

ACÚSTICA E IDENTIDAD MUSICAL: LA EMISIÓN VOCAL EN EL CANTO POPULAR SANTIAGUEÑO

Juan Manuel Cingolani¹, Valeria Cejas¹, María Andrea Farina¹⁻²,
Gustavo Basso¹.

¹ Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Bellas Artes, Cátedra de Acústica Musical - Proyecto de Investigación "Salas para música en la Argentina. Uso musical del espacio acústico", Programa de Incentivos a los Docentes Investigadores.

² Becaria de Investigación, Universidad Nacional de La Plata.

Eje temático: Perspectivas teóricas sobre las disciplinas artísticas y proyectuales.

1. Introducción

La acústica de la voz humana cantada ha sido estudiada a través de los trabajos de Husson y Terhard entre otros. A finales de la década de 1960 la investigación sobre el tema fue liderada por 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 los ha aplicado en un estudio exhaustivo 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, desarrolladas en el ámbito del canto lírico, son también válidas para estudiar algunos géneros de canto popular en nuestro país. En particular, las hemos aplicado al canto popular santiagueño, de gran importancia en el mapa musical argentino actual.

Examinamos el comportamiento acústico de la voz humana evaluando tanto los aspectos físicos como 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.

2. Metodología

El presente trabajo se fundamenta en el diseño de pruebas experimentales y en el estudio acústico realizado con voces especializadas en canto santiagueño. Para estructurarlo se ha realizado en principio una búsqueda y relevamiento de registros de audio dentro de la discografía de los principales referentes de la actualidad, entre los cuales se encuentra Peteco Carabajal, Horacio Banegas y Cristian "Mono" Banegas. Por otro lado, se seleccionó un corpus de cantantes santiagueños y de 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. Posteriormente se realizó un muestreo de ese corpus y la grabación de la voz de 8 de los participantes del proyecto, en cuyas voces se identificaron y localizaron las formantes presentes en la emisión vocal del canto santiagueño. Los resultados obtenidos fueron luego analizados mediante técnicas estadísticas.

| Apellido y nombre | Localidad- Provincia | Registro |
|----------------------|---|----------|
| Argañaraz, Diego | Gramilla, Santiago del Estero | Tenor |
| Argañaraz, Nicolás | Gramilla, Santiago del Estero | Tenor |
| Banegas, Cristian | Departamento Capital, Santiago del Estero | Tenor |
| Belardinelli, Sergio | Roque Pérez, Buenos Aires | Tenor |
| Cingolani, Juan | La Plata, Buenos Aires | Tenor |
| Gómez, Julián | Departamento Capital, Santiago del Estero | Tenor |
| López, Lucas | Roque Pérez, Buenos Aires | Tenor |
| Zampelunghe, Gustavo | Roque Pérez, Buenos Aires | Barítono |

Tabla 1. Cantantes que participaron de la experiencia

3. Análisis

3.1. Caracterización de formantes vocálicas en cantantes santiagueños

En estudios acústicos anteriores se ha dado cuenta que las primeras cinco formantes son las de mayor interés a la hora de determinar 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 formante 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 comenzar el 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. La dispersión de los valores obtenidos entre los distintos sujetos bajo análisis fue cotejada con los datos mencionados en la bibliografía especializada. Se tomó como referencia del registro medio a la nota $fa\#_3$, y se consideraron como control otras alturas en el entorno de dicha referencia.

| Formante | Frecuencia en Hz | | | | | | | |
|----------|------------------|-----------|-------|-------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| | Zampelunghe | Cingolani | Gómez | López | D. Argañaraz Do# ₄ | Banegas Si ₃ | N. Argañaraz Sol# ₃ | Belardinelli La ₃ |
| 1° | 740 | 730 | 550 | 910 | 900 | 880 | 740 | 640 |
| 2° | 1200 | 1300 | 1300 | 1300 | 1350 | 1560 | 1475 | 1425 |
| 3° | 2750 | 2920 | 2590 | 2750 | 2850 | 2700 | 2880 | 2880 |

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 Si ₃ | Belardinelli |
| 1° | 540 | 540 | 380 | 440 | 430 | 420 | 500 | 540 |
| 2° | 1650 | 2000 | 1800 | 2000 | 1900 | 1900 | 1800 | 2000 |
| 3° | 2350 | 2700 | 2440 | 2680 | 2550 | 2600 | 2600 | 2700 |

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

Si ocurrieran corrimientos en las dos primeras formantes para una vocal cualquiera, implicarían una manera de fonación distinta que 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. Es interesante entonces caracterizar las formantes vocálicas para los representantes de la tradición de Santiago del Estero, quienes probablemente presentan una fonética que responde a las costumbres y modismos del habla particulares de la región.

Haciendo una comparación de las zonas de las formantes vocálicas entre el español rioplatense y el 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 desciende 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 tanto como una u otra vocal, pero éste será asociado sólo a una en función del contexto de manera preconsciente.

3.2. 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. Se propuso entonces buscar vínculos entre los resultados de los intérpretes estudiados para determinar si es posible una configuración que denote una entidad tímbrica propia.

Las siguientes tablas muestran las cinco 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 Si ₃ | N. Argañaraz Sol# ₃ | Belardinelli La ₃ |
| 1° | 740 | 730 | 550 | 910 | 900 | 880 | 740 | 640 |
| 2° | 1200 | 1300 | 1300 | 1300 | 1350 | 1560 | 1475 | 1425 |
| 3° | 2750 | 2920 | 2590 | 2750 | 2850 | 2700 | 2880 | 2880 |
| 4° | 3520 | 3460 | 3500 | 3850 | 3650 | 3700 | 3680 | 3500 |
| 5° | 4400* | 4370 | 4250 | 4400 | 4500 | ----- | 4400* | 4470 |

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 Si ₃ | Belardinelli |
| 1° | 540 | 540 | 380 | 440 | 430 | 420 | 500 | 540 |
| 2° | 1650 | 2000 | 1800 | 2000 | 1900 | 1900 | 1800 | 2000 |
| 3° | 2350 | 2700 | 2440 | 2680 | 2550 | 2600 | 2600 | 2700 |
| 4° | 3500 | 3800 | 3600 | 3500 | 3750 | 3600 | 3600 | 3800 |
| 5° | ----- | 4325 | 4670 | 4500 | 4300* | 3900* | 3800* | 4250* |

Tabla 5. Cinco primeras formantes en el canto Santiagueño articulando la vocal E.

* El nivel de intensidad de esta formante no es significativo.

Se puede corroborar, de esta manera, 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 3500 a 4000 Hz y 4000 a 4500 Hz respectivamente.

3.3. Particularidades en el proceso de identificación de formantes

Como estaba previsto, las formantes discriminadas 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 en función de las dimensiones del tracto vocal. La cantidad de armónicos por racimo es variable y depende de la frecuencia fundamental. Para tener mayor certidumbre las formantes se determinaron, en primera instancia, a partir de fundamentales de baja frecuencia para que los racimos se conformasen 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, agregando uno o dos semitonos ascendentes y descendentes a fin de tener mayor precisión a la hora de establecer si la zona formante en estudio posee o no un pico máximo de resonancia entre dos armónicos consecutivos dentro de ella.

Para tal fin se registró una escala cromática ascendente desde 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. Como complemento, se realizó un *glissando* ascendente de poco más de una octava partiendo de la misma nota.

3.3.1. Ensanchamiento de las zonas formantes

Para el registro grave se pudo apreciar un ancho de banda (Δf) de entre 200 y 300 Hz para las primeras cinco formantes. En el registro medio el ancho de banda de las mismas oscila entre 250 y 500 Hz y para el registro 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 llega a discriminar la quinta formante.

| 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° | 1900- 2100 | 200 | 1800- 2100 | 300 | 1600- 2100 | 500 |
| 3° | 2400- 2700 | 300 | 2400- 2800 | 400 | 2400- 3100 | 700 |
| 4° | 3400- 3700 | 300 | 3500- 4000 | 500 | 3600- ... | 900 ¹ |
| 5° | --- ² | | 4000- 4500 | 500 | ...- 4500 | |

Tabla 6. Vocal E.

Vemos así que el ancho de banda aumenta en forma proporcional al número de la formante y a la frecuencia fundamental.

3.3.2. Desplazamiento de formantes con relación al registro

Por otro lado, se aprecia el desplazamiento de cada formante individual a medida que recorremos la escala en forma ascendente, consecuencia de un aumento en la frecuencia fundamental. Según estudios realizados por Sundberg las formantes para la vocal E deberían permanecer relativamente estables en frecuencias de fonación inferiores a aproximadamente 400 Hz, a excepción de la segunda que decaería hacia

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

²En registro grave no es apreciable la 5° formante.

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 entonada, los armónicos se desplazan hacia arriba, y las formantes lo hacen en la misma dirección manteniendo relativamente constante la envolvente dinámica en relación a los armónicos. Así y todo no se llega a contrarrestar por completo el movimiento ascendente de los parciales. Es decir, se produce un desfase entre el desplazamiento ascendente de las formantes y el de la frecuencia fundamental, ya que este último se da más rápidamente. Sin embargo, auditivamente se percibe un timbre con un alto grado de homogeneidad.

Otro factor que contribuye a la estabilidad tímbrica percibida es, como ya mencionamos, el ensanchamiento de las zonas formantes al subir hacia el registro agudo, efecto que ayuda a conservar la cantidad de armónicos en cada formante.

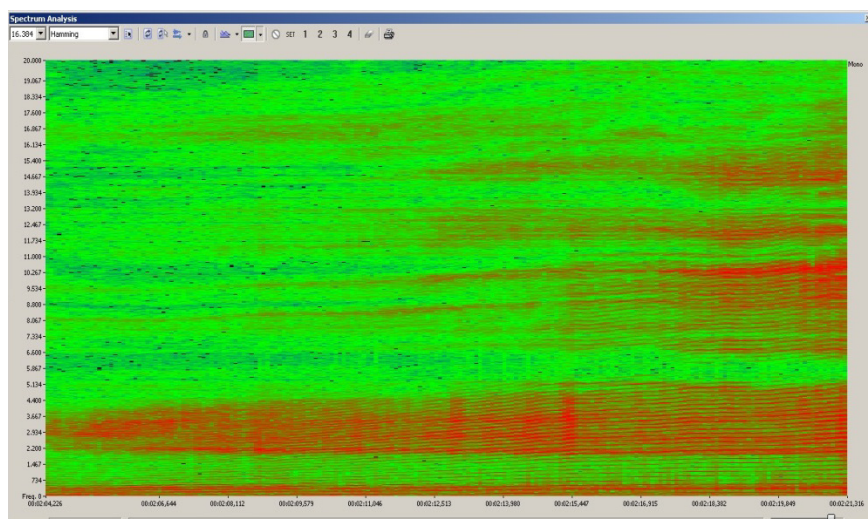


Figura 1. Glissando ascendente desde sol₂ (97,9 Hz)

3.3.3. Desplazamiento de formantes con relación al tracto resonador y a los articuladores

De acuerdo con lo anterior, pueden producirse desplazamientos de formantes en relación a cambios en la altura cantada, por ejemplo al realizarse pasajes ascendentes o descendentes. Sin embargo también se pueden encontrar estos corrimientos sobre la emisión de una altura fija.

A juzgar por los datos analizados, tanto en las grabaciones de audio como en la discografía de los principales referentes de la música santiagueña, las voces resultan tímbricamente homogéneas. Es de interés para este trabajo, por lo tanto, encontrar cuáles son los mecanismos de impostación para lograr esa homogeneidad y poder catalogar el timbre que los identifica.

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

Para estudiar el correlato de estos factores en el canto santiagueño se diseñó una prueba experimental que consistió en cantar una nota articulando una vocal determinada, de manera tal de producir lo que podríamos llamar un “glissando tímbrico”. Se realiza emitiendo desde una posición de labios cerrada y laringe descendida, hasta una posición de labios abierta y laringe ascendida. Esta operación es acompañada por la constricción de la faringe, que puede 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. La altura de la lengua dentro de la boca cumple un rol pasivo, 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. En la experiencia, los factores descriptos que se ven implicados en cada posición fueron exagerados para lograr un mayor contraste. Los que siguen son los resultados obtenidos al articular la vocal E sobre la nota fa#₃.

| Formante | Frecuencia en Hz | | | |
|----------|------------------|---------------------|----------------|--------------------|
| | Posición inicial | Posición intermedia | Posición final | Impostación normal |
| 1° | 368 | 540 | 540 | 540 |
| 2° | 1630 | 1800 | 2170 | 2000 |
| 3° | 2400 | 2550 | 2900 | 2700 |
| 4° | 3470 | 3620 | 4170 | 3800 |
| 5° | 3800 | 4000 | 4550 | 4325 |

Tabla 7. Vocal E, nota fa#₃.

Es sabido que para el canto lírico resulta de suma importancia la disposición que adopta el tracto resonador, en el que se privilegia sobre todo la posición descendida de la laringe y una relación de apertura de la faringe de 1: 6. Esto produce una zona óptima de resonancia para generar la fusión de las formantes del cantante, pues la laringe comienza a funcionar como un resonador cuasi autónomo en la proximidad de los 3000 Hz sin ser casi afectada por el resto del tracto vocal. En este ámbito se encuentran la cuarta y quinta formante, como se puede ver en el gráfico correspondiente. A su vez, en la literatura especializada 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 posición vertical.

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 indicaría 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 lo anterior se corresponde con el testimonio de Lucas López, quien durante las mediciones explicaba: “Se canta como haciendo la E. La boca se abre para los costados y la lengua va chata”

Las figuras que siguen muestran las curvas de desplazamiento de las formantes con relación a la posición de los articuladores y del tracto resonador.

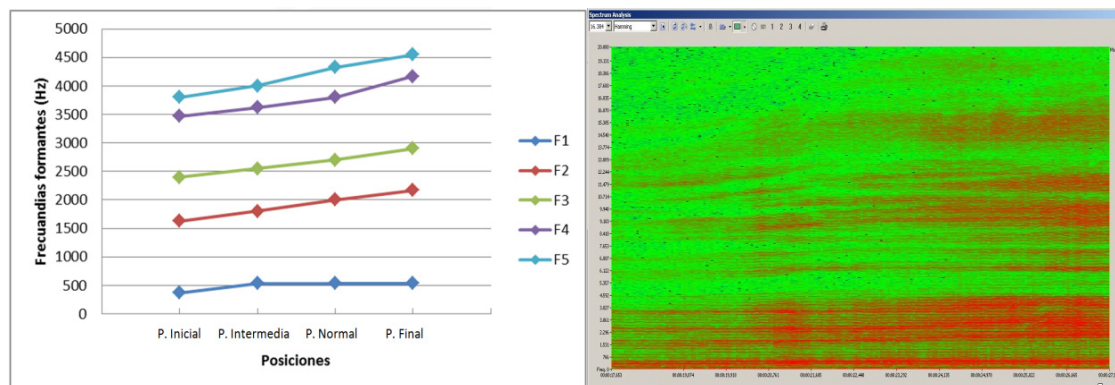


Figura 2. Gráfico de posiciones relativas de las formantes y Sonograma del glissando tímbrico.

4. 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. 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 que se distinguieron y diferenciaron claramente zonas de formantes en el espectro. Se analizaron en forma diferenciada tanto las formantes vocálicas como las del cantante, observando buena correspondencia entre los datos dentro del corpus de individuos estudiados. La segunda hipótesis propone la existencia de una técnica de emisión diferente a la del canto operístico. Respecto a esta posibilidad, quedó en evidencia que los mecanismos de impostación, en lo referente al tracto supraglótico, difieren de la tradición clásica académica en forma casi contrapuesta.

De acuerdo a lo conversado con el cantante 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 no es sencillo afirmar una identidad definida en las voces santiagueñas a partir de datos exclusivamente acústicos. Sin embargo hemos logrado sistematizar ciertas constantes en los individuos que participaron la experiencia o en los registros discográficos, entre los que se cuentan algunos de los principales referentes del canto santiagueño como Horacio Banegas, Coco Banegas, Peteco Carabajal, dúo Orellana- Lucca, Rally Barrionuevo y Santiago Suarez.

5. 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).