

Caracterización de los indicadores acústicos de la voz de los estudiantes del programa licenciatura en música de la universidad de Caldas

Characterization of the voice acoustic indicators in the students of the music academy from the Caldas University

*Por: Libia María Botero Tobón
Docente Facultad de Artes y Humanidades
Departamento de Música, Universidad de Caldas*

“Nada será verdaderamente eficaz en tanto la prevención y la información no se hagan en función de las necesidades de cada uno, en particular en el momento de la formación de los que tendrán necesidad de una voz que responda a las necesidades de su funcionamiento y que por este hecho peligran más que los demás, de tener dificultades vocales”

Claire Dinville

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de caracterizar los indicadores acústicos de la voz de los estudiantes del programa de Licenciatura en Música de la Universidad de Caldas de la ciudad de Manizales y determinar sus parámetros particulares. Esto permite generar información validada localmente, referente al comportamiento de los parámetros objetivos y audio-perceptivos de la voz; y conducirá a la determinación de las características más frecuentes, a fin de potenciar los efectos positivos, prevenir los efectos negativos y plantear alternativas de apoyo pedagógico para el aprendizaje del manejo adecuado de la voz hablada y cantada.

Palabras clave: Caracterización de la voz, parámetros acústicos, habla, calidad vocal, desarrollo de la voz, frecuencia fundamental, Jitter, Shimmer, Espectrograma.

Abstract

This project was carried out in order to characterize the acoustic indicators and determine voice parameters in the students from the music academy of Caldas University, in Manizales – Colombia. We can get information about the objective

and audio perceptive parameters of the voice; the study will also determine the most common characteristics to enhance the positive effects and prevent the negative ones, to plan proper pedagogic alternatives for learning how to handle the spoken and singing voice in the best way.

Key words: voice characterization, acoustic parameters, voice quality, voice development, speaks fundamental frequency, Jitter, Shimmer, spectrum.

Introducción

Tanto para los instrumentistas, como para los pedagogos musicales, resulta necesario contar con herramientas que permitan el seguimiento, evaluación y manejo que aseguren la mejor calidad en la emisión vocal, de acuerdo con sus características particulares a nivel individual, grupal y cultural, en procura de un mejor rendimiento con el mínimo esfuerzo, para lograr el impacto deseado con el público que se enfrente en los diferentes momentos del ejercicio profesional.

El sistema vocal es considerado como una expresión compuesta por una triada: Cuerpo, mente – emotividad. "Desde la perspectiva psicosomática de la medicina y mediante un enfoque sistémico, es indispensable pensar que la voz es el producto de la interacción de numerosos sistemas del cuerpo"¹. Sobre los que actúan componentes ambientales, raciales, culturales, etéreos, que en conjunto conducen a que la calidad en el sonido se emita con diferencias significativas. Por lo anterior, para su estudio, análisis y desarrollo, se requiere involucrar procesos comprensivos, en los cuales es necesario realizar análisis locales, como base para las discusiones globales.

La voz ha sido objeto de estudio a lo largo de la historia; las referencias más antiguas datan del 350 a. C. cuando Aristóteles se refería a la ubicación del habla y la respiración en el cuello. En la biblioteca de Alejandría, 600 años después, se registró la descripción y la función de la musculatura laríngea; Leonardo da Vinci detalló las funciones de la laringe a través de un estudio anatómico. Posteriormente pasaron otros grandes investigadores como Morgagni, Dodart y García; este último desarrolló el examen de laringoscopia indirecta que hoy en día es un examen básico de la observación laríngea².

¹Vaccari, M.E; Parente, S. (2001) *Profono, documento guía programa de actualización en fonoaudiología, primer ciclo, módulo 2*. Buenos Aires, Panamericana, p. 157.

²Behlau, M y Pontes, P. (1995) *Avaliação e tratamento das disfonias*. Sao Paulo, Lovise, p.143

A partir de estos conocimientos se continuó con estudios de la función vocal, en los cuales los Foniatras, Vocólogos y Fonoaudiólogos, investigaron evaluaron y diseñaron formas audio-perceptivas o también llamadas pruebas subjetivas, que tienen como base la percepción de la calidad vocal a partir de la valoración de los diferentes sistemas que intervienen en la fonación con protocolos establecidos referentes a: antecedentes, ficha respiratoria, sistema estomatognático, postura corporal y el examen de voz propiamente dicho. Las pruebas objetivas, basadas en la cuantificación de los indicadores acústicos de la voz, tanto hablada como cantada, son utilizadas de manera conjunta para corroborar el diagnóstico y evolución de la voz en desarrollo o en rehabilitación.

Si se aboca la voz como instrumento y como una función biológica que se educa para optimizar su desarrollo, hay que tener en cuenta que no se trata simplemente de un proceso automático, se debe hacer consciencia que la producción involucra diferentes sistemas que intervienen como el respiratorio, el fonatorio, el resonancial, el postural, el endocrino, el auditivo y el de comando, con interacción de los mismos. Al analizar los componentes de la triada de la voz y el manejo de los sistemas en conjunto se generan las bases conceptuales para direccionar el proceso de educación vocal y percibir su grado de desarrollo.

El motor de la voz es la musculatura respiratoria torácico-abdominal, que genera la corriente del aire espirado. En segundo lugar la generación de la fuente vocal a nivel glótico; el evento crucial, esencial en la generación de la voz es la vibración de los repliegues vocales, esta convierte la corriente continua de aire en corriente alternada, transformando la energía aerodinámica en energía acústica. Los repliegues tienen para ello dos movimientos vibratorios: un movimiento transversal horizontal, activo, determinado por el movimiento pasivo de la "cobertura" o capa mucosa, referido como onda mucosa. La vibración de los repliegues vocales es un acto pasivo, lo único que es activo es la tensión que está dada por la musculatura laríngea, pero "las cuerdas vocales" vibran solo por el paso del aire. En tercer lugar entran en juego la resonancia a nivel supraglótico que constituye junto a los dos mencionados anteriormente el trípode de los elementos esenciales en la generación de la voz, todo esto es posible con un estricto y complejo control neurológico sensoriomotriz³.

³Augspach, F. (2003) *Disfonías profesionales su evaluación y tratamiento. Fonoaudiológica*, Buenos Aires, ASALFA, Tomo 49 #2, p.81

Las cavidades resonanciales están por todo el cuerpo y son activadas gracias a la producción del sonido glótico. "Hay zonas que resuenan por simpatía y otras zonas a las que se debe enviar el sonido para una perfecta colocación"⁴; a estas últimas las denominamos tracto vocal, el cual está compuesto por partes móviles y fijas como labios, lengua, mandíbula, velo del paladar, paladar duro, maxilar superior, dientes, amígdalas, paredes músculo membranosas, senos, parte superior de la laringe, faringe, estas son las encargadas de dar al sonido el timbre, color, brillo, mordiente en la voz; se encuentran además las zonas torácica, pelviana y región del perineo.

La lengua y el velo del paladar son dos partes móviles que ayudan a cambiar la apertura o cierre del tracto vocal (tubos de resonancia) con frecuencias naturales propias de vibración que modifican la emisión, como es el caso de las 5 vocales del español.

La voz es una característica secundaria que identifica el género de la persona y por lo tanto el sistema endocrino juega un papel primordial ya que las variaciones hormonales por la edad, enfermedad o pequeñas modificaciones de las mismas por el estrés, cambian la calidad vocal en diferentes grados.

El sistema postural es un complejo mecanismo que interrelaciona las estructuras óseas y musculares que dan como resultado la postura corporal en general. Cualquier parte del cuerpo que adopte una mala postura desequilibra el sistema en general, ya que está produciendo alteraciones del tono muscular y por ende, de la acción de los diferentes grupos de músculos⁵. La postura además tiene influencia directa sobre el desarrollo normal de la función respiratoria y el sistema emisor.

El sistema auditivo es el que realiza el control sobre lo que se emite y cómo se escucha, es aquel que realiza la retroalimentación, haciendo las modificaciones necesarias para lograr la emisión que se desea.

Tradicionalmente, en muchos aspectos relacionados con el uso de tecnologías en general, como en aquellas empleadas en la medicina y terapéutica, se han realizado acciones de adopción directa de las mismas, sin que en muchos casos esos procesos estén mediados por actividades conducentes a validarlas de manera local, teniendo en cuenta aspectos particulares de los individuos, los grupos, las comunidades y las culturas objeto de aplicación de dichas tecnologías, lo

⁴Neira L, (1996) *La voz hablada y cantada*. Buenos Aires, Puma, p.84

⁵Vaccari M.E., Parente S, 2001. *op cit*.

que en muchos casos conduce a la no funcionalidad de dicha innovación o por lo menos a la imposibilidad de aprovechar al máximo las posibilidades de la nueva herramienta.

En el caso particular del análisis acústico de la voz, a partir de la segunda mitad del siglo XX se han producido aplicaciones procedentes de países diferentes a Colombia y en consecuencias inicialmente dirigidas a grupos sociales con diferencias marcadas en aspectos biológicos y culturales respecto a nuestra población. Son pocos los procesos de adopción y adaptación que se han registrado en nuestro país, uno de ellos es el realizado en la población de Manizales, donde la adopción de herramientas informáticas ha estado mediada por la cuantificación de los parámetros propios de la población objeto de estudio⁶.

Existen numerosas referencias sobre aplicaciones del análisis acústico en aspectos como⁷:

En la clínica: Patologías de la voz, patologías del lenguaje, patologías de la audición.

En la educación: Reeducción verbal, enseñanza de lenguas, voz cantada, hablada, profesional.

En la investigación: fonética y fonología, identificación del habla, identificación de hablantes, Descripción de las características distintivas normales y patológicas de la voz y el habla.

Desde 1997 se han realizado investigaciones tendientes a una adecuada transferencia y adopción de estas tecnologías en la ciudad de Manizales, inicialmente mediante la definición local de las características de normalidad, discriminando géneros, grupos étnicos y grados de uso de la voz; a partir de esto, se dio inicio a nuevos proyectos tendientes al desarrollo local de un nuevo analizador el cual aún se encuentra en proceso⁸.

No obstante, se hace necesario encaminar acciones que permitan tener en cuenta grupos de especial interés, entre los que sobresalen los estudiantes y profesionales dedicados al ejercicio musical, quienes se constituyen en un grupo referente en cuanto al manejo de la voz y el canto, y por lo mismo, es necesario determinar y caracterizar sus parámetros vocales, como base para potenciar el uso y manejo

⁶L.M Botero (2001) *Caracterización de los indicadores acústicos de la voz normal en la población urbana de la ciudad de Manizales*, Universidad Católica de Manizales.

⁷<http://www.anagraf.com.ar/>

⁸Botero, L.M. *ibid*

adecuado de los mismo en función de contribuir a optimizar su ejercicio musical.

A nivel mundial, el mercado ofrece diferentes analizadores de las características acústicas de la voz y el habla, entre ellos el Computerized Speech Lab (CSL)⁹, El Sistema de registro, grabación y análisis digital de la voz desarrollado por Speech Technology Center¹⁰, Dr. Speech software¹¹.

En el presente estudio el programa empleado es el Laboratorio De Análisis De Sonidos de la voz y el Habla desarrollado por el Laboratorio de Investigaciones Sensoriales (L.I.S.) de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, adscrito al CONICET¹².

El objeto de este análisis es graficar y medir los contornos acústicos principales de la voz y el habla. A) Permite analizar la voz y visualizar el espectrograma. B) Espectro de corto tiempo: evalúa la intensidad sonora sobre distintas bandas espectrales. C) cálculo de coeficientes de predicción lineal (métodos de covarianza estándar y autocorrelación: obtiene parámetros representativos de un modelo de tracto vocal y determina las frecuencias de resonancia (formantes) de ellos. D) Procesamiento homomórfico: estima la frecuencia de vibración de las cuerdas vocales (frecuencia fundamental). La información proporcionada por el módulo de análisis se aplica para la graficación de la forma de onda en sincronía con los contornos de energía total irradiada, frecuencia fundamental y frecuencias de resonancia del tracto vocal y con representación tridimensional plana (espectrograma: amplitud, frecuencia, tiempo) de la señal de habla. También ofrece las facilidades de visualización, audición y edición que presenta un editor de audio común. Permite la visualización de la onda completa, el desplazamiento sobre segmentos con distinta expansión temporal y de monitoreo acústico simultáneo. La colocación de marcas permite definir múltiples segmentos de onda que puede expandirse o concatenarse¹³.

El análisis acústico de la voz es un método utilizado para comparar la voz antes y después de alguna intervención preventiva o rehabilitadora por el Fonoaudiólogo. De igual manera ayuda a caracterizar la voz

⁹<http://www.kayelemetrics.com/>

¹⁰ <http://www.speechpro.com/es/>

¹¹ <http://www.drspeech.com/>

¹² <http://www.anagraf.com.ar/>

¹³Gurlekián, J., Facal L., Salvatori, J.M. (1996). *Preparación de un informe clínico para tres patologías de voz. Tópicos en Fonoaudiología*, Sao Paulo, CEFAC, volumen III, Lovise, p.539

cantada en su impostación, timbre, calidad vocal, vibrato, trino, gorgéo, pasajes de la voz, registros, frecuencia fundamental, extensión y el control de hábitos^{14, 15}; sirve además para verificar los cambios vocales de acuerdo a la edad, género y utilización de la voz.

Los parámetros acústicos de la voz son^{16, 17, 18, 19, 20, 21}:

ANCHO DE BANDA: Valor en Hz correspondiente a la diferencia de frecuencias que se obtiene al descender 3 decibeles (dB) del valor máximo del pico del espectro.

ARMÓNICOS: En una señal periódica, son las frecuencias múltiplo de la frecuencia fundamental. Algunos armónicos pueden coincidir con las frecuencias de los formantes.

CAVIDADES RESONANCIALES: Segmentos volumétricos en que puede dividirse el tracto por encima de la glotis hasta los labios. Puede clasificarse en cavidad anterior, media y posterior para modelos de 3 tubos o cavidad faríngea, constricción, cavidad oral. Existen también las cavidades, nasal, faríngea y extra, entre otras.

CRUCES POR CERO – ZC: Mide los contenidos de frecuencias presentes en la señal. Se basa en la cantidad de veces que la señal cruza el nivel cero de referencia, se cuantifica el cambio de signo en las muestras de la señal digitalizada.

ENERGÍA: Representación de la onda basada en la sumatoria al cuadrado de los valores de la amplitud de todas las frecuencias durante un corto tiempo. Se mide en dB y caracteriza la sonoridad.

ESPECTROGRAMA: Visualización del espectro conformado por la representación de las energías (eje y) para cada componente de frecuencia (eje x) para un segmento de onda de corta duración de 2 a 3 ciclos de frecuencia fundamental (F_0)

FORMANTES: Frecuencias naturales de resonancia de todas las cavidades supraglóticas, en el momento de producir un sonido determinado. F1, abertura de la mandíbula; F2, forma del cuerpo de la lengua; F3, posición de la punta de la lengua; F4, F5, formantes del cantante. Estos caracterizan el timbre.

FORMA DE ONDA: Representación de una señal acústica continuamente variable en amplitud y frecuencia en el tiempo.

¹⁴ Facal, L. (1998) *La voz del cantante*. Buenos Aires, Talleres Vladimir, p.33

¹⁵ Jackson-Menaldi, C. (2002) *la voz patológica*. Buenos Aires, Panamericana, p.237

¹⁶ Gurlekián, J(2001) *La percepción auditiva*. Madrid, Gráficas Tetuán, p.86

¹⁷<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/1634629-33.pdf>

¹⁸<http://acta.otorrinolaringol.esp.medynet.com/textocompleto/actaotorrino51/6.pdf>

¹⁹<http://www.tech-faq.com/lang/es/jitter.shtml>

²⁰http://www.uam.es/personal_pdi/filoyletras/jsango/Formante.htm

²¹<http://www.invenia.es/oai:dialnet.unirioja.es:ART0000031456>

Se consignan las características acústicas percibidas en la emisión vocal en el siguiente cuadro diseñado por Facal²², con modificaciones desarrolladas en Colombia^{23, 24}:

Parámetro acústico	Variación acústica	Correlato acústico	Características	
Energía total:	Normal	Sonoridad media	1	
	Sonoridad fuerte	Sonoridad ascendida	2	
	Descendida	Sonoridad débil	3	
	Regular y continua	Emisión ligada	4	
	Irregular	Emisión temblorosa	5	
	Con cortes repentinos	Emisión con quiebres	6	
	Crecimiento inicial gradual	Ataque vocal normal	7	
	Crecimiento inicial rápido	Ataque vocal duro	8	
Frecuencia	Ausente en final de frase	Final de frase "Abortado"	9	
	Regular	Emisión ligada	10	
	Fundamental:	Irregular	Con componente de ruido	11
		Ausente	Afonía	12
			Cuchicheo	13
		Valores normales	Tono medio	14
		Ascendida	Tono agudizado	15
		Descendida	Tono agravado	16
		Sin variación	Modulación monótona	17
		Con doble contorno	Diplofonía	18
		Con cortes de diferente tono *	Bitonalidad *	19
		Rango disminuido	Extensión vocálica limitada	20
	Formantes:	Valores normales	Articulación correcta	21
		Valores desplazados	Articulación incorrecta	22
		Formantes altos normales	Voz con mordiente	23
		Formantes altos atenuados	Voz opaca	24
		Formantes bajos normales	Voz con volumen	25
		Formante 1 de /a/ valor bajo**	Hipernasalidad en /a/**	26
		Formantes bajos atenuados	Voz sin volumen	27
Banda de los formantes normales		Voz con mordiente	28	
Banda Formante 1 aumentada**		Voz hiponasalizada**	29	
Banda formantes 3,4 aumentada		Voz sin mordiente	30	
Ruido:	En todo el espectro	Ruido acoplado	31	
	En posición inicial de la emisión	Ataque soplado	32	

²²L. Facal, (1998) Op. cit.

²³G. H. Combariza (2005) *El uso del análisis acústico de la voz*. Memorias Jornada de actualización Análisis acústico de la voz, Universidad Manuela Beltrán, Bogotá.

²⁴L.M. Botero (2006) *los métodos de análisis acústico como herramienta objetiva para la valoración de la voz y el habla*. Memorias del Primer Congreso Iberoamericano de habla y voz, Bogotá.

Al referirse a personas profesionales de la voz es importante reconocer y analizar cómo la voz es la expresión de todo su ser, no solo para la comunicación sino para su vida integral. En nuestro medio cuando una persona ingresa a una actividad profesional o aficionada, cuyo elemento principal de desarrollo es la voz hablada o cantada, muy rara vez se *pregunta en qué condiciones se encuentra su voz y si la misma está preparada para utilizarla por largos períodos, a largo plazo y con técnicas vocales sólidas.*

En el caso de algunos directores e instrumentistas – de instrumentos diferentes a la voz- se piensa que manejan de manera apropiada la voz, y por ende, la entonación, afinación y calidad vocal, pero en la práctica se han confirmado sus dificultades en el desempeño vocal. Algunas veces son remitidos a exámenes de agudeza auditiva y presentan resultados normales, sin que se haya resuelto la asociación auditivo-vocal para el estímulo cócleo recurrente, lo cual resulta determinante para mejorar la calidad de la emisión.

En la licenciatura en Música de la Universidad de Caldas, se desarrolla una actividad académica mediante la cual se busca la adquisición del uso adecuado de la voz y la corrección de la misma si presenta problemas vocales; está basada en la integración de principios técnicos para evitar las disfunciones vocales en los estudiantes y en sus futuros aprendices; por consiguiente, es necesario transmitir las bases iniciales para el uso comprensivo y consciente de la voz hablada y cantada.

El adecuado uso vocal en los futuros Licenciados en Música brinda la solvencia en su voz para desarrollar actividades como docencia de la música en el ámbito pre-escolar, escolar, universitario, dirección de coros, dirección de bandas, entre otros, en donde deben ser el ejemplo en ambientes convencionales y no convencionales, en muchos de los cuales se compete con el sonido de fondo; en todos los casos será necesario utilizar la voz con precisión y sin esfuerzo.

Al referirse al estudio y tratamiento de la voz, es necesario contar con un equipo transdisciplinario para afrontar los problemas vocales que van desde leves hasta severos, para buscar la rehabilitación y modificación de "vicios" vocales que pueden impedir el éxito del profesional. El uso inadecuado y el abuso vocal, pueden desencadenar características vocales como: voz soplada, tensa, estrangulada, voz con quiebres, afonía (que es la pérdida total del sonido) y disfonía.

La ronquera es una alteración patológica del timbre de la voz que aparece exclusivamente por alteraciones anatómicas, debido a

irregularidades de los bordes libres de las cuerdas vocales, por irregularidad de las oscilaciones de las mismas o por cierre insuficiente de la hendidura glótica, que se caracteriza en el cuadro acústico por aperiodicidad de la frecuencia fundamental y de los sobretonos armónicos respectivamente, a través de ruido turbulento; dicho cuadro acústico se puede percibir y medir²⁵.

La fonoastenia, definida como cansancio en la voz de diferente severidad, modificación del timbre posterior al uso vocal, reducción en la extensión y la tesitura, esfuerzo en la emisión, dificultad en el manejo de la intensidad en especial la suave, disminución en la flexibilidad sonora, en el manejo de curvas melódicas, incoordinación fonorespiratoria, corta duración en la emisión, en el coro se percibe la pérdida de homogeneidad grupal.

Los trastornos de la voz se clasifican en orgánicos, funcionales y mixtos; los orgánicos se asocian a la presencia de alguna patología evidente. Los trastornos vocales funcionales son alteraciones en las cualidades de la voz sin lesión aparente en los sistemas que intervienen en la emisión vocal, pero cuando persisten dichos síntomas en general por una técnica vocal inapropiada se puede dar inicio a compensaciones que desencadenan el hábito hiperfuncional convirtiendo esta en causas con compromiso orgánico como son las denominadas mixtas.

Los trastornos funcionales han sido llamados *disfonías por tensión muscular*, porque la laringoscopia usualmente muestra patrones anormales de biomecanismos laríngeos²⁶. El funcionamiento vocal básico se define como la emisión de una voz con diferentes características acústicas en intensidad, tono y timbre con suficiente facilidad y resistencia a la fatiga, por ello cualquier alteración pueden determinar limitaciones de la funcionalidad vocal y la inteligibilidad^{27, 28}.

En síntesis, la voz es una expresión de la intervención de sistemas orgánicos y de su interacción con el medio ambiente y la cultura, la cual, en el caso particular de los estudiantes de música debe ser permanentemente acompañada por los profesores de canto y por los profesionales de la salud entre ellos Fonoaudiólogos, vocólogos, foniatras, otorrinolaringólogos que de una u otra forma pueden incidir

²⁵Frint y Hirschberg, 1979, citado por Augspach F, (2003) Op cit

²⁶Molina, N. (2002)Reflujo y trastornos de la voz: un abordaje interdisciplinario, Fonoaudiologica, ASALFA, Buenos Aires, Tomo 48 #1 p.7

²⁷Jackson-Menaldi, C. (2002) Op cit

²⁸ [www.jvoice.org/article/S0892-1997\(06\)00133-0/abstract](http://www.jvoice.org/article/S0892-1997(06)00133-0/abstract)

en que esa emisión optimice las posibilidades de aprovechamiento de los rasgos segmentales y suprasegmentales de la voz.

Materiales y Métodos

La población evaluada corresponde a los estudiantes de Licenciatura en Música de la Universidad de Caldas, de los cuales la muestra corresponde al 18,5%, los mismos provenientes de los 5 años o niveles en que se divide la carrera. Inicialmente se desarrolló la valoración audio-perceptual (subjetiva) de cada uno de los estudiantes, con el fin de establecer la funcionalidad de los diferentes sistemas que intervienen en la voz, aplicando los protocolos de: ficha respiratoria, examen de órganos fonoarticuladores, postura corporal y evaluación perceptivo vocal. Para la valoración objetiva de la voz, se utilizó el análisis acústico de la voz elaborado por el Laboratorio de Investigaciones sensoriales de la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Medicina adscrito al CONICET. Para la grabación se siguió el protocolo²⁹ mediante el cual de cada persona se toman dos muestras de las cinco vocales aisladas dos segundos de duración por vocal entre si y en diferente orden: primero aouei y aeiou, ello para atenuar el descenso de la energía durante la fonación y así evitar registros con energía insuficiente para su medición. La muestra se tomó en posición de pies, de frente y a 10 cm de distancia, con micrófono dinámico unidireccional con respuesta a frecuencias 50 – 15000Hz impedancia de 150 Homs, marca Shure SM58. La relación señal ruido de 70 dB. Las mediciones se desarrollaron en el cuerpo de la emisión en un momento estable de la misma. Se aplicó la visualización de 10-15 ciclos de fonación.

Se analizaron los siguientes parámetros:

Frecuencia fundamental, Jitter, armónico ruido, energía, Shimmer, formantes 1, 2, 3 y anchos de banda 1, 2, 3.

El valor tomado como referente general promedio fue comparado con los establecidos en un primer acercamiento del estudio desarrollado en 2001³⁰, que determinó los parámetros acústicos de la población de la ciudad de Manizales.

El análisis estadístico fue de carácter descriptivo, tomando como referentes el promedio y la varianza de cada uno de los parámetros evaluado de manera objetiva.

²⁹Aronson, L., Rufiner L., Furmanský H, Estienne P. (2001) Características acústicas de las vocales del español rioplatense, *Fonoaudiológica*, Buenos Aires, ASALFA, Tomo 47 #1, p.29

³⁰Botero, L.M. (2001) *op cit.*.

Resultados

Tomando como valores de referencia los indicadores obtenidos en el estudio desarrollado sobre la caracterización de los indicadores acústicos de la voz normal en la población urbana de la ciudad de Manizales³¹, se evaluó el 18.5% de los estudiantes de la Licenciatura en Música de la Universidad de Caldas, cuya edad promedio fue de 20 años para el género femenino y de 22 años para el género masculino; los resultados se presentan a continuación:

Frecuencia Fundamental (Fo), Jitter, Armónico – ruido (H/N):

La Fo en el género femenino osciló entre 226 y 237 Hz, en ascenso desde la más grave vocal /u/, hasta lograr en la /i/ una diferencia de 10 Hz. Este parámetro se ubica en la escala de La3=440 Hz en la2 y la#2, según la escala suramericana de Jackson y en la Anglosajona se ubica en la3 – la#3.

En el género masculino la Fo presentó un rango de 127 a 132 Hz, ascendiendo en 1 Hz en cada vocal, en este caso la /u/ fue la más aguda. Se ubica en la escala de La3=440 Hz en Do2 según escala suramericana de Jackson y en la anglosajona en un Do3.

En general, ambos muestreos, al utilizar la emisión espontánea hablada, presentaron rangos estrechos de fluctuación, siendo más monotonal en el grupo masculino, dicho cambio fue de un tono en hombres y un tono y medio en mujeres. La frecuencia promedio de cada vocal fue la siguiente:

GENERO	VOCALES				
	A	E	I	O	U
FEMENINO	227,8	228	237	234,8	226,3
MASCULINO	127	128	129	130,7	131,8

El grupo de cuarto año presentó comportamiento particular en cuanto a este parámetro, mientras la Fo descendió en el femenino, en el masculino ascendió. En los demás grupos no registraron dichas diferencias, como se aprecia en el siguiente cuadro:

³¹Botero, L.M. (2001) *op cit*

Fo grupo año 4 masculino, y comparación con el grupo en general

GENERO	VOCALES				
	A	E	I	O	U
MASCULINO	140	143	141	141	136,3
Diferencia respecto al promedio general	13	15	12	10	4

La vocal /e/ fue la más aguda seguida de /a/, /i/, /o/, /u/.

Fo grupo año 4 femenino y comparación con el grupo en general

GENERO	VOCALES				
	A	E	I	O	U
FEMENINO		211	235	233	221
Diferencia respecto al promedio general		17	2	2	5

La mayor fluctuación se registra en la vocal /e/ seguida de /u/, /i/, /o/. Por consiguiente, la vocal /e/ fue la que contó con mayor fluctuación ascendente en el género masculino y descendente en el género femenino.

Los valores del Jitter fueron:

GENERO	VOCALES				
	A	E	I	O	U
FEMENINO	6,3	7	5,7	5,4	2,9
MASCULINO	4,3	3,8	2,9	3,9	2,7

/u/ es la vocal de menor asincronía en ambos géneros. El orden de la cercanía a los valores de niveles de típicos fue el siguiente: en el género femenino: /u/, /o/, /i/, /a/, /e/ y en el género masculino: /u/, /i/, /e/, /o/, /a/.

Los valores de Armónico Ruido (H/N) fueron:

GENERO	VOCALES				
	A	E	I	O	U
FEMENINO	2,5	-0,5	1	3,3	3,1
MASCULINO	2,8	0,4	1,1	2,9	2,1

En ambos géneros la vocal con menor presencia de ruido fue la /o/ y las vocales con mayor ruido fueron /e/, /i/. Estos datos coinciden con la fluctuación descrita en la frecuencia fundamental y con la mayor

presencia de asincronía – Jitter- en el género femenino comparada con las demás vocales. Es de anotar que el armónico-ruido se relaciona con la presencia de hiatus, característica más frecuente en el género femenino que en el masculino.

Energía total, Shimmer

Los valores promedio fueron los siguientes:

GENERO	VOCALES				
	A	E	I	O	U
FEMENINO	5,4	5,9	4,2	5,4	3,5
MASCULINO	8,8	7	5,1	5,7	4,7

El comportamiento de la energía total durante la emisión de las vocales en el género masculino tuvo un descenso promedio de 1,8 dB entre /a/, y /e/ y entre /e/, /i/ un descenso de 2 dB, la vocal /u/ es la de más baja intensidad. En el género femenino se mantuvo la energía en /a/, /e/, /o/ y descendió en /i/ 1 dB, y en /u/ en 2 dB.

Este comportamiento indica el descenso y la variabilidad de la utilización de la energía durante la emisión, la cual fue más baja en las vocales /u/, /i/ en ambos géneros que en las demás vocales, a pesar de haber sido grabada en diferentes momentos de la emisión. Existe relación entre la disminución de la intensidad y la característica de ser una vocal cerrada.

Se observó incoordinación fono-respiratoria durante la emisión, falta de manejo en dosificación de aire y apoyo vocal, presencia de golpe de glotis frecuente, final de frase abortado. Estas características mejoran en los estudiantes de los años 4 y 5.

Los valores de Shimmer en los dos géneros estuvieron dentro de los parámetros típicos:

GENERO	VOCALES				
	A	E	I	O	U
FEMENINO	0,38	0,41	0,5	0,2	0,2
MASCULINO	0,5	0,4	0,6	0,3	0,3

El orden de mejor comportamiento se registró en el género femenino /o-u/, /a-e/, /i/ y en el género masculino /o-u/, /e/, /a/, /i/. Las vocales /o/, /u/ en ambos géneros se emitieron con menor perturbación de la amplitud y menor lapso de inestabilidad de la señal vocal.

Formantes, Anchos de Banda 1, 2,3:

En general el formante 1 de todas las vocales en ambos géneros presentó una diferencia con respecto a los valores típicos menor de 300 Hz - este es el promedio considerado aceptable en modificación numérica de dicho formante- lo que indica que el manejo de la abertura de la mandíbula se encontró dentro de los valores típicos. El comportamiento promedio de todas las vocales de los formantes 2 (forma del cuerpo de la lengua) y 3 (posición de la punta de la lengua) en ambos géneros fue menos preciso, con valores aumentados con respecto al valor típico.

Los datos de diferencia con respecto a los valores típicos estuvieron aumentados así:

GENERO FEMENINO	AUMENTO DEL VALOR EN CADA VOCAL				
	A	E	I	O	U
F1	84	50	47	50	194
F2	174	700	900	500	113
F3	634	700	1200	1700	247

GENERO MASCULINO	AUMENTO DEL VALOR EN CADA VOCAL				
	A	E	I	O	U
F1	16			100	214
F2		300	600	1200	1763
F3	342	400	700	1500	2313

Se destaca la presencia de formante extra en el género masculino en los años 1 y 2 en la vocal /a/, lo que indica en estas muestras la emisión con característica de hipernasalidad. En los años 3, 4 y 5 los valores estuvieron dentro de los rangos típicos de frecuencia.

En el género femenino en general se registró manejo menos preciso de los órganos móviles que en el género masculino, el mejor uso en el género femenino se registró en las vocales /a/, /u/ y en el masculino en las vocales /a/, /e/, /i/.

Los anchos de banda estuvieron aumentados en ambos géneros, las diferencias con respecto a los valores típicos tuvieron el siguiente comportamiento:

GENERO FEMENINO	VOCALES				
	A	E	I	O	U
Ancho de banda1	164	28	91	205	107
Ancho de banda2	178	146	40	378	785
Ancho de banda3	223	199	203	348	372

GENERO MASCULINO	VOCALES				
	A	E	I	O	U
Ancho de banda1	228	251	213	208	139
Ancho de banda2	299	81	52	371	498
Ancho de banda3	234	348	183	287	387

En el género femenino en general hubo mejor aprovechamiento de energía que en el masculino siendo el mismo orden de vocales en cuanto al manejo eficiente del tracto vocal /i/, /e/, /a/, /o/, /u/. Se observó en ambos deficiente utilización del apoyo vocal, falta de manejo de resonadores para lograr el brillo y mordiente óptimo en la emisión.

Como se puede apreciar en el anexo, se registraron cambios significativos en el análisis entre los diferentes años, de acuerdo con la evolución vocal, lo cual se manifiesta en especial en el manejo de la coordinación fonorespiratoria, apoyo y del tracto vocal, esto reflejado en la conformación de formantes en especial del año uno al año cuatro tanto en las voces femeninas como en las masculinas.

Conclusiones

- La frecuencia fundamental está dentro de los valores típicos como indicador de identificación del género, sin embargo, en comparación con los valores promedio de la población en general de Manizales, en el grupo estudiado se registra frecuencia fundamental agravada en el género femenino y levemente agudizada en el masculino, comparado.
- Predomina en los estudiantes de Licenciatura en música el inadecuado manejo de la modulación y falta de apoyo vocal durante la conversación.
- En el primer año de licenciatura fue frecuente la emisión vocal con características de hiperfuncionalidad, la cual se modifica en los años siguientes, esto refleja el efecto de la actividad académica de manejo adecuado de la voz, que es la prevención y el entrenamiento para el buen uso vocal.
- Al inicio y durante las actividades académicas del primer año se logra mayor consciencia del uso vocal y el entrenamiento continuo en la misma, pero en los años siguientes en muchos casos se pierde la continuidad por parte del estudiante, lo que hace que su voz no evolucione significativamente.
- Al estudiar a cada estudiante se observó que aquellos que tienen como instrumento principal canto, modulan y proyectan mejor su voz, siendo sus formantes ubicados en la zona de mordiente y voz brillante.

- La valoración de los indicadores acústicos de la voz se constituye en una herramienta mediante el cual se logra valorar las características vocales de entrada como en el avance en el desarrollo de las mismas a lo largo del proceso de la educación vocal.
- El presente resultado es una evidencia más de que el Licenciado en música debe ser un profesional integral y cualquiera que sea su instrumento de énfasis debe tener en cuenta que ante todo, es un comunicador y un formador con una fuerte responsabilidad, dado que su conducta especialmente en el manejo de la voz es un referente tanto para sus estudiantes como para las personas en general que interactúan con él.

Recomendaciones

- Es necesario desarrollar y fortalecer estrategias que propendan por la formación integral del músico, tanto quienes tienen el canto como su instrumento principal, como los que tienen como prioridad otro instrumento, puesto que ya sea en el ejercicio musical propiamente dicho o como pedagogos de la música, todos son profesionales vocales grado I y II, los cuales necesitan un manejo preciso de la misma.
- El manejo del tracto vocal en la voz hablada es un aspecto que se debe considerar con especial énfasis en la vida cotidiana, ya que hay un manejo apropiado cuando se está consciente de "como está utilizando la voz"
- Es necesario ejercitar el manejo de la entonación y las curvas melódicas en voz hablada para lograr una emisión polifónica con una extensión mínima de una quinta.
- Se requiere establecer una actividad académica que refuerce en los años finales del programa, la necesidad de un adecuado uso vocal, en especial cuando se inicia la práctica educativa, tanto en ambientes convencionales como no convencionales
- Es necesario llevar a cabo un estudio completo de la voz antes de la clasificación vocal para el trabajo de la voz cantada en una agrupación y, colocarla en una "determinada cuerda", con el fin de definir las particularidades y realizar las actividades de prevención en el manejo de la misma.
- Se requiere estudiar con profundidad la disociación existente entre el manejo de voz hablada y cantada.
- Es necesario llevar a cabo la investigación sobre los cambios en los indicadores acústicos de la voz cantada en los estudiantes cuyo instrumento principal es canto.

- Se recomienda evaluar la utilización de la emisión vocal hablada y cantada con relación a la percepción auditiva haciendo el énfasis en la afinación.

Bibliografía

- Aronson, L., Rufiner L., Furmansky H, Estienne P. (2001) Características acústicas de las vocales del español rioplatense, *Fonoaudiológica*, Buenos Aires, ASALFA, Tomo47 #1, p.80
- Augspach, F. (2003) *Disfonías profesionales su evaluación y tratamiento*. *Fonoaudiológica*, Buenos Aires, ASALFA, Tomo 49 #2, p.100
- Behlau, M y Pontes, P. (1995) *Avaliação e tratamento das disfonias*. Sao Paulo, Lovise, p.312
- Botero, L.M. (2001) *Caracterización de los indicadores acústicos de la voz normal en la población urbana de la ciudad de Manizales*, Universidad católica de Manizales.
- Botero, L.M. (2006) *los métodos de análisis acústico como herramienta objetiva para la valoración de la voz y el habla*. Memorias del Primer Congreso Iberoamericano de habla y voz, Bogotá.
- Combariza, G. H., (2005) *El uso del análisis acústico de la voz en patología maligna*. Memorias Jornada de actualización Análisis acústico de la voz, Universidad Manuela Beltrán, Bogotá.
- Facal, L. (1998) *La voz del cantante*. Buenos Aires, Talleres Vladimir, p.139
- Gurlekián, J., Facal L., Salvatori, J.M. (1996). *Preparación de un informe clínico para tres patologías de voz. Tópicos en Fonoaudiología*, Sao Paulo, CEFAC, volumen III, Lovise, p.719
- ----- (2001) *La percepción auditiva*. Madrid, Gráficas Tetuán, p.301
- Jackson-Menaldi, C. (2002) *la voz patológica*. Buenos Aires, Panamericana, p.339
- Molina, N. (2002) Reflujo y trastornos de la voz: un abordaje interdisciplinario, *Fonoaudiologica*, ASALFA, Buenos Aires, Tomo 48 #1 p.80
- Neira L, (1996) *La voz hablada y cantada*. Buenos Aires, Puma, p.234
- Vaccari, M.E; Parente, S. (2001) *Profono*, documento guía programa de actualización en fonoaudiología, primer ciclo, módulo 2. Buenos Aires, Panamericana, p.189
- <http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/1634629-33.pdf>
- <http://acta.otorrinolaringol.esp.medynet.com/textocompleto/actaotorrino51/6.pdf>
- <http://www.tech-faq.com/lang/es/jitter.shtml>
- http://www.uam.es/personal_pdi/filoyletras/jsango/Formante.htm
- <http://www.invenia.es/oai:dialnet.unirioja.es:ART0000031456>
- <http://www.kayelemetrics.com/>