacional Universitario de Investigación sobre el Flamenco. Cartagena, febrero 2016*.

- Garzón, M. Mendoza, E. y Muñoz, J. (2016) Voice Habits and Behaviours: Voice care among flamenco singers. *Journal of Voice*, “pendiente de publicación”. DOI: 10.1016/j.jvoice.2016.08.007
- Gauffin, J., & Sundberg, J.(1976) Acoustic properties of the nasal tract. *Phonetica*, 33(3), 161-168.
- Gil, J. (1988) *Los sonidos del lenguaje*. Ed. Síntesis, Madrid, 1988.
- Gilman, M., Merati, A.L., Klein, A.M., Hapner, E.R. & Johns, M.M. (2009) Performer's attitudes toward seeking health care for voice issues: understanding the barriers. *Journal of Voice*, 23(2), 225-8
- Gómez, E., & Bonada J. (2013) Towards Computer-Assisted Flamenco Transcription: An Experimental Comparison of Automatic Transcription Algorithms As Applied to A Cappella Singing. *Computer Music Journal*, 37(2), 73-90
- González Acedo, J.C. y Pérez Aroca, R. (2011) *Formación y orientación laboral*. Ediciones Paraninfo S.A., 2011.
- Gorospe, J., Garrido, M., Vera, J. & Málaga, J. (1997) *Valoración de la deficiencia y discapacidad de los trastornos del lenguaje, el habla y la voz*. Ministerio de trabajo y asuntos sociales (IMSERSO), Madrid, 1997
- Gould W. (1977) The effect of voice training on lung volumes in singers and the possible relationship to the damping factor of pressman. *Journal of Research in Singing*, 1, 3–15.
- Guerrero, A. (2010) La técnica vocal en el cante flamenco. *II Congreso Investigación y Flamenco (INFLA) en la Universidad de Sevilla*.
- Haben, C., & Michael, M. (2012) Voice Rest and Phonotrauma in Singers. *Medical Problems of Performing Artists*,27(3)
- Hakkestegt, M., Brocaar, M., Wieringa, M. & Feenstra, L. (2006) Influence of age and gender on the dysphonia severity index: a study of normative values. *Folia Phoniatica et Logopedica*, 58, 264–273.
- Hanayama, E. M., Camargo, Z. A., Tsuji, D. H., & Pinho, S. M. R. (2009) Metallic voice: physiological and acoustic features. *Journal of Voice*, 23(1), 62-70.

Hazlett D. E., Duffy O.M. & Moorhead S.A. (2011) Review of the impact of voice training on the vocal quality of professional voice users: Implications for vocal health and recommendations for further research. *Journal of Voice*, 25(2), 181-191

Herbst, C., Hess, M., Müller, F., Svec, J. & Sundberg, J. (2015) Glottal Adduction and Subglottal Pressure in Singing. *Journal of Voice*, 29(4), 391-402

Hirano M.(1974) Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. *Folia Phoniatica et logopedica*, 26, 89–94.

Hirano, M, Ohara, J, Vennard, W. (1969) The function of laryngeal muscles in regulating fundamental frequency and intensity of phonation. *Journal of Speech and Hearing Research*, 12, 616–628

Hirano, M. (1981) *Clinical Examination of Voice*. New York: Springer-Verlag.

Hirano, M. (1984) Psycho-acoustic evaluation of voice. In: Arnold, Winckel, Wyke, eds. *Disorders of Human communication*, 5, Clinical Examination of Voice. New York and Wien: Springer-Verlag, 81–84

Hirano, M. (1989) Objective evaluation of the human voice: clinical aspects. *Folia Phoniatica*, 41, 89-144

Hirano, M., Kawassaki, H., Matsushits, S. & Toh, J. (1978) Quantitative measurements of vocal fold vibration. An ultra high speed cinematographic investigation of normal subjects. *Journal Otolaryngol. Japan*, 8, 820-826.

Hirano, M., Tanaka, S., Fujita, M. & Terasawa, R. (1991) Fundamental frequency and sound pressure level of phonation in pathological states. *Journal of Voice*, 5, 120-127

Hogikyan, N.D., & Sethuraman, G. (1999) Validation of an instrument to measured voice related quality of life (V-RQOL). *Journal of Voice*, 13, 557-69

Hoit, J., Jenks, C., Watson, T. & Cleveland, P. (1996) Respiratory Function During Speaking and Singing in Professional Country Singers. *Journal of Voice*, 10(1), 39-49

Hollien, H., Dew, D. and Philips, E. (1971) Data on adult phonational ranges. *Journal of Speech and Hearing Research*, 14, 755-760.

Hurtado, A.D. (2009) *La llave de la música flamenca*. Signatura, 2009.

- Jackson-Menaldi, C. (1992) *La voz normal*. Médica Panamericana, 1992
- Jayakumar, T. & Savithri, S.R. (2012) Effect of geographical and ethnic variation on dysphonia severity index: a study of indian population. *Journal of Voice*, 26, e11–e16.
- Jiang, J., Verdolini, K., Ng, J., Aquino, B. & Hanson, D. (2000) Effects of dehydration on phonation in excised canine larynges. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 109(6), 568-75
- Joliveau, E., Smith, J., & Wolfe, J. (2004) Vocal tract resonances in singing: The soprano voice. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 116(4), 2434-2439.
- Kandagan, T. & Seifert, E. (2005) Influence of aging and sex on voice parameters in patients with unilateral vocal cord paralysis. *Laryngoscope*, 115, 655-60
- Kent, R. D., Kent, J. F., & Rosenbek, J. C. (1987) Maximum performance tests of speech production. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52(4), 367-387.
- Kitch, J. A., & Oates, J. (1994) The perceptual features of vocal fatigue as self-reported by a group of actors and singers. *Journal of Voice*, 8(3), 207-214.
- Kitch, J., Oates, J. & Greenwood, K. (1996) Performance effects on the voices of 10 choral tenors: acoustic and perceptual findings. *Journal of Voice*, 10, 217–227
- Koch, K. L. (2007) Reflux symptoms in opera singers. *Current Gastroenterology Reports*, 9(4), 259-260
- Kochis-Jennings, K., Finnegan, E., Hoffman H. & Jaiswal S. (2012) Laryngeal muscle activity and vocal fold adduction during chest, chestmix, headmix, and head registers in females. *Journal of Voice*, 26, 182–193
- Kojima, H., Gould, W. J., & Isshiki, N.(1980) Computer analysis of hoarseness. *Acta otolaryngologica*, 89(3-6), 547-554.
- Kovacic, G. & Budjanovac A. (2003) Knowledge about voice care among professional, semiprofessional, and amateur choral singers. *Journal of Singing*, 60(1), 67-74
- Kreiman, J. & Gerratt, B. (2005) Perception of aperiodicity in pathological voice. *Journal of Acoustics Society of Am.*, 117, 2201–2211

- Krom, G. (1995) Some spectral correlates of pathological breathy and rough voice quality for different types of vowel fragments. *Journal of Speech, Lang. and Hear. Research*, 38, 794-811
- Large, J. & Patton, R. (1981) The Effects of Weight Training and Aerobic Exercise on Singers. *Journal of Research in Singing*, 4(2), 23-32.
- Latham, A.(2002) *The Oxford Companion to Music*. Oxford University Press Inc, New York, US
- Laukkanen, A. M., Syrjä, T., Laitala, M., & Leino, T. (2004) Effects of two-month vocal exercising with and without spectral biofeedback on student actors' speaking voice. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 29.(2), 66-76.
- Laukkanen, A. (2009) *Proceedings of the 3rd Advanced Voice Function Assessment International Workshop, 18th-20th May 2009, Madrid, Spain*.
- LeBorgne, W. D., & Weinrich, B. D. (2002) Phonetogram changes for trained singers over a nine-month period of vocal training. *Journal of voice*, 16(1), 37-43.
- Leino, T. (1993, July). Long-term average spectrum study on speaking voice quality in male actors. In *SMAC93, Proceedings of the Stockholm Music Acoustics Conference (Vol. 28)*. Stockholm: The Royal Swedish Academy of Music.
- Leino, T., Laukkanen, A.M. & Vojtech, R. (2009) Formation of the Actor's/Speaker's Formant: A Study Applying Spectrum Analysis and Computer Modeling. *Journal of Voice*, 25(2), 150-158.
- Lieberman, P. (1963) Some acoustic measures of the fundamental periodicity of normal and pathologic larynges. *Journal Acoustic Society Am.*, 35, 344
- Lombard, E. (1911) Le signe de l'élévation de la voix. *Annales des Maladies de L'Oreille et du Larynx*, 37, 101–119
- Lundy, D., Roy, S., Casiano, R. R., Xue, J. W., & Evans, J. (2000) Acoustic analysis of the singing and speaking voice in singing students. *Journal of voice*, 14(4), 490-493.
- Manfredi Cano, D. (1983) *Cante y baile flamenco*. Ed. Everest, León, 1983

- Manfredi, C., Barbagallo, D., Baracca, G., Orlandi, S., Bandini, A. & Dejonckere, P.(2015) Automatic assessment of acoustic parameters of the singing voice: Application to professional western operatic and jazz singers. *Journal of Voice*, 29(4), 517
- Martin, D., Fitch, J. & Wolfe, V., (1995) Pathological voice type and the acoustic prediction of severity. *Journal of Speech and Hearing Research*, 38, 765-771
- Martínez Celdrán, E. M. C., & Planas, A. M. F. (2007) *Manual de fonética española: articulaciones y sonidos de español*. Editorial Ariel.
- Martínez Hernández, J. (2004) *Poética del Cante Jondo: reflexión sobre el flamenco*. Ed. Nausicaa, Murcia, 2004.
- Maryn, Y., De Bodt, M., & Roy, N. (2010) The Acoustic Voice Quality Index: toward improved treatment outcomes assessment in voice disorders. *Journal of communication disorders*, 43(3), 161-174.
- Master, S., Biase, N. D., Pedrosa, V., & Chiari, B.(2006) O espectro médio de longo termo na pesquisa e na clínica fonoaudiológica. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 18(1), 111-120.
- Maughan, R. & Shirreffs, S. (2008) Development of individual hydration strategies for athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 457-472
- McCoy, S. (2007) A Classical Pedagogue Explores Belting. *Journal of Singing*, 63(5), 545-549.
- McCrea, C. R., & Morris, R. J. (2007) Effects of vocal training and phonatory task on voice onset time. *Journal of Voice*, 21(1), 54-63.
- McKinney, J. (1994) *The diagnosis and correction of vocal faults*. Waveland Press, Inc: Long Grove, 1994, Illinois
- Meireles, A. & Cavalcante, F. (2015) Qualidade de voz no estilo de canto Heavy metal. *Per. musi. Belo Horizonte*, 32, 197-218
- Mendes, A., Rodrigues, A. & Guerreiro, D. (2013) Acoustic and Phonatory Characterization of the Fado Voice. *Journal of voice*, 27(5)

- Mendes, A., Rothman, H., Sapienza, C. & Brown Jr., W.S. (2003) Effects of Vocal Training on the Acoustic Parameters of the Singing Voice. *Journal of Voice*, 17, 529-543
- Mendoza, E., Muñoz, J. & Valencia, N. (1996) The Long Term Average Spectrum as a measure of voice stability. *Folia phoniatica et logopaedica*, 48, pp. 57-64
- Millhouse, T. J., & Clermont, F. (2006) Perceptual characterisation of the singer's formant region: a preliminary study. *In Proceedings of the Eleventh Australian International Conference on Speech Science and Technology (pp. 253-258)*.
- Molina, R. y Mairena, A. (1971) *Mundo y formas del cante flamenco*. Librería Al-Andalus, Sevilla, 2004.
- Mora, J., Gómez, F., Gómez, E., Escobar, B. & Díaz- Báñez, J. (2010) Characterization and melodic similarity of a cappella flamenco cantes. *Proceedings of the 11th International Society for Music Information Conference, Utrecht (Netherlands), august, 2010*
- Muñoz, J., Garzón, M y Mendoza, E. (2016) La cualidad de la voz flamenca, un estudio acústico y comparativo con respecto a la voz lírica. *XXX Congreso Internacional AELFA, Bilbao, junio, 2016*
- Murbe, D., Sundberg, J., Iwarsson, J. & Pabst, F. (1996) Phonetogram measurements of singers. Before and after solo singer education. *TMH-QPSR.*, 37, 49–56.
- Nawka, T., Anders, L.C., Cebulla, M. & Zurakowski, D. (1997) The speaker's formant in malevoices. *Journal of Voice*, 11, 422–428
- Nordenberg, M., & Sundberg, J. (2004) Effect on LTAS of vocal loudness variation. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 29(4), 183-191.
- Omori, K., Kacker, A., Carroll, Riley, W. & Blaugrund, S. (1996) Singing Power Ratio: Quantitative evaluation of singing voice quality. *Journal of Voice*, 10(3), 228-235
- Orlikoff, R.F., Dejonckere, P.H. & Dembowski, J. (1999) The perceived role of voice perception in clinical practice. *Phonoscope*, 2, 89–104.
- Osinski, R. D. (2014) Effect of voice matching on individual vocal characteristics of singers performing in duet. *PhD, University of Washington, 2014*

- Parsa, V. and Jamieson, D. (2001) Acoustic discrimination of pathological voice: sustained vowels versus continuous speech. *Journal of Speech Lang. Hear Research*, 44, 327-339
- Peckham, A. (2000) *The Contemporary Singer: Elements of Vocal Technique*. Berklee Press. Hal Leonard Corporation, 2000
- Peppard, R. C., Bless, D. M., & Milenkovic, P. (1988) Comparison of young adult singers and nonsingers with vocal nodules. *Journal of Voice*, 2(3), 250-260
- Pettersen, V., & Westgaard, R.(2005) The activity patterns of neck muscles in professional classical singing. *Journal of Voice*, 19(2), 238-251.
- Petty, B. (2012) Health information-seeking behaviors among classically trained singers. *Journal of Voice*, 26(3), 330-335
- Phyland, D., Oates, J., & Greenwood, K.(1999) Self-reported voice problems among three groups of professional singers. *Journal of Voice*, 13(4), 602-611
- Phyland, D., Pallant, J. & Benninger, J. (2013) Development and Preliminary Validation of the EASE: A Tool to Measure Perceived Singing Voice Function. *Journal of Voice*, 27(4), 454-462
- Pinczower, R. & Oates, J. (2005) Vocal Projection in Actors: The Long-Term Average Spectral Features That Distinguish comfortable Acting Voice From Voicing With Maximal Projection in Male Actors. *Journal of Voice*, 19(3)
- Pinho, S.M. (1998) *Avaliação e Tratamento da Voz*. Fundamentos em Fonoaudiologia, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro
- Pregun, I., Bakucz, T., Banai, J., Molnár, L., Pavlik, G., Altorjay, I., Orosz, P., Csernay, L., Tulassay, Z., & Herszényi, L. (2009) Gastroesophageal reflux disease: Work-related disease? *Digestive Diseases*, 27(1), 38-44
- Prokop, J., Sundberg, P., Cleveland, T. & Stone, R. (2003) Aerodynamic and Acoustical Measures of Speech, Operatic, and Broadway Vocal Styles in a Professional Female Singer. *Journal of Voice*, 17(3), 283-297
- Ptacek, P., Sander, E., Maloney, W. & Jackson, C. (1966) Phonatory and related changes with advanced age. *Journal of Speech Hear. Research*, 9, 535-560

Radionoff, S. L. (1996) Objective measures of vocal production during the course of singing study. *Phd, Michigan State University*

Ravikumar, A., Prakash, B. & Shenbagavalli, M. (2014) Clinical Voice Analysis of Carnatic Singers. *Journal of Voice, 28*, 128.e1-128.e9

Reich, A., Mason, J. & Polen, S. (1986) Task administration variables affecting phonation-time measures in third-grade girls with normal voice quality. *Lang, Speech, Hear Services in Schools, 17*, 262-269

Reich, A., Mason, J., Frederickson, R. & Schlauch, R. (1989) Factors influencing fundamental frequency range estimates in children. *Journal of Speech Hear Disease, 54*, 429-438

Ribeiro V., Santos, A., Bonki, E., Prestes, T. & Dassie-Leite, A. (2012) Identificação de problemas vocais enfrentados por cantores de igreja. *Rev CEFAC, 14*(1), 90-6

Richter, B., Echternach, M. (2011) Stimmärztliche Betreuung und Behandlung von Sängern. *HNO, 59*(6), 547-554

Ríos Ruíz, M. & Blas Vega, J. (1988) *Diccionario enciclopédico ilustrado del flamenco*. Cinterco, s.l., 1988

Ríos Ruiz, M. (1997) *Ayer y hoy del cante flamenco*. Itsmo, 1997.

Rodriguez-Parra, M. J., Adrian, J. A., & Casado, J. C. (2009). Voice therapy used to test a basic protocol for multidimensional assessment of dysphonia. *Journal of Voice, 23*(3), 304-318

Rothenberg, M. (1981) The voice source in singing. *Research aspects of singing, Royal Swedish Academy of music, 33*, 15-31

Rothenberg, M. (1984) *Source-tract acoustic interaction and voice quality, transcripts of the 12th symposium: Care of the professional voice*. The voice foundation, NY, 1983.

Rothenberg, M. (1986) induced transglottal pressure variations during voicing. *Journal of Phonetics, 14*, 365-371

- Rothman, H., Brown, W. & Sapienza, C. (2001) Acoustic analyses of trained singers perceptually identified from speaking samples. *Journal of Voice*, 15, 25–35
- Rubin, J. S., Sataloff, R. T., & Korovin, G. S. (2003) *Diagnosis and treatment of voice disorders*. Delmar Learning, Clifton Park
- Sabol, J.W., Lee, L. & Stemple, J.(1995) The value of vocal function exercises in the practice regimen of singers. *Journal of Voice*, 9, 27-36.
- Sapir S. (1993) Vocal attrition in voice students: survey findings. *Journal of Voice*, 7, 69-74
- Sapir S., Mathers-Schmidt B., & Larson, G. (1996) Singers' and nonsingers' vocal health, vocal behaviors and attitudes towards voice and singing: indirect findings from a questionnaire. *European Journal of Disorders of communication*, 31, 193-209
- Sataloff, R. (1984) Efficient history taking in professional singers. *Laryngoscope*, 94, 1111 – 1114
- Sataloff, R. (1989) Surgery for the voice. *Clin. Otolaryngol.*, 14, 185-188
- Sataloff, R. (1991) *Professional Voice: The science and art of clinical care*. Raven Press, New York
- Sataloff, R. (2000) Laryngeal electromyography. *Current opinion in otolaryngology & head & neck surgery*, 8, 524-529
- Sataloff, R.(1987) Common diagnoses and treatments in professional singers. *Ear Nose Throat Journal*, 66, 28-46
- Sataloff, R., Spiegel, J. & Hawkshaw, M. (1991) Stroboscovideolaryngoscopy: results and clinical value. *Annals Otol. Rhinol Laryngol.*, 100, 725-727
- Scherer, R.C., Titze, I.R., Raphael, B.N., Wood, R.P., Ramig, L.A. & Blager, R.F. (1986) Vocal fatigue in a professional voice user. *Transcripts of the Fourteenth Symposium: Care of the Professional Voice*. New York: The Voice Foundation, Lawrence VL, ed., 1986, 124–130
- Schutte, H. (1984) Efficiency of professional singing voices in terms of energy ratio. *Folia Phoniatica*, 36, 267-72.

- Sereg-Bahar, M., Jansa, R. & Hocevar-Boltezar, I. (2005) Voice disorders and gastroesophageal reflux. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 30, 120-124
- Shaheen N. Awan and Anyisia J. Ensslen. (2009) A comparison of trained and untrained vocalists on the dysphonia severity index. *Journal of Voice*, 24(6), 661-666.
- Sivasankar, M. & Fisher, K. V. (2002) Oral breathing increases Pth and vocal effort by superficial drying of vocal fold mucosa. *Journal of Voice*, 16(2), 172-182
- Smith, C. G., Finnegan, E. M., & Karnell, M. P. (2005) Resonant voice: Spectral and nasendoscopic analysis. *Journal of Voice*, 19(4), 607-622.
- Sonninen, M., Laukanen, K., Karma & Hurme, P. (2004) Evaluation of support in singing. *Journal of voice*, 19(2), 223-237
- Sonninen, M., Laukkanen, K., Karma & Hurme, P.(2004) Evaluation of support in singing. *J. voice*, vol. 19, no.2, pp.223-237
- Spencer, M. (2006) Laryngopharyngeal reflux and singers: Diabolus in gula? *Journal of Singing*, 62(2), 177-184
- Steinhauer K, Grayhack J, Smiley-Oyen A, Shaiman S, & McNeil M.(2004) The Relationship among voice onset, voice quality, and fundamental frequency: a dynamical perspective. *Journal of Voice*, 18(4), 432-42.
- Steinhauer, K. & Estill, J. (2008) *The Estill Voice Model™: Physiology of Emotion*. In K. Izdebski (Ed.) *Emotions of the Human Voice*. San Diego: Plural Publishing.
- Stemple, J. (1993) Voice research: so what? A clearer view of voice production. *Journal of Voice*, 7, 293-300
- Stone, R.E., Jr., Cleveland, T.F., Sundberg, J. & Prokop, J. (2003) Aerodynamic and acoustical measures of speech, operatic, and Broadway vocal styles in a professional female singer. *Journal of Voice*, 17(3), 283-297.
- Stylianou, Y. (2009, April). Voice transformation: a survey. In *2009 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing* (pp. 3585-3588). IEEE.
- Sundberg, J. (1974) Articulatory interpretation of the "singing formant". *The Journal of the Acoustical Society of America*, 55(4), 838-844.

Sundberg, J. (1979) Maximum speed of pitch changes in singers and untrained subjects. *Journal of Phonetics*, 7(2), 71-79.

Sundberg, J. (2009) Articulatory configuration and pitch in a classically trained soprano singer. *Journal of Voice*, 23(5), 546-551.

Sundberg, J.(1970) Formant structure and articulation of spoken and sung vowels. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 22(1), 28-48.

Sundberg, J.(2001) Level and center frequency of the singer's formant. *Journal of voice*, 15(2), 176-186

Sundberg, J., Titze, I., & Scherer, R. (1993) Phonatory control in male singing: a study of the effects of subglottal pressure, fundamental frequency, and mode of phonation on the voice source. *Journal of Voice*, 7(1), 15-29.

Surow, J. & Lovetri, J. (2000) Alternative Medical Therapy. Use Among Singers: Prevalence and Implications for the Medical Care of the Singer. *Journal of Voice*, 14(3), 398-409

Sutter, A. y Meijer, J.M. (1996) Effects of voice training on phonetogrammes in female speech therapy students: Variations of voice quality features and aspects of voice training in males and females. *Groningen: Rijkuniversiteit Groningen*, pp. 133-147

Tepe, E., Deutsch, E., Sampson, Q., Lawless, E., Reilly, J. and Sataloff, R. (2002) A Pilot Survey of Vocal Health in Young Singers. *Journal of Voice*, 16(2), 244–250

Thalén, M. and Sundberg, J. (2001) Describing different styles of singing: a comparison of a female singer's voice source in "classical," "pop," "jazz," and "blues. *Logoped. Phoniatr. Vocology*, 26, 82-93

Thorpe, C., Cala, S., Chapman, J. & Davis, P. (2001) Patterns of breath support in projection of the singing voice. *J Voice*, 15, 86–104.

Timmermans, B., De Bodt, M., Wuyts, F. & Van de Heyning, P. (2005) Analysis and evaluation of a voice-training program in future professional voice users. *Journal of Voice*, 19, 202–210.

- Timmermans, B., Vanderwegen, J. & De Bodt, M.(2005) Outcome of vocal hygiene in singers. *Otolaryngol Head Neck Surgery*, 133, (3), 138-142
- Titze, I. (1984) Vocal fatigue: some biomechanical considerations. In: *Lawrence VL, ed. Transcripts of the Twelfth Symposium: Care of the Professional Voice. Part One: Scientific Papers. New York: The Voice Foundation; 97–104.*
- Titze, I. (1994) *Principles of the Singing Voice*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall; 1994.
- Titze, I. (2000) *Principles of Voice Production*. National Center for Voice and Speech, ed. A. Behnke, Iowa, Prentice-Hall.
- Titze, I. (2001) Acoustic interpretation of resonant voice. *Journal of voice*, 15(4), 518-529
- Titze, I. R. (1996) Lip and tongue trills—What do they do for us. *Journal of Singing*, 52(3), 51-52.
- Titze, I. R., & Story, B. H. (1997) Acoustic interactions of the voice source with the lower vocal tract. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101 (4), 2234-2243.
- Valencia, N., Mendoza, E. & Mateo I. (1994) High-frequency components of normal and dysphonic voices. *Journal of Voice*, 8(2), 157-62
- Van den Berg, J. (1962) Modern research in experimental phoniatrics. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 14(2-3), 81-149.
- Vasilakis, M. and Stylianou, Y. (2009) Spectral jitter modeling and estimation. *Biomedical Signal Processing and Control*, 4, 183–193
- Verdolini, K., Druker, D., Palmer, P. & Samawi, H. (1998) Laryngeal adduction in resonant voice. *Journal of Voice*, 12(3), 315-327
- Verdolini, K., Titze, I.R., & Fennell, A. (1994) Dependence of phonatory effort on hydration level. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 1001-1007.
- Von Leden (1968) Objective measures of laryngeal function and phonation. *Ann NY ac. Science*, 155, 55-67

- Watanabe, H., Shin, T., Matsuo, H., Okuno, F., Tsujii, T., Matsuoka, M., Fukaura, J. & Matsunaga, H. (1994) Studies on vocal fold injection and changes in pitch associated with alcohol intake. *Journal of Voice*, 8(4), 340-346
- Watson, P.J. & Hixon, T. (1985) Respiratory kinematics in classical (opera) singers. *J Speech Hear Research*, 28, 104–122.
- Watts, C., Barnes-Burroughs, K., Estis, J., & Blanton, D. (2006). The singing power ratio as an objective measure of singing voice quality in untrained talented and nontalented singers. *Journal of voice*, 20(1), 82-88.
- Weiss, R., Brown, W. S., & Moris, J.(2001) Singer's formant in sopranos: fact or fiction?. *Journal of Voice*, 15(4), 457-468.
- Welham, N., Maclagan, M. (2003) Vocal fatigue: current knowledge and future directions. *Journal of Voice*, 17(1), 21-30
- Wuyts F., De Bodt M. & Molenberghs G.(2000) The Dysphonia Severity Index: an objective measure of vocal quality based on a multiparameter approach. *Journal Speech Lang Hear Research*, 43, 796–809
- Yiu, E. M-L. & Chan, R. M. M. (2003) Effect of hydration and vocal rest on the vocal fatigue in amateur karaoke singers. *Journal of Voice*, 17(2), 216-227
- Yumoto, E., Sasaki, Y., & Okamura, H.(1984) Harmonics-to-noise ratio and psychophysical measurement of the degree of hoarseness. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 27(1), 2-6.
- Zraick, R., Nelson, J., Montague, J.C. and Monoson, P.(2000) The effect of task on determination of maximum phonational frequency range. *Journal of Voice*, 14(2), 154-60.

AUDIOS

Blas Vega, J. (1982) Magna antología del cante flamenco (CD). *Hispavox, 1982*

Carmen Linares. Anda Jaleo en Canciones Populares Antiguas (CD) *Auvidis Ethnic, 1994*

Ducretet, T. (1958) Antología del cante flamenco (disco de vinilo) *Hispavox, 1954*

Juan Talega. Soleá de Alcalá. Inédito. Benamargo, P. (2012, Mayo, 17) *Youtunes*.
Extraído de <https://www.youtube.com/watch?v=ANHe6in4wp4>

La Perla de Cádiz. Tangos de Cádiz “a la Virgen del Rosario” en Magna antología del cante flamenco (CD) *Hispavox, 1982*

Manolo Caracol. Soleares de la niña y el viento en Los Ases del Flamenco vol.2 (CD). *Calé Records, agosto, 2001*.

Manuel Torres. Doblaron las campanas. En Magna antología del cante flamenco (CD) *Hispavox, 1982*

Pata Negra. To the one I love en inspiración y locura (CD) *Nuevos Medios, 1990*.

Pepe Marchena. Los cuatro muleros en Cantaores de época, vol. 6 (CD) *Fods Records, 2004*.

Pitingo. Familia Habichuela en Soulería (CD) *Universal Music, abril, 2008*.

Teresa Berganza y Narciso Yepes. Anda Jaleo en Canciones Populares Españolas (CD) *Deutsche Grammophon, 1977*

The Mendoza /Mardin Proyect. El vito en Jazzpaña (CD) *Act (4), UK, 1993*.

Tomás Pavón. Martinete y Debla en Testimonios de la historia del flamenco. Grabaciones en discos de pizarra (CD) *Discmendi, abril, 2009*.

OTROS RECURSOS

KayPentax (2006) *Multi Speech and CSL software. Software instruction Manual*. Lincoln Park, NJ, USA. 2006.

KayPentax (2007) *Multi Dimensional Voice Program (MDVP) Model 5105*. Software instruction Manual, Lincoln Park, NJ, USA. 2007.

Real Decreto 1299/2006, de 10 de Noviembre. *Boletín Oficial del Estado (BOE) 302 del 19 de marzo de 2006*

Real Decreto 1971/1999, de 23 de diciembre. *Boletín Oficial del Estado (BOE) 22 DEL 26 DE Enero de 2000*

APÉNDICE 1. Entrevista a Laura Vital; Psicóloga, cantaora y profesora de técnica vocal y cante flamenco en el Conservatorio Profesional Cristóbal de Morales de Sevilla.

¿Qué diferencias encuentra entre sus alumnos de cante flamenco que han tenido una formación clásica y los que no? ¿Qué dificultades o aspectos vocales concretos, en su opinión, diferencian a ambos estilos?

El cante flamenco utiliza un registro oral, típico de la voz hablada. Sin embargo, no olvidemos que los cantantes son atletas de la voz, esto quiere decir que los mecanismos que se ponen en marcha para el cante van a trabajar hasta el límite y por encima del umbral de funcionamiento normal.

La tesitura que un cantante lírico pueda tener no implica que en cante flamenco vaya a llegar a estos límites ya que el registro que se maneja es más limitante y, por tanto, hay que llevar las estructuras de la voz, más al límite si cabe que en el cante lírico ya que el flamenco no usa varios modos de impostación.

Para que el organismo pueda cumplir la exigencia que el cante flamenco **¿De qué manera trabaja usted la voz del cantaor flamenco? ¿Qué es indispensable para proteger esta voz y esta manera tan específica de usarla?**

Conlleva, en primer lugar, ejercitar la respiración costo-diafragmática, así como el anclaje. El tener una buena postura y respiración nos ayudará a una correcta vocalización. Por mi experiencia, las personas con un mal apoyo respiratorio no tienen una buena dicción y viceversa. El trabajo técnico empezará, por tanto en los mecanismos respiratorios en este sentido, siempre que se trabaje este tipo de respiración, se podrá hacer desde cualquier escuela o estilo, la respiración es un elemento común para todos los profesionales de la voz.

En un segundo paso comenzaremos a vocalizar, trabajando la postura de la boca para cada una de las vocales (patrón articulatorio). Las vocales en flamenco aparecen como las vocales habladas con la salvedad de que su estructura, sobre todo en relación con los labios, es abierta. Trabajamos una vocalización abierta para que el sonido no suene apagado, adelantando los labios y haciendo un buen manejo de la lengua, tratando de mantenerla baja para que no obstruya el paso del aire al cantar.

Además de la vocalización se trabaja la flexibilidad de estructuras determinantes en la caracterización del sonido como el velo del paladar y la laringe. Estas estructuras son las que, en flamenco, van a darle el matiz que se quiera a la voz, cuanto más flexibles y controladas, más recursos expresivos tendrá una voz, sin tener que sacrificar la articulación o la salud vocal. Por ejemplo, el velo del paladar, en el canto lírico, se mantiene alto para que exista un mayor número de armónicos en la voz. En flamenco, a veces se pretende una voz llena de armónicos y brillante, lo que implica subir el velo del paladar o abovedar la boca y a veces se busca una voz apagada y profunda, por ejemplo en cantes más solemnes lo que implica bajar el velo. En cuanto a la laringe, decir que puede encontrarse de 3 maneras: abierta, nula o cerrada. Cuando hablamos la laringe está en posición nula, al gritar aiosamente la laringe trata de protegerse, cerrándose. La búsqueda de la apertura de la laringe, al cantar, conlleva una parte importante en el aprendizaje de la voz flamenca y existen numerosos ejercicios para ello.

¿Qué factores de riesgo vocal cree que están intrínsecamente relacionados con el cante flamenco? Es decir ¿Qué riesgos vocales tiene un cantaor por el simple hecho de cantar flamenco, si es que los hay?

Existen muchos vicios o errores a los que el cante flamenco predispone. Para trabajarlos debemos trabajar contra natura ya que, por ejemplo a la hora de abordar las notas agudas, debemos enseñar a la laringe a que debe bajar, ya que por inercia esta subirá para evitar el daño del mismo modo deberá subir en las notas graves. Sin embargo, lo que nos encontramos son laringes cerradas en posición de constricción, lo que implica un daño al cantar innecesario ya que podemos conseguir el “quejio” por otras vías, o una laringe nula que no proporciona brillo a la voz ni interviene en la emisión del sonido.

Muchos cantaores buscan el sonido que un buen control de la laringe les podría dar en otras estructuras. Estas otras estructuras como la mandíbula o la lengua no sólo no tienen nada que ver con el sonido sino que van a obstaculizar la emisión del aire y van a propiciar errores posturales y articulatorios, por ejemplo con la búsqueda del melisma mandibular o colocando la lengua excesivamente alta.

Otros problemas muy comunes en el cante flamenco son los arrastres (véase a la Paquera de Jerez, por ejemplo), que son emisiones de aire sobrante con voz ronca que suelen aparecer al final de los tercios como un golpe de voz. Los arrastres producen daños en la laringe y no deben usarse por costumbre.

Existe un gran porcentaje de cantaores que tienden a la nasalización del sonido. Esta colocación se ha convertido en casi una estética flamenca, una cuestión de gustos. Tal y como pasa con el arrastre, son recursos que se deben conocer y controlar.

Existen otros problemas de colocación, por ejemplo, voces con un sonido muy cerrado debido a una mala vocalización, etc.

¿Y en cuanto a los hábitos?

Entre los malos hábitos a la hora de cantar encontramos que entre los cantaores se tiende mucho a cantar por encima de la tesitura real de la voz, buscando la máxima tensión y sentimiento. Otro error muy común es la tendencia que existe a la imitación ya que el método de aprendizaje de muchos cantaores es este ambos errores pueden generar serios problemas para la voz ya que la extensión de la voz dependerá, como ya hemos dicho, de la elasticidad e la laringe.

APÉNDICE 2: (EHVOCAN) entrevista de hábitos vocales para cantantes

Edad: _____

Sexo: Hombre Mujer

Llevo cantando...

- ① menos de 2 años ② de 2 a 5 años ③ de 5 a 10 años ④ de 10 a 20 años ⑤ más de 20 años

¿Tuvo algún maestro cuando se inició?

SI NO

¿Conoce cuál es la tesitura o el rango de su voz?

SI NO

¿Ha tomado clases de técnica vocal?

SI NO

¿Qué estilo musical interpreta?

Lírico Flamenco

Indique, aproximadamente, el número de horas semanales que dedica a cantar

_____ Horas a la semana

Marque con una X los días de la semana en los que suele cantar, marque la opción "ALEATORIO" si no tiene unos días fijos para hacerlo

ALEATORIO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO

Indique con una X en qué momento del día suele dedicarse a cantar. Marque la opción "ALEATORIO" si no tiene un momento preferente

MAÑANAS	
TARDES	
NOCHES	
ALEATORIO	

Señale la opción que mejor le describa

- Canto por placer solamente.
 Aspiro a ser cantante profesional.
 Me dedico profesionalmente al canto.
 He sido cantante profesional y ahora me he retirado.

¿Ha padecido en los últimos 3 años algunos de estos trastornos?

- Enfermedad pulmonar o respiratoria de algún tipo
- Asma alérgica
- Gingivitis o periodontitis
- Desequilibrios hormonales
- Reflujos gastro-esofágicos
- Problemas debidos al exceso de tensión mandibular (dolor, crujidos al masticar, dolores de cabeza, cuello, limitación de movimiento mandibular o vértigos)
- Problemas vocales tipo pólipos, nódulos u otro
- Ninguno

A continuación me gustaría que indicara en qué medida ha notado en su VOZ HABLADA cada uno de estos síntomas últimamente:

	NUNCA	MUY POCO	ALGO	BASTANTE	MUCHO
Carraspera al hablar					
Tos					
Fatiga vocal progresiva después de hablar mucho					
Irritación o dolor en/o alrededor de la laringe cuando hablo					
Presión o dolor en el esternón al hablar					
Ausencia de tensión en los músculos del cuello cuando hablo (*)					
Engrosamiento de las venas del cuello al hablar					
Rigidez en la garganta al hablar					
Poca fatiga vocal cuando hablo (*)					
Garganta áspera o reseca al hablar					
Gran sensibilidad en los músculos del cuello					
Punzadas" en el velo del paladar al hablar					
Sensación de que no me cuesta trabajo hablar (*)					
Sensación de ahogo al hablar					
Tensión en la nuca cuando hablo					
Formación excesiva de moco					

(*)Ítems invertidos

Ahora marque la opción que mejor describa sus hábitos actuales de consumo:

Café	Nada	Ocasionalmente	1 taza al día	2 tazas al día	Más de 2 tazas al día
Tabaco	Nada	Ocasionalmente	Menos de 4 cigarros al día	De 4 a 10 cigarros al día	Un paquete o más al día
Alcohol tipo cerveza, vino	Nada	Ocasionalmente	2 o 3 copas a la semana	1 copa al día	2 o más copas al día
Bebidas de más de 30 grados	Nada	Ocasionalmente	2 o 3 copas a la semana	1 copa al día	2 o más copas al día
Agua	Nada o 1 vaso diario	2 vasos diarios	De 2 a 4 vasos diarios	De 4 a 6 vasos diarios	Más de 6 vasos diarios

Cuando mi voz está afectada suelo...

...Acudir al médico o logopeda

NO SI A VECES

...Dejar de usar mi voz

NO SI A VECES

...Tomar algún medicamento

NO SI A VECES

...Seguir otros remedios

NO SI A VECES

A continuación me gustaría que indicara en qué medida nota en su VOZ CANTADA cada uno de estos síntomas:

	NUNCA	MUY POCO	ALGO	BASTANTE	MUCHO
Carraspera cuando canto					
Irritación o dolor en/o alrededor de la laringe cuando canto					
Presión o dolor en el esternón al cantar					
Engrosamiento de las venas del cuello al cantar					
Rigidez en la garganta al cantar					
Rápida fatiga vocal cuando canto					
Garganta áspera o reseca al cantar					
"Punzadas" en el velo del paladar al cantar					
Sensación de que cuesta trabajo cantar					
Sensación de ahogo al cantar					
Tensión en la nuca cuando canto					
Dolor en la base de la lengua cuando canto					

Marque la opción, en cada afirmación, que más se corresponda con sus hábitos en el último año

	NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	CASI SIEMPRE	SIEMPRE
Hago algún ejercicio de calentamiento antes de cantar en público (*)					
Canto en lugares con ruido					
Cuando canto en público uso amplificación (*)					
Cuando ensayo con otros músicos uso amplificación (*)					
Cuando ensayo con otros músicos hago ejercicios de calentamiento antes de cantar (*)					
Como antes de cantar					
Duermo de 7 a 8 horas al día (*)					
Si una canción tiene notas que no tengo en mi registro la canto igualmente					
Hago ejercicios de control muscular y respiratorio (*)					
Evito el aire acondicionado o la calefacción (*)					
Mi voz suena mejor por las mañanas y va empeorando a lo largo del día					
Mi voz suena peor por las mañanas y luego va mejorando					
Ensayo en lugares con humo					

(*)Ítems invertidos

APÉNDICE 3. *Matriz de Componentes rotados de la agrupación de los ítems de voz hablada en cada uno de los factores que conforman la puntuación general VH, VC Y HAB*

Matriz de Componentes rotados de la agrupación de los ítems de voz hablada en cada uno de los factores que conforman la puntuación general VH

	Sobresfuerzo vocal	Falta de lubricación e hidratación	Fatiga vocal	Tendencia a la rigidez muscular	Mala coord. fonoresp.
Punzadas" en el velo del paladar al hablar	,831	,148	,119	,124	,066
Presión o dolor en el esternón al hablar	,818	,050	-,023	,114	,014
Tensión en la nuca cuando hablo	,701	,135	-,079	,095	,244
Irritación o dolor en/o alrededor de la laringe cuando hablo	,552	,423	,143	,346	,027
Carraspera al hablar	-,073	,777	,052	,013	,316
Tos	,069	,753	,245	,186	-,200
Garganta áspera o reseca al hablar	,380	,673	,043	,011	,187
Formación excesiva de moco	,217	,622	-,077	-,010	,291
Ausencia de tensión en los músculos del cuello cuando hablo (*)	,031	,049	,816	-,077	,041
Poca fatiga vocal cuando hablo (*)	,002	,095	,761	-,027	-,026
Sensación de que no me cuesta trabajo hablar (*)	,033	,029	,753	,389	,039
Rigidez en la garganta al hablar	,253	,031	,056	,771	,150
Engrosamiento de las venas del cuello al hablar	,150	,113	,053	,563	,424
Fatiga vocal progresiva después de hablar mucho	,106	,145	-,007	,250	,630
Gran sensibilidad en los músculos del cuello	,483	-,095	,048	-,418	,542
Sensación de ahogo al hablar	,047	,172	,019	,089	,525

Matriz de Componentes rotados de la agrupación de los ítems de voz cantada en cada uno de los factores que conforman la puntuación general VC

	Técnica vocal inadecuada	Dolor al cantar	Apoyo y anclaje vocal reducidos
Sensación de que cuesta trabajo cantar	,820	,273	,054
Irritación o dolor en/o alrededor de la laringe cuando canto	,816	-,018	,040
Rigidez en la garganta al cantar	,770	,174	,228
Rápida fatiga vocal cuando canto	,767	,040	,023
Garganta áspera o reseca al cantar	,746	,183	,144
Carraspera cuando canto	,702	,080	,213
Sensación de ahogo al cantar	,674	,332	,207
Engrosamiento de las venas del cuello al cantar	,607	,211	,325
Dolor en la base de la lengua cuando canto	,023	,855	,042
"Punzadas" en el velo del paladar al cantar	,355	,564	,030
Presión o dolor en el esternón al cantar	,153	-,135	,879
Tensión en la nuca cuando canto	,185	,433	,706

Matriz de Componentes rotados de la agrupación de los ítems de hábitos vocales en cada uno de los factores

	Falta de ejercitación y calentamiento	Predispos. fonotrauma tismos	Exposición a irritantes	Amplificación	Descanso vocal
Cuando ensayo con otros músicos hago ejercicios de calentamiento antes de cantar (*)	,904	-,004	,123	-,022	-,073
Hago algún ejercicio de calentamiento antes de cantar en público (*)	,891	,033	-,012	-,039	-,037
Hago ejercicios de control muscular y respiratorio (*)	,705	,211	-,378	,161	,178
Si una canción tiene notas que no tengo en mi registro la canto igualmente	,257	,696	-,090	-,110	-,028
Canto en lugares con ruido	,159	,644	,347	-,074	,064
Como antes de cantar	-,129	,479	-,100	-,067	-,055
Ensayo en lugares con humo	,229	,274	,699	-,097	-,121
Evito el aire acondicionado o la calefacción (*)	,258	,191	-,682	-,069	-,097
Cuando canto en público uso amplificación (*)	-,152	-,032	-,048	,854	,017
Cuando ensayo con otros músicos uso amplificación (*)	,245	-,313	-,013	,663	-,060
Duermo de 7 a 8 horas al día (*)	,028	,317	-,035	,267	,696
Mi voz suena mejor por las mañanas y va empeorando a lo largo del día	-,004	,346	,068	,324	-,683
Mi voz suena peor por las mañanas y luego va mejorando	-,073	-,146	,464	-,082	,518

APÉNDICE 4: *Consentimiento informado*

La adquisición de la técnica vocal, la descripción de esa técnica, el muestreo de los hábitos de higiene vocal en cantantes y las patologías asociadas a cada tipo de cante, son temáticas propias del campo de la salud y los tratamientos. Este cuestionario trata de analizar los *hábitos vocales en la voz cantada y sus repercusiones en la salud del cantante*.

El cuestionario es de carácter **VOLUNTARIO**. La **información recogida será utilizada exclusivamente para la investigación** realizada por el Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamientos Psicológicos de la Universidad de Granada dentro del proyecto de tesis doctoral referente a los hábitos vocales en la voz cantada.

La responsable del proyecto, abajo firmante, asegura que **los datos que nos aporte serán totalmente CONFIDENCIALES a lo largo de todo el proceso de investigación y no podrán ser relacionados con usted**.

La colaboración que pedimos para este proyecto sólo le llevará unos minutos de su tiempo ¡gracias!

Fdo: Marina Garzón García

Si tiene alguna duda sobre sus derechos de privacidad o necesita ponerse en contacto con nosotras puede hacerlo a mi correo electrónico o referirse al departamento:

Marina Garzón

masterco.garzon@gmail.com

Elvira Mendoza

Juana Muñoz

Departamento de personalidad, evaluación y tratamiento de la Facultad de Psicología de la Universidad de Granada.

He comprendido y acepto el uso de mis datos personales para la investigación bajo las condiciones expuestas y consiento con mi firma colaborar en este proyecto:

Nombre y 1er apellido:

Firma del colaborador:

Fecha:

APÉNDICE 5. Protocolo para la recogida de datos

Vamos a medir algunos aspectos de tu voz con una serie de pruebas que grabaremos y analizaremos posteriormente con el fin de hacernos una idea general de cómo funciona tu aparato fonador tanto al hablar como al cantar.

- 1- En primer lugar **te voy a pedir que leas la letra de esta canción durante un minuto.**
 - a. Colócate en una posición relajada.
 - b. No te preocupes por el tiempo, te avisaremos cuando sea suficiente.
 - c. Por favor, hazlo con la voz con la que te sientas más cómodo y con la que estés más habituado.
 - d. Trata de no recitar sino de leer la letra.
- 2- Me gustaría que tomaras aire y trataras de **prolongar el sonido /s/** todo el tiempo que puedas.
 - a. Fíjate cómo lo hago yo (en este momento la investigadora hace una demostración haciendo hincapié en mantener un volumen medio en la emisión y comprobando que el participante sabe hacerlo de la misma manera antes de proceder con el registro de la señal).
 - b. Trata de hacerlo lo mejor que puedas.
 - c. Tras unos ensayos, si lo deseas, podrás repetirlo 3 veces para que podamos elegir el mejor resultado. Adelante.
- 3- Ahora me gustaría que imaginaras que te llaman al teléfono. Descuélgalo utilizando la palabra ¿Diga? y prolonga el sonido de la última vocal. Ahora toma aire y trata de **prolongar ese sonido /a/** todo el tiempo que puedas.
 - a. Fíjate cómo lo hago yo (...)
 - b. Trata de hacerlo lo mejor que puedas.
 - c. Podrás repetirlo 3 veces para que podamos elegir el mejor resultado. Adelante.
- 4- En esta ocasión te voy a pedir que mantengas la /a/ sólo durante 5 segundos.
 - a. Hazlo con el volumen más bajo que puedas. Fíjate cómo lo hago yo (...)
 - b. Lo haremos hasta 3 veces.

- 5- Vamos a grabar unas pruebas de voz cantada que te resultarán muy sencillas.
 - a. Elige un tono en el que sientas que tu voz está cómoda para cantar, ni demasiado grave ni demasiado agudo.
 - b. Cada grabación durará 5 segundos así que intenta mantener la voz firme durante ese tiempo.
 - c. No te preocupes por el resultado, repetiremos cada vocal (/a/, /i/, /u/) tres veces.

- 6- Ahora que ya hemos calentado la voz te voy a pedir que cantes la canción que antes me has leído.
 - a. Colócate en la posición que acostumbres para cantar.
 - b. Imagina que estás en un recital, tómate tu tiempo y hazlo lo mejor que puedas.

- 7- Por último vamos a determinar cuáles son los límites de tu voz.
 - a. Primero vamos a cantar una escala ascendente con ayuda de este piano virtual y vamos a ir subiendo poco a poco hasta que no puedas más.
 - b. Ahora vamos a empezar por el mismo tono y vamos a ir bajando el tono hasta que no puedas más.
 - i. En mujeres comenzamos con un Do4 (está en la “q” del teclado).
 - ii. En hombre comenzamos con un Fa3 (está en la “v” del teclado).

APÉNDICE 6.

Bandas, intervalos y momentos espectrales analizados del LTAS en voz cantada y hablada

BANDAS	INTERVALOS	PARÁMETROS ESPECTRALES
BANDA 1	0-2KHz	Frecuencia de intensidad máxima
		de 0 a 2KHz
		Picos de energía (Db)
		de 40 a 600Hz
		de 1.7 a 1.9KHz
		Valle mínimo de energía de 1.4 a 1.5KHz
		Energía media (Db)
de 0 a 2Khz		
40 ± 75Hz		
600 ± 75Hz		
BANDA 2	2-4Khz	Frecuencia de intensidad máxima
		Pico de energía (Db)
		Valle mínimo de energía de 3.5 a 3.9KHz
		de 2 a 4KHz
		2Khz ± 75hz
		Energía media (Db)
		2.5Khz ± 75hz
3kHz ± 75hz		
3.5kHz ± 75hz		
BANDA 3	4-6KHz	Frecuencia de intensidad máxima
		de 4 a 6KHz
		Picos de energía (Db)
		de 4.1 a 4.2KHz
		de 4 a 6KHz
Energía media (Db)		
4Khz ± 75hz		
5Khz ± 75hz		
BANDA4	6-8KHz	Frecuencia de intensidad máxima
		Pico de energía (Db)
		Energía media (Db)
BANDA5	8-10KHz	Frecuencia de intensidad máxima
		Pico de energía (Db)
		Energía media (Db)

GLOSARIO de ABREVIATURAS

#: Sostenido

A: Nota musical La

B: Nota musical Si

C: nota musical Do

D: nota musical Re

DSI: Índice de Severidad de la Disfonía

E: Nota musical Mi

EHVOCAN: Entrevista de Hábitos Vocales para Cantantes

F: nota musical Fa

F0.máx: Frecuencia Máxima de fonación

F0.mín: Frecuencia Mínima de fonación

F0: Frecuencia Fundamental

F1: primer formante

FA: Formante del actor

FC: Formante del cantante

FFT: Algoritmo de la Transformada rápida de Fourier

G: nota musical Sol

GC: Grupo Control

GCC: Grupo de Cantantes Clásicos

GEF: Grupo Experimental Flamenco

HAB: puntuación general de hábitos y usos de la voz

I.mín: Intensidad Mínima de fonación

Jit.%: Jitter porcentual

Jit.: Jitter

L0: región del espectro correspondiente a la frecuencia fundamental

L1: región del espectro correspondiente al primer formante

LTAS: Long Term Average Spectrum

NHR: Noise to Harmonic Ratio

P1: Pico de mayor concentración de energía

RMFF: Rango Máximo de Fonación de Frecuencias

RMFF: Rango Máximo de Fonación de Frecuencias

Shi.%: Shimmer porcentual

SPR: Singing Power Ratio

TMF en /a/: Tiempo Máximo de Fonación con emisión

TMF en /s/: Tiempo Máximo de Fonación sin emisión

TMF: Tiempo Máximo de Fonación

VC: puntuación general de sintomatología percibida en voz cantada

VH: puntuación general de sintomatología percibida en voz hablada

VTI: Voice Turbulence Index