



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA
CARRERA DE FONOAUDIOLOGÍA

**ANÁLISIS ACÚSTICO DE LA VOZ DE ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE
TECNOLOGÍA MÉDICA, CUENCA 2016**

Proyecto de Investigación previa a la obtención
del título de Licenciado en Fonoaudiología.

AUTORES:

MOLINA PALTÍN DIEGO ALEJANDRO.

VARGAS LANDIVAR JAIME DAVID.

DIRECTORA:

LCDA. ORTEGA MOSQUERA PAOLA GABRIELA

ASESOR:

LCDO. ROBERTO PAULINO AGUIRRE CORNEJO

Cuenca – Ecuador

2017



Resumen

Antecedentes: La voz, como principal método de comunicación de los seres humanos debe ser estudiada por medio de un análisis objetivo de sus características acústicas para un diagnóstico acertado que desemboque un tratamiento adecuado de tal modo que el paciente sea rehabilitado. En Cuenca no se conoce los parámetros acústicos de la voz de su población por ello surge la necesidad de realizar un estudio para conocer sus valores.

Objetivo General: Determinar el Análisis Acústico de la voz de estudiantes de la Escuela de Tecnología Médica de la Universidad de Cuenca en el año 2016.

Metodología: Este estudio es de tipo descriptivo y de corte transversal. En él se usa el software Anagraf, para realizar el análisis de los parámetros objetivos de la voz en tiempo real por medios digitales. La información fue recolectada en formularios y se procesaron estadísticamente los datos utilizando el programa SPSSv.15, mediante los cálculos de la mínima, máxima, media y desviación estándar, los cuales fueron representados en tablas.

Resultados: Se estudiaron 23 hombres y 113 mujeres entre edades de 18 a 27 años sin patología vocal aparente. Se realizaron las grabaciones de las vocales /a/ y /u/ de los sujetos, utilizando el programa ANAGRAF, para calcular la frecuencia fundamental (F0), formantes (F1-F2), Energía, Relación Armónico-Ruido, Jitter, Shimmer; se obtuvo la media aritmética, desviación estándar, rango mínimo y máximo. Los parámetros acústicos obtenidos para la vocal /a/ en el género masculino son F0: 137Hz.; F1: 126Hz.; F2: 1279Hz.; Energía: 36dB; HNR: 5,02dB; Jitter: 1,07%; Shimmer: 0,38%. En las mujeres F0: 239Hz.; F1: 319Hz.; F2: 509Hz.; Energía: 29dB; HNR: 6,69dB; Jitter: 1,18%; Shimmer: 0,51%. Para la vocal /u/ son F0: 142Hz.; F1: 316Hz.; F2: 1906Hz.; Energía: 37dB; HNR: 6,26dB; Jitter: 1,17%; Shimmer: 0,45%. Y en las mujeres F0: 248Hz.; F1: 309Hz.; F2: 1091Hz.; Energía: 31dB; HNR: 6,68dB; Jitter: 1,19%; Shimmer: 0,45%.

Palabras clave: ANALISIS ACUSTICO, PARAMETROS, VOZ, VOCALES, CUANTITATIVO.



Abstract

Background: The voice as the main communication method of human beings should be studied through an objective assessment of its acoustic properties for a precise diagnostic that approaches in an optimal treatment, so that the patient will be rehabilitated. In Cuenca, the population voice acoustic parameters are unknown for that reason raises the need to develop a study to learn their values.

Objective: Execute the voice acoustic assessment of students of University of Cuenca, Faculty of Medical Science, School of Medical Technology in 2016.

Methodology: This research has a descriptive style with transversal view. Anagraf computer application is used to develop the statistical analysis of the objective voice parameter in real time. Data was compiled in forms and processed in SPSS v.15 form IBM with range, mean and standard deviation and represented it by charts.

Results: 136 young healthy students between 18 to 27 years old, 23 men and 113 women were processed. The vowels /a/ and /u/ were recorded and analyzed with Anagraf giving the values of fundamental frequency, formants (F1, F2), Energy, Harmonic to Noise Ratio, Jitter, Shimmer. Range, mean and standard deviation were obtained with the following acoustic parameters values: for the /a/ vowel for men are F0: 137Hz; F1: 126Hz.; F2: 1279Hz.; Energy: 36dB; HNR: 5,02dB; Jitter: 1,07%; Shimmer: 0,38%. And women values are F0: 239Hz.; F1: 319Hz.; F2:1509 Hz.; Energy: 29dB; HNR: 6,69dB; Jitter: 1,18%; Shimmer: 0,51%. For the /u/ vowel for men are F0: 142Hz.; F1: 316Hz.; F2: 1906Hz.; Energy: 37dB; HNR: 6,26dB; Jitter: 1,17%; Shimmer: 0,45%. And women values are F0: 248Hz.; F1: 309Hz.; F2: 1091Hz.; Energy: 31dB; HNR: 6,68dB; Jitter: 1,19%; Shimmer: 0,45%.

Keywords: ANALYSIS, PARAMETERS, VOICE, ACOUSTIC, VOWELS, QUANTITATIVE.



Tabla de Contenidos

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Capítulo 1.....	13
1.1 Introducción.....	13
1.2 Planteamiento del Problema.....	15
1.3 Justificación.....	16
Capítulo 2.....	17
2. Fundamento Teórico.....	17
Capítulo 3.....	31
3. Objetivos.....	31
3.1 Objetivo General.....	31
3.2 Objetivos Específicos.....	31
Capítulo 4.....	32
4.1 Diseño Metodológico.....	32
4.2 Tipo de estudio.....	32
4.3 Área de estudio.....	32
4.4 Universo y Muestra.....	32
4.5 Criterios de Inclusión y Exclusión.....	33
4.6 Operalización de variables.....	33
4.7 Procedimientos Previos, Métodos, Técnicas e Instrumentos.....	33
4.8 Aspectos Éticos.....	36
Capítulo 5.....	37
5. Resultados y Análisis.....	37
Capítulo 6.....	48
6.1 Discusión.....	48



Capítulo 7	52
7.1 Conclusiones y Recomendaciones	52
Anexos	57
Anexo 1.	57
Anexo 2.	59
Anexo 3.	61
Anexo 4.	63

Índice de Tablas

Tabla 1. Distribución según genero.....	38
Tabla 2. Distribución según procedencia.....	39
Tabla 3. Distribución según grupo etario.....	41
Tabla 4. Frecuencia Fundamental y Formantes 1-2 para la vocal /a/.....	42
Tabla 5. Energía y Relación Armónico-Ruido para la vocal /a/.....	43
Tabla 6. Jitter y Shimmer para la vocal /a/.....	44
Tabla 7. Frecuencia Fundamental y Formantes 1-2 para la vocal /u/.....	45
Tabla 8. Energía y Relación Armónico-Ruido para la vocal /u/.....	46
Tabla 9. Jitter y Shimmer para la vocal /u/.....	47

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Distribución según genero.....	38
Gráfico 2. Distribución según procedencia.....	40



Cláusula de Derechos de Autor

Yo, Diego Alejandro Molina Paltín, autor del Proyecto de Investigación “Análisis Acústico de la Voz de Estudiantes de la Escuela de Tecnología Médica, Cuenca 2016”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de licenciado en Fonoaudiología. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 16 de febrero de 2017

.....
Diego Alejandro Molina Paltín
CI: 0104477518



Cláusula de Derechos de Autor

Yo, Jaime David Vargas Landívar, autor del Proyecto de Investigación “Análisis Acústico de la Voz de Estudiantes de la Escuela de Tecnología Médica, Cuenca 2016”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de licenciado en Fonoaudiología. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 16 de febrero de 2017

Jaime David Vargas Landívar
CI: 0105048532



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Diego Alejandro Molina Paltín, autor del Proyecto de Investigación “Análisis Acústico de la Voz de Estudiantes de la Escuela de Tecnología Médica, Cuenca 2016”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 16 de febrero de 2017

.....
Diego Alejandro Molina Paltín
CI: 0104477518



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Jaime David Vargas Landívar, autor del Proyecto de Investigación “Análisis Acústico de la Voz de Estudiantes de la Escuela de Tecnología Médica, Cuenca 2016”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 16 de febrero de 2017

.....
Jaime David Vargas Landívar
CI: 0105048532



Agradecimiento

Toda nuestra gratitud es dirigida a la Universidad de Cuenca, por abrirnos sus puertas a su seno científico y lograr cursar satisfactoriamente la carrera de Fonoaudiología, también agradecemos a los diferentes docentes, quienes nos compartieron sus conocimientos para poder aplicarlos a nuestra vida profesional, especialmente a la Lcda. Paola Ortega M. por otorgarnos su tiempo y dedicación durante el desarrollo del proyecto de investigación. Además, a nuestros compañeros por el apoyo constante en aquellos momentos difíciles.



Dedicatoria

Quiero dedicar este logro a mi Alma Mater y a todas las personas que estuvieron presentes durante el proceso su elaboración. Entre ellos mis padres, Ángel y Nancy, con el apoyo incondicional de mis tías Anita y Gladys, a mis amigos, Silvana, Ángeles y Dui, por último, a una persona especial quien ha forjado mi camino con sus consejos y enseñanzas, Kik M.

Diego Molina.



Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi padre Jaime Francisco Vargas Vargas que ya no está con nosotros pero su espíritu y enseñanzas como padre me guiaron para no desistir en los momentos difíciles y seguir adelante con mis estudios y a mi madre Ritha Alicia Landívar Lara que sin su apoyo incondicional en todo momento no podría simplemente ocurrir nada de esto a mi amado hijo por ser fuente de inspiración para superarme a mí mismo día a día, a mis hermanos y amigos compañeros y todas esas personas que pusieron su grano de arena para que esto sea posible.

David Vargas.



Capítulo 1

1.1 Introducción

En el devenir de la historia del ser humano, la voz es el recurso más importante para la comunicación con sus congéneres, ya que puede transmitir mensajes y expresar ideas, logrando integrarse satisfactoriamente a su grupo social. La voz tiene características especiales dependiendo de la ubicación geográfica de los hablantes; es decir, es fácil diferenciar, a un individuo de la zona costanera de uno de la región andina por las características intrínsecas de su voz. También se puede distinguir, el estado emocional de una persona según la expresividad de la voz, la circunstancias en las que utiliza su voz, como son: la voz al hablar en público, al hablar en el micrófono, la voz del profesor, etc., o según la pragmática, mediante los gritos, la voz puede expresar terror, susto o desesperación o también hay gritos de triunfo de rabia o furor. Se debe detallar que una de las máximas expresiones artísticas como es el canto, utiliza como base la voz. Por esta razón los trastornos de la voz humana cobran importancia máxima, cuando es el propio individuo el que los concibe como una alteración de sí mismo, que le aboca a una incapacidad para adaptarse al medio social o laboral y al poste le causa sufrimiento (1).

El fonoaudiólogo de la Universidad de Cuenca es un profesional con sólidas competencias y capacidades para la evaluación, diagnóstico e intervención (rehabilitación, habilitación, promoción, prevención e inclusión educativa) de individuos con alteraciones en el lenguaje, habla, voz, deglución y sistemas auditivo-vestibular en los ámbitos de salud, educación, industrial y artístico. Podrá asesorar y colaborar a sujetos, instituciones y organizaciones con necesidades de apoyo en comunicación (2).

Este trabajo se enfoca y propende a tener una herramienta conveniente y precisa para el diagnóstico fonoaudiológico oportuno (3).



En la práctica fonoaudiológica existen dos tipos de diagnósticos, el objetivo cuantitativo y el perceptual cualitativo, este último es un diagnóstico subjetivo de la voz humana, ya que es una herramienta que utiliza la percepción de la intensidad, timbre y tono de la voz y el diagnóstico objetivo cuantitativo que ofrece datos numéricos del análisis de ondas como el de la voz; en nuestro medio la valoración objetiva y precisa de la voz es inexistente.

Como referencia, se utilizaron datos de los estudios realizados en Cali, Colombia, en Santiago de Chile, Buenos Aires, Argentina y en el Ecuador existe un solo estudio realizado en el año 2013 para la determinación de los valores normales de los parámetros acústicos de la voz en el Hospital Vozandes de Quito (4).

Comenzando con el registro digital de las vocales /a/ y /u/, se realiza el estudio eficiente, integral y exhaustivo de los parámetros considerados que se investigan mediante el software Anagraf y estas son: Frecuencia Fundamental, Formantes F1-F2, Energía, Shimmer, Jitter (5). Los datos compilados a través del Anagraf son procesados estadísticamente, basándose en los datos de identificación de la población estudiada, datos que considerados en conjunto proveen un diagnóstico preciso y eficiente para el uso del fonoaudiólogo.



1.2 Planteamiento del Problema

En la sociedad moderna, la incidencia de las enfermedades de la voz ha aumentado por varios factores entre ellos el crecimiento y aglomeración de individuos, el aumento de la polución acústica con gran cantidad de ruido medioambiental y los adelantos tecnológicos de los aparatos electroacústicas por este motivo implica que el hablante tenga que subir la intensidad de la voz a estos niveles por largos periodos de tiempo provocan patología en la fonación.

Existen un sin número de estudios alrededor del mundo que han presentado una alta incidencia en patologías vocales, debido a factores de riesgo: que van desde un inadecuado uso de la voz hasta factores medio ambientales, siendo los grupos más vulnerables los que utilizan su voz como medio de trabajo; en un estudio realizado en Argentina el 68% de los docentes presentaron patologías vocales, en España el 57%, en Venezuela y en Brasil el 90% y 80% respectivamente (6), así mismo en Argentina en 2012 explica que el 37% de los camareros presenta alteración vocal (7). Y en los docentes del Ecuador se observa que un 37.41% fueron diagnosticados por profesionales de la salud con disfonía (8).

Los datos estadísticos anteriores demuestran que el diagnóstico y tratamiento de estos problemas es fundamental y urgente, por lo tanto, estas personas deben ser rehabilitadas y para su intervención es necesario, un diagnóstico preciso y objetivo. En nuestro país la cantidad de estudios cuantitativos de la voz es mínima, debido a esto, para muchos fonoaudiólogos los únicos instrumentos que se requieren para el estudio de la voz son subjetivos y complementados con diagnósticos médicos realizados con espejos laríngeos, estroboscopia y más herramientas de observación clínica (1). Así, el proceso de diagnóstico de una persona con problemas de la voz se basa en los exámenes realizados por el otorrinolaringólogo y corroborado por el diagnóstico complementario del fonoaudiólogo a través de una referencia cualitativa de la voz.



1.3 Justificación

En nuestro medio, es evidente que se ha producido y existe un gran avance técnico en el sector de la salud con los dispositivos de diagnóstico médico, basados en tecnología digital en diferentes áreas de la medicina, pero en fonoaudiología no existe estudios que aprovechen estos avances, específicamente a través de la valoración de los parámetros acústicos de la voz.

En la práctica, el profesional de la voz usa pruebas de tipo subjetivo para realizar un acercamiento hacia un diagnóstico acertado y es ahí, cuando la experiencia clínica de este se ve desafiada al no tener una herramienta suficientemente eficaz para generar datos objetivos que le permitan llegar a un diagnóstico preciso.

La ciencia médica sabe que, en el área de la salud es necesario seguir un protocolo de evaluación, para llegar a un diagnóstico pertinente, y por ende establecer un tratamiento oportuno y adecuado. Las herramientas que la tecnología produce y de las cuales el fonoaudiólogo puede servirse a la hora de valorar un paciente, generan datos objetivos y certeros, para que la observación clínica sea precisa. Este estudio utiliza equipamiento digital y programas de aplicación computacional, para crear un banco de información por el cual los profesionales se guíen al momento de diagnosticar, habilitar y rehabilitar la voz.

El presente estudio genera una base datos, mediante análisis estadístico de parámetros acústicos cuantitativos de la eufonía, para ser usados como referencia por un profesional especialista en la rehabilitación de la voz patológica, de esta manera, beneficiando a la comunidad fonoaudiológica, a los pacientes y profesionales afines. Así también propenderá a producir nuevos estudios objetivos de la voz.



Capítulo 2

2. Fundamento Teórico

Definición

La palabra voz se origina del latín Vox / vocis, hace referencia al Sonido producido por la vibración de las cuerdas vocales y a la calidad, timbre o intensidad de la voz (9).

Desde épocas remotas se han realizado intentos por generar voces artificiales, en la antigua Grecia utilizaban sistemas de tuberías conectadas a un locutor humano, en otros casos auténticos ingenios acústicos capaces de producir sonoridades vocálicas. Con el pasar de los años y el desarrollo de la telefonía a principios del siglo XX motivó a los investigadores sobre las propiedades de la voz y la audición con el fin de mejorar la calidad de la comunicación telefónica. El proceso continuó con el pasar de los años y hoy en día las tecnologías existentes permiten, analizar la voz con fines de estudiar los componentes de acústicos presentes en ella (10).

Se puede clasificar la voz según: la expresividad, en las circunstancias en las que la utiliza y según la pragmática. La voz y sus características dependen del estado de ánimo, de las funciones que desempeña el individuo y la intencionalidad del sujeto y la acción que ejecuta expresándose vocalmente que nos permite diferenciar tres comportamientos vocales muy específicos siendo estos: La voz proyectada, la voz de expresión simple y la voz de apremio, teniendo en cuenta la variabilidad de la voz y sus características según la locación geográfica y condiciones ambientales (1).



2.1 Epidemiología

Un estudio realizado en Colombia en el año 2014, revisó el estado de investigación de la voz en Iberoamérica utilizando las bases de datos Dialnet, Scopus, Pubmed, Ebsco Host, Cochrane, Journal of Voice, Redalyc, Scielo y Lilacs; las palabras claves aplicadas en la búsqueda fueron: “Evaluación Vocal, Intervención Vocal, Entrenamiento Vocal, Promoción Vocal, Prevención Vocal y Rehabilitación Vocal”. En la pesquisa se encontraron publicaciones científicas de Brasil, Colombia, Venezuela, Chile, España, Argentina y México; siendo Brasil el país que reporta mayor número de circulaciones con 86 artículos distribuidos en diferentes líneas de investigación (rehabilitación, prevención, promoción, salud ocupacional), resaltando nuevamente el tópico de prevención vocal. Por su parte, México es el país con un menor reporte de publicaciones 2 artículos (11).

En un estudio realizado, en el 2014 a maestras de Puerto Rico, se analizó la vocal /a/ obteniendo una media en f0: 188 Hz, Jitter: 5,19 Shimmer: 0,90 y NHR: 0,24 (12).

En Chile en el 2011 se llevó a cabo una investigación de “Fundamentos de la Identificación Vocal de Hablantes del Español de Chile: una mirada fonoaudiológica”, donde se determinó que la vocal /u/ en los hombres presenta los siguientes parámetros F1: 294 Hz, F2: 669 Hz, y en las mujeres F1: 243 Hz, F2: 629 Hz (13).

Anatomía y Fisiología de la Fonación

La voz humana se produce voluntariamente por medio del aparato fonatorio. Éste está formado por los pulmones como fuente de energía en la forma de un flujo de aire, la laringe, que contiene las cuerdas vocales, la faringe, las cavidades orales (o bucal) y nasal y una serie de elementos articulatorios: los labios, los dientes, el alvéolo, el paladar, el velo del paladar y la lengua (10). La ciencia ha venido estudiado la configuración del organismo humano como la anatomía del mecanismo fonatorio que está compuesto por varias estructuras fundamentales entre sí, para la producción de la voz. Teóricamente y desde el punto de vista práctico, encontramos razones claras para tomar en cuenta el aprendizaje de la laringe y el cuello de una forma completa y específica. La exploración, los procedimientos diagnósticos y terapéuticos, se realizan siempre de forma totalmente integrada y su aprendizaje se hace de forma natural siguiendo esta visión (14).



Para estudiar el aparato fonador se dividirá en 3 estructuras:

- Fuelles (tracto vocal infra-glótico)
- Vibrador (tracto glótico)
- Resonadores (tracto supra-glótico)

Fuelles

La principal función de los fuelles es crear una corriente aérea producida por la espiración que se dirige hacia la glotis. La fonación es considerada una espiración activa es por ello que la voz puede considerarse una espiración sonorizada activa, para ello el aire debe ser expulsado de los pulmones por acción de los músculos espiratorios dando lugar al soplo fonatorio (15). Los fuelles están formados por los pulmones y la caja torácica a su vez esta está formada por 12 vértebras, 12 pares de costillas, los cartílagos costales y el esternón. Los movimientos de la caja torácica y el diafragma determinan la respiración. En la inspiración del aire el tórax se expande mientras que a su salida el tórax se retrae (1).

El músculo principal para la inspiración es el diafragma, de posición transversal, es límite entre las cavidades torácica y abdominal. Es un músculo plano que se inserta en los elementos óseos o cartilaginosos de la caja torácica, su porción central es tendinosa, por lo tanto, la contracción de este músculo depende de sus bordes, insertos en todos los elementos que conforman el diámetro inferior de la caja torácica. En cada espacio intercostal están los músculos intercostales externos e internos, que tienen una función espiratoria e inspiratoria respectivamente. Los intercostales internos abren y elevan las costillas durante la inspiración para permitir el aumento del diámetro anteroposterior de la caja torácica. Sus antagonistas, los músculos intercostales externos, cierran las costillas y las hacen descender para favorecer la expulsión del dióxido de carbono de los pulmones (16).

Se puede distinguir 3 tipos de soplo fonatorio: soplo torácico superior, soplo vertebral y soplo abdominal.



Vibrador

La laringe empleando su inicial función esfinteriana, proporciona un estrechamiento y una tensión muscular que propicia la ondulación de la mucosa de los repliegues vocales al pasar el soplo, se origina así un sonido laríngeo: la voz (17).

La laringe está formada por cuatro unidades anatómicas básicas esqueleto laríngeo musculatura intrínseca y extrínseca y mucosa laríngea.

El esqueleto laríngeo está formado por cinco cartílagos y u hueso flotante o suspensorio:

El esqueleto laríngeo está conformado por los cartílagos:

- Epiglotis: es un cartílago impar que actúa como una válvula que se repliega hacia atrás en el momento de la deglución evitando que los alimentos vayan hacia los pulmones.
- Tiroides: Es un cartílago impar y está formado por dos láminas unidas en la parte anterior y abierta en la parte posterior. Es comúnmente conocida como la nuez de Adán.
- Cricoides: Es un cartílago impar tiene la forma de un anillo de sello y se une al cartílago de la tráquea y al cartílago tiroides.
- Aritenoides: Son cartílagos pares y su forma es piramidal en su cara anterior se encuentra la fosita en donde se encuentran los pliegues vocales.

Estos elementos están consolidados con unas membranas o fascias siendo una estructura morfo-fisiológica, estas membranas son:

- Membrana tirohioidea
- Membrana cricotiroidea
- Membrana cricotraqueal



Musculatura intrínseca

La laringe está formada por una serie de músculos que le aportan movilidad al esqueleto laríngeo desempeñando un papel influyente en los parámetros de la voz estos músculos son:

- Músculo cricotiroides
- Músculo cricoaritenoides posterior
- Músculo cricoaritenoides lateral
- Músculo intraritenoides
- Músculo tiroaritenoides superior: (cuerdas vocales falsas o bandas ventriculares)
- Músculo tiroaritenoides inferior (cuerdas vocales verdaderas, el espacio entre estas se denomina glotis)

En un adulto con habla normal las cuerdas vocales histológicamente, están formadas por las siguientes capas desde la superficie a la profundidad (15).

- Epitelio escamoso estratificado
- Lamina propia
- Fibras del músculo estriado tiroaritenoides inferior

Musculatura extrínseca

Es aquella musculatura que está rodeando a la laringe, constituyendo el soporte y movilidad al esqueleto laríngeo este se clasifica en dos según la ubicación con respecto al hueso hioides

- Musculatura infrahiodea: Es la musculatura que une la laringe al tórax. incluyendo al esternotiroideo, tirohiodeo, esternohiodeo y omohiodeo.
- Musculatura suprahiodea: Es la que sujeta la laringe a la mandíbula. Incluyendo al milohiodeo, genihiodeo, digástrico y estilohiodeo



Mucosa laríngea

Es el revestimiento de tejido epitelial que recubre la luz de la laringe.

Los movimientos verticales del cartílago tiroideos son necesarios para la articulación de las vocales en la vocal /i/ la laringe asciende y en la vocal /u/ desciende para ello intervienen 3 grupos musculares:

- Las correas anteriores de la laringe: m. suprahioides.
- Las correas inferiores de la laringe: m. infrahioides
- Las correas superiores de la laringe: m. estilohioideo, m. digástrico.

Durante la fonación, las cuerdas vocales actúan como un transductor que convierte la energía aerodinámica, generada por el aparato respiratorio, en energía acústica radiada a los labios, que percibimos como voz. La transducción de la energía, clave de este proceso, ocurre en la glotis mediante la vibración de las cuerdas vocales, modulada por las variables subglóticas y supraglóticas (2).

Las cuerdas vocales tienen 4 posiciones en las que se pueden ubicar estas son:

- Cierre
- Apertura Normal
- Apertura Forzada
- Apertura Incompleta

Existen algunas teorías que intentan explicar la vibración de las cuerdas vocales entre ellas tenemos:

- Teoría mioelástica
- Teoría neurocronáxica
- Teoría micro ondulatoria
- Teoría impulsional



La teoría de la fonación aceptada actualmente es la Mioelástica, el aspecto mioelástico del control de la fonación se refiere al control neuromuscular de la tensión y la elasticidad de las cuerdas vocales (2). y nos dice que: durante la inspiración los pliegues vocales son llevados hacia la posición lateral abriéndose, cuando comienza la espiración en función fonatoria los pliegues vocales se acercan entre sí hasta unirse en la línea media por un fenómeno físico (1).

Una vez que los pliegues vocales están en contacto la presión de aire por debajo de ellos (presión subglótica) aumenta hasta que es lo suficientemente alta como para que los pliegues se separen, al separarse disminuye la presión subglótica y el proceso vuelve a empezar repitiendo. Cuanto más veloz es la repetición de los ciclos, más ciclos por segundo o Hertz más agudo es el tono vocal. Cuanto más lento, menos ciclos por segundo, menos Hertz, más grave es el tono vocal. Esta es la explicación de una de las características de la voz: el tono o altura. Más longitud, más tensión y menos masa igual Más agudo el sonido Menos longitud, menos tensión y más masa igual Más grave es el sonido Otra de las cualidades de la voz, la intensidad o potencia, es proporcional a la presión subglótica y a la resistencia glótica. Cuando la intensidad de la voz aumenta el cierre glótico se hace más firme. En una fonación adecuada la fase espiratoria de la fonación se inicia al mismo tiempo que el cierre de las cuerdas vocales (16).

Resonadores

El sonido producido en las cuerdas vocales se hace audible y se modifica en las cavidades de resonancia (mecanismos de emisión):

Faringe: es una cavidad muscular capaz de estrecharse en forma horizontal y vertical estos movimientos dependen de la acción del aparato suspensor de la laringe, ubicado por encima de esta y a continuación de la cavidad bucal. En ella podemos encontrar tres estructuras: laringo-faringe, orofaringe, nasofaringe.

- Fosas Nasales
- Cavidad Bucal
- Senos Paranasales



El fenómeno de la resonancia vocal es el enriquecimiento acústico del sonido laríngeo mediante la amplificación de aquellos tonos parciales que se acoplan a la frecuencia de vibración de estos espacios y el enmascaramiento de todos los demás tonos que no coincidan con dicha frecuencia de resonancia. Distinguimos la boca, la faringe y las fosas nasales.

Existen resonadores móviles, como la boca, que pueden modificar su forma y volumen adaptándose al sonido producido, y otros fijos, como las fosas nasales, que no podrán cambiar su forma ni su volumen. La boca, el principal resonador de la voz y de gran importancia para la calidad tímbrica de la voz, se modificará en función de la abertura mandibular (articulación temporomandibular) y de la posición de la lengua, labios y paladar. Para que la voz adquiriera sonoridad y calidad es necesario que las cavidades de resonancia acoplen sus dimensiones a la tensión o frecuencia de vibración glótica. Los órganos orofaciales, utilizan su musculatura para modificar la forma de las cavidades faríngea y bucal, integrándose dentro del sistema fonatorio para producir y articular los fonemas de cada idioma. A pesar de esta división, el sistema fonador es un todo homogéneo por lo cual cualquier alteración en alguna de sus partes determinará una modificación o en las demás y provocará problemas en la emisión de la voz (2).

Mecanismo de la fonación

La fonación es un mecanismo sumamente complejo e el cual participan una serie de órganos que funcionan de una manera armónica dando como resultado la producción de la voz. El papel que desempeña la respiración en la voz es fundamental para la producción de esta. El ser humano durante su proceso de evolución aprendió a utilizar la respiración para producir sonidos que con el tiempo fueron tomando significados con el fin de comunicarse con sus semejantes.

En el momento de la inspiración, la laringe y la tráquea descienden y la glotis se abre. El abdomen se adelanta ligeramente mientras se ensancha la parte media del tórax y se movilizan los músculos de la región paravertebral. Simultáneamente a esto, el diafragma desciende.



Las principales características de la voz son:

Intensidad: Depende de la amplitud de las vibraciones de las cuerdas vocales y, por lo tanto, de la fuerza con que la corriente de aire golpea los bordes de la glotis. Las variaciones en la energía con que el aire es espirado y la intensidad de la misma dependen de las alteraciones del volumen del tórax y de la fuerza de los músculos espiradores. La intensidad varía según la estructura del idioma usado y del estado emocional (18).

Tono y Altura: Depende del número de vibraciones, es mayor entre más contraídas estén las cuerdas vocales y si el orificio glótico vibra en toda su extensión y no de manera parcial. Si el número de vibraciones es mayor el sonido es más agudo. Las variedades del tono son las responsables de la entonación (18).

Timbre: Cualidad que permite distinguir los sonidos, aunque tengan la misma intensidad y altura, ya que la voz tiene un timbre diferente de acuerdo al sujeto, edad y sexo, y depende de su caja de resonancia, de su constitución anatómica y de las alteraciones que existan en ella (18).

Duración y cantidad: Se requiere un mínimo de duración para apreciar cualquier sonido. Esta se expresa en centésimas de segundo y está en relación con el hábito, la edad, el estado emocional etc. de la persona (18).



Análisis acústico de la voz

Para realizar un análisis acústico se debe tener en cuenta que al llegar a la adultez el ser humano sufre cambios anatómo-fisiológicos a nivel facial, posición de laringe y capacidad pulmonar pudiendo generar cambios en la resonancia vocal, longitud del tracto vocal y mayor captación de aire pulmonar respectivamente. La tecnología aplicada al estudio de la voz ha evolucionado en dos direcciones: en la primera se podría decir que ha mejorado en la obtención, análisis y manipulación de la muestra, y la segunda sería en la aplicación informática. Además, la frecuencia fundamental cambia dentro de los 7 a 15 años de edad porque la voz masculina cae alrededor de una octava con 137 Hz, mientras en la mujer baja 2,4 semitonos con una F0 de 207 Hz, al llegar a una edad de 18 años (2). Este estudio al estar formado por sujetos cuya edad se encuentra entre 18 y 30 años, las diferencias en la frecuencia fundamental no varían significativamente (19).

El método consiste en grabar frente a un micrófono la voz de una persona. Se le pide al paciente que produzca diferentes tipos de emisiones vocálicas. El proceso a seguir para la realización del análisis acústico requiere de distintas fases; en primer lugar, la señal acústica será captada por un micrófono, después debe ser digitalizada por una transformación analógico/digital para que finalmente, sea analizada y procesada por el programa de análisis acústico.

Estas señales acústicas ingresan a un software, el cual es capaz de extraer las dimensiones físicas de una onda sonora, analizarlas en forma cuantitativa y cualitativa, y finalmente entregar resultados gráficos y parámetros numéricos que deben ser interpretados por el evaluador. Uno de los tantos métodos o programas para el análisis acústico de la voz que se aplica en este estudio es el ANAGRAF, desarrollado en el laboratorio de investigaciones sensoriales de Buenos Aires, Argentina, dirigido por el ingeniero Jorge Gurlekian. Este tiene como objetivo graficar y medir los contornos acústicos principales del habla.

La relación de los diferentes niveles de análisis en el proceso de evaluación de la voz es de mucha importancia para conseguir un diagnóstico preciso y preparar coordinadamente entre los profesionales, la rehabilitación; médica, quirúrgica, funcional, teniendo en cuenta el análisis acústico, espectrográfico, laringoscópico, aerodinámico y perceptivo (15).



El programa tiene la función de grabación y de reproducción de los registros obtenidos, mediante el espectrograma con banda ancha y banda estrecha. Se analiza también realiza una gráfica de frecuencia fundamental y energía en función del tiempo. Este programa permite: analizar la voz y ver el espectrograma, mediante un espectro de corto tiempo en el que se evalúa la intensidad sonora sobre distintas bandas espectrales. Además, realiza el cálculo de coeficiente de predicción lineal, obtiene un parámetro representativo de un modelo del tracto vocal y determina las frecuencias de resonancia (formantes) de ellos, realizando un procesamiento homomórfico en el que estima la frecuencia de vibración de las cuerdas vocales o frecuencia fundamental (18).

Las variables que se tendrán en cuenta en el estudio: -Espectrograma: El análisis espectral se basa en la transformación discreta de Fourier (FFT), que permite descomponer una señal compleja en cada una de sus frecuencias parciales. El filtro de banda ancha tiene baja resolución frecuencial y alta resolución temporal, razón por la cual se observan los formantes. Por su parte, el filtro de banda angosta tiene buena resolución frecuencial y baja resolución temporal por lo que se observan los armónicos (20).

- Espectrograma en banda ancha.
- Shimmer
- Jitter
- Espectrograma en banda estrecha.
- Armónicos
- Formantes



Básicamente hay dos tipos de estructuras que se pueden estudiar con el espectrograma estructura de los armónicos (fuente sonora) y estructura de resonancia (filtros). Si lo que interesa es la estructura de los armónicos, hay que utilizar espectrograma de banda estrecha. El filtro más común para este análisis es de 45 Hz (25-30 ms) (20).

Frecuencia fundamental (F0)

La frecuencia fundamental es el número de veces que vibran por segundo las cuerdas vocales, la percepción de la frecuencia fundamental es el tono vocal, aunque también puede estar influenciada esta percepción por la intensidad y por las propiedades espectrales del sonido. La F0 corresponde a la onda simple de frecuencia más baja entre los que conforman una onda compleja periódica. Se trata de una concentración de energía acústica y corresponde a la frecuencia de abertura y cierre de los repliegues vocales, en los hombres esta frecuencia varía entre los 120 y los 125 Hz, con una fluctuación entre 50 y 220 cps. y en las mujeres se encuentra en 225, con una fluctuación entre los 120 y los 480 cps. (18).

La F0 tiene variaciones entre sujetos y también una cierta variabilidad en el mismo sujeto siendo complicado repetir exactamente las mismas condiciones basales en diferentes exploraciones (18).

Cuando aumenta la F0 el tono se hace más agudo, y cuando disminuye es más grave. Estos cambios no son lineales y no percibimos igual el mismo aumento a una frecuencia baja que a una frecuencia alta. Su contorno normal es una línea regular, continua, sostenida y dentro de ciertos valores considerados normales para cada sexo y edad. Nos indica que la cantidad de vibraciones por segundo de las cuerdas vocales se mantiene constante durante la emisión. Este parámetro es un indicador veraz de cuando hay alteraciones en la voz tales como nódulos, pólipos, diplofonía, tonalidad, etc (20).

La frecuencia fundamental (F0) se obtiene emitiendo una vocal mantenida por unos milisegundos, de una manera confortable, sin la menor tensión laríngea y sin esfuerzo (21). Al fonar cumpliendo los requisitos anteriores cada sujeto tiene una frecuencia fundamental de la voz característica (22).



Formantes

Son un grupo de frecuencias formadas por una concentración de energía acústica en diferentes zonas de frecuencias naturales de la cavidad resonante llamadas formantes. Estas son ondas complejas y periódicas que depende de la configuración que adopte el tracto vocal durante la pronunciación. Las vocales se diferencian acústicamente por las frecuencias de sus formantes.

F1 tiene relación con la abertura de la vocal; es decir, si la lengua está más separada del paladar, F1 es más elevada y si la lengua se acerca al paladar, F1 decrece. De esta manera, la vocal con mayor frecuencia sería la /a/.

F2 tienen relación con la forma de los labios, es decir cuanto más anterior sea su posición más alta será su frecuencia, y cuanto más redondeados se encuentren los labios, más baja será la frecuencia del F2. Por estas razones para analizar las vocales en español es necesario estudiar los dos primeros formantes (23).

Energía Total

Representación de la onda, basada en la sumatoria de los valores de amplitud al cuadrado de todas las componentes de frecuencia durante un tiempo. Su contorno normal es recto, sostenido, regular y sin interrupciones. Refiere un buen manejo de la columna de aire y de una correcta presión subglótica. Se encuentra expresada en números en la ventana correspondiente (24).

Jitter

Variación de la F0 ciclo a ciclo es una perturbación de frecuencia. Es la variabilidad del periodo entre ciclos contiguos, expresable de forma absoluta o en porcentaje. El jitter, es un parámetro “microscópico” que mide una alteración mínima en una parte pequeña de la muestra, la que el programa considere más estable. Se expresa como absoluto o porcentaje (15).

Los valores pequeños del jitter se consideran normales, mientras que los relativamente grandes son patológicos referente (25).



Existen dos tipos de jitter

Jitter absoluto: mide la variación interciclos en unidades de tiempo. Se ve afectado por la F0 del individuo y, por tanto, hay claras diferencias según el sexo.

Jitter relativo: mide la variación interciclos en porcentaje, con lo cual no se ve afectado por la F0 y no hay diferencias según el sexo. Se expresa en porcentaje porque es el resultado de un cociente (25).

Shimmer

Shimmer es la perturbación de amplitud. Esta mide la variabilidad en la amplitud entre ciclos consecutivos. Las medidas de la perturbación de la amplitud en general se llaman shimmer y son análogas a las perturbaciones de la frecuencia fundamental jitter. La medición del shimmer se usa para cuantificar pequeños lapsos de inestabilidad de la señal acústica (25). El shimmer puede a su vez variar por dos causas, en primer lugar, por cambios en el tono muscular, debidos por ejemplo a desórdenes neurológicos, y segundo por alteraciones aerodinámicas causadas por problemas bronco-pulmonares, o por defectos en el cierre glótico. Esta medida expresa el grado de estabilidad o inestabilidad del sistema fonatorio durante la producción de voz

Relación armónico-ruido (NHR)

Es la relación armónico-ruido y esta mide la relación existente entre la parte armónica estructurada de la señal y la parte no periódica (25). El aumento de la NHR se interpreta como el incremento espectral del ruido, que puede deberse a la variación de la amplitud de la frecuencia, a ruido turbulento (2).

Para el estudio se ha decidido realizar la grabación de las vocales /a/ y /u/, debido a la teoría de Quantal Speech que se refiere a que existen regiones fijas llamadas “vocales de punto” que se encuentran cerca de un mismo punto de articulación en todos los idiomas, además la variación entre las categorías de las vocales de punto es menor en comparación con otras vocales en diferentes idiomas lo que resulta en que la acústica y la percepción de dichas vocales es más sencilla (26).



Capítulo 3

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Determinar el análisis acústico de la voz de los estudiantes de la Escuela de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca, 2016.

3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar al grupo de estudio según las variables de edad, género, lugar de procedencia.
- Registrar el fonema de las vocales /a/ y /u/.
- Determinar los parámetros acústicos del grupo de estudio mediante las variables: F0, F1-F2, Energía, Jitter, Shimmer y HNR.



Capítulo 4

4.1 Diseño Metodológico

Este trabajo de investigación, pretende identificar las variables demográficas y geográficas de una parte de la población para realizar, el análisis cuantitativo de la voz. La muestra se obtendrá a partir de la selección de los sujetos mediante la aplicación de una encuesta basada en los criterios de inclusión y exclusión.

4.2 Tipo de estudio

La investigación presente abordará el tema metodológico mediante la técnica descriptiva con un sesgo transversal (27). Esta técnica permitirá realizar el análisis acústico de la voz de los estudiantes de la Escuela de Tecnología Médica, 2016.

4.3 Área de estudio

El área de estudio, está compuesta por 657 estudiantes de la Escuela de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca.

4.4 Universo y Muestra

Universo: Está constituido por el total de 657 estudiantes de la Escuela de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca.

Muestra: La muestra es de 243 sujetos, la cual se obtiene, mediante la fórmula descrita, en el libro Metodología de la Investigación de Hernández, conociendo el tamaño de la población con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. La muestra estratificada proporcional será formada por 53 hombres y 190 mujeres seleccionadas de manera aleatoria de entre los estudiantes pertenecientes a la Escuela de Tecnología Médica. Dado que el universo tiene 657 sujetos según la base de datos publicada por la Escuela de Tecnología Médica, la relación entre géneros es de 78% de mujeres y 22% de hombres (27).



4.5 Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de inclusión

- Mayores de 18 y menores de 30 años.
- Ser estudiante de la Escuela de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca.
- Firma del consentimiento informado por los participantes en el estudio.

Criterios de exclusión

- Para participar en el estudio, los sujetos no deben presentar aparentes alteraciones anatómicas (nódulos, pólipos, cirugías en la garganta o cuerdas vocales) y fisiológicas del mecanismo respiratorio-fonatorio (gripes, congestiones, asma).
- Fumadores.
- Individuos que hayan realizado esfuerzo vocal (gritado, asistido a un concierto) en las 48 horas previas al estudio.

4.6 Operalización de variables

Las variables serán operalizadas según el formato establecido por la Universidad de Cuenca. (Anexo 1)

4.7 Procedimientos Previos, Métodos, Técnicas e Instrumentos

Procedimientos Previos

Petición a la Directora de la Escuela de Tecnología Médica de la Universidad de Cuenca, para el acceso a los estudiantes con el objeto de conformar la muestra de la presente investigación y su aceptación.

Se realizó la selección, revisión y petición del aula adecuada para la grabación acústica de la voz a la Directora de Carrera de Fonoaudiología. El lugar tiene las siguientes características: se encuentra ubicado a 2.520 metros de altura sobre el nivel del mar, en el valle de Cuenca-Ecuador, en la primera planta alta del edificio de la Escuela de Tecnología Médica. Aproximadamente a 60 metros del Río Tomebamba. Esta aula fue escogida por las razones de conveniencia, espacio físico, horario permitido, tamaño, ausencia de ruido y vibraciones aparentes.



Métodos

Los sujetos, cuya voz forman la muestra son estudiantes jóvenes hombres y mujeres, de varias provincias del Ecuador en distintas proporciones.

La prueba de tamizaje se realizó, mediante tres preguntas claves dirigidas al sujeto que permite la inclusión o exclusión en este estudio y basado en la salud vocal del individuo. (Anexo 2)

Para el registro de la voz del sujeto, se utilizó un aula universitaria, con las siguientes características: 60 metros cúbicos de 3 metros de alto, 4 metros de ancho, y 5 metros de largo con 3 de las 4 paredes recubiertas de mortero enlucido sobre ladrillo, la cuarta pared en vidrio y aluminio, el cielo raso tiene la misma conformación de las paredes enlucidas y el piso está recubierto de cerámica. La mesa construida, en estructura de metal y superficie de madera forma el soporte para el cono de grabación. Entre el cono de grabación y la superficie de madera existe un material que es elástico, esponjoso, semi-viscoso que amortigua a las vibraciones mecánicas transmitidas a través de la mesa. El cono de grabación, es un dispositivo que sirve para el registro acústico de las voces en entornos que no son completamente silenciosos o libres de vibraciones. Las características del cono tienen que ver con su forma y los materiales con los cuales está construido que son madera perforada, espuma de alta densidad fina y esponjas acústicas. La forma cónica contribuye a la captación y ganancia en intensidad del sonido. Los objetivos del cono son: disminuir el eco, la resonancia y la reverberación de los entornos donde se realizará las grabaciones. El cono funciona mediante la absorción de las reflexiones del sonido producido por el sujeto y captado por el micrófono. El micrófono utilizado es H4n Pro, tipo dinámico, unidireccional cardiode, sensibilidad de -45 dB/1 Pa a 1 kHz. Este capta las ondas sonoras directas producidas por el sujeto. Posteriormente pasa el sonido a una grabadora de audio que registra en modo digital. Estas grabaciones serán analizadas por la aplicación de programa de computadora Anagraf. Este programa está desarrollado con el fin recibir señal de audio digital y entregar valores de parámetros objetivos característicos de la voz humana. El programa funciona haciendo un análisis espectral de la onda digital que representa el sonido de la voz.



Los datos extraídos del programa Anagraf, son analizados matemáticamente, para producir información estadística que facilite la interpretación de la acústica de la voz en entornos grupales o sociales pudiendo generarse así estándares, mediante el programa SPSS v15.

Técnicas e Instrumentos

Los sujetos completan el formulario con datos de filiación, entre los que corresponden a nombres y apellidos, edad, genero, procedencia, y número de teléfono.

Las preguntas claves que los sujetos respondieron son acerca de consumo de tabaco, si ha realizado un esfuerzo vocal excesivo, y que no posea alteraciones anatómicas y fisiológicas en sus cuerdas vocales.

El equipamiento que se utilizó para el registro acústico de la voz es un cono de grabación que va sobre una superficie amortiguadora y aislante. Dentro del cono, en su cúspide, se coloca un micrófono para luego pedir al sujeto que se siente en posición correcta y cómoda en una silla frente al cono a una distancia de 15 cm del micrófono (19). Después se solicita al sujeto, que realice una emisión continua con cada una de las vocales /a/ y /u/ por una duración de 3 a 5 segundos aproximadamente con una voz relajada, natural y no forzada, luego de una inspiración profunda a una intensidad de habla conversacional (25). La voz digitalizada es guardada en un archivo de audio con formato WAV. y con el nombre del archivo correspondiente al número de formulario. Posteriormente, el programa Anagraf, recibe una señal de audio que es transformada digitalmente en una representación de la señal vocal en tiempo real, por medio del espectrograma.

Una vez realizado el registro acústico en una base de datos se procede al análisis estadístico de las variables que son: frecuencia fundamental, formantes 1-2, energía total, relación armónico - ruido, shimmer y jitter.



4.8 Aspectos Éticos

Antes de iniciar la investigación los estudiantes deberán tener firmado el consentimiento informado. (Anexo 3)

El sujeto podrá realizar todas las preguntas que el desee en cualquier momento de la investigación, el proceso de recolección de datos no tiene ninguna compensación económica y tampoco implica daño físico ni psicológico. El sujeto puede retirarse del proceso en cualquier momento durante la toma de muestras. Además, toda la información colectada es confidencial.

Los datos recogidos serán utilizados sólo con fines investigativos, solo serán utilizados para este estudio y la muestra total no se utilizará para estudios posteriores.



Capítulo 5

5. Resultados y Análisis

El análisis de la voz, inicia al ingresar las muestras de audio al programa Anagraf, el cual es el que proporciona los parámetros característicos de la voz y que produce valores de índole cuantitativo, seguidamente estos datos se ingresan al programa estadístico SPSS para su procesamiento y posterior interpretación.

La señal de audio al ser ingresada al programa Anagraf puede ser analizada de la siguiente manera, seleccionando parte de la grabación de la voz correspondiente a la vocal que se desea examinar. Pulsando los botones de F0, Energía y “LPC” para posteriormente presionar el botón “Calc”, el cual se encarga de calcular los datos cuantitativos de F0, Formantes, Energía, Relación Armónico-ruído, jitter, shimmer y demás parámetros.

La información de los parámetros objetivos entregados por el Anagraf se ingresan a la aplicación de computadora de análisis estadístico SPSS versión 15. En el cual se registran las variables cuantitativas y luego se utilizan procesos de análisis estadístico para obtener resultados de promedio, desviación estándar, mínimo y máximo.

Del total de la muestra constituida por 243 estudiantes de la escuela de Tecnología Médica, se determinaron para la toma de la muestra 136 sujetos. Las restantes 107 personas fueron excluidas por los siguientes motivos, con el 41,12% por presentar alteraciones anatómicas o funcionales. Seguido con un porcentaje de 21,50% para sujetos que fuman menos de 5 tabacos al día, con una distribución de frecuencia de 11 sujetos para el género masculino y 12 para el género femenino. El esfuerzo vocal excesivo dentro de 48 horas se presentó con un porcentaje de 16.82%. El resto de sujetos respondieron a más de una pregunta de las presentadas en el tamizaje de la voz, representando una suma porcentual de 20.55%. (anexo 4)



Numero de sujetos a grabar.

Tabla Nº 1

Distribución según género de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.

Género	Nº	%
Masculino	23	16,9
Femenino	113	83,1
Total	136	100

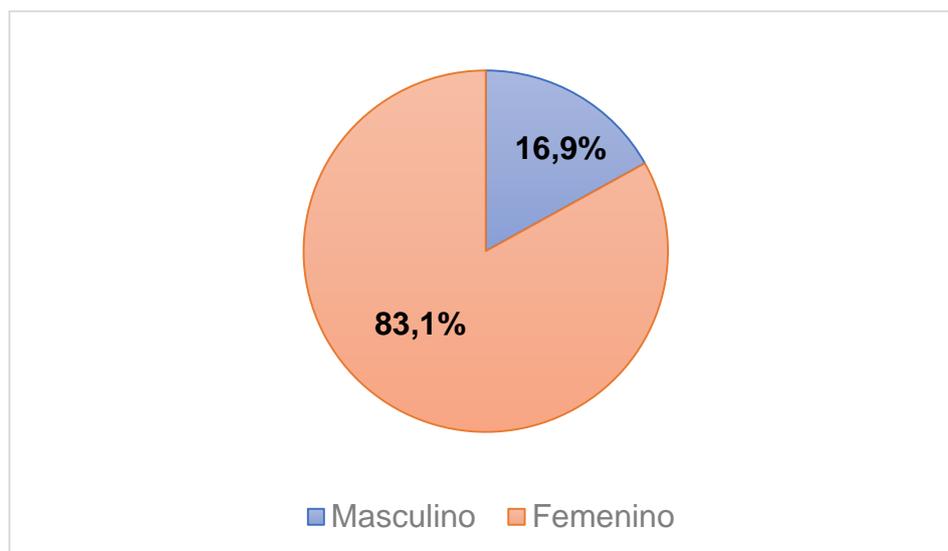
Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Los autores.

De acuerdo a la tabla precedente, los sujetos seleccionados para la toma de las muestras de grabación de voz, corresponde a un 16,9% para género masculino (23) y a un 83,1% de género femenino (113) del total de 136 aptos. Datos que se reflejan en el siguiente gráfico:

Gráfico Nº 1

Distribución según género de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.



Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Los autores.



Procedencia

Tabla Nº 2

Distribución según género y procedencia de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.

Procedencia	Género				Total	
	Masculino		Femenino			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Azuay	16	69,6	83	73,5	99	72,8
Cañar	2	8,7	14	12,4	16	11,8
El Oro	2	8,7	3	2,7	5	3,7
Loja	1	4,3	3	2,7	4	2,9
Zamora	1	4,3	2	1,8	3	2,2
Morona Santiago	0	0,0	3	2,7	3	2,2
Pichincha	1	4,3	3	2,7	4	2,9
Imbabura	0	0,0	1	0,9	1	0,7
Santa Elena	0	0,0	1	0,9	1	0,7
Total	23	100	113	100	136	100

Fuente: Formulario de recolección de datos.

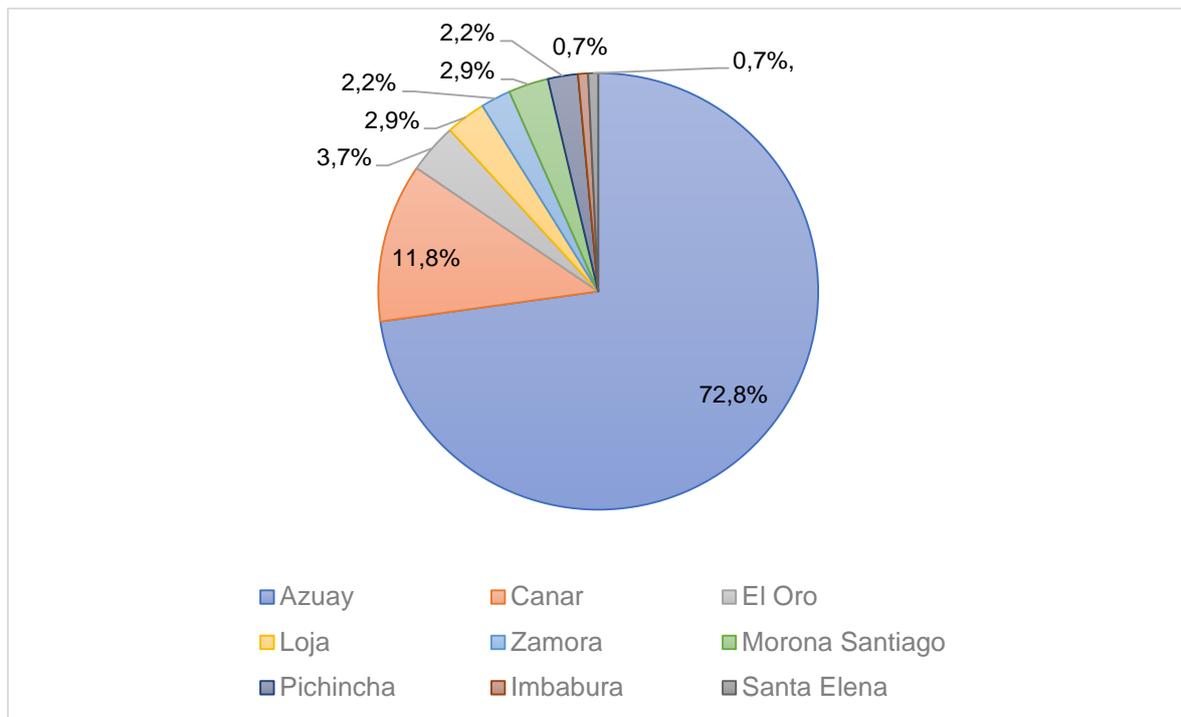
Elaborado por: Los autores.

La tabla anterior muestra que la suma porcentual ambos géneros es (72,8%) procedente de la provincia del Azuay, continuando con la provincia del Cañar (11,8%), las otras 7 provincias restantes se distribuyen de forma regular. Estos datos se demuestran en el siguiente gráfico:



Grafico Nº 2

Distribución según género y procedencia de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.



Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Los autores.



Edad

Tabla Nº 3

Distribución según grupo etario y género de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.

Grupo Etario	Género				Total	
	Masculino		Femenino			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
18 – 20	12	52,2	58	51,3	70	51
21 – 23	9	39,1	46	40,7	55	40
24 – 26	2	8,7	7	6,2	9	7
27 en adelante	0	0,0	2	1,8	2	1
Total	23	100	113	100	136	100

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Los autores.

La tabla N.3 se observa que los participantes, que son de género masculino de edad comprendida entre 18 a 20 años presentan un alto porcentaje de 52,2% mientras que el 8,7% son de 24 a 26 años. Para el género femenino se muestra que el 51,3% corresponde al grupo etario de 18 a 20 años y solo el 1,8% tiene la edad de 27 años de edad en adelante.

**Parámetros Acústicos Vocal /a/****Tabla Nº 4**

Distribución según género y parámetros acústicos de frecuencia fundamental, f1, f2 para la vocal /a/ de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.

Parámetros Acústicos	Género							
	Masculino				Femenino			
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Frecuencia Fundamental (Hz.)	97	179	137	20	189	289	239	20
Formante 1 (Hz.)	142	434	266	69	229	505	319	49
Formante 2 (Hz.)	762	1517	1279	157	265	2409	1509	305

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Los autores.

La tabla N.4 exhibe los valores para la vocal /a/ para el género masculino la media frecuencia fundamental es de 137 Hz. El formante 1 presenta una media de 266 Hz. y el formante 2 una media de 1279 Hz. Para el género femenino la media de frecuencia fundamental en 239 Hz. El Formante 1 tiene una media de 319 Hz. y el Formante 2 tiene media de 1509 Hz.



Tabla Nº 5

Distribución según género y parámetros acústicos de energía y relación armónico-ruído para la vocal /a/ de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.

Parámetros Acústicos	Género							
	Masculino				Femenino			
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Energía (dB)	23	49	36	6	15	40	29	5
Relación Armónico-Ruido (dB)	1,30	7,55	5,02	1,53	1,92	11,37	6,69	1,79

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Los autores.

La tabla N.5 muestra que para el género masculino la energía para la vocal /a/ tiene una media de 36 dB. y la relación armónico-ruído posee una media de 5,02 dB. Para el género femenino que la energía tiene una media de 29 dB. y la relación armónico-ruído posee una media de 6,69 dB.



Tabla Nº 6

Distribución según género y parámetros acústicos de jitter, shimmer para la vocal /a/ de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.

Parámetros Acústicos	Género							
	Masculino				Femenino			
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Jitter CC %	0,56	1,74	1,07	0,36	0	1,95	1,18	0,37
Shimmer %	0	0,80	0,38	0,22	0	1,66	0,51	0,28

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Los autores.

La tabla N.6 muestra valores para la vocal /a/ para el género masculino de jitter con una media de 1,07% y el shimmer con una media de 0,38%. Para el género femenino de jitter con una media de 1,18% y el shimmer con una media de 0,51%.

**Parámetros Acústicos Vocal /u/****Tabla Nº 7**

Distribución según género y parámetros acústicos de frecuencia fundamental, f1, f2 para la vocal /u/ de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.

Parámetros Acústicos	Género							
	Masculino				Femenino			
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Frecuencia Fundamental (Hz.)	102	176	142	20	196	332	248	25
Formante 1 (Hz.)	225	409	316	46	232	481	309	49
Formante 2 (Hz.)	430	2871	1906	804	406	2896	1091	823

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Los autores.

La tabla N.7 exhibe los valores para la vocal /u/ para el género masculino la media de frecuencia fundamental en 142 Hz. El valor para el Formante 1 es una media de 316 Hz. y para el Formante 2 es una media de 1906 Hz. Para el género femenino la media de frecuencia fundamental en 248 Hz. El valor para el Formante 1 es una media de 309 Hz. y para el formante 2 es una media de 1091 Hz.



Tabla Nº 8

Distribución según género y parámetros acústicos de energía y relación armónico-ruído para la vocal /u/ de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.

Parámetros Acústicos	Género							
	Masculino				Femenino			
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Energía (dB)	27	52	37	6	13	43	31	5
Relación Armónico-Ruido (dB)	1,03	9,92	6,26	2,22	0,95	13,33	6,68	2,23

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Los autores.

La tabla N.8 muestra que la energía para la vocal /u/ para el género masculino tiene una media de 37 dB. y la relación armónico-ruído posee una media de 6,26 dB. Para el género femenino la vocal /u/ tiene una media de 31 dB. y la relación armónico-ruído posee una media de 6,68 dB.



Tabla Nº 9

Distribución según género y parámetros acústicos de jitter y shimmer para la vocal /u/ de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.

Parámetros Acústicos	Género							
	Masculino				Femenino			
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Jitter CC %	0,59	1,74	1,17	0,33	0,52	1,81	1,19	0,28
Shimmer %	0	0,79	0,45	0,27	0	1,76	0,45	0,27

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Los autores.

La tabla N.9 muestra valores para la vocal /u/ para el género masculino de jitter con una media de 1,17 % y un shimmer con una media de 0,45 %. Para el género femenino la vocal /u/ tiene un jitter con una media de 1,19 % y un shimmer con una media de 0,45 %.



Capítulo 6

6.1 Discusión

La voz es el medio más primitivo y eficiente de la comunicación humana con su base principal yaciendo en la fonación que se produce por la vibración de las cuerdas vocales ubicadas en la laringe. Esta vibración se produce por la aducción de las cuerdas vocales al ser una resistencia para el flujo de aire continuo originado por los pulmones. El sonido generado en la laringe es proyectado a diferentes zonas de la cavidad oral. Estas áreas se les conoce como resonadores que modifican, enfatizan o atenúan la voz. El análisis de la voz permite caracterizar al sonido producido por el tracto vocal a través diferentes parámetros acústicos (13). Los valores obtenidos identifican a los individuos de una población en una zona geográfica determinada y un estrato sociocultural definido (28).

Los 136 individuos cuya voz fue grabada proceden mayormente de la provincia del Azuay seguida de la provincia del Cañar.

En este estudio se han dividido las muestras en 4 grupos etarios iguales en intervalos de 3 años cada uno, desde los 18 a 27 años. El estrato etario de mayor frecuencia es 18 a 20 años con un 51% del total, le sigue el estrato de 21 a 23 años que representa el 40%.

Los parámetros físico-acústicos de la voz usados en este estudio son: la frecuencia fundamental (F0), formantes 1 y 2 (F1, F2), energía (Et), relación armónico-ruido (HNR), jitter (JT) y shimmer (SH). Al analizar la frecuencia fundamental de la vocal /a/ en el género masculino se encuentra que la media es 137 Hz; SD: 20. En la investigación efectuada en Santiago de Chile (28), el tono habitual de F0 es 140 Hz; SD: 28,07, similar al de Cuenca; mientras que en Buenos Aires (29), el tono habitual de F0 es 118 Hz; SD: 20,45, siendo este un tono notablemente más grave. El promedio de F0 en el género femenino es 239 Hz; SD: 20. En Quito (4), se obtuvo el tono vocal promedio de 254 Hz; SD: 15,56, los valores entre Cuenca y Quito son cercanos, mostrándose bastante agudos en relación a la frecuencia media encontrada en las maestras de Puerto Rico (12) con 188,56 Hz; SD:23,68.



El formante 1 (F1) de la vocal /a/, está relacionado con la apertura vocal, los promedios encontrados en este estudio para el género masculino son F1:266; SD:69, en Santiago de Chile (28) es F1: 812 Hz; SD:94,1, se infiere que en la ciudad de Cuenca existe menos apertura vocal que en la ciudad de Santiago de Chile al pronunciar la vocal /a/. Para el género femenino se tiene F1: 319 Hz; SD:49 y en Rio de la Plata (28), F1:330 Hz. datos bastantes cercanos a la presente investigación.

El Formante 2 (F2) de la vocal /a/, caracteriza la posición de los labios, los valores promedios obtenidos en el estudio para el género masculino son F2: 1279 Hz; SD:157 y en Santiago de Chile (28) se obtuvo F2: 1332 Hz; SD:176,6 y para el género femenino F2: 1509 Hz; SD: 305, mientras en Santiago de Chile es F2: 1597; SD: 220,5 (28) produciéndose datos muy similares.

La energía (Et) está relacionada con la eficiencia del manejo del aire expulsado en la fonación y la intensidad del sonido producido (24), los promedios de energía para la vocal /a/ en el género masculino encontrados fueron Et: 36 dB; SD: 6, en el estudio de Cali, Colombia (18) se obtuvo Et: 28,9 dB; SD: 7,42, mostrando esta, una menor cantidad de energía que en la ciudad de Cuenca. Para el género femenino se halló la energía: 29 dB; SD: 5.

La relación armónico-ruido (HNR) se produce entre la intensidad de sonido de la articulación armónica de los fonemas y el ruido por turbulencia al expulsar el aire por el tracto vocal (24). En esta investigación, para el género masculino, se obtuvo la media de HNR: 5,02 dB; SD: 1,53 y en Buenos Aires, se encontró la media de HNR: 6,63 dB; SD: 2,40. Para el género femenino en Cuenca se obtuvo HNR: 6,69 dB; SD: 1,79, datos muy próximos a los hallados en el estudio de Buenos Aires (29).

En esta investigación, la media de la frecuencia fundamental (F0) de la vocal /u/ en el género masculino es F0: 142 Hz; SD: 20. En el estudio realizado en Santiago de Chile (28), el tono vocal de F0 es 137 Hz; SD: 28,52, altamente parecido al de Cuenca. Mientras que en Rio de la Plata, Argentina (28), el tono habitual de F0 es 124 Hz, siendo este una frecuencia marcadamente más grave. El promedio de F0 en el género femenino es 248 Hz; SD: 25. En Rio de la Plata (28), se obtuvo el tono vocal promedio de 204 Hz; siendo este más grave al encontrado en el presente trabajo.



Para el formante 1 (F1) de la vocal /u/, el promedio encontrado en este estudio para el género masculino es F1: 316 Hz; SD: 46 y en Santiago de Chile (28) es F1: 392 Hz; SD:76,8. Se infiere que en la ciudad de Cuenca existe una apertura vocal similar a la de la ciudad de Santiago de Chile al pronunciar la vocal /u/. Para el género femenino F1: 309 Hz; SD:49 y en Santiago de Chile (28), F1: 420 Hz; SD: 69,4, estos datos demuestran que la apertura vocal en el fonema /u/ es mucho menor en la ciudad de Cuenca.

Para el Formante 2 (F2) de la vocal /u/, el valor promedio obtenido en el estudio para el género masculino es F2: 1906 Hz; SD: 804 y en Santiago de Chile (28) se obtuvo F2: 1341 Hz; SD: 792. Para el género femenino F2: 1091 Hz; SD: 823, mientras en Santiago de Chile es F2: 1540; SD: 864,4 demostrando que en Cuenca los hombres proyectan más los labios, mientras las mujeres lo hacen menos que en Santiago de Chile (28).

La media de energía (Et) en el género masculino para la vocal /u/ es Et: 37 dB; SD:6, La relación armónico-ruido (HNR) se obtuvo 6,26 dB; SD: 2,22. Para el género femenino se encontró la Et: 31 dB; SD: 5 y HNR: 6,68; SD: 2,23 valores de parámetros bastantes parecidos a los encontrados en este estudio para la vocal /a/.

El jitter (JT) y el shimmer (SH) para las medias de la vocal /a/ fueron en el género masculino JT: 1,07%; SD: 0,36 y SH: 0,38%; SD: 0,22. Para el género femenino, se encontró JT: 1,18%; SD: 0,37, y SH: 0,51%; SD: 0,28. Los promedios para el jitter y el shimmer de la vocal /u/ fueron para el género masculino JT:1,17%; SD: 0,33 y SH:0,45%; SD:0,27. Para el género femenino, se encontró JT: 1,19%; SD: 0,28, y SH: 0,45%; SD: 0,27. Los valores agregados para la normalidad obtenidos en el laboratorio de LIS, Argentina son JT: 1,4% y SH: 0,3% (18).

Se puede inferir que existen variaciones leves en los datos presentados anteriormente. Sabiendo que cuando el jitter se encuentra elevado existe un aumento de la aperiodicidad de las cuerdas vocales durante la fonación, y si el shimmer se encuentra elevado presenta una mayor perturbación de la amplitud de ciclo a ciclo fonador.



En nuestro país la única investigación que ha valorado los parámetros acústicos de la voz se realizó en el Hospital Vozandes (4) de Quito en el año de 2013, investigando a 77 sujetos divididos en 44 mujeres y 35 hombres, de edades entre 19 a 45 años obteniendo valores para la vocal /a/ en el género masculino como F0: 125 Hz; SD: 6,93; Jitter 0,13%; SD: 0,05, Shimmer 3,09%; SD: 0,59 y en las mujeres F0: 254 Hz; SD: 15,56, Jitter 0,2%; SD: 0,09; Shimmer 3,71%; SD: 1,41, mientras que el presente estudio se realizó con una muestra de 136 sujetos separados en 23 hombres y 113 mujeres de edades entre 18 a 27 años encontrando valores de los parámetros en hombres para la vocal /a/ de F0: 137 Hz; SD: 20; F1: 126 Hz; SD: 69; F2: 1279 Hz; SD: 157; Energía: 36 dB; SD: 6; HNR: 5,02; SD: 1,53; Jitter: 1,07%; SD: 0,36; Shimmer: 0,38%; SD: 0,22. Y en las mujeres F0: 239 Hz; SD: 20 F1: 319 Hz; SD: 49; F2: 1509 Hz; SD: 305; Energía: 29 dB; SD: 5 HNR: 6,69; SD: 1,79; Jitter: 1,18%; SD: 0,37; Shimmer: 0,51%; SD: 0,28.

La investigación realizada en la ciudad de Quito en el año 2013 en el Hospital Vozandes resulta ser el trabajo más cercano al presente, siendo este actual y objetivo, aunque es poco comparable y sus datos no son compatibles por la distinta amplitud del rango de la edad de la muestra, el uso de diferentes programas de análisis acústico de la voz y la diferencia en los parámetros considerados. Además, solo se pudo comparar la frecuencia fundamental, jitter y shimmer a excepción de la energía, relación armonio-ruido, formantes 1 y 2 que no fueron tomados en cuenta para dicho estudio.



Capítulo 7

7.1 Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El grupo etario más prevalente fue de 18 a 19 años para hombres con un 43,5% y 36,3% de 20 a 21 años para mujeres.

La procedencia de mayor porcentaje fue de hombres y mujeres de la provincia del Azuay con un 69,9% y 73,5% respectivamente.

Los parámetros acústicos para la vocal /a/ son F0: 137 Hz.; F1: 126 Hz.; F2: 1279 Hz.; Energía: 36 dB; HNR: 5,02; Jitter: 1,07%; Shimmer: 0,38%. Y en las mujeres F0: 239 Hz.; F1: 319 Hz.; F2: 1509 Hz.; Energía: 29 dB; HNR: 6,69; Jitter: 1,18%; Shimmer: 0,51%.

Los parámetros acústicos para la vocal /u/ son F0: 142 Hz.; F1: 316 Hz.; F2: 1906 Hz.; Energía: 37 dB; HNR: 6,26; Jitter: 1,17%; Shimmer: 0,45%. Y en las mujeres F0: 248 Hz.; F1: 309 Hz.; F2: 1091 Hz.; Energía: 31 dB; HNR: 6,68; Jitter: 1,19%; Shimmer: 0,45%.

Se establecieron los parámetros acústicos de la voz para la vocales /a/ y /u/ y se concluye que la fonación puede ser estudiada de forma objetiva al obtener datos estadísticos fiables de los valores cuantitativos de la voz. Estos parámetros influyen en la articulación de las vocales dando una característica acústica propia a los hablantes de zona geográfica determinada.



Recomendación

Al momento de realizar la grabación acústica de las voces se dan varios factores que afectan a esta como por ejemplo los aspectos ambientales, así, se recomienda mantener una alta integridad en los procedimientos y técnicas para conseguir una calidad de grabación óptima. Para esto se debe utilizar una cabina sonoamortiguada, un cono acústico absorbente de grabación y buenas características electrónicas de los equipos.

Este estudio muestra que existen diferencias sustanciales entre sujetos provenientes de distintas zonas geográficas y demográficas como por ejemplo el contraste entre hablantes de la costa y de la sierra. También existen diferencias notables entre grupo humanos distintos. Se recomienda realizar estudios de este tipo comparando varias áreas demográficas y geográficas.

Para excluir las patologías clínicas de la voz se recomienda valorar a los sujetos con un diagnóstico otorrinolaringológico con instrumentación adecuada como valoraciones por estroboscopia y por parte del fonoaudiólogo, realizar una valoración del mecanismo fonador a través de escalas estandarizadas. De esta manera se consigue obtener datos objetivos acertados.

La rama de la fonoaudiología debe estar en constante avance generando investigaciones objetivas de la voz. Estas son de gran utilidad al profesional para el diagnóstico preciso de patologías vocales. Pudiendo ser comparadas con la base de datos creado en este estudio. En base a un protocolo de evaluación se puede generar escalas estandarizadas de los parámetros acústicos de la voz y de esta manera se podría diferenciar una voz sana de una patológica.

Se recomienda en futuras investigación usar el programa Anagraf para mantener compatibilidad de los datos y estandarización de los procesos.



Bibliografía

1. Le Huche F, Allali A. La Voz. 2nd ed. Barcelona: Masson S.A.; 2003.
2. Cobeta I, Núñez F, Fernández S. Patología de la voz Barcelona: Marge Médica Books; 2013.
3. Serra S. Fonoaudiologicamente: Nociones básicas y práctica profesional Córdoba: Brujas; 2008.
4. Vallejo J. Determinación de Valores Normales para el Análisis Acústico de la Voz. Rev. Ac. Ec. ORL. 2013: p. 13-15.
5. Elisei N. Análisis Acústico de la Voz Normal y Patológica utilizando dos sistemas diferentes: Anagraf y Praat. Interdisciplinaria. 2012: p. 339-357.
6. Agostini M, Barlatey C, Barlatey M, Arca A. Prevalencia de disfonías funcionales en docentes argentinos. Aten Fam. 2013; 20(3): p. 81-85.
7. Paoloni M. Alteracion en la voz de los camareros. [Tesis de grado]. Mar del Plata: Redi - Universidad de Fasta; 2012.
8. Oficina Regional de Educación de la UNESCO. Condiciones de Trabajo y Salud Docente. In. Santiago de Chile, Chile; 2005.
9. RA Rae. Diccionario de la lengua española. Vigésima tercera Edicion. [Online].; 2014. Available from: <http://www.rae.es/rae>.
10. Miyara F. La Voz Humana. [Online].; 1999 [cited 2016 Abril 2016. Available from: <http://www.fceia.unr.edu.ar/prodivoz/fonatorio.pdf>.
11. Mora C, Gutiérrez K, Urrego G, Salgado L, Mendoza O. Estado de la investigación en el área de voz en Iberoamerica. Revisión Literaria. Revista Areté. 2014 Noviembre 30; 14: p. 127-133.
12. Otero G. Parámetros acústicos de voz en maestras de Puerto Rico. [Tesis de maestria]. Turabo: Escuela de Ciencias de la Salud. Ciencias en Patología del Habla-Lenguaje. 2014.
13. Castillo K, Cruz N, Escobar MME. Fundamentos de la identificación vocal de hablantes del español de Chile: una mirada fonoaudiológica. [Tesis de grado]. Repositorio Academico de la Universidad de Chile. 2011.



14. Rodríguez A, Martín C, Gorriz C. Exploración Funcional de la laringe. Laboratorio de Voz Madrid: Sociedad Española de Otorrinolaringología; 2008.
15. Casado J, Adrián J. La evaluación clínica de la voz: fundamentos médicos y logopédicos. Málaga: Ediciones Aljibe; 2002.
16. Liuzzi M, Brusso A. La respiración en la voz cantada. Revista de Investigaciones en Técnica Vocal. 2014; 2.
17. Díaz C. La producción de la voz: Estructuras anatómicas y biomecánica laríngea. Usos y abusos vocales en la tarea del docente de Educación Física. In 10mo Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias 9 al 13 de septiembre de 2013. La Plata: Universidad Nacional de La Plata; 2013.
18. Bravo X. Parametros acústicos de la voz normal en una población de adultos jóvenes en Santiago de Cali. [Tesis de grado]. Santiago De Cali: Escuela De Rehabilitación Humana Programa Académico De Fonoaudiología. 2013.
19. Casado J, Adrián J, Conde M, Píedrola D, Povedano V, Muñoz E, et al. Estudio objetivo de la voz en población normal y en la disfonía por nódulos y pólipos vocales. Acta Otorrinolaringológica Española. 2001 Diciembre 31; 52(6): p. 476-482.
20. Moreno A, Alvarez M, Bejarano M, Pulido C. Parametros acústicos de la voz en el adulto mayor. Revista Umbral Científico. 2010 Diciembre; 1(17): p. 9-17.
21. Abad J, Abad M, Tísner B, Pérez A, Chamizo J. Análisis digital de la voz: conceptos básicos. O.R.L. Aragon. 2003; 6(2): p. 13-19.
22. González J, Cervera T, Miralles J. Análisis acústico de la voz: Fiabilidad de un conjunto de parámetros multidimensionales. Acta Otorrinolaringológica Española. 2002; 53(4): p. 256-268.
23. Mendez J. Análisis acústico de las vocales en singular y el plural en valle de abdalajís. [Tesis de grado]. Girona: Dugi-doc, Universidad de Girona. 2015.
24. Cecconello L. Aplicación del análisis acústico en la clínica vocal Buenos Aires: Akadia; 2012.
25. García I. El otorrinolaringólogo ante el profesional de la voz. [monografía]. Madrid: Asociación Madrileña de Otorrinolaringología. 2015 Junio;(5).
26. Baird B. Un análisis acústico de las vocales del K'ichee. [Online].; 2011. Available



from: http://www.aiila.utexas.org/site/cilla4/Baird_CILLA_IV.pdf.

27. Hernandez R, Fernandez C, Baptista M. Metodología de la Investigación, 6ta Ed. In. Mexico D.F.: McGraw-Hill; 2014. p. 170-180.
28. Díaz S, Cisternas P, López I. Características acústicas de las vocales del español de Chile producidas por sujetos residentes en la ciudad de Santiago. Revista Chilena de Fonoaudiología. 2015 Noviembre 24; 14: p. 92-102.
29. Elisei N. Evaluación acústica y perceptual de la voz para la detección y caracterización de los desórdenes vocales. [Tesis de Doctorado]. Universidad de Buenos Aires. 2011.
30. Gallardo B. La voz y nuestro cuerpo: un análisis funcional. Revista de Investigaciones en Técnica Vocal. 2015 Mayo; 5(1): p. 40-58.
31. Jackson M. La voz normal. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2005.
32. Lodoño C, Rodríguez I, Gantiva C. Cuestionario para la clasificación de consumidores de cigarrillo (C4) para jóvenes. Divers.: Perspect. Psicol. 2011 Junio; 7(2): p. 281-291.
33. Dosal R. Producción de la voz y el habla: la fonación. [Tesis de grado]. Ucrea – Repositorio abierto de la Universidad de Cantabria. 2014.
34. Osorio M. Mecanismos de Emisión de la Voz. Revista Estomatología. 1992; 2(2): p. 61-120.



Anexos

Anexo 1.

Operalización de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicador	Escala/Código
Edad	Edad: Tiempo transcurrido desde la fecha de nacimiento hasta el momento del estudio	Cuantitativa Continua	Número de años cumplidos de acuerdo a la cédula de identidad	Edad: 18 - 19 20 - 21 22 - 23 24 – 25 26 - 27
Género	Género: grupo al que pertenecen los seres humanos de cada sexo.	Cualitativa Nominal	Fenotipo	Hombre (1) Mujer (2)
Procedencia	Procedencia: Lugar de origen de una persona	Cualitativa Nominal	Ubicación	Azuay (1), Cañar (2), El Oro (3), Loja (4) Zamora Chinchi (5) Morona Santiago (6), Pichincha (7), Imbabura (8), Santa Elena (9).
Vocales	Vocales: es un sonido de una lengua natural hablada que se pronuncia con el tracto vocal abierto, no habiendo un aumento de la presión del aire en ningún punto más arriba de la glotis.	Cualitativa Nominal	Punto y Modo de Articulación	/a/ media, abierta (1). /u/ posterior, cerrada (2).



Frecuencia Fundamental	F0: Vibración de las cuerdas vocales.	Cuantitativa Continua	Número de ciclos.	Hercios (Hz)
Formante F1	F1: las frecuencias formánticas son alteradas por cambios en la forma del tracto vocal.	Cuantitativa Continua	Número de vibraciones por ciclo	Hercios (Hz)
Formante F2	F2: las frecuencias formánticas son alteradas por cambios en la forma del tracto vocal.	Cuantitativa Continua	Número de vibraciones por ciclo	Hercios (Hz)
Energía	Et: Representación de la onda basada en la sumatoria de los valores de amplitud al cuadrado de todos los componentes de frecuencia durante corto tiempo.	Cuantitativa Continua	Expresión logarítmica	Decibeles (dB)
Relación Armónico – Ruido	HNR: Es la relación de la energía armónica y la energía de ruido. Contrasta la señal regular de los pliegues vocales con la señal regular de los pliegues vocales y el tracto vocal.	Cuantitativa Continua	Expresión logarítmica	Decibeles (dB).
Jitter	Jitter: Mide la variabilidad de la frecuencia fundamental ciclo a ciclo.	Cuantitativa Continua	frecuencia fundamental ciclo a ciclo	Porcentaje %
Shimmer	Shimmer: Mide la variación de la amplitud de cada ciclo fonador.	Cuantitativa Continua	amplitud de cada ciclo fonador	Porcentaje %



Anexo 2.

**UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA
CARRERA DE FONOAUDIOLOGÍA**



Pretest de la clínica de la Voz

Análisis Acústico de la voz de estudiantes de la Escuela de Tecnología Médica de la Universidad de Cuenca, 2016.

Fecha: ___/___/___/

N° de Formulario:

Datos Personales

Nombres y Apellidos:

Edad: Sexo: Hombre... Mujer...

Lugar de procedencia:

Carrera: N° de Teléfono:

Cuestionario

El presente estudio tiene fines investigativos que aportaran a la salud vocal de nuestro medio, es por eso que le solicitamos que lea atentamente las preguntas y responda con la mayor sinceridad posible.

Parte I: Prueba de Tamizaje

¿Usted Fuma menos 5 tabacos al día? Si... No...

¿Ha realizado usted esfuerzo vocal excesivo (gritado, asistido a un concierto) en las últimas 48 horas? Si... No...

¿Presenta usted alteraciones anatómicas (nódulos, pólipos, cirugías en la garganta o cuerdas vocales) o fisiológicas del mecanismo respiratorio- fonatorio (gripes, congestiones, asma)? Si... No...

Si una de sus respuestas o todas han sido “Si” agradecemos su participación.



N° de Formulario:

Tabla de recolección de datos:

Variables	Valores Referenciales Establecidos en estudios	Valores Obtenidos	
		/a/	/u/
F0 Hombre	70-220		
F0 Mujer	150-330		
F1 Hombre			
F2 Hombre			
F1 Mujer			
F2 Mujer			
Energía	20		
HNR:	Menos de 4		
Jitter	Menor a 1,4		
Shimmer	Menor a 0,3		



Anexo 3.

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA
CARRERA DE FONOAUDIOLOGÍA



COSENTIMIENTO INFORMADO

Día: _____

Nosotros, Diego Alejandro Molina Paltin y Jaime David Vargas Landívar, tesistas de la carrera de Fonoaudiología de la Escuela de Tecnología Médica, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca, estamos realizando un estudio titulado **“ANÁLISIS ACÚSTICO DE LA VOZ DE ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA, CUENCA 2016”** con el propósito de determinar valores acústicos de la voz de sujetos seleccionados.

Este estudio tiene los siguientes objetivos:

- Caracterizar al grupo de estudio según las variables de edad, sexo, lugar de procedencia.
- Registrar el fonema de las vocales /a/ y /u/.
- Determinar los parámetros acústicos del grupo de estudio.

Esta investigación requiere la participación voluntaria de 243 estudiantes de la Escuela de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca. Si acepta participar en nuestro estudio, se procederá a presentarle un cuestionario con tres preguntas de tamizaje y una duración aproximada de 5 minutos con el objeto de seleccionar a los participantes idóneos en esta investigación. En caso de usted ser idóneo se realizará la grabación de su voz en un booth en un tiempo aproximado de 3 minutos; en el cual se le pedirá que se siente cómodamente y realice una emisión continua con cada una de las vocales /a/ y /u/ por 3-5 segundos aproximadamente con una voz relajada, natural y no forzada, luego de una inspiración profunda a una intensidad de habla conversacional. En este procedimiento se beneficiará al usted saber que su voz tiene parámetros adecuados para un estudio de este tipo.



Específicamente, se registrarán los fonemas /a/ y /u/ para su posterior análisis. Podrá usted realizar las preguntas que usted considere pertinentes antes de proceder a realizar la grabación de su voz. No se le dará ninguna compensación económica por la participación en este estudio; sin embargo, no tiene costo alguno, no implica ningún riesgo ni daño físico ni psíquico para usted. La información será guardada en confidencialidad, y los datos de filiación servirán solo como código de identificación dentro del estudio. Al firmar este papel usted confirma que leyó o le fue leído y que usted desea voluntariamente participar en este estudio, si no desea participar en éste no firme. Recuerde que en usted está la decisión de ser sujeto de muestra en esta investigación y nadie puede molestarle si usted no firma el presente consentimiento. Además, usted podrá retirarse de la investigación en cualquier momento durante la encuesta de tamizaje y previo a la grabación de voz. Posterior a esta grabación, por confidencialidad resulta imposible identificar el registro de su voz, luego no es factible substraer este registro de la muestra total.

A nosotros los tesisistas nos gustaría que usted participe en este estudio grabando su voz y le agradecemos porque de esta manera podemos concretar nuestro trabajo final de tesis. Si desea contarse con nosotros puede hacerlo a la siguiente dirección de correo electrónico die1gop@hotmail.com o al número de teléfono 0995438690 / 0992606698

C.C.

Firma del Estudiante



Anexo 4.

Tabla N.10 Distribución según género y criterios de exclusión de los estudiantes de la Escuela Tecnología Médica de la ciudad de Cuenca en noviembre de 2016.

Criterios de exclusión	Género		Total	
	Masculino	Femenino		
	Nº	Nº	Nº	%
Fuma menos de 5 tabacos al día	11	12	23	21.50
Esfuerzo vocal excesivo dentro de las 48 horas	1	17	18	16.82
Alteraciones Anatómicas o Funcionales	13	31	44	41.12
Fuma menos de 5 tabacos al día y Esfuerzo vocal excesivo dentro de las 48 horas	1	0	1	0.93
Fuma menos de 5 tabacos al día y Alteraciones Anatómicas o Funcionales	1	4	5	4.67
Esfuerzo vocal excesivo dentro de las 48 horas y Alteraciones Anatómicas o Funcionales	2	10	12	11.21
Fuma menos de 5 tabacos al día, Esfuerzo vocal excesivo dentro de las 48 horas, Alteraciones Anatómicas o Funcionales	1	3	4	3.74
Total	30	77	107	100

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Elaborado por: Los autores.