

El canto popular santiagueño desde una perspectiva acústica

Eje temático: Intercambio de Experiencias Educativas/Temática libre

Juan Manuel Cingolani

Valeria Paola Cejas

María Andrea Farina¹

Gustavo Jorge Basso

Cátedra de Acústica Musical. Facultad de Bellas Artes.

Universidad Nacional de La Plata.

¹ Becaria de Investigación, UNLP

juanma.cingolani@gmail.com, valeria.cejas@gmail.com

maria_afar@yahoo.com.ar, basso@isis.unlp.edu.ar

Resumen

La acústica de la voz humana cantada ha sido estudiada, a mediados del siglo XX, en los trabajos de Husson y Terhard entre otros. A finales de la década de 1960 la investigación sobre el tema fue liderada por Johan Sundberg. Su trabajo, centrado en el análisis de las formantes espectrales, propuso una serie de modelos y teorías. Sin embargo, a la fecha no se ha realizado un estudio exhaustivo en base a dichas modelos sobre algunos géneros propios del canto popular.

En el presente trabajo partimos de suponer que las teorías y metodologías actuales para el análisis de la voz cantada, aplicadas al ámbito del canto lírico, son también válidas para estudiar algunos géneros de canto popular en nuestro país. En particular, las hemos aplicado a la chacarera santiagueña, de gran importancia en el mapa musical argentino actual.

Profundizamos el análisis del comportamiento acústico de la voz humana, evaluando los parámetros físicos y sus rasgos perceptuales asociados. Ambos aspectos son analizados en función de sus posibles relaciones con las características de su entorno regional: la música vocal de Santiago del Estero. El modelo desarrollado permitió analizar los vínculos entre las características de los intérpretes y un conjunto obras y compositores característicos. De esta forma las áreas que se abordan integran métodos y modelos de análisis propios de las disciplinas intervinientes: acústica, música, percepción auditiva y análisis musical.

1. Metodología

El presente trabajo describe el diseño de las pruebas experimentales y el estudio acústico realizado con voces especializadas en canto santiagueño. Para estructurar el

mismo se ha realizado, en principio, una búsqueda y relevamiento de registros de audio dentro de la discografía existente de los principales referentes de la actualidad, entre los cuales se encuentra Horacio Banegas. Además, se ha seleccionado un corpus de cantantes santiagueños o, en su defecto, cantantes que estuviesen interiorizados en las prácticas musicales de esa provincia, ya sea por haber participado en forma activa en la producción artística de ese lugar y/o por mera adhesión a la música, estética, repertorio y tradición que se circunscribe a la región. Ellos son: Diego y Nicolás Argañaraz de Gramilla y Julián Gómez del Departamento Capital (pcia. de Santiago del Estero); Sergio Belardinelli, Lucas López y Gustavo Zampelunghe de Roque Pérez y Juan Cingolani de La Plata (pcia. de Buenos Aires).



Figura 1. De izquierda a derecha: Lucas López (tenor), Julián Gómez (tenor) y Gustavo Zampelunghe (barítono).

A partir de la grabación y posterior análisis de las señales de audio, se identificaron y localizaron las formantes presentes en la emisión vocal del canto santiagueño y se clasificaron cambios de coloratura. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante técnicas estadísticas.

2. Análisis

2.1 Identificación de formantes

Este trabajo tiene como hipótesis principal verificar la aplicabilidad de la teoría de formantes en los registros de audio realizados y se busca distinguir y diferenciar estas zonas en el espectro. Las mismas fueron discriminadas y se manifestaron a modo de racimo de armónicos, los cuales delimitan una zona o banda de frecuencias donde se presenta un aumento de energía por resonancia relacionada con las dimensiones del tracto vocal. La cantidad de armónicos por racimo es variable y depende de la frecuencia fundamental. Para tener mayor certeza, las formantes se determinaron en primera instancia para fundamentales de Fourier de baja frecuencia, ya que los



racimos se conforman por un número mayor de armónicos, que son los puntos de referencia más significativos para detectar estas zonas de resonancia. Posteriormente se seleccionaron notas significativas del registro medio y agudo considerando además uno o dos semitonos ascendentes y descendentes a fin de tener mayor precisión a la hora de corroborar si la zona formante en estudio posee un pico máximo de resonancia entre dos armónicos consecutivos dentro de ella. Para tal fin se grabó una escala cromática ascendente desde un *sol*² (97,9 Hz) hasta *mi*⁴ (329,6 Hz) en la escala de temperamento igual, determinando así las áreas formantes y observando su comportamiento a lo largo de la tesitura vocal.

En el registro grave se pudo apreciar un ancho de banda (Δf) entre 200 y 300 Hz para las primeras cinco formantes. En registro medio el ancho de banda oscila entre 250 y 500 Hz y en el agudo entre 400 y 900 Hz. En los casos de registros medio y agudo encontramos un solapamiento entre la cuarta y quinta formante. En registro grave no se aprecia la quinta formante.

A su vez, en formantes superiores se observa menor definición en los parciales con un mayor ancho de banda. La siguiente tabla muestra, a modo de ejemplo, el análisis realizado con la vocal E.

Formante	Registro Grave Frecuencia (Hz)	Δf Frecuencia (Hz)	Registro Medio Frecuencia (Hz)	Δf Frecuencia (Hz)	Registro agudo Frecuencia (Hz)	Δf Frecuencia (Hz)
1°	250- 500	250	300- 550	250	500- 900	400
2°	1.900- 2.100	200	1.800- 2.100	300	1.600- 2.100	500
3°	2.400- 2.700	300	2.400- 2.800	400	2.400- 3.100	700
4°	3.400- 3.700	300	3.500- 4.000	500	3.600- ...	900 ¹
5°	... ²		4.000- 4.500	500	...- 4.500	

Tabla 1. Vocal E

Se observa que el ancho de banda aumenta al incrementarse el número de formante y la frecuencia fundamental. Por otro lado, existe un desplazamiento de cada formante a medida que recorremos la escala en forma ascendente, lo cual es consecuencia de un aumento en la frecuencia fundamental. Según estudios realizados por Sundberg las

¹ Ancho de banda correspondiente a la superposición de la cuarta y quinta formante.

² En el registro grave no se identifica la 5° formante.



formantes para la vocal E deberían permanecer relativamente estables en frecuencias de fonación inferiores a los 400 Hz aproximadamente, a excepción de la segunda que cae hacia frecuencias más bajas a medida que aumenta la altura cantada. Dentro de las muestras bajo análisis la nota más aguda fue un *fa#4* de 349 Hz. Sin embargo hemos detectado pequeños desplazamientos. Efectivamente, la segunda formante se desplaza hacia abajo, pero la primera, tercera, cuarta y quinta lo hacen hacia frecuencias más altas. Esto denotaría un timbre homogéneo a lo largo de la tesitura del cantante, dado que al aumentar la frecuencia de la nota cantada, los armónicos se desplazan hacia arriba, y las formantes lo hacen en la misma dirección manteniendo relativamente constante la envolvente dinámica. Sin embargo, no se llega a contrarrestar por completo el movimiento ascendente de los parciales. Es decir, se produce un desfasaje entre el desplazamiento ascendente de las formantes y el de la frecuencia fundamental, donde el segundo comportamiento se da más rápidamente. No obstante lo antedicho, se percibe un timbre con un alto grado de homogeneidad. Otro factor que contribuye a lo anterior es el ensanchamiento de las zonas de formantes al movernos hacia el registro agudo, que ayuda a conservar la cantidad de armónicos por zona.

2.2 Caracterización de formantes vocálicas en cantantes santiagueños

En estudios acústicos anteriores se ha dado cuenta de que las primeras cinco formantes son las de mayor interés a la hora de analizar las cualidades de la voz humana. Las tres primeras están relacionadas al habla y son las responsables de aportar los datos necesarios para el reconocimiento e identificación de las distintas vocales. Mientras que la cuarta y quinta son llamadas formantes del cantante y tienen influencia sobre el timbre personal de la voz en el canto. Estas últimas podrían definirse como una resonancia adicional que diferencia el canto lírico del habla. Algunos investigadores incluyen a la tercera dentro de esta categoría.

Las formantes vocálicas poseen características inestables ya que varían de una vocal a otra, aportando así identidad a las mismas. De forma que nos centraremos en su estudio para el presente análisis.

Nuestro objetivo principal será entonces lograr una caracterización tímbrica poniendo especial atención a la manera en que se distribuyen las formantes en el espectro vocal. Para esto se analizaron dos vocales: la A y la E, buscando patrones recurrentes que permitan distinguir, por un lado, una forma de impostación diferente a la del canto académico, y por otro, una identidad propia de los cantantes populares santiagueños. Los valores obtenidos fueron cotejados con la bibliografía especializada consultada en este trabajo y a su vez entre los distintos sujetos de análisis.

Los siguientes espectrogramas muestran claramente la ubicación de las zonas formantes en registro medio, para cuatro de nuestros cantantes.

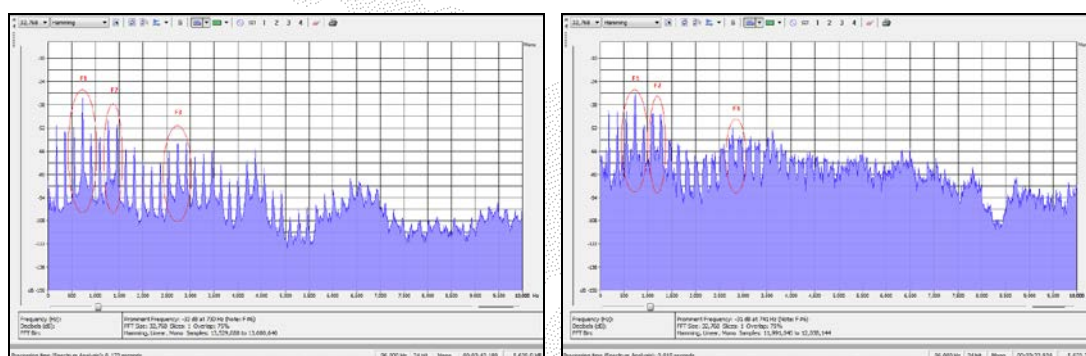


Figura 2. Vocal A, Fa# 3 ff. De izquierda a derecha: Juan Cingolani, Gustavo Zampelunghé.

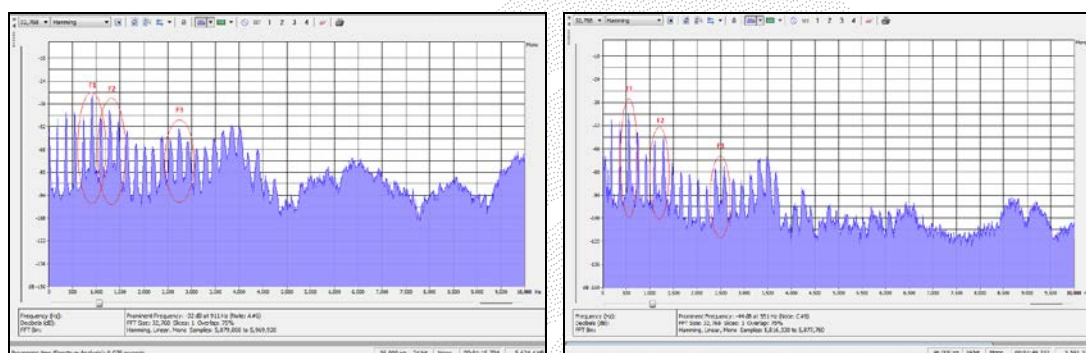


Figura 3. Vocal A, Fa# 3 ff. De izquierda a derecha: Juan Lucas López, Julián Gómez.

Se han tomado como referencia del registro medio la nota Fa#3 y algunas notas cercanas.

Formante	Frecuencia en Hz.							
	Zampelunghe	Cingolani	Gómez	López	D. Argañaraz Do#4	Banegas Si3	N. Argañaraz Sol#3	Belardelli La 3
1°	740	730	550	910	900	880	740	640
2°	1.200	1.300	1.300	1.300	1.350	1.560	1.475	1.425
3°	2.750	2.920	2.590	2.750	2.850	2.700	2.880	2.880

Tabla 2. Tres primeras formantes en el canto Santiagueño articulando la vocal A.

Formante	Frecuencia en Hz.							
	Zampelunghe	Cingolani	Gómez	López	D. Argañaraz Sol#3	Banegas Sol#3	N. Argañaraz Si3	Belardelli
1°	540	540	380	440	430	420	500	540
2°	1.650	2.000	1.800	2.000	1.900	1.900	1.800	2.000
3°	2.350	2.700	2.440	2.680	2.550	2.600	2.600	2.700

Tabla 3. Tres primeras formantes en el canto Santiagueño articulando la vocal E.

En la bibliografía consultada encontramos gráficos que involucran las dos primeras formantes. Esto se debe principalmente a que son ellas las responsables de la identificación de las vocales en el habla. Corrimientos en estas dos primeras formantes para una vocal implicarían una manera de fonación distinta, y esto ocurre principalmente por la forma que adoptan los articuladores a la hora de producir dichas vocales. Lo que percibimos son cambios tímbricos relacionados a diferencias de fonética, algo similar a lo que se da en los distintos idiomas. Si bien dentro los países latinoamericanos prepondera el español, observamos formas de habla muy diferentes para argentinos, chilenos, venezolanos, etc. Dentro de cada país se da el mismo fenómeno por provincias o regiones territoriales. Es interesante entonces caracterizar las formantes vocálicas para nuestros representantes de la tradición de Santiago del Estero, quienes seguramente presentaran una fonética que responde a las costumbres y modismos del habla particulares de la región.

En los siguientes gráficos podemos comprar las zonas de reconocimiento para las vocales españolas rioplatenses y las santiagueñas caracterizadas en el presente trabajo.

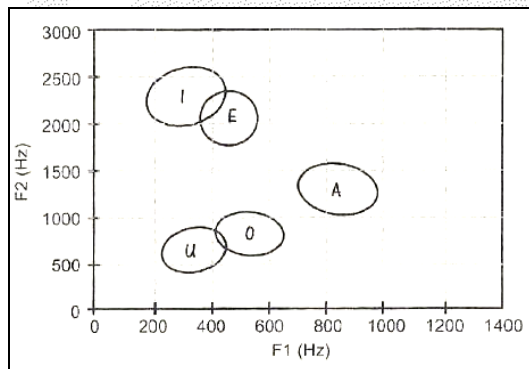


Figura 4. Regiones de reconocimiento vocal para las dos primeras formantes de las voces masculinas del español rioplatense (Basso, 2006).

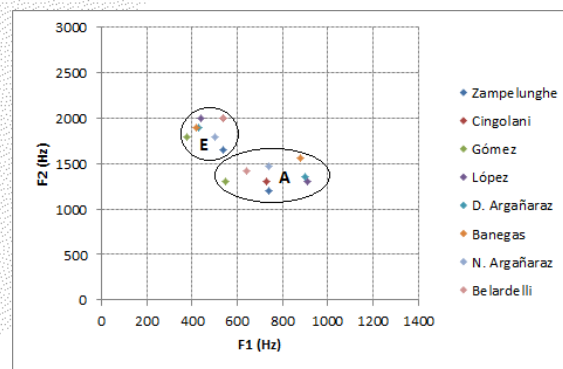


Figura 5. Regiones de reconocimiento vocal para las dos primeras formantes de las voces masculinas santiagueñas estudiadas en el presente trabajo.

Comparando las zonas de formantes de las vocales del español rioplatense con las de los santiagueños podemos observar lo siguiente: para la vocal E, la primera formante se encuentra en el mismo ámbito de frecuencias para los dos tipos de fonética, mientras que la segunda descende un poco; para la A, vemos que la primera formante es más baja, mientras la segunda se mantiene en la misma región de frecuencias. Esto produce un acercamiento de las formantes en ambas vocales.

Si se tiene un sonido en la cercanía de ambas zonas, puede percibirse una u otra vocal, pero el sonido será asociado solo a una vocal en función del contexto de manera preconsciente (Basso, 2006).

2.3 Caracterización de formantes del cantante en voces santiagueñas

La cuarta y quinta formante proporcionarán información sobre el timbre de la voz y sus cualidades perceptuales asociadas, determinando así la identidad personal de cada cantante o conjunto de ellos. Nos propusimos entonces buscar vínculos entre los resultados de los interpretes estudiados para determinar si es posible una configuración que denote una entidad tímbrica propia.

Las siguientes tablas muestran las 5 primeras formantes de las vocales A y E ejecutando la nota FA# 3 en intensidad *ff*. Como ya mencionamos antes, también

hemos tenido en cuenta otras alturas dentro del mismo registro, las que son indicadas en las tablas para cada caso particular.

Formante	Frecuencia en Hz.							
	Zampelunghe	Cingolani	Gómez	López	D. Argañaraz Do#4	Banegas Si3	N. Argañaraz Sol#3	Belardelli La 3
1°	740	730	550	910	900	880	740	640
2°	1.200	1.300	1.300	1.300	1.350	1.560	1.475	1.425
3°	2.750	2.920	2.590	2.750	2.850	2.700	2.880	2.880
4°	3.520	3.460	3.500	3.850	3.650	3.700	3.680	3.500
5°	4.400*	4.370	4.250	4.400	4.500	-----	4.400*	4.470

Tabla 4. Cinco primeras formantes en el canto Santiagueño articulando la vocal A.
* El nivel de intensidad de esta formante no es significativo.

Formante	Frecuencia en Hz							
	Zampelunghe	Cingolani	Gómez	López	D. Argañaraz Sol#3	Banegas Sol#3	N. Argañaraz Si3	Belardelli
1°	540	540	380	440	430	420	500	540
2°	1.650	2.000	1.800	2.000	1.900	1.900	1.800	2000
3°	2.350	2.700	2.440	2.680	2.550	2.600	2.600	2700
4°	3.500	3.800	3.600	3.500	3.750	3.600	3.600	3.800
5°	-----	4.325	4.670	4.500	4.300*	3.900*	3.800*	4.250*

Tabla 5. Cinco primeras formantes en el canto Santiagueño articulando la vocal E.
* El nivel de intensidad de esta formante no es significativo.

Podemos observar aquí de forma gráfica el comportamiento de estas formantes. En el primer caso, apreciamos las zonas de resonancia para voces entrenadas y no entrenadas en la practica de cantar. En el segundo, las formantes para nuestros representantes del canto santiagueño y la dispersión en cada punto.

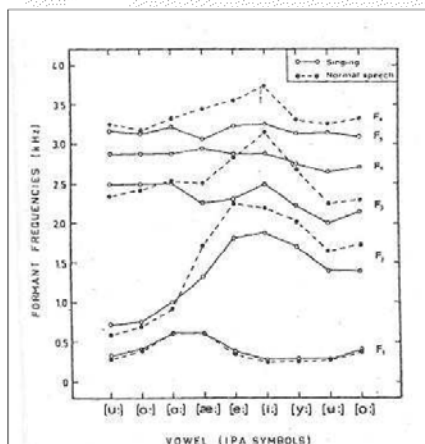


Figura 6. Formantes para voces entrenadas y no entrenadas (Sundberg, 1987).

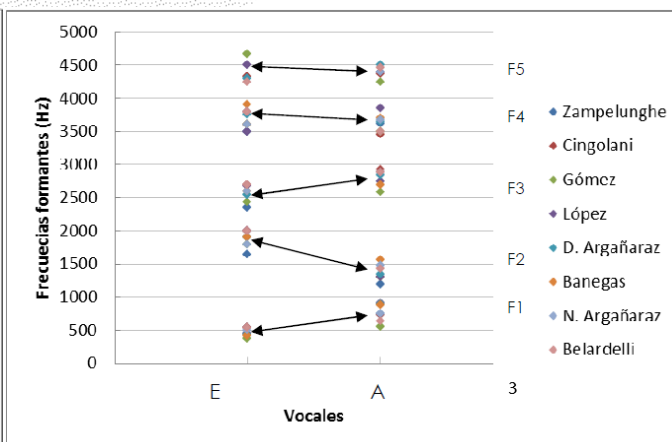


Figura 7. Primeras 5 formantes para el canto santiagueño.

A partir de esta figura podemos corroborar el hecho de que las formantes vocálicas son inestables y las del cantante, estables. Es decir, las tres primeras varían en función de la articulación de cada vocal ya que son las responsables de su identidad, mientras que la cuarta y quinta responden al timbre de voz en el canto, manteniéndose estables entre 3.500 - 4.000 Hz y 4.000 - 4.500 Hz respectivamente.

Es importante destacar algunos comportamientos particulares en el caso de los cantantes que participaron de este trabajo. Como podemos observar en las figuras y tablas anteriores, Gómez posee los valores más bajos dentro de las zonas formantes impares para la letra A, esto es: la primera, tercera y quinta formante. A su vez, para la E presenta el valor más bajo para la primera y el más alto para la quinta. De modo que presenta una mayor dispersión en comparación con los otros cantantes.

Por otro lado, como ya hemos visto en el gráfico espectral de López, la primera formante se encuentra en frecuencias más altas respecto al resto, lo cual se da por su desplazamiento en forma ascendente, produciendo un solapamiento con la segunda formante. Este fenómeno se da por el modo de articulación y la forma que adopta el tracto vocal. Este comportamiento también se observa al producir la cuarta formante alta y fusionarla con la quinta, fenómeno que se conoce como “máscara” en cantantes líricos donde se advierte una zona de resonancia de mayor ancho de banda y energía.



2.4 Desplazamiento de formantes

Como mencionamos anteriormente pueden producirse desplazamientos de las zonas de formantes cuando se cambia la altura cantada, al realizarse por ejemplo pasajes ascendentes o descendentes. También podemos encontrar estos corrimientos sobre una altura fija.

Sabemos que la primera formante está relacionada con la altura de la lengua dentro de la boca y a la apertura de la misma, así como al volumen de la cavidad faríngea. La segunda, con la posición horizontal de la lengua -cuanto más atrás se encuentre la constricción dentro de la boca más aguda será-, o sea que depende de la forma y el espacio dentro de la cavidad oral. La tercera formante está determinada por la cavidad faríngea. Por último, la cuarta y la quinta formantes por la longitud del tubo laríngeo y la profundidad de la faringe.

Para ver el correlato de estos factores hemos diseñado una prueba experimental que consiste en cantar una nota articulando una vocal determinada, de manera tal de producir lo que podríamos llamar un “glissando tímbrico”. El mismo se realiza partiendo desde una posición de los labios cerrada y laringe descendida, hacia una posición de labios abierta y laringe ascendida. Esto es acompañado por la constricción de la faringe la cual podría estar asociada tanto al ascenso de la laringe, como a la apertura del maxilar. Cabe aclarar que la posición cerrada de los labios implica una forma de tensión vertical en los músculos intervinientes de la cara, mientras que la posición abierta se da por una tensión horizontal. En otras palabras, la forma de los labios varía desde una forma de ovalo con polos arriba y abajo, a una forma oval con polos a ambos lados, algo similar al gesto de sonreír, lo que contribuiría a la constricción de la faringe. La lengua cumple un rol pasivo en cuanto a la altura de la misma dentro de la boca, manteniéndose en una posición relativamente baja y ensanchándose progresivamente. El cambio desde la posición inicial a la final se da en forma de transición gradual. Los factores descriptos que se ven implicados en cada posición son relativamente exagerados para lograr un mayor contraste.

Estos son los resultados obtenidos al articular la vocal E sobre la nota Fa# 3.

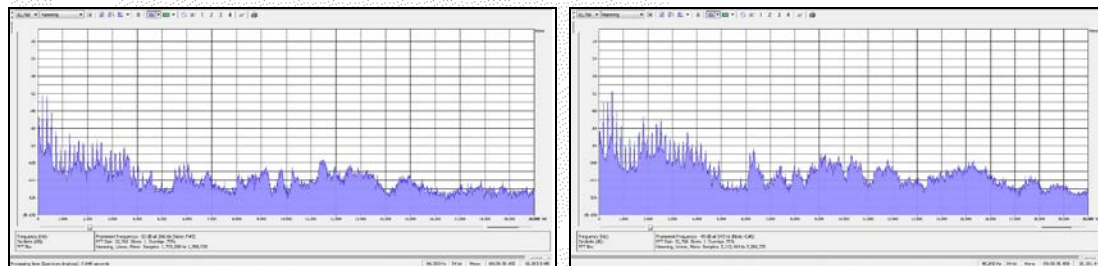


Figura 7. De izquierda a derecha: posición inicial y posición intermedia.

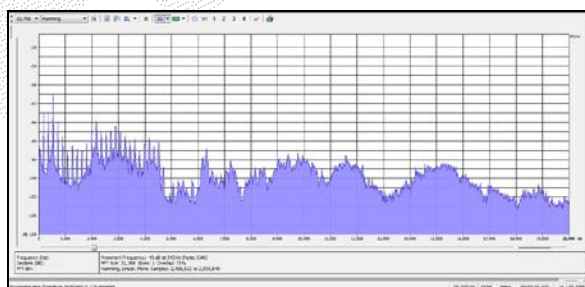


Figura 8. Posición final

Es sabido que para el canto lírico resulta de suma importancia la disposición que adopta el tracto resonador, privilegiando sobre todo la posición descendida de la laringe y una relación de apertura de la faringe de 1: 6 respecto a la anterior. Esto produce un área óptima de resonancia para generar la fusión de las formantes del cantante, ya que la laringe comienza a funcionar como un resonador cuasi autónomo en la proximidad de los 3.000 Hz, sin verse muy influenciado por el resto del tracto vocal. En este ámbito se encuentran la cuarta y quinta formante como podemos ver en el grafico correspondiente. A su vez, en la literatura se menciona como algo indeseable la posición de apertura de los labios en forma de sonrisa, es decir, a la tensión horizontal de los músculos de la cara, privilegiando la vertical.

Formante	Frecuencia en Hz			
	Posición inicial	Posición intermedia	Posición final	Impostación normal
1°	368	540	540	540
2°	1.630	1.800	2.170	2.000
3°	2.400	2.550	2.900	2.700
4°	3.470	3.620	4.170	3.800
5°	3.800	4.000	4.550	4.325

Tabla 6.

Es entonces significativo que los valores obtenidos con una forma de impostación normal en relación al canto santiagueño se ubiquen entre la posición intermedia y final. Esto denotaría cierta tendencia al posicionamiento de los articuladores y el resto del tracto vocal. Podríamos decir entonces que para este tipo de emisión la laringe se encuentra ascendida, la faringe se cierra, la lengua se ensancha y achata, y la boca toma una posición de semi-sonrisa en el proceso de apertura de la misma. En cierta forma esto se corresponde con el testimonio de López, quien en su momento explicaba: “Se canta como haciendo la E, la boca se abre para los costados y la lengua va chata”.

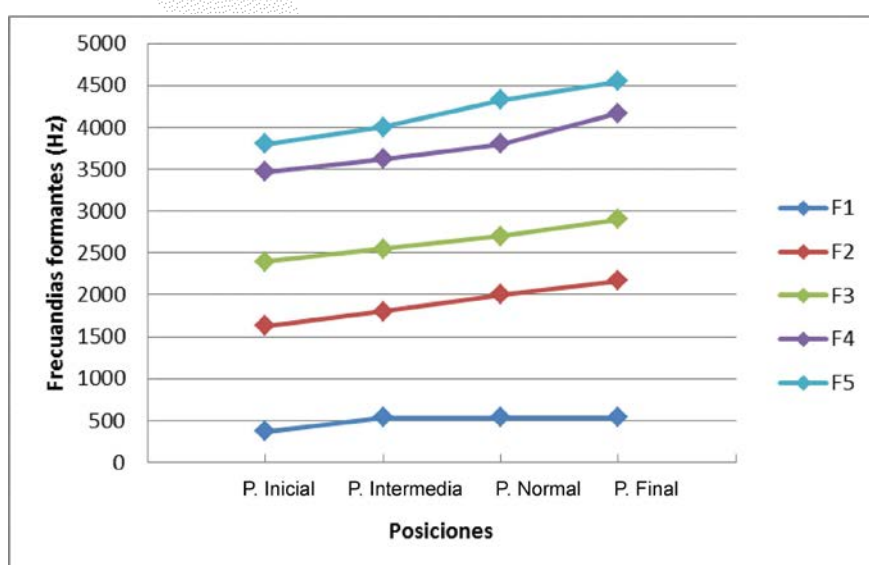


Figura 9.

3. Conclusiones

El objetivo de este proyecto fue aplicar las teorías y metodologías actuales para el análisis de la voz cantada al canto popular santiagueño, procurando hallar vínculos entre sus propiedades acústicas y los rasgos que caracterizan su identidad musical. Durante el mismo se caracterizaron tanto las cualidades tímbricas como las técnicas de emisión en función de la particular impostación que presenta el común de los cantantes populares de Santiago del Estero y para ello se partió de dos hipótesis iniciales. La primera sugiere la aplicabilidad de la teoría de formantes a las voces en cuestión. En nuestro trabajo pudimos corroborar la efectiva aplicabilidad de la teoría de



formantes a la voz cantada en la totalidad de las muestras realizadas, en las cuáles hemos distinguido y diferenciado claramente zonas de formantes en el espectro. Se han analizado en forma diferenciada, tanto las formantes vocálicas, como las del cantante, observando buena correspondencia entre los datos dentro del corpus de individuos estudiados. Así mismo, hemos encontrado los casos particulares de López y Gómez que se diferenciaron del resto en sus formas de cantar desde el análisis de los rasgos físicos y perceptuales. Desde una perspectiva auditiva encontramos diferencias en cuanto a la calidad vocal, donde sus voces no denotan el brillo y rusticidad característico de la entidad tímbrica que hemos caracterizado en el resto de los cantantes. Desde lo físico, veíamos en López la fusión de la cuarta y quinta formante proporcionando una zona de resonancia mayor, que le permite un buen caudal vocal y un tono de voz más claro y puro. En cuanto a Gómez encontramos que sus formantes se ubicaban en frecuencias bajas a comparación del resto, lo que denota un timbre menos brillante, proporcionando un sonido más dulce y delicado a la audición.

La segunda hipótesis propone la existencia de una técnica de emisión diferente a la del canto operístico. El trabajo pone en evidencia que los mecanismos de impostación, en lo referente al tracto supraglótico, difieren de los propios de la tradición clásica académica en forma casi contrapuesta.

De acuerdo a lo conversado con Nicolás Argañaraz, es difícil encontrar una identidad musical basada en características tímbricas. Según él, la identidad se define por rasgos musicales que sobrepasan la calidad vocal y están relacionadas a la forma de decir e interpretar una letra.

Podríamos decir entonces que, aunque no resulta sencillo afirmar una identidad definida en las voces santiagueñas, hemos logrado sistematizar ciertas constantes en los individuos que participaron en la grabación de muestras y en la discografía abordada en este estudio, que incluye los principales referentes de Santiago del Estero -entre los que se puede nombrar a Horacio Banegas, Coco Banegas, Peteco Carabajal, dúo Orellana-Lucca y Rally Barrionuevo.



Bibliografía

Basso, Gustavo (1999). *Análisis espectral: La Transformada de Fourier en la Música* (Ed. de la UNLP, La Plata).

Basso, Gustavo (2006). *Percepción Auditiva* (Ed. de la UNQ, Bernal).

Etcheverry, Esteban. "La producción de la voz y los mecanismos aerodinámicos intervinientes. Emisión vocal soplada, prensada y normal o blanda, y sus implicancias en el canto". *Apunte de cátedra de técnica vocal I*.

Gusmão, C. de S.; Campos, P. H.; Maia, M. E. O. (2010). "O formante do cantor e os ajustes laríngeos utilizados para realizá-lo: uma revisão descritiva". *Per Musi*, Belo Horizonte, n.21, p.43-50.

Mauleón, Claudia (2005). "Arte y ciencia. Hacer y pensar la pedagogía vocal". *Actas Primer Congreso Iberoamericano de Investigación artística y proyectual. UNLP*.

Mauleón, Claudia. "Articulación y Resonancia en la Voz. El Tracto Vocal". *Apunte de cátedra de técnica vocal I*.

Mauleón, Claudia (1998). "La Pedagogía del Canto. Aportes desde la investigación multidisciplinaria". *Orpheotron*, Nro. 4.

Rabine, Eugene. "El tracto vocal – Acústica". *Actas de las Primeras Jornadas de Educación Funcional de la Voz*.

Rabine, Eugene. "La función laríngea". *Actas de las Primeras Jornadas de Educación Funcional de la Voz*.

Sataloff, Robert (1992). "La voz humana", *Scientific American*, vol. 267, nro. 6, 108-115. (traducción: Claudia Mauleón)

Sundberg, Johan (1987). "The science of the singing voice" (Northern Illinois University Press, Illinois, USA).