



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO  
Facultad Ciencias de la Rehabilitación  
Escuela de Fonoaudiología

**COMPARACIÓN DE PARÁMETROS ACÚSTICOS DE LA VOZ Y  
AUTOPERCEPCIÓN ENTRE SUJETOS QUE CURSAN CUARTO AÑO  
DE ENSEÑANZA MEDIA EN LAS PROVINCIAS DE SANTIAGO Y CASTRO**

Tesis de pregrado para optar al título de Fonoaudiólogo.

Autores:

Elisabet Ester Carrasco Tapia, Macarena Carolina Andrea Lamar Canales, Daniel  
Ignacio Pérez Álvarez, Madelaine Inés Urzúa Lazo.

Profesora tutora: Loreto Nercelles.

Metodólogo: Felipe Espinosa

Santiago de Chile, 2018

## DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a nuestras parejas y familias, que estuvieron no solo a largo de esta investigación, sino que también a lo largo de nuestra carrera.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todas las personas que nos alentaron y que fueron parte de esta investigación de una u otra forma.

Comenzando por nuestras parejas, que estuvieron cada día, y saben todos los momentos y obstáculos que vivimos al realizar este proyecto.

A nuestros padres que desde un comienzo creyeron en nosotros, acompañándonos y apoyándonos en cada momento.

A nuestros profesores de escuela, en especial a la Dra. Loreto Nercelles quien nos guió, ayudó y alentó en la investigación. De igual forma al metodólogo Felipe Espinosa por su tiempo, dedicación y buena disposición en todo momento.

Además, queremos agradecer a los participantes de este proyecto y sus establecimientos: al Liceo n°1 Javiera Carrera, al Colegio Merryland y al Colegio San Francisco de Asís que nos abrieron sus puertas.

Y para finalizar, agradecer a nuestro grupo de tesis, que si bien, fue un tiempo largo y difícil, nos permitió poder conocernos, animarnos y apoyarnos durante el proceso, para hoy poder decir “hemos concretado esta investigación”.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN: .....	7
I. INTRODUCCIÓN .....	9
II. JUSTIFICACIÓN Y VIABILIDAD .....	10
III. PREGUNTA.....	12
IV. HIPÓTESIS.....	12
V. OBJETIVOS .....	13
VI. MARCO TEÓRICO.....	14
1. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA VOZ:.....	14
1.1. Anatomía del aparato vocal y la respiración: .....	14
1.1.1. Estructuras relacionadas con la función respiratoria:.....	15
1.1.2. Estructura laríngea: .....	17
1.1.3. Histología de la cuerda vocal:.....	18
1.1.4. Cavidades de resonancia: .....	20
1.2. Funcionamiento del aparato vocal: .....	21
1.2.1. Aerodinámica de la voz.....	21
1.2.2. Onda mucosa.....	22
1.2.3. Acción neuromuscular .....	22
2. VOZ NORMAL: .....	24
3. ANÁLISIS ACÚSTICO DE LA VOZ: .....	24
3.1. El sonido: .....	24
3.1.1. Frecuencia y su relación con la altura tonal .....	24
3.1.2. Amplitud de la onda sonora y su relación con la sonoridad.....	25
3.1.3. Onda compleja periódica y su relación con el timbre .....	25
3.2. El espectro de la voz: .....	25
3.2.1. La energía de la voz .....	26
3.2.2. Transformada rápida de Fourier para el análisis acústico de la voz.....	26
3.2.3. Espectrografía de la señal acústica vocal .....	26
3.3. Análisis acústico en software:.....	28
3.3.1. Principales parámetros que se miden con el análisis fonético acústico .....	28
3.3.2. Software para análisis acústico de la voz.....	30

4.	AUTOPERCEPCIÓN VOCAL .....	31
5.	ESTADO DEL ARTE.....	32
VII.	METODOLOGÍA .....	34
1.	ENFOQUE Y DISEÑO .....	34
2.	VARIABLES .....	34
3.	SUJETOS.....	35
4.	PROCEDIMIENTOS.....	37
4.1.	Etapas:.....	37
4.2.	Grabación y análisis acústico de las voces.....	37
4.2.1.	Grabación:.....	37
4.2.2.	Análisis acústico de las voces utilizando software Praat: .....	37
4.2.3.	Análisis acústico de las voces utilizando software Speech Tool: .....	38
5.	PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS .....	38
5.1.	Software estadístico o de análisis cualitativo.....	38
6.	PROCEDIMIENTOS GENERALES .....	39
7.	CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	39
VIII.	RESULTADOS.....	40
IX.	DISCUSIÓN .....	44
X.	CONCLUSIÓN.....	49
XI.	BIBLIOGRAFÍA .....	50
XII.	ANEXOS .....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Descripción de Variantes .....	35
<b>Tabla 2.</b> Muestra.....	36
<b>Tabla 3.</b> Distribución promedio, desviación estándar y valor de P para los valores de frecuencia fundamental en vocal sostenida.....	41
<b>Tabla 4.</b> Distribución promedio, desviación estándar y valor de P para los valores de variación de frecuencia fundamental total en habla espontánea.....	41
<b>Tabla 5.</b> Distribución promedio, desviación estándar y valor de P para los valores de calidad de la voz en texto del abuelo.....	41
<b>Tabla 6.</b> Distribución promedio y moda para las puntuaciones obtenidas por pregunta en “Encuesta de autopercepción vocal” en mujeres de Santiago.....	42
<b>Tabla 7.</b> Distribución promedio y moda para las puntuaciones obtenidas por pregunta en “Encuesta de autopercepción vocal” en hombres de Santiago.....	42
<b>Tabla 8.</b> Distribución promedio y moda para las puntuaciones obtenidas por pregunta en “Encuesta de autopercepción vocal” en mujeres de Castro.....	42
<b>Tabla 9.</b> Distribución promedio y moda para las puntuaciones obtenidas por pregunta en “Encuesta de autopercepción vocal” en hombres de Castro.....	42
<b>Tabla 10.</b> Códigos identificados en la pregunta abierta del cuestionario de autopercepción vocal.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cabeza y cuello.....	14
<b>Figura 2.</b> Laringe sección coronal y sagital.....	18
<b>Figura 3.</b> Laringe sección transversal.....	18
<b>Figura 4.</b> Epitelio del pliegue vocal.....	20

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Cuestionario de autopercepción vocal.....	58
<b>Anexo 2.</b> Texto del abuelo.....	60
<b>Anexo 3.</b> Consentimiento informado.....	61
<b>Anexo 4.</b> Carta de presentación.....	65
<b>Anexo 5.</b> Carta Gantt.....	69

## RESUMEN:

En el presente estudio se expone acerca de parámetros acústicos tanto locutivos (frecuencia fundamental e intensidad) como de calidad vocal (CPPs, L1-L0 y Alpha ratio), buscando demostrar diferencias significativas al medir y comparar los resultados en los parámetros mencionados en dos poblaciones, urbanas y rurales de Chile, pertenecientes a las provincias de Santiago y Castro respectivamente. Para esto se recopilieron conceptos de anatomía y fisiología de la voz, concepto de voz normal y análisis acústico de la voz.

En cuanto a la metodología, esta investigación es de enfoque mixto con un diseño no experimental de tipo transversal con alcance descriptivo y correlacional. La muestra estuvo compuesta por 97 jóvenes entre 17 y 23 años, de los cuales 30 fueron de la ciudad de Castro y 67 de Santiago. Estas se recolectaron mediante la grabación de las voces de los sujetos frente a diferentes estímulos con el software “Audacity”, las cuales fueron posteriormente estudiadas en softwares Praat 6.0.29, Speech tool o Ztool y estadísticamente por IBM SPSS Statistics. Añadido a lo anterior, se cuenta con un cuestionario de autopercepción, que permitió el análisis de la percepción y conformidad de los sujetos frente a su voz.

Respecto a los resultados obtenidos en el análisis acústico de la voz de las muestras y en el cuestionario de autopercepción vocal, se desprende que los individuos de Santiago y Castro sienten que las características entonacionales de su habla son distintas entre las dos zonas, sin embargo, las afirmaciones que hacen referencia a parámetros vocales como lo son intensidad y frecuencia fundamental no difieren de manera importante entre los sujetos de las diferentes localidades.

Palabras clave: Voz, comparación de parámetros acústicos, parámetros de la voz, parámetros de calidad vocal, análisis acústico.

## ABSTRACT:

In this study, we present about both acoustic parameters (fundamental frequency and intensity) and vocal quality (CPPs, L1-L0 and Alpha ratio), seeking to demonstrate significant differences when measuring and comparing the results in the mentioned parameters in two populations, urban and rural areas of Chile, belonging to the provinces of Santiago and Castro respectively. For this, concepts of voice anatomy and physiology, normal voice concept and acoustic voice analysis were collected.

Regarding the methodology, this research is of mixed approach with a non-experimental design of transversal type with descriptive and correlational scope. The sample consisted of 97 young people between 17 and 23 years old, of which 30 were from the city of Castro and 67 from Santiago. These were collected by recording the voices of the subjects in front of different stimuli with the software "Audacity", which were later studied in software Praat 6.0.29, Speech tool or Ztool and statistically by IBM SPSS Statistics. Added to the above, there is a self-perception questionnaire that allowed the analysis of the perception and compliance of the subjects in front of their voice.

Regarding the results obtained in the acoustic analysis of the voice of the samples and in the questionnaire of vocal self-perception, it is clear that the individuals of Santiago and Castro feel that the intonational characteristics of their speech are different between the two zones, however, The statements that refer to vocal parameters such as intensity and fundamental frequency do not differ significantly between the subjects of the different localities.

Keywords: Voice, comparison of acoustic parameters, voice parameters, vocal quality parameters, acoustic analysis.



## I. INTRODUCCIÓN

Los seres humanos, tienen la necesidad de poder comunicarse desde el momento en que nacen, y un medio para poder hacerlo es a través de la voz, cuyo resultado proviene de una compleja interacción entre diversos sistemas corporales tales como el respiratorio, el neuromuscular, fonatorio, auditivo, endocrino, resonancial y articulatorio (Farías, P., 2007) dando al hombre la capacidad de emitir sonidos con el fin de comunicarse para transmitir emociones, ideas y conceptos (García – Tapia, G., 1996). La voz se considera como una manifestación expresiva de la persona en su totalidad. A través de ella, cada individuo logra la expresión y comunicación con sus pares de una manera singular y única. La emisión vocal trasluce la vida psíquica y emocional de quien se expresa. (Bustos, I., 1995; Jackson-Menaldi, C., 2002). Y es un instrumento de expresión que adopta aspectos infinitamente variados, siendo el soporte físico de la comunicación humana y producción vocal (Farías, P., 2007).

Las características vocales se pueden clasificar en aspectos locutivos y no locutivos. Los primeros tienen una relación directa con la producción de la voz y pueden ser analizados auditivamente, por ejemplo, la frecuencia fundamental (F0) tiene una variación relevante según el sexo de la persona, siendo más aguda en mujeres que en hombres, sin embargo, se puede observar que con el pasar de los años, se agrava en mujeres y se agudiza en el caso de los hombres (Farías, P., 2014; Casado J. & Adrián, J., 2002). Además, se correlacionan con los parámetros locutivos de la voz, los cambios entonacionales de un sujeto.

Los segundos, se encuentran relacionados indirectamente a su producción, estos son postura, tonicidad y respiración (Guzmán, M., 2010).

En Chile existen pocas investigaciones respecto a diferencias en los parámetros acústicos que pueden presentarse en localidades distintas dentro del país. Es por ello, que el estudio está enfocado en realizar una comparación de los parámetros locutivos (frecuencia fundamental e intensidad) y los parámetros de calidad vocal (L1-L0, Alpha ratio y CPPs), además del análisis de un cuestionario de autopercepción vocal en una muestra de estudiantes de cuarto año de enseñanza media pertenecientes a dos regiones del país: la Región Metropolitana que se divide en seis provincias, siendo una la provincia de Santiago y la Región de Los Lagos que contiene a la provincia de Castro.

## II. JUSTIFICACIÓN Y VIABILIDAD

El fundamento de este estudio nace de la necesidad de conocer cómo funciona la voz desde una perspectiva evolutiva, es decir, cómo se forma o se crea un determinado patrón vocal.

En el presente, no existen suficientes estudios concluyentes que determinen empíricamente cómo ha cambiado la voz de una población respecto a su ambiente, sus adaptaciones o sus necesidades comunicativas, de hecho, aún no se han medido estas diferencias para verificar si son significativas o no. Actualmente, no se ha encontrado en los estudios una revisión específica en aspectos fonoaudiológicos, ya que se han enfocado en los aspectos fonéticos acústicos de los acentos y no en sus características vocales, como la F0, intensidad o perturbaciones de la voz a pesar de que se ha demostrado que estos valores son variables según características como la humedad, el ruido ambiente y la contaminación ambiental. Es especialmente interesante, en un país como Chile, que cuenta con una riqueza ambiental tan diversa, comprender cómo estos diferentes ambientes pueden modificar aspectos de la comunicación humana y cómo la voz se puede adaptar a estos cambios generando comportamientos, a nivel vocal, que se expresan al momento de articular el habla. Además, a esto se le suma la gran importancia y responsabilidad sanitaria de contar con medidas básicas sobre parámetros vocales de normalidad en distintas regiones del país para así tener un análisis más detallado y controlado del funcionamiento vocal en los usuarios que requieren servicios fonoaudiológicos. Para este estudio se escogieron las provincias de Santiago y Castro debido a que las características entonacionales de los hablantes de Santiago podrían ser más neutrales que en Castro, localidad que se caracteriza por un patrón anticadente.

El presente estudio es viable ya que cuenta con los recursos humanos suficientes para la realización de la toma de muestras en Santiago y Castro. Se cuenta con los siguientes instrumentos: Micrófono condensador USB modelo Samson G track, computadores, softwares Audacity para la grabación de muestras, software Praat 6.0.29 y software Speech Tool 1.65 para el análisis acústico de las muestras y software IBM SPSS Statistics para el análisis estadístico de los resultados; estímulos para la toma de muestras y cuestionario de autopercepción. Además, se requiere un tiempo aproximado de dos semanas en total por muestreo en cada lugar (Santiago y Castro), siendo que para cada muestra se requiere un tiempo de 20 minutos como media.

El estudio tiene como finalidad determinar diferencias en los parámetros acústicos y la autopercepción vocal en estudiantes de cuarto año de enseñanza media de las provincias de Santiago y la provincia de Castro en Chile.

### III. PREGUNTA

Es muy común que dentro de un mismo país existan diferencias evidentes en su población ya sea en sus culturas y costumbres, en su forma de vestir e inclusive en factores lingüísticos culturales, y es en este último punto que se quiere ahondar, ya que en el caso de Chile, se evidencia que la gente del sur se oye diferente a la gente del norte o del centro del país pero, ¿Existen diferencias significativas en cuanto a los parámetros acústicos como lo son parámetros de la voz y parámetros de calidad vocal, entre residentes de diferentes regiones del mismo país? Y ¿existen diferencias en la autopercepción de la voz entre los participantes de cada localidad?

### IV. HIPÓTESIS

H1= Existen diferencias significativas en los parámetros acústicos y su autopercepción entre sujetos de Santiago y Castro.

H0= No existen diferencias significativas en los parámetros acústicos y su autopercepción entre sujetos de Santiago y Castro.

Sea  $x$  igual al promedio de cada variante en Santiago y Castro.

$$H_0 = X_1 = X_2$$

$$H_1 = X_1 \neq X_2$$

Esta condición se dará en todas las variables del estudio: parámetros locutivos (frecuencia fundamental e intensidad) y parámetros de calidad vocal (L1-L0, Alpha ratio y CPPs).

## V. OBJETIVOS

### Objetivo general:

1. Determinar las diferencias en los parámetros acústicos y su autopercepción en estudiantes de cuarto año de enseñanza media de las provincias de Santiago y la provincia de Castro en Chile.

### Objetivos específicos:

1. Determinar y comparar los parámetros locutivos tales como frecuencia fundamental promedio, total de diferencia de frecuencia fundamental e intensidad vocal de los sujetos en la provincia de Santiago y la provincia de Castro, mediante análisis fonético acústico.
2. Determinar y comparar los parámetros de calidad vocal tales como L1-L0, Alpha ratio y CPPs de los sujetos en la provincia de Santiago y la provincia de Castro, mediante análisis fonético acústico.
3. Determinar y comparar los resultados obtenidos de la autopercepción de los sujetos estudiados, mediante un cuestionario creado por los investigadores.

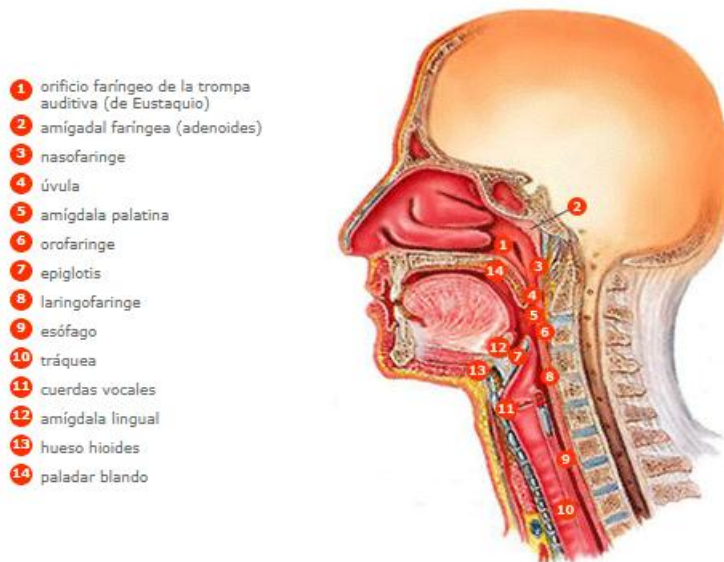
## VI. MARCO TEÓRICO

### 1. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA VOZ:

#### 1.1. Anatomía del aparato vocal y la respiración:

El aparato vocal o también conocido como aparato fonador es un conjunto de órganos que permite comunicarnos mediante lo que llamamos lenguaje hablado al producir y amplificar sonidos. El aparato fonador está compuesto por la cavidad oral, la cavidad nasal, la faringe, la laringe, la tráquea, los pulmones y el diafragma. Además, dentro de estas cavidades, están los órganos de la articulación, que pueden ser divididos en activos (lengua, mandíbula, velo del paladar y los labios) y pasivos (dientes, paladar duro y maxilar superior).

Figura 1. Cabeza y cuello.



Fuente: Thibodeau, G. A., & Patton, K. T. Anatomía y Fisiología – Segunda edición. 1ra ed. Madrid: Mosby-Doyma Libros; 1995.p.584.

El tracto vocal puede adoptar diferentes formas y configuraciones al tener diferentes posiciones o modificaciones en los órganos articulatorios lo que generará como resultado que el tracto vocal adquiera filtros acústicos para el sonido producido en la laringe, lo que da cierta particularidad a cada emisión con sus valores formánticos respectivos.

Una de las funciones más relevantes para el ser humano es la respiración, que está a cargo del sistema respiratorio conformado por estructuras que realizan el intercambio de gases, siendo el oxígeno (O<sub>2</sub>) inspirado y posteriormente distribuido a tejidos y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producido por el metabolismo celular y luego eliminado al exterior. La respiración, además de intervenir en diversos procesos, interviene en la vocalización. Claude Perrault, 1721 *en Du bruit (et) De la musique des anciens*, considera la voz como un ruido producido por la salida violenta del aire, que en su paso hacia el exterior frota las dos membranas que configuran la glotis. Explicando la generación de las distintas tonalidades de la voz humana por las variaciones de longitud y de tensión de los pliegues vocales (Cobeta, I., 2013).

#### 1.1.1. Estructuras relacionadas con la función respiratoria:

El sistema respiratorio se divide en dos grandes áreas: Las vías aéreas como zona de conducción y los pulmones como zona de intercambio.

En las vías aéreas, las principales estructuras son: las fosas nasales, faringe, laringe y tráquea.

- *Fosas nasales*: Armazón óseo y cartilaginoso, conformado por un sector interno hueco, dividido por el tabique nasal, recubierto internamente de mucosa nasal y pelos que permiten filtrar el aire. Hacia inferior se encuentran los huesos del paladar y hacia posterior las coanas que comunican la nariz con la faringe, cuyo rol es humedecer, calentar y limpiar moléculas que provienen del aire inspirado; además rodeando a las fosas nasales se encuentran los senos paranasales que son cavidades llenas de aire.
- *Faringe*: Es un tubo que continúa a la boca y constituye el extremo superior común de los tubos respiratorio y digestivo. En su parte superior desembocan los orificios posteriores de las fosas nasales o coanas, en su parte media desemboca el istmo de las fauces o puerta de comunicación con la cavidad oral y por su parte inferior se continúa con el esófago, de modo que conduce alimentos hacia el esófago y aire hacia la laringe y los pulmones. Para una mejor descripción se divide en 3 partes: nasofaringe, situada por detrás de la nariz y por encima del paladar blando, orofaringe, situada por detrás de la boca, y laringofaringe, situada por detrás de la laringe. Debido a que la vía para los alimentos y el aire es común en la faringe, algunas veces la comida pasa a la laringe

produciendo tos y sensación de ahogo y otras veces el aire entra en el tubo digestivo acumulándose gas en el estómago y provocando eructos (Reiriz, J., 2015).

- *Laringe*: Estructura hueca, simétrica, cuyas paredes adquieren cierta rigidez por un armazón constituido por una serie de cartílagos. La estructura de la laringe se mantiene por ligamentos y músculos esqueléticos, un grupo de músculos extrínsecos y otros más pequeños, intrínsecos. Estos últimos tienen mucha importancia para la fonación, ya que alteran la posición relativa de las cuerdas vocales.

El cartílago tiroideos y el cricoides corresponden a cartílago hialino, así como los dos aritenoides, mientras que los otros cartílagos (corniculares y cuneiformes) y la epiglotis están constituidos por cartílago elástico.

La epiglotis cubre la porción superior de la laringe. Durante la deglución desciende posteriormente para cubrirla y evitar el paso de alimentos o líquidos hacia las vías respiratorias inferiores. La cara lingual de esta estructura está cubierta por epitelio plano estratificado no queratinizado, mientras que su porción posterior por epitelio respiratorio; la superficie libre está cubierta por epitelio plano estratificado.

En la cavidad laríngea se identifican las cuerdas vocales. Las superiores o falsas, caracterizadas por carecer de esqueleto muscular, pero con una gran cantidad de glándulas seromucosas y estar cubiertas por epitelio respiratorio; éstas cubren la entrada al vestíbulo laríngeo. Las inferiores o verdaderas tienen un esqueleto muscular y de fibras elásticas y se hallan cubiertas por epitelio plano estratificado (Fortoul, T., 2017).

- *Tráquea*: Conducto fibrocartilaginoso, oblicuo hacia abajo y hacia atrás. Es la continuación de la laringe (C6) y termina en el mediastino bifurcándose en dos bronquios principales (D5). Mide 12 cm en el adulto y su diámetro es de 17 mm. Es móvil y flexible gracias a su articulación fibrosa formada por 15 a 20 anillos cartilagosos abiertos hacia atrás. Está en relación con el esófago por detrás. La tráquea posee una estructura que guarda una relación estrecha con sus funciones. Al ser cilíndrica, permite el paso del aire durante todo el ciclo respiratorio, así como la hematosis y la fonación: lo cual constituye la función aérea de la tráquea, que se encuentra bajo el control del sistema nervioso parasimpático (implicado en la inervación aferente sensitiva y eferente motora). La tráquea también posee una función de drenaje



relacionada con su aparato mucociliar, que permite la eliminación de las partículas inhaladas hacia la faringe (Paturet, G., 1958).

- *Pulmones*: El pulmón recibe sangre de las arterias pulmonares, que llevan sangre desoxigenada; estos vasos acompañan a las divisiones bronquiales hasta los bronquiolos respiratorios, en donde forman redes que viajan junto con los alveolos, para realizar el intercambio gaseoso. Las venas pulmonares se van formando por la conjunción de los capilares venosos, que llevan sangre oxigenada, pero su trayecto difiere del de las arterias, hasta que se juntan en el vértice de los lobulillos pulmonares. Antes de llegar a este sitio, su ruta es por los tabiques interlobulillares. Por otro lado, las arterias bronquiales —ramas de la aorta— llevan sangre oxigenada para nutrir al árbol bronquial y a las pleuras. Algunas de estas arterias se unen a la circulación pulmonar y otras ramas drenan a las venas bronquiales para liberar su contenido en la vena ácigos.

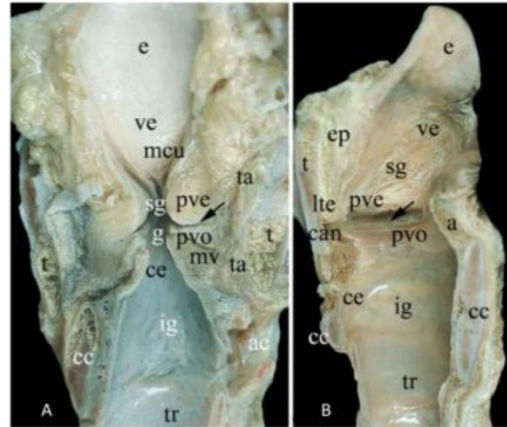
Los linfáticos pulmonares viajan por los septos interlobares y drenan su material a los ganglios cercanos o a los hiliares (Fortoul, T., 2017). Cuando se exhala aire de los pulmones, este pasa a través de la tráquea y la laringe, llegando a las cuerdas vocales, provocando diferencia de presiones que permiten junto a otros procesos, generar sonidos, y por ende la voz.

#### 1.1.2. Estructura laríngea:

La cavidad laríngea tiene forma de reloj de arena en sus secciones frontales (coronales), debido a la presencia en su interior de dos pares de pliegues. Los pliegues superiores denominados pliegues vestibulares, y los inferiores o pliegues vocales. En el espacio limitado entre ambos pares de pliegues se sitúan los ventrículos laríngeos. La presencia de los pliegues vocales ha servido para diferenciar, en la cavidad laríngea, tres regiones o pisos: a) la glotis, que está representada por el espacio limitado entre los pliegues vocales; b) la supraglotis, que comunica con la faringe e incluye en su constitución a los ventrículos y al vestíbulo laríngeo, y c) la infraglotis o subglotis, que se continúa con la tráquea. En la infraglotis se diferencian dos porciones: una superior, porción membranosa, limitada por el cono elástico, y otra inferior, porción cartilaginosa, limitada por el arco cricoideo (Cobeta, I., 2013).

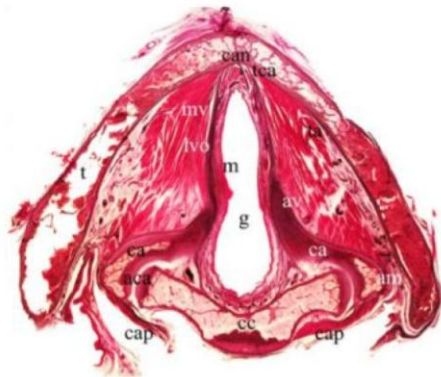
**Figura 2. Laringe sección coronal y sagital.**

A) Sección coronal de la laringe, segmento anterior. B) Sección sagital de la laringe, segmento izquierdo. a, músculo aritenoides; can, comisura anterior; cc, cartilago cricoides; ce, cono elástico; e, epiglotis; ep, espacio preepiglótico; g, glotis; ig, infraglotis; lte, ligamento tiroepiglótico; mcv, membrana cuadrangular; mv, músculo vocal; pve, pliegues vestibulares; pvo, pliegues vocales; sg, supraglotis; t, cartilago tiroides; ta, músculo tiroaritenoides; tr, tráquea; ve, vestibulo laríngeo. Flecha, ventrículo laríngeo.



Cobeta, I., Nuñez, F., & Fernández, S. (2013). *Patología de la voz* (1ra ed.). Barcelona, España: Marge Médica Books, 30-31.

**Figura 3. Laringe sección transversal.**



Sección transversal de la laringe a nivel de los pliegues vocales (hematoxilina-eosina). aca, articulación cricoaritenoides; am, apófisis muscular; av, apófisis vocal; ca, cartilago aritenoides; can, comisura anterior; cap, músculo cricoaritenoides posterior; cc, cartilago cricoides; g, glotis; lvo, ligamento vocal; m, mucosa; mv, músculo vocal; t, cartilago tiroides; ta, músculo tiroaritenoides; tca, tendón de la comisura anterior.

Cobeta, I., Nuñez, F., & Fernández, S. (2013). *Patología de la voz* (1ra ed.). Barcelona, España: Marge Médica Books, 30-31.

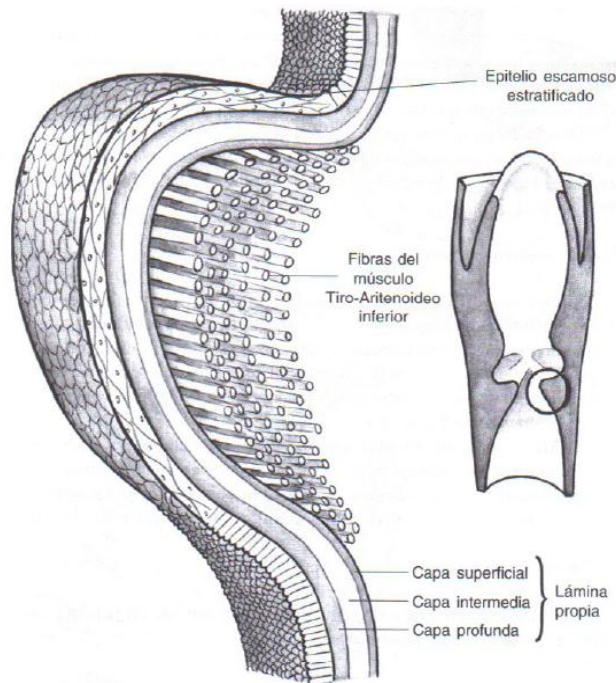
### 1.1.3. Histología de la cuerda vocal:

Anatómicamente, las cuerdas vocales están constituidas por tres capas, que ordenadas de más superficial a más profundo son: epitelio escamoso estratificado, lámina propia y músculo vocal. Cada una de estas capas posee ciertas características que permiten la vibración adecuada de las

cuerdas vocales al dotarlas de propiedades viscoelásticas. Estas características se describen a continuación:

- *Epitelio de la mucosa*: cubre el borde libre de los pliegues vocales, y tiene una composición escamosa plana poliestratificada, no queratinizada y aglandular cuya función es mantener la forma y consistencia de la cuerda vocal, además de proteger las zonas sometidas a un continuo impacto durante la vibración fonatoria. Al no tener glándulas, las secreciones mucosas que cubren el pliegue vocal deben viajar desde las glándulas situadas superiormente, inferior, anterior y posteriormente hasta el borde del pliegue vocal membranoso. Sobre este epitelio se observa una cubierta de moco que tiene dos capas: una *mucinoso* (más superficial) que previene la deshidratación de la siguiente capa y de los cilios; y otra *serosa* (profunda) que contiene un mayor porcentaje de agua que facilita el movimiento de los cilios. El epitelio y la lámina propia están unidos mediante la *membrana basal*, que es una estructura resistente y a la vez flexible que permite soportar estiramientos y retracciones del pliegue vocal (Cobeta, I., 2013; Noordjiz, J., 2006).
  
- *Lámina propia*: presenta una celularidad variable y es donde se encuentran las estructuras vasculares y nerviosas de los pliegues vocales. Histológicamente, vuelve a dividirse en tres:
  - La *capa superficial*: es una estructura flexible compuesta en su mayoría por fibras colágenas y sustancia fundamental, y en menor medida por fibroblastos. Se le puede comparar con una masa de gelatina suave y también se le denomina espacio de Reinke. La *capa intermedia*: está compuesta por fibras elásticas paralelas al borde libre y por fibroblastos. Junto con la capa profunda de la lámina propia forman el *ligamento vocal*. Y la *capa profunda*: está compuesta por fibras colágenas paralelas al borde libre, es más densa que la capa anterior, y posee más fibroblastos (Casado, J., 2002; Cobeta, I., 2013).
  
- *Músculo vocal*: corresponde al músculo tiroaritenoides inferior, constituye el cuerpo principal de la cuerda y su rigidez dependerá del grado de contracción muscular (Cobeta, I., 2013).

Figura 4. Epitelio del pliegue vocal.



Fuente: Casado, J., & Adrián, J., (2002). La evaluación clínica de la voz. *Fundamentos Médicos y Logopédicos*. (1ª ed.). Málaga: Aljibe.

Por otro lado, desde un punto de vista mecánico, Hirano (1974) propone que los pliegues vocales actúan como tres superficies independientes:

- *Cubierta*: que corresponde al epitelio y el espacio de Reinke o capa superficial de la lámina propia.
- *Transición*: formada por el ligamento vocal. Se denomina de esta forma ya que se considera que es una zona en donde la rigidez es intermedia entre la de la cubierta y el cuerpo (Farías, P., 2007).
- *Cuerpo*: constituido por el músculo vocal.

#### 1.1.4. Cavidades de resonancia:

Estas cavidades son amplificadores del sonido laríngeo, sin estas, la voz sería imperceptible. Igual que una cuerda de guitarra necesita de la caja de la guitarra para que se amplíe su sonido,

nuestra laringe también necesita sus cavidades de resonancia que amplificarán su sonido original. Básicamente son tres: la boca, la cavidad nasal y la faringe (Bustos, I., 2003).

## 1.2. Funcionamiento del aparato vocal:

### 1.2.1. Aerodinámica de la voz

El proceso de fonación requiere que la corriente de aire procedente de los pulmones ejerza la presión suficiente sobre las cuerdas vocales aducidas para exceder la resistencia que estas mantienen. Esto producirá un pulso de energía acústica que se dirigirá hacia la cavidad oral, en donde los resonadores amplificarán y modificarán las características de este sonido que nosotros percibiremos como voz.

La aerodinámica fonatoria implica aspectos tanto de la eficiencia del cierre glótico como de la presión subglótica, los cuales se explican con la teoría mioelástica-aerodinámica de Van den Berg, J., (1958), que considera dos principios fundamentales. En primer lugar, expone que la frecuencia fundamental de la vibración de los pliegues vocales dependerá de la masa y viscoelasticidad de estos, así como también de la presión subglótica. En segundo lugar, expone que el movimiento de las cuerdas vocales se rige bajo el principio de Bernoulli (fenómeno físico en donde un fluido, al pasar por una zona estrecha, genera una fuerza negativa en los costados del paso) (Cobeta, I., 2013).

El proceso comienza cuando los pliegues vocales están aducidos y forman un conducto estrecho que separa la subglotis de la supraglotis. Al estar cerradas las cuerdas vocales, la presión subglótica comienza a aumentar debido al aire espirado, hasta que se vuelve lo bastante alta para vencer la resistencia que estas oponen y finalmente las abre. A medida que el aire fluye por la glotis, comienza la acción de tres fuerzas que colaboran con el cierre de esta: 1) el principio de Bernoulli, que produce un vacío (o presión negativa) en el borde de las cuerdas vocales, traccionándolas y volviéndolas aducir; 2) la elasticidad o fuerza pasiva que devuelve las estructuras (cuerdas vocales) a su posición previa a la deformación originada por la presión transglótica; 3) el escape del aire a través de la glotis ocasiona que disminuya la presión subglótica y descienda la fuerza que mantiene apartados los tejidos de las cuerdas vocales. A todo este proceso se le denomina *ciclo glótico*, y mientras más rápido se produzca, el tono vocal

será más agudo; por el contrario, mientras más lento se produzca este ciclo, el tono será más grave (Farías, P., 2007; Cobeta, I., 2013).

### 1.2.2. Onda mucosa

Se refiere al efecto ondulatorio que se aprecia a lo largo de la cuerda vocal, comienza en el borde libre y se extiende lateralmente hacia la superficie superior. Este movimiento dependerá de la capacidad de deslizamiento que tenga la mucosa sobre el ligamento (Rodríguez, A.; Martín, C. & Górriz, C., 2014). La onda mucosa puede estar ausente debido a una cicatriz secundaria a alguna cirugía o por la presencia de un carcinoma. También puede encontrarse aumentada a causa de flacidez de la cuerda vocal como en un edema de Reinke, o cuando la presión subglótica es alta. Por último, podemos encontrarla disminuida cuando la mucosa de la cuerda vocal esté más o menos rígida como en los casos de voz en falsete, cicatriz en la cuerda, pólipos y nódulos fibrosos, leucoplasia, carcinoma in situ. (Casado, J., 2011). Debido a su rapidez, es imperceptible al ojo humano, por lo que se utiliza iluminación estroboscópica para apreciarla (Farías, P., 2007).

### 1.2.3. Acción neuromuscular

Como hemos aprendido, la voz se produce por la acción de estructuras pertenecientes a los sistemas respiratorio, fonatorio y resonancial. Estos músculos respiratorios, laríngeos y buco-faciales pueden estar comandados por estructuras pertenecientes a la región cortical, región talámica, cuerpo estriado, región bulbar y región cerebelosa (Osorio, M.C., 1992; Farías, P., 2007).

La orden motriz de la fonación se genera a nivel cortical, específicamente en el área motora primaria que se ubica al pie de la circunvolución frontal ascendente, frente a la cisura de Rolando (Kotby, M. N., 1992), aunque se ha demostrado la existencia de otra zona ubicada en la parte posterior de la primera circunvolución frontal, y que luego se extiende por la cara interna del hemisferio. Al estimular estas zonas de forma total o parcial, se produce una respuesta laríngea global con vocalización, inhibición del músculo cricoaritenosoide posterior y activación bilateral de uno o varios músculos aductores (Giovanni, A., 2014).

El esquema corporal vocal (percepción o consciencia que una persona tiene acerca de su propia voz) y la intencionalidad que le damos a nuestras emisiones también tienen su origen a nivel

cortical (Farías, P., 2007, Peña Casanova, J., 2013), al igual que la existencia de regiones motoras faringolaríngeas y áreas auditivas corticales y subcorticales, las cuales son vías de asociación (Giovanni, A., 2014).

El sistema endocrino también es importante para la voz, ya que la influencia hormonal es fundamental para el crecimiento, desarrollo y funcionamiento de las estructuras que actúan en la fonación (Scivetti, A. R., 2006).

Los nervios laríngeo superior y el nervio laríngeo inferior recurrente, ambos provenientes del nervio vago, proporcionan la inervación motora y sensitiva de la laringe. El nervio laríngeo superior, a su vez, se divide en una rama interna y otra externa. Motoramente, la rama externa inerva al músculo cricotiroideo, mientras que el resto de los músculos intrínsecos de la laringe están inervados por el nervio recurrente (Dosal, R., 2014). En cuanto a la inervación sensitiva, esta depende principalmente de la rama interna del nervio laríngeo superior, que recibe fibras sensitivas que proceden del vestíbulo y epilarínge. Por otro lado, la inervación de la región infraglótica y pliegues vocales se debe a fibras del nervio laríngeo inferior. Existen mecanorreceptores en los músculos intrínsecos y extrínsecos que detectan información propioceptiva de estiramiento, contacto y tensión, lo cual se envía a los centros nerviosos; además, los receptores ubicados en las cuerdas vocales transmiten los mensajes por medio del nervio laríngeo recurrente (Giovanni, A., 2014).

Otros nervios craneales involucrados en el proceso de la fonación son: nervio *trigémino*, que inerva los músculos masticatorios y del velo del paladar; nervio *facial*, que inerva los músculos involucrados en la mímica; nervio *glosofaríngeo*, que inerva los músculos faríngeos y del velo del paladar; nervio *accesorio*, que inerva los músculos de la cintura escapular, nervio *hipogloso*, encargado de inervar los músculos linguales y laríngeos extrínsecos.

También es importante mencionar los nervios raquídeos cervicales, dorsales y lumbares, ya que intervienen en la inervación de la musculatura respiratoria. (Scivetti, A.R., 2006; Farías, P., 2007).

## 2. VOZ NORMAL:

Podemos considerar que la voz normal o eufónica es aquella que se equilibrará en torno a sus componentes; altura tonal, intensidad, timbre y flexibilidad (Farías, P., 2007)

Los parámetros acústicos de la voz perceptibles por el humano son la intensidad, altura y duración que al analizarlos desde la física corresponde a; amplitud, frecuencia y tiempo. Estas entidades físicas se sitúan en dimensiones las cuales se ven reflejadas en registros de intensidad, espectrógrafos y analizador de espectro (Jackson-Menaldi, C., 2002).

## 3. ANÁLISIS ACÚSTICO DE LA VOZ:

### 3.1. El sonido:

Para comprender qué es la voz, primero es fundamental conocer los principios naturales de esta. La voz es un sonido y como tal, presenta características que son importantes de explicar en este ámbito. El sonido es una onda de presión longitudinal producida por una fuente de vibración mecánica, que se propaga a través de un medio elástico, como lo puede ser un sólido, un líquido o un gas (Castillo Frankenberg, K., Cruz Vargas, N., Escobar Castañeda, M., & Medina Bustamante, E. 2011). Está asociado con nuestro sentido auditivo y, por lo tanto, con la fisiología del oído y la psicología del cerebro que interpreta las sensaciones que llegan a los oídos (Giancoli, D., 2008), de esta percepción de los sonidos se desprenden los llamados parámetros psicoacústicos, los cuales corresponden a sonoridad, altura o tono y duración y que a su vez se relacionan con los conceptos físicos de amplitud, frecuencia y tiempo de propagación respectivamente (Jackson-Menaldi, C., 2002), los cuales se describirán a continuación.

#### 3.1.1. Frecuencia y su relación con la altura tonal

La frecuencia es una magnitud que mide la cantidad de veces que se realiza un ciclo por unidad de tiempo (ciclos por segundo o Hz) y en física, corresponde a la velocidad de la onda dividida en su longitud. En la voz, este concepto se refleja en la cantidad de ciclos vibratorios de la cuerda vocal que ocurren por cada segundo, es decir, el número de veces en que se abren y cierran las cuerdas vocales. Mientras más sean la cantidad de ciclos vibratorios, mayor será la frecuencia que se generará en la fuente glótica y más aguda será la sensación acústica de tono



(Cobeta, I., 2013), por el contrario, menos ciclos vibratorios significarán una menor frecuencia y un tono grave. Las personas pueden variar la frecuencia de su voz voluntariamente al hacer cambios en la longitud y tensión de las cuerdas vocales, de manera que un aumento en estos generará una tonalidad más aguda. Un aumento en la presión subglótica también producirá un incremento de la frecuencia (Casado, J., 2002). De la frecuencia fundamental -y en el marco de este estudio- es necesario entenderla como una entidad variable a lo largo de frases, esto último llamado entonación (Quillis, A. M., 2000).

### 3.1.2. Amplitud de la onda sonora y su relación con la sonoridad

La amplitud de una onda como concepto físico se define como potencia por unidad de área que atraviesa una superficie, esta magnitud nos muestra qué tan intensa es la perturbación generada en el medio. Para expresarla se utiliza una escala logarítmica llamada decibel (dB). Nuestras cuerdas vocales al realizar su vibración tendrán una amplitud que dependerá de la resistencia que ofrezca la cuerda vocal al paso del aire y del flujo aéreo que ofrece la presión subglótica de tal manera que el golpe generado será más o menos potente. Sin embargo, el sonido fundamental será amplificado por el tracto vocal a través de mecanismos que se explicarán más adelante.

### 3.1.3. Onda compleja periódica y su relación con el timbre

La voz normal corresponde a una onda compleja periódica, esto significa que varias ondas relacionadas matemáticamente por una constante entre sí se unen. Estas ondas serán los múltiplos de la frecuencia fundamental originada en los pliegues vocales que, al viajar a través del tracto vocal resonarán y formarán armónicos correspondientes a estas ondas sucesivas. El timbre es una característica acústica que permite distinguir dos sonidos de igual tono e intensidad, en la voz tiene que ver con la morfología de las cavidades de resonancia y permitirán que la voz sea única de persona en persona. (Román, D. 2018; Cobeta, I. 2013).

## 3.2. El espectro de la voz:

Para comprender de buena manera qué es y cómo funciona el análisis acústico de la voz, es necesario entender los elementos que la generan y cómo ocurre la transformación de este sonido en los elementos que son observados por el clínico vocal y sus instrumentos. Anteriormente hemos revisado las estructuras que se relacionan a la producción de la voz y hemos averiguado

cuales son las características básicas del sonido generado por estas. Ahora revisaremos cómo se relaciona esta información y los mecanismos básicos para su estudio.

### 3.2.1. La energía de la voz

El sonido vocal que percibimos posee cuatro propiedades fundamentales que gobernarán tanto su análisis como su procesamiento matemático-computacional, estas son: frecuencia, intensidad, duración o extensión y timbre. Estas características variarán según los ajustes que se realicen a nivel neuromuscular de las estructuras tanto glóticas como resonanciales implicadas en la producción de la voz. Como la voz varía a lo largo del tiempo en sus distintas características, es necesario aplicar ciertos filtros matemáticos para lograr estabilizar lo más posible esta caótica señal. La mayoría de los sistemas para el análisis de la voz usan recortes por tramos de 10-30 ms para conseguir un mayor efecto de estacionariedad (una onda estacionaria es medible, contrario a una onda caótica), principalmente en su análisis espectral, es importante destacar que cuando las estructuras vocales se mantienen estáticas durante la emisión se consigue un sonido estacionario, pero esto no es posible en segmentos fluidos de habla ni mucho menos en cuerdas vocales patológicas (Cobeta, I. 2013). De esta manera capturamos la energía acústica de la voz y la convertimos en un espectro sonoro observable con información sobre las características principales de la voz.

### 3.2.2. Transformada rápida de Fourier para el análisis acústico de la voz

La transformada rápida de Fourier (FFT) es una serie de cálculos que utilizan para la transformación computarizada de una señal sonora al dominio espectral. Transforma las ondas sonoras en fórmulas sinusoidales para luego representarlas computacionalmente a través de puntos que reconstruyen la señal analógica previamente capturada.

Esta fórmula es fundamental para todo el análisis vocal pues es la que permite la captura y transformación del sonido en cómputos medibles y observables para construir posteriormente el espectro.

### 3.2.3. Espectrografía de la señal acústica vocal

Esta técnica es globalmente utilizada por aquel que necesite analizar las características vocales de un sujeto determinado. Aparte de entregarnos características de frecuencia fundamental,

intensidad y perturbaciones de la señal, entre otros, nos dará una visión cualitativa de estos elementos en forma de armónicos y formantes. Para observar lo anteriormente mencionado se deben utilizar “filtros de banda” que no corresponde más que al muestreo de la señal en un determinado segmento del dominio frecuencial, aquí distinguimos dos filtrados de banda:

- *Filtro de banda estrecha:* Su filtro es de 45Hz, en el espectrograma con este filtrado se puede obtener información sobre los armónicos; una serie de líneas paralelas y horizontales que se separan por una distancia constante correspondiente a los múltiplos de la frecuencia fundamental (primera línea del gráfico). Los armónicos se pueden ver más o menos oscurecidos, lo cual nos dirá qué tan intenso es el sonido mientras más oscuro se vean los armónicos. Los espacios entre los armónicos deberían, teóricamente, ser espacios blancos o vacíos, los trazados que ocurren en esa zona corresponde a ruido añadido en la vibración o también llamados sub-armónicos que, mientras más oscuros, más presentes están y más ruido existirá en la fuente glótica.
  
- *Filtro de banda ancha:* Su filtro es de 300Hz, con este filtro se podrán apreciar los formantes que corresponden a barras más robustas y horizontales que entregan información sobre la forma y el tamaño de las cavidades de resonancia en el tracto vocal, por lo que varían su morfología durante el habla dependiendo de la producción de cada vocal y sonido. Formantes bien detallados hablan de un correcto uso e indemnidad tanto del aparato resonador como del sonido fundamental producido por las cuerdas vocales.

Para realizar una correcta espectrografía es de gran utilidad clasificar el tipo de señal que se está observando, siendo los siguientes tipos:

- Tipo I: Señales periódicas o casi periódicas.
- Tipo II: Señales que tienen ruido intermitente.
- Tipo III: Señales que son caóticas o aleatorias.

Muy importante es señalar que solamente se puede obtener valores numéricos fiables en voces con señales de tipo I (Cobeta, I., 2013).

### 3.3. Análisis acústico en software:

El análisis acústico de la voz, al igual que otros métodos de análisis, nos permite depurar lo que oímos como exploradores en base a datos medidos de la voz de cada sujeto. Permittiéndonos identificar, cuantificar y valorar los componentes vocales y sus cambios. Al momento de realizar un análisis acústico de la voz, se debe tener en cuenta primero cómo es el ambiente. Para un correcto análisis y/o muestreo de las voces se deberá contar con un ambiente lo menos ruidoso posible y con la menor cantidad de interferencias electrónicas, idealmente una sala insonorizada o por lo menos apartada. Una vez que se cuente con este entorno se dispone a grabar/capturar las voces. Para capturar las voces, en su totalidad, y realizar el análisis de la voz de un sujeto tendremos que contar con un micrófono el cual nos permitirá captar la señal de presión sonora que sale por los labios del sujeto a evaluar. Este micrófono deberá a su vez conectarse a una interfaz de audio-computador para procesar esta señal y transformarla a un formato digital en donde posteriormente se realizará el análisis mediante el uso de software (Cobeta, I., 2013).

#### 3.3.1. Principales parámetros que se miden con el análisis fonético acústico

Los principales parámetros por estudiar en un análisis fonético acústico (AFA) de la voz mediante software son:

- *Frecuencia fundamental o F0 (Hz)*: Corresponde al componente de frecuencia más bajo en la señal que capta el micrófono, la laringe humana tiene una amplia gama en frecuencias y esta varía en hombres, mujeres y niños. La frecuencia fundamental da la percepción psicoacústica de tono y depende del número de veces por segundo que vibren las cuerdas vocales: mientras menos frecuentes sean estos ciclos vibratorios, se percibirá un tono grave y, por el contrario, si la frecuencia aumenta, se percibirá una tonalidad aguda. La F0 es inversamente proporcional al tamaño de la estructura anatómica de cada sujeto, de modo que, si los pliegues vocales son grandes y muy vascularizados, la frecuencia fundamental será menor (grave) en comparación con otro sujeto que posea cuerdas vocales más pequeñas y menos vascularizadas (Casado, J., 2002).

- *Intensidad (dB)*: Corresponde a la amplitud de la presión sonora que ejerce la voz en un medio como lo es el aire, esto se relaciona directamente con la distancia entre el micrófono y los labios del sujeto (García-Tapia, R., 1996).
- *Medidas de perturbación de la señal*: *Jitter* es la perturbación de la frecuencia fundamental, se mide en vocales sostenidas y cuantifica pequeños lapsos de inestabilidad en la señal vocal. *Shimmer* corresponde a la perturbación de la amplitud, al igual que el *Jitter*, se mide en vocales sostenidas y cuantifica pequeños lapsos de inestabilidad de la señal vocal. *NHR (Noise To Harmonic Ratio)* corresponde un análisis en el dominio temporal que calcula la relación entre armónicos y ruido de la voz. Mayor cantidad de ruido en la voz se asocia a cierre incompleto de las cuerdas vocales. *HNR (Harmonic-To-Noise Ratio)* es una medida que cuantifica la cantidad de ruido aditivo en la señal de la voz en términos de su intensidad. Consiste en el cociente entre la energía espectral debida a las componentes armónicas de la señal y la correspondiente al ruido (Jackson-Menaldi, C., 2002).
- *Cepstral Peak Prominence Smoothed o CPPs*: El CPPs es una medida de calidad vocal, correlacionada a la escala de percepción acústica GRBAS y con especial relación a los parámetros de soplosidad y ronquera (Hasanvand A., 2016). Utiliza un algoritmo especial para la medida del CPP (Cepstral Peak Prominence). Esto último, el CPP corresponde a una medida de cepstrum (el cálculo de la transformación inversa de Fourier en escala logarítmica, en otras palabras, el espectro de un espectro) en la que se obtiene la diferencia en amplitud (dB) entre el peak cepstral y el valor de regresión lineal inmediatamente bajo ese peak (Hillenbrand J., 1996). En palabras más cercanas, corresponde a un análisis en el cual, a través de varios algoritmos matemáticos, se extrae información específica de la calidad vocal eliminando ruidos que no corresponden a la señal de voz.
- *Long-Term Average Spectrum o LTAS*: Es una herramienta que a través de la transformación rápida de Fourier capta, en el espectro de la voz, durante varios momentos la distribución media de la energía sonora en muestras de habla encadenada

(Guzmán, M., 2013). Se puede obtener información distinta dependiendo del segmento frecuencial elegido para analizar. El segmento de frecuencia más utilizado para analizar la energía de la fuente glótica es:

- L1-L0: Corresponde a la diferencia de energía entre las zonas frecuenciales de F1 y F0, donde se obtiene información sobre la fuente glótica y la intensidad vocal. Una mayor relación de F0 por sobre F1 se correlaciona con hipofunción de las cuerdas vocales, mientras que una mayor relación de F1 por sobre F0 se correlaciona con hiperfunción vocal (Da Silva, P. T., 2010).
- Alpha ratio: Corresponde a la medición de la pendiente espectral de la energía entre las regiones de 50 Hz - 1000 Hz y 1000 Hz – 5000 Hz. Además, en voces femeninas los valores pueden variar en comparación con los valores de los varones siendo de mayor valor. Se puede decir que está ligado los cambios que se visualizan en la calidad vocal (Droguett, Y. G., 2017)

### 3.3.2. Software para análisis acústico de la voz

Frente a los cuestionamientos que se han realizado al análisis acústico perceptual de la voz, se han creado estas herramientas con el fin de entregar en el análisis acústico una manera fácil, no invasiva y de bajo costo para complementar el estudio tanto en voces normales como patológicas (Elisei, N.G., 2012). A continuación, algunos softwares ampliamente utilizados:

- *Praat*: Es un programa de distribución gratis, libre, abierto y apto para múltiples sistemas operativos. Fue desarrollado por Paul Boersma y David Weenink para la grabación y el análisis fonético-acústico entre otras variadas funciones. Es un programa especializado y nos permite medir, entre otros elementos, la frecuencia fundamental, intensidad, Jitter, Shimmer, HNR, NHR, formantes, armónicos, pendiente espectral, inicio de emisión, filatura, energía de la fuente glótica, CPPs, entre una larga lista de etcéteras (Weenink, D. & Boersma, P., 2018; Román, D., 2018). Este programa fue elegido para realizar el análisis acústico de esta investigación pues, a pesar de su libre acceso, es un programa completo que permite gran versatilidad al momento de su uso.

- *Ztool (Hillenbrand's Speech Tool)*: Diseñado por James Hillenbrand es un software de uso libre y gratuito, especialmente útil para medir CPPs pues el creador del programa es el mismo creador del algoritmo utilizado por esta medida, el programa resulta intuitivo y es ampliamente utilizado por investigadores del área fonética-acústica y vocal (Hillenbrand, J., 2018; Hasanvand, A., 2016; Warhurst S., 2013).
- *Computerized Speech Lab (CSL)*: Creado por la compañía Pentax Medical es, posiblemente, el sistema más completo del mercado tanto para investigación como para la clínica vocal. Su amplia gama de funciones y bases de datos avala lo anteriormente dicho (Jackson-Menaldi, C., 2002; PENTAX Medical., 2018). Pero este producto es comercialmente costoso, lo que dificulta su acceso.

#### 4. AUTOPERCEPCIÓN VOCAL

“La autopercepción vocal es la valoración que hace la persona de su propia voz, en cuanto a una amplia gama de características, tanto de particularidad, como de la normalidad o anormalidad que se le confiere, todo esto desde un punto de vista subjetivo” (Cifuentes, T. y cols., 2017)

Existen dos maneras de valorar la autopercepción vocal. La primera, es la valoración subjetiva que cada individuo realiza acerca de su propia voz, por lo que es de tipo cualitativa. El segundo método también subjetivo, tiene relación con cuantificar la discapacidad de la voz de un sujeto a causa de una patología o causa determinada. A partir de esta se establecen los objetivos de la intervención vocal, considerando el nivel de discapacidad vocal con información física, emocional, funcional y económica del usuario. (Elhend, Caravaca y Santos., 2012).

## 5. ESTADO DEL ARTE

En el marco de esta investigación, varios autores han propuesto diversos elementos de la entonación que varían según la localización geográfica de los sujetos.

Un estudio realizado por Paloma Pinillos (Pinillos, P., 2016) observó las diferencias entre el español limeño con el madrileño tomando en cuenta únicamente el elemento temporal o duración de las vocales en ambos dialectos. Sus resultados arrojaron diferencias significativas tanto en hombres como en mujeres donde el español limeño tendía a mantener durante más tiempo todas las vocales. Otra diferencia importante fue que en el español limeño las mujeres mostraban mantener más tiempo las vocales que los hombres, mientras que el español madrileño se presentaba el comportamiento contrario; los hombres mantenían más tiempo las vocales que las mujeres. (Pinillos, P., 2016)

En el año 2013, un estudio realizado por María Farías Valenzuela (Farías, M. G. V., 2013) analizó las diferencias de frecuencia fundamental entre españoles, que poseían el inglés como su segunda lengua, e ingleses hablando el idioma inglés, pero también el español en caso de los españoles. Sus observaciones fueron variadas e importantes: El tono medio en las emisiones del inglés eran mucho más bajas (135Hz) para sujetos ingleses que de los sujetos hispanohablantes (180Hz), sin embargo, al hablar su idioma nativo los hispanohablantes tenían una diferencia muy poco significativa (145Hz) respecto a los hablantes nativos del inglés. Otro factor importante es que los ingleses presentaban variaciones de tono ascendentes que eran más marcadas y frecuentes, mientras que los hispanohablantes presentaban un patrón descendente que variaba menos su frecuencia fundamental (Farías, M. G. V., 2013).

Un estudio realizado el 2009 por María Jesús López y Miguel Cuevas en España donde se buscaba caracterizar el español de Cantabria, encontró que este presentaba diferencias respecto al español de Madrid en las frases declarativas, principalmente hacia el final de estas, donde la frecuencia fundamental conservaba patrones “norteños” o “autóctonos” en las zonas rurales, pero estos patrones eran más semejantes a la entonación Castellana (que se observa en Madrid) cuando se analizaban personas en zonas urbanas (Bobo, M. J. L., & Alonso, M. C., 2009).

En Chile existen pocos estudios con la población de Chiloé, y de nuestro interés existe uno en particular realizado por Diana Muños y cols. (Muñoz-Builes, D., y cols., 2017) donde se analizan muestras de habla, específicamente en frases declarativas. Los resultados señalan una



marcada anticadencia hacia el final de sus emisiones, sin embargo, estos estudios son preliminares y las comparaciones vocales no se han extendido a otros territorios del país. Según varios autores, las frases declarativas en el español tienden al descenso de su frecuencia fundamental, sin embargo, en Chiloé no se presenta el mismo patrón descendente sino más bien un ascenso sostenido hacia el final de las frases. El patrón ascendente es observado principalmente en la lengua inglesa, tanto en gran Bretaña, nueva Zelanda, Canadá, Irlanda, Australia y Estados Unidos (Muñoz-Builes, D., y cols., 2017).

Estos patrones descendentes en frases declarativas también parecen replicarse en otras zonas de Chile, incluso en zonas próximas como lo son Valdivia. Gladys Cepeda en el año 2001, observó que el español en Valdivia concordaba en varios de sus aspectos entonacionales con las demás variantes de la lengua como según ella menciona a través de otros autores corresponderían al español en México, Venezuela, Nicaragua y otras ciudades de Chile (Cepeda, G., 2001).

## VII. METODOLOGÍA

### 1. ENFOQUE Y DISEÑO

La investigación tiene un enfoque mixto que permitió adquirir conocimientos fundamentales y elegir los modelos más adecuados para recoger y analizar los datos a través de conceptos y variables, mediante un diseño no experimental ya que se observó a las personas en su ambiente natural, tipo transversal y alcance descriptivo y correlacional.

### 2. VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional		
			Mujer	Hombre
<b>Frecuencia Fundamental Promedio</b>	Cantidad de ciclos vibratorios de la cuerda vocal medidos en un segundo.	<b>Grave</b>	196 Hz- 226 Hz	98 Hz - 110 Hz
		<b>Medio</b>	210 Hz - 226 Hz	117 Hz - 133 Hz
		<b>Agudo</b>	244 Hz - 262 Hz	147 Hz - 165 Hz
<b>Diferencia total de Frecuencia Fundamental – ΔF0</b>	Diferencia entre frecuencia fundamental máxima (Fhi) y mínima (Flo)	Fhi Hombre: <482hz Fhi Mujer: <634hz Flo Hombre: >77hz Flo Mujer: >137hz		
<b>Intensidad</b>	Grado de fuerza con el que se emite la voz, lo que dependerá de la interacción entre la presión subglótica, la resistencia que oponen los pliegues vocales, de la viscosidad de estas y de las dimensiones y formas de las estructuras supraglóticas.	<b>Débil:</b> < 45 dB		
		<b>Adecuado:</b> 45 - 55 dB		
		<b>Fuerte:</b> > 55 dB		
<b>Calidad vocal</b>	Conjunto de características que identifican de manera perceptual la voz y que varían de acuerdo a la situación comunicativa, ambiental y psicológica de las personas.	<b>Cepstral Peak Prominence Smoothed (CPPS)</b> <b>Adecuado:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Valor mínimo:</i> 1,61</li> <li>- <i>Valor máximo:</i> 7,02</li> </ul> <b>Inadecuado:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Valor mínimo:</i> 0,64</li> <li>- <i>Valor máximo:</i> 4,88</li> </ul>		

<b>Energía de la fuente glótica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Relación L1-L0:</b> Es la diferencia entre armónicos del rango 50-300Hz y 300-800 Hz en decibeles.</li> <li>• <b>Alpha ratio:</b> Corresponde a la medición de la pendiente espectral de la energía entre las regiones de 50 Hz - 1000 Hz y 1000 Hz – 5000 Hz</li> </ul>	<b>Long-Term Average Spectrum (LTAS)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Relación L1-L0</b> <b>Valores (+)</b> (valor 0 referencia) indican mayor actividad de fuente glótica. <b>Valores (-)</b> (valor 0 referencia) indican menor actividad de la fuente glótica.</li> <li>• <b>Alpha ratio</b> <b>Adecuado:</b> entre -15 y -18</li> </ul>
<b>Autopercepción vocal</b>	Valoración subjetiva de la calidad vocal por parte del individuo desde el punto de vista del bienestar físico, mental y social. (Señaris y cols, 2006)	Cuestionario de autopercepción vocal (ANEXO 1)

**Tabla 1. Descripción de Variantes**

*Tabla 1: F0 promedio: Jackson Menaldi, C. 2002; Intensidad: Cobeta, I. 2013; Jitter, Shimmer, NHR: Boersma, P & Weenink, D. 2001; CPPS: Heman-Ackah, Y., Sataloff, R., Laureyns, G. et al. 2014; Variación de F0 total: Stemple et al, 2000.*

### 3. SUJETOS

Los individuos estudiados fueron estudiantes de cuarto año de enseñanza media de la provincia de Santiago y la provincia de Castro, por lo que se consideró un rango etario entre los 17 y 22 años. La elección de esta edad fue debido a una conveniencia del estudio, ya que sobre todo los jóvenes de Castro suelen estar menos contaminados por otro ambiente al ser aún escolares, sin embargo, luego de esa edad comienzan a migrar a otros lugares principalmente por los estudios.

Los criterios de inclusión son:

1. Individuos que cursaban cuarto año de enseñanza media.
2. Individuos entre las edades de 17 a 22 años.
3. Debían contar, a lo menos, con cuatro años de residencia en el lugar donde habitan.
4. Debían ser oriundos de su lugar de procedencia.
5. Los individuos debían ser hablantes nativos del español.
6. Los individuos no debían presentar historia previa de patologías vocales.

7. Los individuos no debían viajar por periodos superiores a dos días dentro de los últimos siete días anteriores al muestreo.
8. Los individuos no debían tener entrenamiento vocal.

Los criterios de exclusión son:

1. Individuos que cursaban otro año escolar que no correspondiente a cuarto año de enseñanza media.
2. Individuos de edad distinta al rango 17 a 22 años.
3. Individuos que presentaban patologías vocales en la evaluación.
4. Individuos de nacionalidad extranjera.

Muestra:

	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
Santiago	32	32
Castro	16	14
<b>Total</b>	48	46

**Tabla 2. Muestra.**

Tipo de muestreo:

En la investigación el tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia ya que fue guiado por uno o varios fines más que por técnicas estadísticas que buscan representatividad. Además, se requirió de recursos humanos, a los cuales se tuvo acceso para la toma de muestras y generación de cuestionario de autopercepción.

## 4. PROCEDIMIENTOS

### 4.1. Etapas:

- *Primera etapa:* Elaboración de instrumentos a utilizar en la toma de muestras tales como estímulos, cuestionario, entrevista, cartas de presentación y consentimientos informados.
- *Segunda etapa:* Se asistió a colegios para hacer entrega de cartas de presentación, solicitando permiso para toma de muestras.
- *Tercera etapa:* Se asistió a colegios involucrados para hacer entrega de consentimientos informados.
- *Cuarta etapa:* Se recolectaron los consentimientos informados de los sujetos, se les entregó además un cuestionario de autopercepción y se tomaron muestras de voz mediante grabación. Los procedimientos se realizaron en consideración de la declaración de Helsinski en el año 2013. La toma de muestras se llevó a cabo en una sala acústicamente aislada, tanto en Santiago como en Castro.
- *Quinta etapa:* Se seleccionaron las muestras según criterios de inclusión y exclusión.
- *Sexta etapa:* Se analizaron tanto las muestras como el cuestionario de Autopercepción.
- *Séptima etapa:* Se realizó la discusión y conclusión de los resultados

### 4.2. Grabación y análisis acústico de las voces

#### 4.2.1. Grabación:

Los sujetos debieron realizar la cantidad de estímulos que se le solicitaron mediante la grabación con un micrófono condensador USB, modelo Samson G track (Samson Technologies, USA), el cual se posicionó aproximadamente a 20 centímetros de la boca del sujeto. Estas muestras se realizaron y guardaron con software de grabación Audacity.

#### 4.2.2. Análisis acústico de las voces utilizando software Praat:

Para la recolección de información sobre frecuencia fundamental inicial, final, y la diferencia de estas en las frases, se utilizó una entrevista semiestructurada con temas acorde al interés de cada sujeto en las que la intervención del investigador será mínima y funcional (Larrosa, M., 2016). Las conversaciones fueron registradas solo en ambiente urbano.

Se identificaron los enunciados que presentaron el patrón ascendente a final de la frase (Muñoz-Builes, D., 2017) mediante una evaluación auditiva exhaustiva y luego se midieron mediante

software Praat los tres últimos valores obtenidos de frecuencia fundamental, penúltima vocal, última vocal y último rastro de F0 que podría ser en vocal o consonante sonora. Para normalizar los datos entre los distintos hablantes y compararlos se convirtieron los diferentes puntos de F0 en semitonos entre los valores originales y su promedio en el enunciado.

Por otro lado, del estímulo de vocal /a/ sostenida se extrajo F0, y para determinar la intensidad promedio, se utilizó la opción “get intensity (dB)” del software Praat la que se obtuvo a partir de la lectura de un texto fonéticamente equilibrado “texto del abuelo”. (Anexo 2).

Con respecto al análisis de LTAS (Long-Term Average Spectrum), este también se obtuvo a partir del texto del abuelo utilizando un ancho de banda de 100 Hz y una frecuencia máxima de 8kHz. Se eliminarán las pausas y los segmentos mudos del audio utilizando la opción “pitch corrected”. Se estudió y determinó la relación L1-L0, o sea la diferencia entre la frecuencia fundamental (F0) y el primer formante (F1) correspondientes a las diferencias entre las regiones 50 Hz - 300 Hz y 300 Hz - 800 Hz respectivamente, además del parámetro Alpha Ratio entre las regiones 50 Hz - 1000 Hz y 1000 Hz - 5000 Hz.

#### 4.2.3. Análisis acústico de las voces utilizando software Speech Tool:

Los valores de CPPS (Cepstral Peak Prominence Smoothed) se obtienen a través del software Speech Tool 1.65 (de James Hillenbrand, Western Michigan University) a partir de la lectura del “texto del abuelo”.

## 5. PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS

### 5.1. Software estadístico o de análisis cualitativo.

Análisis estadístico: El análisis fue realizado utilizando IBM SPSS versión 9.6.0.0. Se aplica test de Levene para establecer la igualdad de las varianzas, también se realizará un test para medir la normalidad de las variables (Shapiro-Wilk). Un valor de  $p < 0.05$  se considerará como estadísticamente significativo. Los análisis descriptivos se calcularon para todas las variables e incluyen la media y la desviación estándar. Se usa un t-test para muestras independientes para analizar los resultados de las variables acústicas con un 95% de confianza y un 5% de error. En caso de que no pueda aplicarse estos test, debido a que no se cumplen las características, se utilizarán pruebas no paramétricas como la de U de Mann – Whitney.

## 6. PROCEDIMIENTOS GENERALES

Para llevar a cabo el estudio fue necesario contar con la autorización por parte del establecimiento educacional, es por esta razón se realizó la entrega de una carta explicativa del proyecto de tesis.

En cuanto a la toma de muestras, en primera instancia fue necesario contar con la autorización y consentimiento tanto de los padres de los alumnos, como de los sujetos participantes, cumpliendo con aspectos formales del estudio.

Luego, en segunda instancia, se procedió a realizar la tomar las muestras, lo que se llevó a cabo en una habitación que contaba con el ambiente apropiado, es decir, lo menos ruidoso posible y con la menor cantidad de interferencias electrónicas, idealmente una sala insonorizada; para la grabación de voces, se utilizó el software Audacity junto con un micrófono condensador USB modelo Samson G track (Samson Technologies, USA) que fue posicionado aproximadamente a 20 centímetros de la boca del sujeto. Se grabó la emisión de una vocal /a/, lectura del texto del abuelo y las respuestas a una entrevista, para así obtener valores de parámetros vocales que posteriormente se analizaron mediante software Praat versión 6.0.29 y software Speech Tool 1.65. Además, los participantes debieron responder un cuestionario de autopercepción posterior a la toma de muestras del estudio.

Una vez obtenidos los resultados de las muestras, se realizó el análisis de las muestras determinando las diferencias en los parámetros acústicos y su autopercepción en estudiantes de cuarto año de enseñanza media de las provincias de Santiago y Castro en Chile.

## 7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

La investigación realizada cumple los principios éticos de autonomía ya que no se ha obligado a los individuos a participar en este estudio. Para informar a los sujetos acerca de los procedimientos a realizar y dejar constancia de su participación voluntaria, se les entregó un consentimiento informado sobre la investigación. Además, no se infringe daño a los sujetos al momento de realizar la toma de muestras cumpliendo con el principio de no maleficencia y beneficencia considerando que se protegen los derechos de los participantes, siendo justos con estos en cada una de las etapas del muestreo.

## VIII. RESULTADOS

La muestra total estuvo compuesta por 97 jóvenes entre 17 y 23 años, de los cuales 30 fueron de la ciudad de Castro y 67 de Santiago. En cuanto a su distribución por género, en Castro 14 sujetos fueron de sexo femenino y 18 de sexo masculino, mientras que en Santiago 33 sujetos fueron de sexo femenino y 32 de sexo masculino.

### Parámetros Acústicos

Los resultados de los parámetros acústicos de la voz se detallan en las tablas 3, 4 y 5. En cuanto al parámetro acústico de frecuencia fundamental analizada en una vocal /a/ sostenida, para las mujeres se obtuvo una media de 218,3 Hz en la ciudad de Santiago y 210,7 Hz en la ciudad de Castro, existiendo una diferencia no significativa entre ambas zonas, sin embargo, el mismo parámetro en varones arrojó una media de 120,3 Hz en Santiago y 131,7 Hz en Castro con un valor de P de 0,024 obtenido mediante la prueba no paramétrica de U de Mann - Whitney, señalando una diferencia significativa entre ambos lugares para el parámetro de frecuencia fundamenta en vocal /a/ sostenida.

El parámetro de variación de frecuencia fundamental total correspondiente a la diferencia de frecuencia fundamental entre el máximo y el mínimo valor de la misma, mostró una media de 218 Hz para las mujeres de Santiago y de 185 Hz para las mujeres de Castro sin una diferencia significativa entre ambas localidades. En hombres, la media de los varones en Santiago fue de 79,2 Hz y en los varones de Castro fue de 87,9 Hz sin presentar diferencias significativas entre los dos lugares.

En cuanto a los valores de los parámetros acústicos de calidad de la voz, se mostró en L1-L0 una media para Santiago de -1,1 dB y de -3,5 dB para los sujetos de Castro con una diferencia significativa dada por el valor de  $P = 0,000$ . Para los valores de Alpha Ratio se evidenció una media de -18,5 dB y -19 dB para Santiago y Castro respectivamente, sin presentar diferencias significativas. Los valores obtenidos para los datos de CPPS fueron 4,6 dB como media en Santiago y 4,1 dB como media en Castro con un valor de  $P = 0,001$ , mostrando diferencias significativas entre ambas ciudades.



<b>Tabla 3. Distribución promedio, desviación estándar y valor de P para los valores de frecuencia fundamental en vocal sostenida.</b>					
	<b>Santiago</b>		<b>Castro</b>		
Sexo	Media	Ds	Media	Ds	P
Mujeres	218,282	29,86	210,752	21,401	0,245

<b>Tabla 4. Distribución promedio, desviación estándar y valor de P para los valores de variación de frecuencia fundamental total en habla espontánea.</b>					
	<b>Santiago</b>		<b>Castro</b>		
Sexo	Media	Ds	Media	Ds	P
Mujeres	217,972	82,854	185,024	75,444	0,143
Hombres	79,176	20,969	87,879	30,834	0,431

<b>Tabla 5. Distribución promedio, desviación estándar y valor de P para los valores de calidad de la voz en texto del abuelo.</b>					
	<b>Santiago</b>		<b>Castro</b>		
	Media	Ds	Media	Ds	P
L1-L0	-1,113	2,224	-3,501	2,508	0,000
Alpha Ratio	-18,491	2,393	-18,966	2,618	0,914
CPPS	4,573	0,649	4,101	0,607	0,001

### Cuestionario de Autopercepción

En las tablas 6, 7, 8 y 9 se muestra la distribución promedio y moda para las puntuaciones obtenidas por mujeres y hombres en las ciudades de Santiago y Castro para la encuesta de autopercepción vocal. Se encontró que el valor que más varía para las muestras de mujeres entre Santiago y Castro es en la afirmación número 11 que dice “siento que hablo con cambios entonacionales, también descrito como hablar melódicamente o hablar cantadito”, donde las mujeres de Castro concentran mayor cantidad de aciertos y las mujeres de Santiago se sienten menos identificadas con esta afirmación. Por el contrario, la afirmación donde menos hubo variaciones (la variación fue nula) fue la número 3 donde se dice “hablo muy fuerte” mostrando que las mujeres de ambas zonas declararon sentirse igualmente identificadas.

Para la muestra de hombres, entre Santiago y Castro se obtuvo que la afirmación con mayor diferencia entre ambas zonas fue la número 13 que dice “me han dicho en alguna ocasión que

hablo ‘cantadito’”, donde los hombres de Castro se sienten más identificados con esta afirmación que los hombres de Santiago. Por otra parte, las afirmaciones con menos diferencia entre ambas zonas fueron, de igual manera, las número 7 y 8 que dice “el volumen de mi voz se eleva cuando hablo” y “el volumen de mi voz desciende cuando hablo” respectivamente.

Pregunta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
Media	3,2	2,4	3,5	2,7	2,3	2,2	3,5	2,1	2,3	2,3	2,5	2,3	1,8	2,8	3,2
Moda	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	1	1	3	3

Tabla 6. Distribución promedio y moda para las puntuaciones obtenidas por pregunta en “Encuesta de autopercepción vocal” en mujeres de Santiago.

Pregunta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
Media	2,4	3,9	3,5	3,1	2,4	2,3	3,4	2,6	2,3	2,4	2,6	2,6	2,5	3,3	3,3
Moda	2	4	3	3	2	2	3	2	2	2	1	2	2	3	3

Tabla 7. Distribución promedio y moda para las puntuaciones obtenidas por pregunta en “Encuesta de autopercepción vocal” en hombres de Santiago.

Pregunta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
Media	3,1	2,1	3,4	2,5	1,9	1,5	3,4	1,9	1,9	1,6	3,5	3,1	3,5	3,8	2,9
Moda	3	1	2	3	2	1	4	1	2	1	4	3	4	3	3

Tabla 8. Distribución promedio y moda para las puntuaciones obtenidas por pregunta en “Encuesta de autopercepción vocal” en mujeres de Castro.

Pregunta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
Media	2,9	3,5	3,8	2,4	2,8	1,6	3,6	2,4	2,4	2,5	3,6	3,6	3,6	4,3	3,7
Moda	2	4	3	2	3	1	4	2	1	2	4	3	2	1	2

Tabla 9. Distribución promedio y moda para las puntuaciones obtenidas por pregunta en “Encuesta de autopercepción vocal” en hombres de Castro.

Además, en el cuestionario de autopercepción se incluyó una pregunta abierta (“¿Cambiaría algún aspecto de su voz? ¿Cuál? o ¿Cuáles?”). Frente a esto, se identificaron algunos aspectos de la voz que están representados como códigos para una mejor tabulación, los cuales corresponden a las respuestas entregadas por los sujetos. Por ejemplo, para el código “agudo” se consideraron las respuestas “Me gustaría tener una voz más grave” y “Me gustaría cambiar mi voz chillona.”. Los códigos identificados y su incidencia se exponen en la tabla 10.

<b>Tabla 10. Códigos identificados en la pregunta abierta del cuestionario de autopercepción vocal.</b>				
<b>Codificación</b>	<b>Santiago</b>		<b>Castro</b>	
	<b>MUJER</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>	<b>HOMBRE</b>
Participantes que refieren querer cambiar su voz <i>aguda.</i>	10	8	2	5
Participantes que refieren querer cambiar su voz <i>grave.</i>	3	2	1	0
Participantes que refieren querer cambiar su voz <i>fuerte.</i>	2	1	4	2
Participantes que refieren querer cambiar su voz <i>débil.</i>	2	3	3	1
Participantes que refieren la presencia de <i>quiebres tonales.</i>	4	2	1	0
Participantes que <i>no cambiarían ningún aspecto de su voz.</i>	9	14	2	7
Participantes que refieren querer disminuir su <i>fatiga vocal.</i>	1	0	1	0
Participantes que refieren querer aumentar su <i>extensión tonal.</i>	0	1	1	0

Estos datos reflejan las inquietudes de cada individuo acerca de su voz, por lo que es importante considerarlas en este estudio. En la tabla 10 podemos visualizar que la mayoría de las mujeres quiere cambiar algún aspecto de su voz, independientemente de la localidad donde vivan; por el contrario, en los hombres se observa que no hay una preferencia significativa por modificar algún aspecto vocal, sino que la mitad está conforme con su voz y el otro 50% cambiaría algo de esta.

Otra variable a destacar es que 10 mujeres en Santiago autoperciben su voz como aguda, y desean cambiar ese aspecto; en cambio, en Castro, el número mayor de mujeres quieren disminuir la intensidad de su voz ya que la autoperciben como fuerte. En cuanto a los hombres, tanto en Santiago como en Castro, se destaca que quieren cambiar su voz aguda, aunque esto no necesariamente quiere decir que sienten su voz desplazada a los agudos, sino que también podría pensarse que perciben su voz en una tonalidad adecuada, pero que de todas maneras quisieran una voz más grave.

## IX. DISCUSIÓN

### Frecuencia fundamental:

De los valores para frecuencia fundamental media en una vocal /a/ sostenida en hombres, podemos decir que la media encontrada en hombres de Castro (131,7 Hz) es significativamente mayor que los valores obtenidos en Santiago (120,3 Hz). Al comparar esta información con los valores obtenidos por Elisei (Elisei, N. G., 2012) en una muestra de argentinos con voz normal donde, al realizar una vocal /a/ sostenida, la media fue de 119 Hz, se puede afirmar que la población de Santiago se encuentra próxima a esta media, mientras que los de Castro se encuentran, de todas formas, en un mayor valor para F0. Algo similar ocurre con los datos señalados en un estudio publicado por Botero L. en el año 2001, donde al analizar una muestra de estudiantes de licenciatura en música en Colombia se observó una media de 127 Hz para la frecuencia fundamental en una vocal sostenida (Botero, L., 2001), en este caso el valor de frecuencia fundamental se aproxima a la media encontrada en la ciudad de Castro.

Para las mujeres, en la vocal /a/ sostenida se obtuvo una media de 218,3 Hz para la muestra de Santiago y de 210,8 Hz para la muestra de Castro, sin presentar entre ambas muestras una diferencia que sea significativa. Al contrastar esta información con los datos obtenidos por Elisei (Elisei, N. G., 2012) quien midió una media de 207 Hz en mujeres podemos ver que hay una diferencia muy leve entre la población de Argentina, Santiago y Castro. Algo similar ocurre con la población de Colombia donde se obtuvo una media de 227 Hz para mujeres.

### Variación de frecuencia fundamental:

De los valores obtenidos en variación de la frecuencia fundamental, se obtuvo en la población de mujeres en Santiago que estas variaban como media en 217 Hz desde el punto más bajo (Flo) hasta el punto más alto (Fhi) de frecuencia fundamental a lo largo de una frase declarativa aleatoria, mientras que las mujeres en Castro presentaban una media de 185 Hz. Por otro lado, los hombres de Castro variaban más su frecuencia fundamental que los hombres en Santiago (89 Hz en Castro y 79 Hz en Santiago). Cabe destacar de lo recién mencionado que las características prosódicas de la población de Santiago son similares a lo estudiado por otros autores en las localidades de Castilla y León, el acento catalán y el español tradicional,

respectivamente, donde se presentaron múltiples picos y descensos en las frases declarativas (De Oca, M., 2008); mientras que la variante entonacional en Chiloé, representada por la frecuencia fundamental, muestra un ascenso sostenido con una leve cadencia al final de los enunciados, algo similar a lo que ocurre en la lengua inglesa, tanto de Gran Bretaña, Nueva Zelanda, Canadá, Irlanda, Australia y Estados Unidos. (Muñoz-Builes, D., y cols., 2017), pero que también se observa en el idioma español de otros países latinoamericanos como México, Venezuela y Nicaragua u otras zonas del sur de Chile como Valdivia (Cepeda, G., 2001).

#### Cepstral Peak Prominence Smoothed (CPPs):

Para los valores obtenidos para CPPs, en la muestra de Santiago se obtuvo una media de 4,5 mientras que en Castro se obtuvo una media de 4,1. Entre ambos valores podemos decir que la calidad vocal de los sujetos en Castro es menor que la calidad de los sujetos en Santiago. Al comparar los valores obtenidos con otros estudios, tenemos que Heman-Ackah midió una media de 5,4 para el valor de CPPS con una desviación estándar de 1,2. En el mismo estudio, el autor fijó un valor de 3,9 como corte para la detección de disfonía con una sensibilidad de 92,4% y especificidad de 79% (Heman-Ackah, Y., 2014). Podemos decir que las puntuaciones obtenidas tanto en Santiago como en Castro están dentro de los rangos de normalidad, sin embargo, cercanos al límite para considerarse disfonía. En 2013, un estudio en locutores ejecutado por Warhurst mostró una media de 6,35 para sujetos con voz normal y 4,31 para sujetos con voz disfónica (Warhurst, S., 2013), según estos valores se podría considerar a la población en Castro con voces disfónicas, sin embargo, hay que considerar que este último estudio se ejecutó en voz profesional.

#### Alpha Ratio:

Respecto a los valores obtenidos en Alpha Ratio, donde la población de Santiago obtuvo un promedio de -18,5 dB y la de Castro obtuvo un promedio de -19 dB. Al comparar estos datos con los valores obtenidos por Da Silva, quien encontró una media de -15 dB con una desviación estándar de 2,3 dB en una población joven en condición de normalidad vocal, podemos observar que estos datos son semejantes (Da Silva, P. T., 2010). Dado lo anteriormente expuesto,

podemos decir que la intensidad del cierre cordal durante la fonación en sujetos tanto de Castro y Santiago se encuentran en similitud con la información de Da Silva y dentro de la normalidad para este valor.

#### L1-L0:

Los resultados obtenidos en este estudio para los valores de L1-L0 como media en Santiago fue de -1,1 dB con una desviación estándar de 2,2 dB y una media de -3,5 dB con desviación estándar igual a 2,5dB para la población en Castro lo que al contrastarse con los datos obtenidos por Da Silva en una población de sujetos jóvenes, en donde observó una media de 0,05 dB y una desviación estándar de 2,8 dB, se aprecia un patrón hipofuncional más marcado en la población de Castro que en la población de Santiago, sin embargo, ambas poblaciones se encuentran en rangos de normalidad (Da Silva, P. T., 2010).

#### Autopercepción vocal:

Respecto a los resultados obtenidos de los informantes de Castro y Santiago para la encuesta de autopercepción vocal, se desprende que ambas zonas sienten que las características entonacionales de su habla son distintas entre las dos zonas, sin embargo, las afirmaciones que hacen referencia a parámetros vocales como lo son intensidad y frecuencia fundamental no difieren de manera importante entre los informantes de ambas zonas. Los resultados expuestos en este estudio son congruentes con un estudio previamente realizado por Rojas en las zonas centro, sur y norte del país donde se preguntó por varias dimensiones lingüísticas, paralingüísticas y extralingüísticas donde la percepción de similitud (o diferencia) entre las zonas sur y centro (homologables a Castro y Santiago) muestran que la zona sur, principalmente, se siente lingüísticamente distinta a las otras zonas del país (Rojas, D., 2012). El mismo estudio también señala que tanto las personas de la zona sur como las de la zona centro se sienten agradados con su habla, algo levemente distinto a lo ocurrido en la afirmación número 14 y 15, donde se realizan las afirmaciones “me gusta como habla la gente de mi ciudad” y “me gusta como habla la gente de Santiago/Castro” respectivamente, siendo que en los casos tanto de Santiago como Castro se identifican mayoritariamente como “algunas veces” obteniendo en

promedio 3 puntos tanto hombres como mujeres, señalando neutralidad ante las aseveraciones expuestas.

Se han detectado diferencias entre la población de Santiago y Castro, muchas de ellas no son suficientemente significativas, pero es destacable la mayor frecuencia fundamental encontrada tanto en hombres como en mujeres de Castro respecto a Santiago y parámetros de calidad vocal en ambas poblaciones, que están por debajo de la media encontrada en otras poblaciones.

La disminuida calidad vocal se puede justificar por factores ambientales presentes en ambas ciudades que pueden ser protectores o facilitadores para alteraciones vocales como lo son agentes contaminantes, baja o alta humedad en el aire, características acústicas del entorno y las características lingüísticas del entorno.

En un estudio realizado por Martin Berg y colaboradores en el año 2017, donde se seleccionaron 2472 sujetos de manera aleatoria, se estudió cómo variaban características vocales de intensidad y tono en diferentes situaciones ambientales (salón de clases, voz conversacional, voz proyectada), agrupando a los sujetos por su estatus socioeconómico y por si eran o no fumadores. Como resultado se observó que tanto intensidad y frecuencia fundamental variaron significativamente en sujetos según su estatus socioeconómico, si eran fumadores y su edad (Berg, M., 2017).

Si bien, la presente investigación arrojó datos significativos que pueden dar paso a otros estudios, es importante, por esta misma razón, mencionar algunos aspectos para mejorar los procedimientos, por ejemplo, aumentar la cantidad de muestras para que los resultados sean aún más significativos, o bien mejorando los programas de análisis. Otro factor que permitiría que los resultados fuesen aún más significativos sería poder recopilar mayor información analizando aspectos ambientales de los sujetos, teniendo en consideración que Chile es un país con una riqueza ambiental diversa y que la FO, intensidad o perturbaciones de la voz son valores variables según características como la humedad, el ruido ambiente y la polución ambiental, por ende, podrían generar cambios a nivel vocal en los sujetos. También se podría reducir el ruido ambiente, siendo una propuesta que sean salas con aislamiento acústico.

Por lo anteriormente mencionado, esta investigación proyecta a futuras investigaciones ligadas a cómo los factores ambientales podrían condicionar ciertas características vocales o al efecto del ambiente sobre el patrón de habla de los sujetos insertos en ecosistemas distintos.



## X. CONCLUSIÓN

En este estudio se midieron distintas variables tanto de parámetros acústicos de la voz como lo son la frecuencia fundamental e intensidad, parámetros de calidad vocal como L1-L0, Alpha Ratio y CPPs y también la autopercepción de la voz a través de un cuestionario, observándose cómo estas variables eran distintas (o no) en las poblaciones de Santiago y Castro, correspondientes a lugares representativos de las zonas centro y sur respectivamente.

Para la variable F0 se encontraron diferencias significativas entre los valores de los hombres de Santiago y Castro, demostrando así, la hipótesis planteada en un inicio, sin embargo, este patrón no se repitió de igual manera en las mujeres. De todas formas, se encontró que las mujeres de Castro presentaban una frecuencia fundamental menor que las de Santiago, lo que es un hallazgo relevante que puede explicar el fenómeno de la entonación característica de los hablantes de Castro. La variable intensidad se excluyó de este estudio debido a que se encontraba interferida por la presencia de ruido ambiental, y esta es altamente sensible a factores externos como el ruido; sin embargo, esto no sucede con otras variables como F0, CPPs y LTAS, por lo cual estas sí se consideraron para el análisis.

Respecto a los parámetros de calidad vocal (L1-L0, Alpha Ratio y CPPs) sorprende que la población de Santiago presenta sistemáticamente valores más cercanos a la normalidad que los sujetos de Castro, aunque ambos están dentro de los rangos de normalidad, como es de esperarse en la población seleccionada, las diferencias son significativas entre ambas zonas y muestran una mejor calidad vocal para los sujetos de la zona central del país (Santiago).

En cuanto a los resultados obtenidos para la autopercepción vocal, se encontró lo esperado, siendo esto último que los participantes tanto de Santiago como de Castro perciben que hablan distinto respecto a la otra localidad y sienten comodidad con su acento. Sin embargo, en el análisis de las encuestas de autopercepción, no se advierten diferencias en cuanto a lo que los sujetos perciben en los parámetros locutivos, como intensidad y frecuencia fundamental, de su propia voz.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Bahmanbiglu, S. A., Mojiri, F., & Abnavi, F. (2017). The impact of language on voice: an LTAS study. *Journal of Voice*, 31(2), 249-e9.
- Bárány, R. (1908). Noise apparatus for the detection of unilateral deafness. *The Journal of Laryngology & Otology*, 23(7), 363-364.
- Berg, M., Fuchs, M., Wirkner, K., Loeffler, M., Engel, C., & Berger, T. (2017). The speaking voice in the general population: normative data and associations to sociodemographic and lifestyle factors. *Journal of Voice*, 31(2), 257-e13.
- Bertucci, M. T., Carvajal, B. L., Fuentes, C. D. P., Rojas, I. M., & Sepúlveda Rojas, M. P. (2012). Relación entre el tono medio hablado y el rango tonal cantado en un grupo de cantantes populares. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Bobo, M. J. L., & Alonso, M. C. (2009). ¿Prosodia norteña o castellana? Aproximación a la entonación del oriente de Cantabria. *Estudios de fonética experimental*, 18, 216-236.
- Bottalico, P. G. (2016). Effects of speech style, room acoustics, and vocal fatigue on vocal effort. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(5), 2870-2879.
- Bouserhal, R. M. (2016). Variations in voice level and fundamental frequency with changing background noise level and talker-to-listener distance while wearing hearing protectors: A pilot study. *International Journal of Audiology*, 55(sup1), pp. S13-S20.
- Brumm, H. & Slabbekoorn, H. (2005). Acoustic communication in noise. *Adv. Stud. Behav.* 35: 151-209.
- Bustos, I. (1995). Tratamiento de los problemas de la voz. Nuevos enfoques. Madrid: Editorial Ciencias de la Educación Preescolar y Específica.
- Bustos, I. (2003). La voz. La técnica y la expresión. Paidotribo. Badalona (España).
- Casado, J., & Adrián, J. (2002). La evaluación clínica de la voz. *Fundamentos Médicos y Logopédicos*. (1ª ed.). Málaga: Aljibe.

- Casado, J. (2011). Exploración Clínica de la Voz. Clínica Otorrinolaringológica Dr. Juan Carlos Casado en Marbella. Extraído de <http://www.otorrinomarbella.com/exploracion-clinica-de-la-voz/>
- Cepeda G. (2001). Las unidades de entonación del español de Valdivia, Chile. *ONOMÁZEIN*, 31-51.
- Castillo, K., Cruz, N., Escobar, M., & Medina, E. (2011). Fundamentos de la identificación vocal de hablantes del español de Chile: Una mirada fonaudiológica (tesis de pregrado). Universidad de Chile Santiago, Chile.
- Cifuentes, T., Pino, J. D., Fuenzalida, C., Norambuena, F., & Soto, K. (2017). Descripción de los parámetros fonético-acústicos y autopercepción vocal en estudiantes de teatro de la Región Metropolitana de Chile (Doctoral dissertation, Universidad Andrés Bello), p. 31.
- Cobeta, I., Nuñez, F., & Fernández, S. (2013). *Patología de la voz* (1ra ed.). Barcelona, España: Marge Médica Book.
- Da Silva, P. T. (2010). Acoustic and long-term average spectrum measures to detect vocal aging in women. *Journal of Voice*, 25(4), 411-419.
- De Oca, M., Román, D., Cofré Vergara, V., & Rosas Aguilar, C. (2008). Rasgos prosódicos de oraciones sin expansión, del español de Santiago de Chile en habla femenina. *Language design: journal of theoretical and experimental linguistics*, (Special Issue), 137-146.
- Dosal, R. (2014). Producción de la Voz y el Habla. La Fonación. Valdecilla: Escuela Universitaria de Enfermería Casa de Salud Valdecilla.
- Droguett, Y. G. (2017). Aplicaciones clínicas del análisis acústico de la voz. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 77(4), 474-483.
- Elhend, H., Caravaca, A. & Santos S. (2012). Medición de la discapacidad vocal en los pacientes con disfonías funcionales. *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de cabeza y cuello*, 72: 145-150.
- Elisei, N. G. (2012). Análisis acústico de la voz normal y patológica utilizando dos sistemas diferentes: ANAGRAF y PRAAT. *Interdisciplinaria*, vol 29, num 2, pp. 271-286;339-357.

- Facal, I. (1998) *La voz del cantante*. Buenos Aires; Talleres Vladimir, p.33
- Farías, P. (2007). *Ejercicios que restauran la función vocal*. Buenos Aires, Argentina: Akadia Editorial.
- Farías, M. G. V. (2013). A comparative analysis of intonation between Spanish and English speakers in tag questions, wh-questions, inverted questions, and repetition questions. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, 13(4), 1061-1083
- Farías, P. (2014). Mejoría del cierre glótico y de la onda mucosa con terapia vocal en sulcus vergeture: reporte de un caso. *Areté*, (14), 6-19.
- Fortoul Van der Goes, T. I. (2017). *Histología y biología celular*, 3ª ed. McGraw Hill, New York, NY
- García-Tapia, R. y. (1996). *Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz*. Madrid, España: Garsi SA.
- Giancoli, D., & Araujo, M. (2008). *Física para ciencias e ingeniería. Volumen 1*. (4th ed.). México: Pearson Educación Amador.
- Giddens, C. B.-C. (2013). Vocal Indices of Stress: A Review. *Journal of Voice*, 27(3), 390.e21-390.e29.
- Giovanni, A., Lagier, A., & Henrich, N. (2014). Physiologie de la phonation. *Emc Oto Rhino Laryngologie*, 9(2), 1-15.
- Gurlekián, J. (2001) *La percepción auditiva*. Madrid, Gráficas Tetuán, p.86
- Guzmán, M. (2010). *Evaluación Funcional de la Voz*. Santiago, Chile.
- Guzmán, M. (2013). Immediate acoustic effects of straw phonation exercises in subjects with dysphonic voices. *Logopedics phoniatics vocology*, 38: 35-45.
- Hage, S.R., Jürgens, U. & Ehret, G. (2006). Audio-vocal interaction in the pontine brainstem during self-initiated vocalization in the squirrel monkey. *Eur. J. Neurosci*. 23: 3297-3308.

- Hasanvand, A. S. (2016). A cepstral analysis of normal and pathologic voice qualities in iranian adults: A comparative study. *Journal of Voice*.
- Heman-Ackah, Y.D., Sataloff, R.T., Laureyns, G. et al, (2014) Quantifying the cepstral peak prominence, a measure of dysphonia. *J Voice*. 28:783–788.
- Hemler, R. W. (1997). The effect of relative humidity of inhaled air on acoustic parameters of voice in normal subjects. *Journal of Voice*, 11(3), 295-300.
- Hillenbrand, J. (1996). Acoustic Correlates of Breathy Vocal Quality: Dysphonic Voices and Continuous Speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, vol. 39, pp. 311-321.
- Hillenbrand, J. (26 de 03 de 2018). *James M. Hillenbrand*. Obtenido de Western Michigan University: <https://homepages.wmich.edu/~hillenbr/>
- Hirano, M. (1974). Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. *Folia Phoniatica et Logopaedica*, 26(2), 89-94.
- Hunter, E. B. (2015). Teachers and Teaching: Speech Production Accommodations Due to Changes in the Acoustic Environment. *Energy Procedia*, 78, pp. 3102-3107.
- Jackson-Menaldi, M. C. A. (1992). *La voz normal*. Ed. Médica Panamericana.
- Jackson-Menaldi, C. (2002). *La voz patológica*. Panamericana. p.237
- Kotby, M. N., Fadly, E., Madkour, O., Barakah, M., Khidr, A., Alloush, T., & Saleh, M. (1992). Electromyography and neurography in neurolaryngology. *Journal of Voice*, 6(2), 159-187.
- Larrosa, M. (2016). Metodología sociolingüística. En L. M., Metodología sociolingüística (págs. 155-165). España: Universidad de Valladolid.
- Lombard, E. (1910a). Note rectificative. — *Annales des Maladies de l’Oreille et du Larynx* 36: 34-35.
- Lombard, E. (1911). Le signe de l’élévation de la voix. — *Ann. Malad. l’Oreille Larynx* 37: 101-119

- Lu, Y. & Cooke, M. (2009). Speech production modifications produced in the presence of low-pass and high-pass filtered noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 126: 1495-1499.
- Marcelino, F. C., & Oliveira, D. T. (2005). Histopathological changes of vocal folds induced by chronic pollutant exposure: an experimental study. *Journal of Voice*, 19(4), 529-533.
- Mayes, R. W., Jackson-Menaldi, C., DeJonckere, P. H., Moyer, C. A., & Rubin, A. D. (2008). Laryngeal electroglottography as a predictor of laryngeal electromyography. *Journal of Voice*, 22(6), 756-759.
- Miyara, F. (2001). La voz humana. Laboratorio de Acústica y Electroacústica, Escuela de ingeniería, Electrónica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Santa Fe, Argentina. Obtenido de <http://www.fceia.unr.edu.ar/prodivoz/fonatorio.pdf>.
- Morrison, M., & Rammage, L. (1996). Tratamiento de los trastornos de la voz. Elsevier España.
- Muñoz-Builes, D., Ramos, D., Román, D., Quezada, C., Ortiz-Lira, H., Ruiz, M., & Atria, J. J. (2017). El habla ascendente de Chiloé: primera aproximación. *Onomázein*, (37).1-15.
- Nonaka, S., Takahashi, R., Enomoto, K., Katada, A. & Unno, T. (1997). Lombard reflex during PAG-induced vocalization in decerebrate cats. *Neurosci. Res.* 29: 283-289.
- Noordzij, J. P., & Ossoff, R. H. (2006). Anatomy and physiology of the larynx. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 39(1), 1-10.
- Osorio, M. C. (1992). Mecanismos de emisión de la voz. *Revista Estomatología*, 2 (2).
- Paloma, P. (2016). Comparación dialectal del español limeño y madrileño: contraste acústico y perceptivo de las vocales. *Anuario de Letras. Lingüística y Filología*, Vol IV, Sem 1, 127-157.
- Paturet, G. (1958). La trachée. *Traité d'anatomie humaine*. Paris: Masson, 3.
- PENTAX Medical. (26 de 03 de 2018). *Pentax medical*. Obtenido de Computerized Speech Lab: <https://www.pentaxmedical.com/pentax/en/99/1/Computerized-Speech-Lab-CSL>
- Peña-Casanova, J. (Ed.). (2013). *Manual de logopedia*. Elsevier Health Sciences.

- Perrault, C., & Lesure, F. (1721). Du bruit et de la musique des Anciens: extrait des" Oeuvres diverses de physique et de mécanique", Tome 2; et Préface manuscrite du " Traité de la musique" de Claude Perrault (Bibl. Nat. manusc. Fr. 25350). Minkoff.
- Pinillos, P. (2016). Comparación dialectal del español limeño y madrileño: contraste acústico y perceptivo de las vocales. *Anuario de Letras. Lingüística y Filología*, 4(1), 127-157.
- Prades JM et Chardon S. (1999) Anatomie et physiologie de la trachée. *Encycl Méd Chir* (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Oto-rhino-laryngologie, 20-754-A-10, 10 p.
- Prades, J. M., & Chardon, S. (2000). Anatomía y fisiología de la tráquea. *EMC-Otorrinolaringología*, 29(1), 1-12
- Quillis A. M. (2000). Fonética acústica de la lengua española. Madrid, España: Gredos.
- Rasch, P. & Burke, R. (1991) *Kinesiología y Anatomía aplicada*. Edit. El Ateneo.
- Reiriz Palacios, J. (2015). Sistema respiratorio. Tracto respiratorio superior. Extraído desde: [https://www.infermeravirtual.com/esp/actividades\\_de\\_la\\_vida\\_diaria/ficha/tracto\\_respiratorio\\_superior/sistema\\_respiratorio#boca](https://www.infermeravirtual.com/esp/actividades_de_la_vida_diaria/ficha/tracto_respiratorio_superior/sistema_respiratorio#boca)
- Rodríguez, A., Martín, C., & Górriz, C. (2014). *Capítulo 99. Exploración Funcional De La Laringe. Laboratorio De Voz. Libro Virtual de Formación en Otorrinolaringología SEORL* (1st ed.). Madrid: Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello (SEORL-CCC).
- Rojas, D. (2012). Percepción y valoración de variedades geográficas del español de Chile entre hispanohablantes santiaguinos. *Boletín de Filología*, 47(1), 137–163. <https://doi.org/10.4067/S0718-93032012000100006>
- Román, D. (26 de 03 de 2018). *Manual básico de PRAAT*. Obtenido de [http://www.uco.es/ciencias\\_lenguaje/ficheros\\_comunes/doc/Manual\\_Praat\\_Roman.pdf](http://www.uco.es/ciencias_lenguaje/ficheros_comunes/doc/Manual_Praat_Roman.pdf)
- Scivetti, A. R., & Garraza, A. M. (2006). Educación, Reeducción Y Rehabilitación De La Voz. Secuencias Terapéuticas. *revista Electrónica de Psicología Política*, 4(11).

- Señaris, B., González, F., Cortes, P. y Suarez, C. (2006). Índice de Incapacidad Vocal: factores predictivos. *Acta Otorrinolaringología Española*, 57, 101-108
- Thibodeau, G. A., & Patton, K. T. (1995). *Anatomía y fisiología*. Mosby-Doyma Libros.
- Tiger DRS, Inc. (26 de 03 de 2018). *Dr. Speech*. Obtenido de <http://www.drspeech.com/product>
- Titze, I. (1996). *Principles of voice production*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Tobón, L. M. B. (2008). Caracterización de los indicadores acústicos de la voz de los estudiantes del programa licenciatura en música de la universidad de Caldas. *El artista: revista de investigaciones en música y artes plásticas*, (5), 46-64.
- Van den Berg, J. (1958). '1 Myoelastic-aerodynamic Theory of Voice Production.'. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1, 227-244.
- Verdolini-Marston, K., Titze, I. R., & Druker, D. G. (1990). Changes in phonation threshold pressure with induced conditions of hydration. *Journal of voice*, 4(2), 142-151.
- Verdolini, K., Titze, I. R., & Fennell, A. (1994). Dependence of phonatory effort on hydration level. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 37(5), 1001-1007.
- Warhurst, S., McCabe, P., Yiu, E., Heard, R., & Madill, C. (2013). Acoustic characteristics of male commercial and public radio broadcast voices. *Journal of Voice*, 27(5), 655-e1.
- Weenink D. & Broesma P. (26 de 03 de 2018). *Praat: doing phonetics by computer*. Obtenido de [www.praat.org](http://www.praat.org)
- Weißing, H. (1984). Pegelgrößen. In: *Taschenbuch Akustik* (Fasold, W., Kraak, W. & Schirmer, W., eds), VEB Verlag Technik, Berlin, p. 380-387.
- Wermke, K., Teiser, J., Yovsi, E., Kohlenberg, P. J., Wermke, P., Robb, M., ... & Lamm, B. (2016). Fundamental frequency variation within neonatal crying: Does ambient language matter?. *Speech, Language and Hearing*, 19(4), 211-217.
- Zeine, L. & Brandt, J.F. (1988). The Lombard effect on alaryngeal speech. *J. Commun. Disord.* 21: 373-383.



## XII. ANEXOS

### **Anexo 1.** Cuestionario de Autopercepción Vocal

El siguiente cuestionario tiene como finalidad determinar la percepción que tienen de su voz los alumnos que cursan cuarto medio en las ciudades de Santiago y Castro, mediante una serie de preguntas.

Lea atentamente los enunciados y marque con una X según corresponda su respuesta.

Preguntas	Siempre	Muchas veces	Algunas veces	Rara vez	Nunca
1.- Mi voz es chillona.					
2.- Mi voz es grave.					
3.- Hablo muy fuerte.					
4.- Hablo muy despacio/bajo.					
5.- Presento quiebres vocales o “gallitos”.					
6.- Mi voz es temblorosa.					
7.- El volumen de mi voz se eleva cuando hablo.					
8.- El volumen de mi voz desciende cuando hablo.					
9.- Siento mi voz cansada.					
10.- Siento mi voz seca.					
11.- Siento que hablo con cambios entonacionales, también descrito como “hablar melódicamente” o “hablar cantadito”.					
12.- Siento que tengo un acento característico distinto con respecto a los habitantes de otras localidades de Chile.					

13.- Me han dicho en alguna ocasión que hablo “cantadito”.					
14.- Me gusta como habla la gente de mi ciudad.					
15.- Me gusta como habla la gente de Santiago/Castro.					

Lea atentamente la pregunta que aparece abajo y conteste lo que más se ajuste a su opinión.

¿Cambiaría algún aspecto de su voz? ¿Cuál? o ¿Cuáles?

---



---

## **Anexo 2. Texto del abuelo**

“Usted quiere saber sobre mi abuelo. Bueno, él tiene cerca de noventa y tres años de edad y aún piensa tan lúcidamente como siempre. Se viste solo, y se pone su vieja chaqueta negra que comúnmente, tiene varios botones menos.

Una larga barba cuelga de su cara inspirando a aquellos que lo observan, un profundo sentimiento de respeto. Cuando habla, su voz parece un poco quebrada y temblorosa.

Dos veces al día, él disfruta tocando hábilmente un pequeño órgano.

Todos los días, el abuelo da un corto paseo, excepto en el invierno cuando la lluvia o el frío se lo impiden.”

### **Anexo 3. Consentimiento informado**

Consentimiento informado para el alumno:

#### **Consentimiento informado**



#### **Universidad Andrés Bello. Escuela de Fonoaudiología, Santiago.**

Como estudiantes de Fonoaudiología de la universidad Andrés Bello estamos realizando la recolección de voces por medio de una grabación para la realización de una investigación de tesis sobre variaciones en la voz en Santiago y Castro titulada **“Comparación de parámetros acústicos de la voz y autopercepción entre sujetos que cursan cuarto año de enseñanza media en las provincias de Santiago y Castro”**. En caso de haber conceptos que usted no entienda puede consultarlos con el entrevistador y de esta manera tener mayor consciencia de su decisión. El propósito de esta investigación es dar a conocer las características que inciden en la voz y así aportar al conocimiento como a la comprensión de los fenómenos que la explican. Esta investigación constará de grabar su voz en cinco situaciones diferentes: 1) La lectura de un texto fonéticamente equilibrado (texto del abuelo) 2) Conversación espontánea no dirigida 3) Emisión de una vocal (/a/) sostenida y 4) Emisión de una secuencia automática (días de la semana). La grabación será sometida a software PRAAT y Ztool (Hilddenbrand) para el análisis cuantitativo de las voces y un análisis estadístico mediante IBM SPSS Statistics 20. Todo el procedimiento se realizará una única vez.

Si usted requiere información sobre las características de su voz, puede consultarlo libremente con el entrevistador una vez finalizada la muestra. Se le indicará mediante un gráfico de software algunas características de su voz, entre otros.

Se pide el consentimiento para el uso de las voces grabadas con fines académicos y de investigación. Se les invita a participar en la realización de esta investigación y a contribuir en una base de datos sobre características vocales en Chile.

FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Yo

.....

..... Permiso que la grabación realizada a mi voz se utilice con fines académicos y de investigación.

**Firma del investigador**

\_\_\_\_\_

**Firma del entrevistado**

\_\_\_\_\_

Consentimiento informado para el tutor:

### Consentimiento informado



#### **Universidad Andrés Bello. Escuela de Fonoaudiología, Santiago.**

Como estudiantes de Fonoaudiología de la universidad Andrés Bello estamos realizando la recolección de voces por medio de una grabación para la realización de una investigación de tesis sobre variaciones en la voz en Santiago y Castro titulada **“Comparación de parámetros acústicos de la voz y autopercepción entre sujetos que cursan cuarto año de enseñanza media en las provincias de Santiago y Castro”**. En caso de haber conceptos que usted no entienda puede consultarlos con el entrevistador y de esta manera tener mayor consciencia de su decisión. El propósito de esta investigación es dar a conocer las características que inciden en la voz y así aportar al conocimiento como a la comprensión de los fenómenos que la explican. Esta investigación constará de grabar su voz en cinco situaciones diferentes: 1) La lectura de un texto fonéticamente equilibrado (texto del abuelo) 2) Conversación espontánea no dirigida 3) Emisión de una vocal (/a/) sostenida y 4) Emisión de una secuencia automática (días de la semana). La grabación será sometida a software PRAAT y Ztool (Hilldenbrand) para el análisis cuantitativo de las voces y un análisis estadístico mediante IBM SPSS Statistics 20. Todo el procedimiento se realizará una única vez.

Si usted requiere información sobre las características de su voz, puede consultarlo libremente con el entrevistador una vez finalizada la muestra. Se le indicará mediante un gráfico de software algunas características de su voz, entre otros.

Se pide el consentimiento para el uso de las voces grabadas con fines académicos y de investigación. Se les invita a participar en la realización de esta investigación y a contribuir en una base de datos sobre características vocales en Chile.

FECHA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Yo.....  
....., en tutoría de.....  
permiso que la grabación realizada a su voz se utilice con fines académicos y de investigación.

**Firma del investigador**

\_\_\_\_\_

**Firma del tutor**

\_\_\_\_\_

#### **Anexo 4. Carta de presentación**

Carta de presentación para Castro:



#### **Carta de presentación para la provincia de Castro**

Saludos cordiales:

Somos estudiantes en quinto año de Fonoaudiología de la Universidad Andrés Bello, sede Santiago. Nos encontramos en este momento realizando una investigación titulada “Comparación de parámetros acústicos de la voz y autopercepción entre sujetos que cursan cuarto año de enseñanza media en las provincias de Santiago y Castro”. La profesora tutora de nuestra investigación es Loreto Nercelles, doctora en fonoaudiología que ha estudiado y tratado las patologías de la voz.

Me dirijo a usted con la intención de colaborar en una investigación sobre el acento. Solicito acceder a la muestra de nuestra investigación que requiere de la participación de personas de cuarto año de enseñanza media que sean nacidos en Santiago.

Estamos dispuestos a colaborar con evaluaciones gratuitas de la voz en los profesores (población que tiene alta prevalencia de patología vocal), dar consejo o realizar charlas sobre los cuidados de la voz. De todas formas, es una propuesta que puede ser prescindible o modificable en razón de las necesidades del lugar.

A continuación, una breve reseña de en qué consiste la ejecución del estudio:

Se grabarán las voces de las distintas personas (alumnos de cuarto año medio) con un micrófono en un espacio lo menos ruidoso posible. A estas personas les solicitaremos la lectura de un texto, emitir la vocal /a/ sostenida, emitir una secuencia automática de palabras (días de la semana) y una entrevista semiestructurada. Además, deberán contestar una breve encuesta lo cual en total demorará aproximadamente 20 minutos como media por cada uno de los participantes.

Cada uno de los participantes firmará un consentimiento informado que estará acorde con la población. Por ser menores de edad los padres o tutores legales deberán entregar su consentimiento.

El estudio pretende generar valores normativos para distintas características acústicas de la voz, información con la cual se podrán realizar múltiples estudios y proyectar de mejor manera



futuras investigaciones en el área foniátrica como en la lingüística y el comportamiento de los acentos en términos fisiológicos. Es destacable también que este proyecto además de contribuir con datos sanitarios importantes para el área de la voz, contribuye a la cultura al recopilar y analizar un dato tan distintivo y característico de cada lugar como lo es la voz y acento de sus habitantes.

Si tiene interés en colaborar con esta iniciativa le pido nos escriba para fijar un encuentro y dialogar sobre los detalles, la ejecución y las necesidades o intereses del lugar.

Desde antemano, muchas gracias.

Atte.

Estudiantes de Fonoaudiología

Ciencias de la rehabilitación

Universidad Andrés Bello



## **Carta de presentación para la provincia de Santiago**

Saludos cordiales:

Somos estudiantes en quinto año de Fonoaudiología de la Universidad Andrés Bello, sede Santiago. Nos encontramos en este momento realizando una investigación titulada “Comparación de parámetros acústicos de la voz y autopercepción entre sujetos que cursan cuarto año de enseñanza media en las provincias de Santiago y Castro”. La profesora tutora de nuestra investigación es Loreto Nercelles, doctora en fonoaudiología que ha estudiado y tratado las patologías de la voz.

Me dirijo a usted con la intención de colaborar en una investigación sobre el acento. Solicito acceder a la muestra de nuestra investigación que requiere de la participación de personas de cuarto año de enseñanza media que sean nacidos en Santiago.

Estamos dispuestos a colaborar con evaluaciones gratuitas de la voz en los profesores (población que tiene alta prevalencia de patología vocal), dar consejo o realizar charlas sobre los cuidados de la voz. De todas formas, es una propuesta que puede ser prescindible o modificable en razón de las necesidades del lugar.

A continuación, una breve reseña de en qué consiste la ejecución del estudio:

Se grabarán las voces de las distintas personas (alumnos de cuarto año medio) con un micrófono en un espacio lo menos ruidoso posible. A estas personas les solicitaremos la lectura de un texto, emitir la vocal /a/ sostenida, emitir una secuencia automática de palabras (días de la semana) y una entrevista semiestructurada. Además, deberán contestar una breve encuesta lo cual en total demorará aproximadamente 20 minutos como media por cada uno de los participantes.

Cada uno de los participantes firmará un consentimiento informado que estará acorde con la población. Por ser menores de edad los padres o tutores legales deberán entregar su consentimiento.

El estudio pretende generar valores normativos para distintas características acústicas de la voz, información con la cual se podrán realizar múltiples estudios y proyectar de mejor manera futuras investigaciones en el área foniatría como en la lingüística y el comportamiento de los acentos en términos fisiológicos. Es destacable también que este proyecto además de contribuir con datos sanitarios importantes para el área de la voz, contribuye a la cultura al recopilar y analizar un dato tan distintivo y característico de cada lugar como lo es la voz y acento de sus habitantes.

Si tiene interés en colaborar con esta iniciativa le pido nos escriba para fijar un encuentro y dialogar sobre los detalles, la ejecución y las necesidades o intereses del lugar.

Desde antemano, muchas gracias.

Atte.

Estudiantes de Fonoaudiología

Ciencias de la rehabilitación

Universidad Andrés Bello

		Marzo 2018				Abril 2018				Mayo 2018				Junio 2018				Julio 2018				Agosto 2018				Septiembre 2018				Octubre 2018				Noviembre 2018			
Actividades		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Primer semestre	Introducción	■	■	■																																	
	Marco teórico				■	■	■	■	■	■	■	■	■																								
	Metodología										■	■	■	■	■	■																					
	Entrega proyecto																■																				
Segundo semestre	Trabajo de campo														■	■									■	■	■	■		■	■	■					
	Análisis																										■	■	■	■	■						
	Redacción																				■	■			■	■	■			■	■	■					
	Entrega final																																				■
	Reunión con metodólogo		■			■					■									■		■					■			■							
	Reunión con profesora tutora			■		■					■			■							■	■								■							

Anexo 5. Carta Gantt

