Universidad de Valparaíso
Facultad de Medicina
Escuela de Fonoaudiología

COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS ACÚSTICOS DE LA VOZ EN DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA GASPAR CABRALES ANTES Y DESPUÉS DE LA REALIZACIÓN DE CLASES CON DIFERENTES NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL

SEMINARIO DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN FONOAUDIOLOGÍA Y AL TÍTULO DE FONOAUDIÓLOGO.

Autores:
José Guichaquelén Barrientos
Paulina Solari Vergara

Docente Guía:
Christian Castro Toro

Viña del Mar, enero 2016

Agradecimientos

"Como grupo queremos agradecer, en primer lugar, a nuestro profesor guía Christian Castro por su gran generosidad, por creer en nosotros y ayudarnos con sus conocimientos. Además agradecemos al director de la escuela Gaspar Cabrales, don Alfredo Veas por su excelente disposición ante nuestro trabajo y por permitirnos acceder al establecimiento. Al igual que a cada uno de los funcionarios del establecimiento que nos ayudaron al ingreso y gestión durante el proceso de la toma de muestras. A su vez, damos las gracias a los profesores que conformaron la muestra de nuestra investigación, porque entregarnos ese breve espacio en su tiempo de trabajo, que sin duda fue fundamental para que lográramos realizar nuestro seminario de tesis. También quisiéramos agradecer a los funcionarios de nuestra sede, quienes siempre nos facilitaban algún espacio para que pudiéramos trabajar en nuestra tesis. Finalmente agradecemos a los docentes Eva Sotelo, Alejandra Figueroa, Patricia Valdivia y Jorge García por su constante ayuda a lo largo este proceso final."

Grupo de Tesis Voz 2015

"Quisiera agradecer a mi familia, en primer lugar a mi madre, por su apoyo incondicional y representar un pilar fundamental en mi vida. Además agradezco a mis hermanos Julio, Felipe y María Elena por preocuparse siempre de mí y apoyarme; y a mi hermana Viviana, quien me cuida y protege desde el Cielo. A su vez, agradezco a mi padre por escucharme y creer en mí. También a mis sobrinos, cuñados y tíos, quienes también son personas importantes en mi vida. Además doy las gracias a mis amigos más cercanos que siempre han estado presentes escuchándome cuando lo he necesitado. Finalmente, agradezco a mi pololo por su apoyo y amor en los buenos y malos momentos."

Paulina Solari Vergara

“Dar las gracias a veces no es fácil, porque deseas expresar muchas más cosas que una sola palabra. Sin embargo, esta palabra especial y puede expresar eso y mucho más. En mi largo camino durante mi vida universitaria, la cantidad de personas a las que debo agradecer es inmensa. En primer agradecer a mis padres, que sin importar mis errores, los problemas y todas las dificultades que nos ha puesto la vida, siguen creyendo en mí y dándome su apoyo incondicional a pesar de todo; y por todos los sacrificios que han tenido que hacer para que pueda ser todo un profesional. Gracias a mi compañera Paulina, por acompañarme en esta última etapa. Gracias a mi profesor guía Christian Castro, por su apoyo en el final de este camino. Gracias a mi familia, quienes me entregaron su ayuda cada vez que podían, sobre todo en los momentos de dificultad, pero que aun así estaban cada vez que los necesitaba. Gracias a todas las personas que conocí a lo largo de mi vida como universitario, por cada uno de los momentos que compartimos, en especial a quienes me acompañaron en las dificultades cuando necesitaba de alguien que me pudiera escuchar. Gracias a mis profesores, a cada uno de ellos, a quienes me ayudaron, a quienes fueron exigentes conmigo, a quienes se deban aunque sea un breve tiempo para escucharte; ya que pude aprender mucho (no solo en cuanto a conocimientos) de cada uno ellos. Finalmente doy gracias a Dios, por entregarme esta oportunidad en mi vida y a mostrarme que siempre hay una razón para todo. En fin, gracias a todos por ayudarme a ser el estudiante, el futuro profesional y por sobre todo la persona que soy ahora. Muchas gracias”

José Guichaquelén Barrientos

Índice

RESUMEN 1

INTRODUCCIÓN 2

I. MARCO TEÓRICO 4

1. Voz 4

1.1. Anatomofisiología 5

1.1.1. Teorías de la producción vocal 6

1.2. *Feedback* auditivo y producción de la voz 8

1.3. Evaluación de la voz 10

1.3.1. Análisis acústico de la voz. 10

2. Voz profesional 16

2.1. Clasificación de los profesionales de la voz 17

3. Salud ocupacional 20

4. Disfonía laboral 21

5. Ruido ambiental 24

5.1. Niveles de ruido ambiental recomendados 25

5.2. Ruido ambiental como factor de riesgo de disfonía en docentes 27

II. MARCO METODOLÓGICO 30

1. Planteamiento del problema 30

1.1. Pregunta de investigación 30

1.2. Objetivo del estudio 30

1.3. Justificación 31

1.4. Viabilidad del estudio 31

1.5. Deficiencias en el conocimiento del problema 32

2. Objetivos 32
2.1. Objetivo general 32
2.2. Objetivos específicos 32
3. Hipótesis de investigación 33
3.1. Hipótesis 33
3.2. H0 vs H1 33
4. Tipo de estudio 33
4.1. Enfoque 33
4.2. Alcance 34
4.3. Diseño 34
5. Población 34
5.1. Tamaño de la población 34
5.2. Muestra 35
5.2.1. Tipo de muestreo 35
5.2.3. Criterios de selección de la muestra 35
6. Operacionalización de variables 36
7. Instrumentos 38
7.1. Para filtrar la muestra 38
7.2. Para lograr los objetivos de la investigación 38
8. Técnicas de obtención de la información 39
9. Procedimientos 39
10. Materiales 41
III. RESULTADOS 42
1. Resultados para Grupo A: 42
1.1. Variable frecuencia fundamental (f0) 43

1.2. Variable intensidad 45

1.3. Variable *Jitter* 47

1.4. Variable *Shimmer* 49

1.5. Variable Relación ruido-armónico (NHR).....51

1.6. Variable L1-L0 53

1.7. Variable *Alpha-ratio* 57

1.8. Comparación de las variables para el grupo A previa y posterior a la realización de clases 61

2. Resultados para Grupo B:.....62

2.1. Variable frecuencia fundamental (f0) 63

2.2. Variable intensidad 65

2.3. Variable *Jitter* 67

2.4. Variable *Shimmer* 69

2.5. Variable Relación ruido-armónico (NHR).....71

2.6. Variable L1-L0 73

2.7. Variable *Alpha-ratio* 77

2.8. Comparación de las variables para el grupo B previa y posterior a la realización de clases 81

IV. DISCUSIÓN.....83

CONCLUSIÓN 86

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 88

ANEXOS.....96

ANEXO N°1 97

ANEXO N°2 104

ANEXO N° 3 105

ANEXO N° 4 108

RESUMEN

A nivel nacional, no se han encontrado estudios que relacionen los parámetros acústicos de la voz en profesores con el nivel de ruido ambiental. El presente estudio tuvo como objetivo determinar si existen diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz en docentes de educación básica de la Escuela Gaspar Cabrales de la comuna de Valparaíso antes y después de la realización de clases con diferentes niveles de ruido ambiental. Para este fin, durante el mes de octubre de 2015, se evaluaron 7 profesores de la Escuela Gaspar Cabrales, 3 hombres y 4 mujeres menores de 55 años, con una cantidad de horas de clases igual o superior a 12 semanal y sin antecedentes de hipoacusia. La evaluación consistió en una valoración perceptual y fonético-acústica de la voz; esta última, a partir de muestras de voz, obtenidas antes y después de la realización de clases, las que fueron analizadas a través del programa PRAAT. Los participantes se dividieron en dos grupos (A y B), de acuerdo al nivel de ruido presente durante clases. El grupo A estuvo conformado por profesores que realizaron clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB; y el grupo B, por docentes expuestos a niveles de ruido en clases entre 60-80 dB. Los parámetros acústicos evaluados fueron: frecuencia fundamental, intensidad, *Jitter*, *Shimmer,* relación ruido-armónico, L1-L0 y *Alpha-ratio.* Los resultados no arrojaron diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz posterior a clases para el grupo A. Por el contrario, se evidenció una variación significativa en la variable frecuencia fundamental después de clases para el segundo grupo. De acuerdo a lo obtenido, se rechaza la hipótesis de investigación, debido a que no se evidenciaron variaciones significativas en todos los parámetros acústicos de la voz, corroborándose la hipótesis alternativa, al existir una diferencia significativa en una de las variables para el grupo B.

Palabras claves: profesores- parámetros acústicos - ruido ambiental- diferencia significativa

INTRODUCCIÓN

Los profesionales de la voz son aquellas personas cuya voz representa su principal herramienta de trabajo. Dentro de este grupo se encuentran los profesores, para quienes la voz es el recurso más importante para efectuar sus clases, presentando una alta demanda vocal. Los docentes no solo usan su voz para transmitir conocimientos teóricos, sino que también para inculcar valores y enseñar hábitos conductuales a los alumnos. A su vez, sus voces deben inspirar autoridad, confianza, seguridad y dominio sobre un grupo de estudiantes (Behlau, 2010).

La alta responsabilidad y demanda vocal que presentan los docentes conlleva un alto riesgo de presentar patología vocal. Un estudio efectuado por la Pontificia Universidad Católica de Chile, en el marco de la negociación del año 2000 entre el Colegio de Profesores de Chile y el Ministerio de Educación, determinó que la patología vocal en docentes ocupa el tercer lugar dentro de las patologías atribuibles a la condición de profesor. Otro estudio efectuado por profesionales del Hospital del Trabajador y de la Universidad Mayor determinó que la prevalencia de disfonía en un grupo de 402 profesores de Santiago fue de 75.5 % (Castillo, Casanova, Valenzuela & Castañón, 2015).

Entre los factores que influyen en el desarrollo de disfonía en profesores, además de la alta demanda vocal, se encuentra el nivel de estrés; la falta de educación y preparación de la voz; consumo de tabaco; patologías respiratorias, reflujo faringolaríngeo y/o trastornos hormonales; los constantes gritos para tener el control de los alumnos; y la necesidad de mantener una intensidad elevada con el objetivo de superar el ruido ambiental (Oliveira, 1995; Martin & Darnley, 1996 cit. por Behlau, 2010). Respecto a este último, existen estudios que lo han definido como uno de los principales factores favorecedores de disfonía en profesores (Ahlander, Rydell & Lofqvist, 2009; Pérez & Preciado, 2003). Esta relación se ha asociado al efecto *Lombard*, a través del cual las personas de forma inconsciente elevan la intensidad de su voz según el nivel de ruido ambiente (Lindstrom, Persson, Sodernster, Mc.Allister & Ternstrom, 2009), asociándose a su vez con un incremento en la frecuencia fundamental (Grillo, Verdolini & Lee, 2010).

En la actualidad, en Chile, se desconocen estudios que midan cuantitativamente el efecto del ruido ambiental en la producción vocal de profesores. A nivel internacional, la mayoría de los estudios han medido los cambios producidos en la voz durante la exposición a ruido (Carson, Ingrisano & Eggleston, 2002; Delyiski, Shaw & Evans, 2004; Yiu & Yip, 2015; Garnier, Bailly, Dohen, Welby & Loevenbruck, 2006; Pittman & Wiley, 2001). Por lo anterior, surge como pregunta: ¿Existen diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz en docentes de educación básica antes y después de la realización de clases en la Escuela Gaspar Cabrales de la comuna de Valparaíso con diferentes niveles de ruido ambiental? Por consiguiente, el objetivo de este estudio fue establecer si existen diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz en docentes antes y después de la realización de clases en ambientes con diferentes niveles de ruido ambiental.

El presente estudio fue realizado durante el año 2015 en la escuela Gaspar Cabrales de la Comuna de Valparaíso, con una muestra conformada por 7 profesores de educación básica. Esta investigación involucró, en primer lugar, una evaluación perceptual vocal y, posteriormente, el análisis fonético acústico de la voz antes y después de la realización de clases. Las variables del estudio fueron el nivel de ruido ambiental y los parámetros acústicos de frecuencia fundamental, intensidad, perturbación de la frecuencia (*Jitter*), perturbación de la intensidad (*Shimmer*), relación ruido-armónico (NHR), *Alpha-ratio* y L1-L0.

En el primer capítulo de esta investigación, se presenta el marco teórico, en el cual se exponen los principales aspectos teóricos relevantes para la comprensión del estudio, tales como la anatomofisiología y evaluación de la voz, el *feedback* auditivo, el concepto de voz profesional y su clasificación, la salud ocupacional, la disfonía laboral, y el ruido ambiental. En el segundo capítulo, se aborda el marco metodológico constituido por el planteamiento del problema, la hipótesis, objetivo general y específicos, tipo de estudio, población, operacionalización de las variables, instrumentos, técnicas de obtención de la información, procedimientos y materiales. En el tercer capítulo, se presentan los resultados obtenidos. Por último, en el cuarto capítulo, se desarrolla la discusión, contrastando los resultados con el marco teórico.

I. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo, se expone el marco teórico en el que se sustenta la investigación. En primer lugar, se hace referencia a aspectos relacionados con la voz, especialmente la anatomofisiología, las teorías de producción, la evaluación de la voz en base al análisis acústico y los parámetros que se analizan a través de este procedimiento. En segundo término, se abordará el concepto de voz profesional y sus niveles de clasificación. En tercer lugar, se hará referencia al área de la salud ocupacional. En cuarto término, se profundizará sobre disfonía laboral. Por último, se abordará el concepto de ruido ambiental.

1. Voz

La producción vocal "es el resultado de la compleja interacción de los sistemas neuromuscular, respiratorio, fonatorio, auditivo, endocrino, resonancial y articulatorio, con la coordinación de los subsistemas neurológico central y periférico" (Farias, 2007:1). Dentro de estos sistemas, el fonatorio cumple una función predominante y se encuentra dividido en los siguientes subsistemas:

- Sistema de fuelle pulmonar: Los pulmones actúan como depósito de aire, siendo el motor generador de la voz (Farías, 2007). Por medio de la respiración, se acumula presión sub-glótica que desencadena la oscilación de los pliegues vocales. En consecuencia, a través de la respiración se crea la fuente de sonido para la fonación (Stemple, Glaze & Klaben, 2010).

- Sistema emisor: La laringe es una estructura elástica de pliegues y repliegues, compuesta por un sistema músculo-cartílago-ligamentoso. En su interior, se encuentran las cuerdas vocales, cuya vibración transforma la energía aerodinámica en energía acústica (Farias, 2007).

- Sistema de resonancia: Las ondas sonoras generadas por las cuerdas vocales se desplazan a través de la columna de aire en la faringe, en las cavidades nasal y oral, y en las estructuras articulatorias, tales como, el velo del paladar o paladar blando,

paladar duro y dientes. La excitación de las moléculas de aire en estos espacios genera el fenómeno de resonancia (Stemple *et al.*, 2010), en el cual el sonido es modificado, desencadenándose una atenuación o amplificación de determinados grupos de armónicos (Cobeta, Núñez & Fernández, 2013).

1.1. Anatomofisiología

Conocer la anatomía y fisiología de la fonación es relevante para entender su producción, para reconocer su alteración y para lograr un adecuado plan de tratamiento (Stemple *et al.*, 2010). Desde el aspecto anatómico, el órgano encargado de la fonación es la laringe, la cual es una estructura impar que se ubica en el extremo superior de la tráquea (Sekeil, 2010) y se articula en su zona anterosuperior con el hueso hioides (Van De Water,2006). Este órgano, además de formar parte del proceso de fonación, participa en la respiración, deglución (Jackson-Menaldi, 2002) y en la función esfinteriana secundaria (Farías,2007).

La laringe está compuesta por cartílagos, los cuales se unen a través de ligamentos. Estos cartílagos están divididos en dos grupos, los pares y los impares. En total son tres cartílagos impares: epiglotis, tiroides y cricoides; y tres cartílagos pares: aritenoides, corniculados y cuneiformes. Estos componentes cumplen funciones de manera independiente a nivel laríngeo, con la excepción de los cartílagos corniculados y cuneiformes que no tienen funciones motrices relevantes. El cartílago epiglotis protege la vía respiratoria durante la deglución, mientras que el cartílago cricoides es el que conforma la base de la laringe. Los cartílagos tiroides y aritenoides son los más activos durante el proceso de respiración y fonación, ya que en ellos se insertan las fibras musculares que forman los pliegues vocales (Cobeta & cols., 2013).

Para lograr la movilidad requerida para la fonación, la laringe se compone de músculos, los cuales pueden ser de origen extrínsecos o intrínsecos. Los primeros se originan en otras partes del cuerpo, pero poseen sus terminaciones en la laringe (Cobeta & cols., 2013). La acción de la musculatura extrínseca permite el ascenso y descenso laríngeo. Por contraparte,

los músculos intrínsecos tienen sus inserciones dentro de las mismas estructuras laríngeas, siendo los principales involucrados en el proceso de fonación. Dentro de estos músculos, se encuentra el tiroaritenoideo que constituye las cuerdas vocales y permite su tensión. Otro músculo intrínseco corresponde al cricotiroideo, cuya acción, al igual que el anterior, permite la tensión de los pliegues vocales a través de un movimiento de báscula, tomando como punto fijo el cartílago tiroides o el cricoides (Pleguezuelos, Merí, Guirao, Moreno, Pérez & Sanz, 2008).

1.1.1. Teorías de la producción vocal

Diversos autores han pretendido explicar el fenómeno fonatorio, planteando diferentes teorías con respecto a la producción vocal. Dentro de estas, las más aceptadas son la teoría Mioelástica-Aerodinámica de Van Den Berg (1954) y la teoría Fuente-Filtro propuesta por Fant (1960) (cit. por Farías, 2007). A continuación, se describen estas teorías:

a. Teoría Mioelástica-Aerodinámica

La teoría Mioelástica-Aerodinámica integra la modulación vocal a través del estiramiento, flexibilidad y rigidez de las cuerdas vocales, asociada a factores de energía cinética favorecida por el flujo aéreo subglótico. Por lo tanto, combina la relación entre la elasticidad de los músculos laríngeos y la fuerza física aerodinámica de la respiración (Behlau, 2010). Esta última representa el componente motor más importante de la vibración cordal (Jackson-Menaldi, 2005).

La teoría plantea que, durante la inspiración, las cuerdas vocales se separan hacia la posición intermedia o lateral. Luego, cuando se inicia la espiración, los músculos intrínsecos aductores permiten que los pliegues vocales se adosen entre sí, desencadenándose el denominado efecto Bernoulli. Este fenómeno físico consiste en que un fluido genera una presión negativa al transitar por una región elástica estrecha, provocando que las cuerdas vocales se unan en la línea media. El adosamiento de los pliegues vocales desencadena un

aumento en la presión subglótica. Este incremento, cuando logra ser lo suficientemente alto, produce la separación de los pliegues vocales, iniciándose un nuevo ciclo fonatorio (Farías, 2007).

El número de ciclos vocales por segundo determinará la frecuencia fundamental. El valor de la intensidad se correlaciona con la amplitud de vibración de los pliegues vocales y la presión subglótica (Cobeta & cols., 2013)

b. Teoría Fuente-Filtro

La teoría fuente-filtro plantea que la fonación es generada por la respuesta de un sistema de filtros, representada por el tracto vocal a una o más fuentes sonoras (Fant, 1960 cit. por Farías, 2007). La energía acústica proporcionada por la fuente, la cual corresponde a las cuerdas vocales, se propaga por el tracto vocal sufriendo un proceso completo de filtrado (Gracida & Orduña, 2011). El sonido es moldeado, a través de fenómeno de resonancia acústica producto de la forma y el largo del tracto vocal según las distintas configuraciones que este adquiera.

Desde la dimensión acústica, el sonido puede ser graficado a través del espectro de sonido o de la fuente glotal, el cual incluye todas las frecuencias de vibración y amplitudes del cuerpo vibrante (Farías, 2007). Este espectro de la fuente es rico en armónicos, cuya energía disminuye al aumentar la frecuencia. En las cavidades de resonancia, el espectro es filtrado, incrementando o minimizando los componentes frecuenciales. Las bandas frecuenciales que permiten la máxima transferencia de energía acústica, se denominan formantes (Aronson & Bless, 2009). En la figura 1, se puede apreciar el mecanismo general en el cual se basa la teoría fuente-filtro, visualizándose la fuente glotal (A), el tracto vocal (B) y el espectro modificado (C).

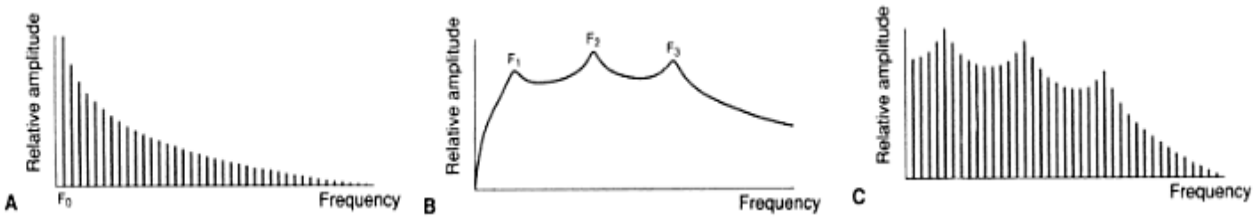


Figura 1 Fuente: Aronson & Bless (2009). *Clinical voice disorders* (Cuarta Ed.). Nueva York: Thieme medical publishers.

La transformación del sonido proveniente de la laringe por las cavidades de resonancia, determina el timbre de la voz (Jackson-Menaldi, 2005). Este se define como la "característica acústica que nos permite distinguir dos sonidos que tienen la misma frecuencia e intensidad" (Farias, 2007:18).

1.2. *Feedback* auditivo y producción de la voz

La producción del habla y de la voz integra la información auditiva, sensorial y motora del cerebro. A través del modelo DIVA, propuesto por Guenther (1998), se explica de forma computacional y neuroanatómica la adquisición y producción del habla en base a las redes y zonas cerebrales involucradas (cit. por Tourville & Guenther, 2010). Según este modelo, existen dos clases de control: el control anticipativo o *feedforward* y el de retroalimentación o fe*edback* (Tourville, Reilly & Guenther, 2007).

El control anticipativo o *feedforward*, permite ejecutar una acción desde comandos aprendidos previamente, sin requerir de la información sensorial entrante (Tourville *et al.*, 2007). Es decir, crea comandos motores predictivos basados en experiencias. A través de este procesamiento, se adquieren representaciones y programas motores para las posiciones del tracto vocal y gestos articulatorios. A su vez, el *feedforward* cumple un rol transcendental en el inicio y velocidad de los movimientos (Celesia & Hickok, 2015).

El procesamiento anticipativo a nivel cerebral se asocia a la corteza premotora ventral y motora primaria antes y durante los movimientos. Asimismo, son relevantes otras

proyecciones que involucran a los ganglios basales y el cerebelo. Estos últimos se encuentran relacionados con la representación de los programas motores (Tourville & Guenther, 2010).

En el control por retroalimentación o *feedback*, las acciones son reguladas durante su ejecución, y las desviaciones en el rendimiento deseado se corrigen de acuerdo a la información sensorial (Tourville *et al.*, 2007). Esta clase de control se subdivide en dos sistemas, el de *feedback* auditivo y el de *feedback* somatosensorial (Guenther, 2006). El *feedback* auditivo corresponde al mecanismo de procesamiento cortical para la emisión del habla que se produce cuando el mensaje es comparado y verificado con el mensaje deseado, mientras que el sistema auditivo del hablante percibe su propia salida de voz (Antipova, Purdy, Blackeley & Williams, 2008). Consecuentemente, el control auditivo permite correcciones en la fonación en base a la información sensorial adquirida mientras la tarea está en curso (Selleck & Sataloff, 2014).

De acuerdo con Selleck & Sataloff (2014), el sistema de retroalimentación auditiva presenta dos funciones. La primera corresponde a la comparación de la producción vocal que se realiza con los objetivos o emisión esperada. La segunda es proporcionar una retroalimentación al hablante sobre las condiciones ambientales que puedan afectar la emisión vocal, siendo trascendental cuando existe un nivel elevado de ruido ambiente.

La localización cerebral de las zonas relacionadas con la retroalimentación auditiva se asocia al giro temporal superior posterior y al plano supratemporal. Esto se fundamenta en la ubicación de las células de error auditivo, las cuales indican la diferencia entre el objetivo auditivo y la señal auditiva entrante (Guenther, 2006).

De acuerdo con lo visto, se puede concluir que el mecanismo de producción de la voz es complejo, el cual no solo incluye el sistema fonatorio, sino que también el sistema respiratorio, resonancial, nervioso y el control auditivo a través del *feedforward* y *feedback*, entre otros. Por lo tanto, es trascendental un adecuado funcionamiento de todas las estructuras y sistemas involucrados, debiendo ser considerados al momento de realizar una completa evaluación de la voz.

1.3. Evaluación de la voz

La evaluación de la voz tiene objetivos definidos, tales como efectuar un diagnóstico; apreciar la importancia del problema; establecer el primer contacto con el paciente; permitir que éste tome conciencia de los componentes funcionales y orgánicos anormales; y registrar la evolución del tratamiento (Jackson-Menaldi, 2005). La evaluación vocal se encuentra conformada por una triada diagnóstica, compuesta por la evaluación perceptual, el análisis fonético acústico (ambas realizadas por el fonoaudiólogo) y la evaluación instrumental (efectuada por el otorrinolaringólogo) (Farías, 2007). La evaluación puede ser subjetiva, cuando es perceptual; y objetiva, cuando consiste en el análisis acústico de la voz y la exploración otorrinolaringológica. Considerando el carácter cuantitativo del presente estudio, se profundizará sobre el análisis acústico de la voz.

1.3.1. Análisis acústico de la voz.

El análisis acústico de la voz, corresponde a un estudio no invasivo, en el cual la voz es grabada utilizando un micrófono. Este examen clínico permite visualizar datos cuantitativos sobre la calidad y funcionalidad de la voz. Su importancia reside en que ha aumentado la objetividad de la información que anteriormente era abstracta y solo podía obtenerse desde lo perceptual (Cecconello, 2012).

Las utilidades del análisis acústico de la voz son múltiples. Entre otros aportes, incrementa la precisión del diagnóstico al identificar y cuantificar los componentes que causan la disfonía (Cobeta & cols., 2013), permite comparar la voz antes y después de la intervención fonoaudiológica o de una cirugía, facilita la documentación de los avances en la voz luego de un tratamiento y es una herramienta de soporte para investigaciones en el área vocal (Cecconello, 2012).

a. Parámetros acústicos

A través del análisis acústico de la voz, se obtienen distintos parámetros, los cuales se dividen en parámetros de frecuencia, intensidad, perturbación, ruido y espectrográficos. El análisis de estas medidas apoya el diagnóstico o descripción de las características vocales del paciente. A continuación, se mostrarán los principales parámetros acústicos de la voz:

- Parámetros de frecuencia

La frecuencia fundamental (f0) indica el número de vibraciones de las cuerdas vocales por segundo y se expresa ciclos por segundo o *Hertz* (Hz) (Stemple *et al.*, 2010). La percepción psicoacústica de esta medida corresponde al tono de la voz (Cobeta & cols., 2013). Según Jackson-Menaldi (2002), los valores normales para mujeres se encuentran entre 210 y 256 Hz; y para hombres, entre 110 y 141 Hz.

Farías (2007) señala que puede existir un descenso de f0 debido a lesiones que impliquen un aumento de masa, tales como, nódulos, pólipos, edema, entre otras. Al igual que en los casos anteriores, se ha evidenciado una disminución de f0 en disfonías sin lesión estructural, en las cuales puede generarse un escape de aire de los pliegues vocales sin vibración o con una mínima vibración. Por el contrario, se ha asociado un incremento de f0 a otras patologías vocales, como por ejemplo, mutación incompleta, falsete de conversión y sulcus.

- Parámetros de intensidad

La intensidad corresponde al correlato acústico de la sonoridad. Este parámetro mide el nivel de presión sonora en decibelios (dB) y es representado en la onda sonora por la Amplitud (Stemple *et al*., 2010). Para un adulto, los valores de la intensidad durante una conversación normal fluctúan entre 65 y 80 dB (Suárez & cols., 2007).

El nivel de intensidad depende de la amplitud vibratoria de los pliegues vocales y de la presión subglótica. Por lo tanto, cuando la magnitud de estos elementos aumenta, la intensidad también lo hará. Por el contrario, cuando hay un bajo soporte respiratorio, un cierre cordal incompleto o una escasa flexibilidad en los pliegues vocales, la intensidad desciende (Cobeta & cols., 2013).

- Parámetros de perturbación

Las medidas de perturbación pueden ser clasificadas según su variación en el tiempo, en parámetros de corto plazo y de largo plazo (Cecconello, 2012). Los primeros buscan medir las variaciones de la señal que ocurren ciclo a ciclo. Dos medidas de perturbación a corto plazo son la perturbación de la Amplitud o *Shimmer* y la perturbación de la frecuencia o *Jitter*. Las unidades de medida de estas pueden registrarse como una cantidad absoluta, una relación o un porcentaje de un segmento de la emisión vocal (Stemple *et al*., 2010).

El *Shimmer* mide la variación que se produce en la amplitud, representando las variaciones irregulares de ésta entre un ciclo y otro. Esta medida se vincula con la presencia de ruido y soplocidad; y puede verse alterada cuando existe una disminución de la resistencia glótica, como sucede en casos de parálisis cordal, edema difuso o lesiones con aumento de masa en el pliegue vocal (Behlau, 2004 cit.por Cecconello, 2012). De acuerdo con Jackson-Menaldi (2002), los valores normales pueden ser iguales o inferiores a 3,81%.

Con respecto al *Jitter*, este calcula las variaciones involuntarias de la frecuencia fundamental que se producen de un ciclo a otro (Cobeta & cols., 2013). De acuerdo con Behlau (2004), la perturbación de la frecuencia se asocia con aspereza y se produce, principalmente, cuando existen dificultades en el control de la vibración cordal (Cecconello, 2012), defectos en el cierre glótico o lesiones que generen cambios o asimetrías en la masa de los pliegues vocales (Cobeta & cols., 2013). Jackson-Menaldi (2002) señala como valores normales aquellos que se encuentren entre 0 y 1,04%.

- Parámetros de ruido

Permiten cuantificar la aperiodicidad de la señal o energía de ruido. Con esta finalidad, existen distintas medidas de ruido, entre las cuales se encuentran la relación armónico- ruido o *harmonics to noise ratio* (HNR), la energía de ruido normalizada o *normalized noise energy* (NNE), la proporción señal- ruido o *signal to noise ratio* (SNR), el índice de turbulencia total o *voice turbulence index* (VTI) y la relación ruido- armónico o *noise to harmonic ratio* (NHR) (Cecconello, 2012). Considerando las variables del estudio, se abordará la relación ruido-armónico.

  - Relación ruido-armónico

La relación ruido-armónico corresponde a la "media del cociente de la energía inarmónica entre 1.500 y 4.500 Hz y la armónica entre 70 y 4.500 Hz" (Cobeta & cols., 2013:197). De acuerdo con Barros y Carrara (2002), esta medida permite determinar la presencia de ruido en la emisión a través de una valoración general, incorporando variaciones de amplitud y frecuencia, ruido de turbulencias, componentes sub-armónicos y quiebres de la voz (cit.por Cecconello, 2012). Cuanto más disfónica sea una voz, el índice se incrementará en mayor grado. Esto puede ocurrir en patologías como nódulos, pólipos cordales (Cobeta & cols., 2013), disfonía musculotensional (Nieto, 2001), entre otras. Los valores normales para este parámetro oscilan entre 0 y 0.19 (Jackson-Menaldi, 2002).

Actualmente, tanto los parámetros de perturbación como los de ruido han sido cuestionados para el diagnóstico en disfonías moderadas, severas y profundas. Esto se debe a que los algoritmos de estas medidas fueron creados en base a voces con cierto nivel de periodicidad. En los casos de disfonías con grado mayor o igual a moderado, existe una frecuencia fundamental con mayor aperiodicidad, lo cual disminuye la significancia (Sprecher, Olszewski & Jiang, 2010; Bielamowics, Kreiman, Gerratt & Rabinov, 1996). Por esta razón, para lograr una precisión en el diagnóstico, es fundamental que la evaluación acústica de la voz se realice en conjunto con la evaluación perceptual y la exploración otorrinolaringológica.

- Análisis espectral

El análisis espectral es utilizado para evaluar la relación entre la fuente de sonido glótico (pliegues vocales) y el tracto vocal supraglótico. El espectrograma corresponde a un gráfico que incorpora la frecuencia y la intensidad en dominio del tiempo (Stemple *et al*., 2010). Existen dos tipos de espectrogramas: el de banda estrecha y el de banda ancha.

El espectrograma de banda estrecha presenta una mayor resolución frecuencial, permitiendo visualizar los armónicos. En cambio, el espectrograma de banda ancha muestra una mejor resolución temporal, observándose con mayor detalle los formantes (Cecconello, 2012). Tanto los armónicos como los formantes corresponden a parámetros espectrales.

Los armónicos son los componentes de la fuente sonora. El primer armónico es la frecuencia fundamental (f0). Los siguientes armónicos corresponden a múltiplos enteros de ésta (Cobeta & cols., 2013).

Los formantes son los modos de vibración naturales del tracto vocal. Estos pueden ser descritos en base a tres parámetros: centro de frecuencia, ancho de banda y amplitud o energía (Aronson & Bless, 2009). El centro de frecuencia de un formante, en primer lugar, corresponde a una concentración de energía en una zona frecuencial específica (Román, 2011) y sus valores dependen de la forma del tracto vocal, la cual puede variar según el posicionamiento lingual, la apertura o cierre mandibular, el grado de separación labial o la altura laríngea (Cecconello, 2012). Según Román (2011), en las voces masculinas normales, se espera encontrar cuatro a cinco formantes entre 0 a 5000 Hz; y en las voces femeninas, entre los 0 y 5500 Hz. El ancho de banda, en segundo lugar, es definido como “el ancho del pico 3 dB por debajo del pico de amplitud” (Cecconello, 2012:20). Por último, la energía de un formante es “la intensidad o nivel de la envolvente correspondiente a la frecuencia del formante. Este valor se expresa en decibeles relativos a un nivel de referencia arbitrario, como por ejemplo, el nivel del primer formante de la vocal /o/” (Borzone, 1980 cit.por Cecconello, 2012:20). Farías (2007) describe los valores frecuenciales y de los anchos de banda de f0 y de los formantes del español rioplatense como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2: Valores promedio de F0, formantes y anchos de banda para las vocales del español rioplatense.

	Sexo	I	E	A	O	U
F0	Femenino	207	205	205	204	204
	Masculino	130	125	127	124	124
F1	Femenino	330	454	980	546	382
	Masculino	290	430	830	510	335
B1	Femenino	70	80	110	97	74
	Masculino	63	75	105	83	80
F2	Femenino	2765	2500	1553	934	740
	Masculino	2295	2120	1350	860	720
B2	Femenino	130	156	160	130	150
	Masculino	103	106	106	105	112
F3	Femenino	3740	3130	2890	2966	2760
	Masculino	2915	2628	2450	2480	2380
B3	Femenino	178	190	210	185	210
	Masculino	174	140	142	156	208
F4	Femenino	4366	4150	3930	3854	3380
	Masculino	3645	3610	3665	3485	3355
B4	Femenino					
	Masculino	124	180	197	170	150?

Nota Fuente: Farías (2007). *Ejercicios que restauran la función vocal: Observaciones clínicas* (Primera ed.). Buenos Aires: Librería Akadia.

- Espectro promedio a largo plazo o *Long-term-average-spectrum* (LTAS)

Además de los componentes espectrográficos abordados anteriormente, existe otro parámetro que se utiliza en la clínica vocal. Este corresponde al LTAS, denominado por sus siglas en inglés, el cual corresponde a un espectro promedio a largo plazo. El LTAS permite cuantificar la calidad vocal, reflejando la contribución tanto de la fuente glótica como del tracto vocal. Este muestra el promedio de varios espectros en uno solo, cuyo eje de las

abscisas se conforma por el nivel de presión sonora, medida en decibelios, y cuyo eje de las ordenadas se encuentra constituido por la frecuencia medida en *Hertz* (Master, de Biase, Pedroza & Chiari, 2006).

Dentro de las ventajas que presenta este espectro, se encuentra la posibilidad de marcar diferencias entre género, edad, calidad vocal profesional cantada o hablada y voces disfónicas, contribuyendo tanto a la evaluación como al seguimiento de los pacientes. Además, permite utilizar muestras con mayor extensión o de habla encadenada, lo cual incrementa la fiabilidad, al no verse afectada por diferencias del discurso, siendo así más cercano a la realidad (Master *et al*., 2006). El LTAS proporciona distintas mediciones, dentro de las cuales se encuentran:

- L1 – L0: Representa la diferencia en el nivel de energía entre 300-800 Hz y 50-300 Hz. Sus valores proporcionan información sobre el modo fonatorio (Guzmán, Correa, Muñoz & Mayerhoff, 2013).

- *Alpha-ratio*: Corresponde a la diferencia en el nivel de energía entre 50-1000Hz y 1-5 KHz. La utilidad de esta medida es proporcionar información sobre la declinación de la pendiente espectral (Guzmán *et al*., 2013).

Según todo lo expuesto, las medidas que se pueden obtener a través del análisis acústico de la voz son múltiples. Estas representan una herramienta frecuentemente utilizada en la clínica vocal, la cual contribuye a la evaluación y seguimiento tanto de pacientes disfónicos, como de aquellos con voz normal.

2. Voz profesional

Se denomina profesionales de la voz a aquellos individuos que dependen de su función vocal para desempeñarse adecuadamente en sus ocupaciones (Stemple *et al*., 2010). En otras palabras, aquellos hablantes que dependen de su voz y/o de una calidad vocal determinada para el desarrollo de su actividad productiva. Tradicionalmente, en dicho grupo se incluye a profesores, cantantes populares, cantantes líricos, abogados y vendedores. Sin embargo, con el

paso del tiempo, se han incorporado nuevos profesionales, tales como, recepcionistas telefónicos, vendedores de telemarketing, operadores de bolsa de valores, entre otros más (Behlau, 2010).

El concepto de voz profesional aborda dos grupos diferentes: voz profesional artística y voz profesional no artística. Dentro de los profesionales de la voz artística se encuentran los cantantes, locutores, actores y doblajistas. Los primeros deben desarrollar una cualidad vocal distintiva con ajustes, acordes a su estilo musical; en cambio los actores y doblajistas deben acomodar su voz a las exigencias del rol que desempeñen. Son profesionales de la voz no artística, los vendedores, corredores de bolsa de valores, telefonistas y profesores, siendo estos últimos los más representativos (Behlau, 2010).

2.1. Clasificación de los profesionales de la voz

Debido a la alta diversidad de profesionales de la voz y con el propósito de identificar las necesidades en cada ocupación, Koufman e Isaacson (1991) propusieron una categorización según la intensidad de uso vocal. Esta clasificación se compone de cuatro niveles y considera la demanda vocal, además del impacto que podría significar una disfonía en la ocupación del individuo. Los cuatro niveles, serán descritos a continuación, siguiendo un orden descendente en relación con la demanda y el impacto vocal negativo en presencia de disfonía:

- Nivel I: Elite Vocal. En este nivel se hallan los cantantes y actores profesionales. En los profesionales de este grupo, una discreta alteración vocal puede generar consecuencias significativas para la carrera.

- Nivel II: Profesionales de la voz. En este grupo se encuentran los locutores, abogados, profesores, periodistas. Estos, en caso de presentar una alteración vocal moderada, podrían presentar interrupciones en su trabajo.

- Nivel III: Profesionales no de la voz. Esta categoría está conformada por profesionales que no utilizan su voz como herramienta elemental de trabajo, tales como vendedores, médicos, entre otros. Estos profesionales, no podrían ejecutar su labor en caso de presentar una alteración vocal severa. No obstante, al presentar una baja demanda vocal, podrían realizar su trabajo si demostraran una alteración vocal de menor grado.

- Nivel IV: No profesionales no de la voz. En este grupo se encuentran los trabajadores quienes, ante una alteración vocal de grado profundo, podrían continuar con su vida laboral. Dentro de este nivel se encuentran los programadores, pintores, bomberos, albañiles, reponedores, entre otros.

Otra clasificación de los profesionales de la voz, corresponde a la creada por Vilkman (2000) (cit. por Behlau, 2010). Esta clasificación se basa en el grado de calidad vocal y demanda (Tabla 3).

Tabla 3: Clasificación de los profesionales de la voz según calidad y demanda vocal exigida.

Calidad	**Demanda**	**Tipo de voz**	**Profesionales**
Alta	Alta	Voz artística, modificada en mayor o menor grado acorde al estilo y a la calidad.	Cantantes y actores.
Alta	Moderada	Voz natural modificada de acuerdo a preferencias culturales y calidad critica.	Presentadores de televisión y locutores radiales.
Moderada	Alta	Voz natural, con gran resistencia, calidad vocal relativa a la exigencia.	Profesores de escuela, operadores de teléfono, telemarketing, militares y religiosos.
Moderada	Moderada	Voz natural, voz no critica	Personal de banco, guardias de seguridad, médicos, abogados, enfermeros, etc.
Baja	Alta	Voz natural, voz no critica	Soldadores, gasfíter, metalúrgicos.

Nota Fuente: Behlau (2010). *Voz o libro do especialista (*Vol.II). Rio de Janeiro: Revinter.

Los profesionales de la voz se encuentran más propensos a desarrollar una disfonía. Al igual que un atleta cuando se lesiona; cuando un profesional de la voz presenta una alteración vocal, se ve afectado o interrumpido su desempeño laboral. Debido al aumento de este grupo de profesionales, el fonoaudiólogo debe adaptar su intervención a las necesidades de cada usuario (Behlau, 2010).

Las patologías vocales en los profesionales de la voz se atribuyen a una carga vocal alta. Esta se produce por la combinación del uso de la voz durante un tiempo prolongado y factores ambientales (polvo, ruido de fondo, acústica) (Vilkman, 2004). La sobrecarga que presentan estos profesionales conlleva a desarrollar conductas de mal uso y/o abuso vocal.

El mal uso vocal corresponde al "empleo incorrecto de la producción vocal (tono y amplitud)" (Jackson-Menaldi, 2002:248). Esta conducta se caracteriza por un aumento de tensión, ataque vocal duro, posición laríngea elevada, movimiento anteroposterior de la laringe, altura tonal inadecuada, escasa flexibilidad tonal, habla excesiva o fonación con actividad de bandas ventriculares. Esta conducta puede desembocar en un abuso vocal, el cual implica el uso de mecanismos vocales con una frecuencia exagerada en conductas no fonatorias, tales como, el aclarado de la voz, la tos permanente, el llanto y la risa (Jackson-Menaldi, 2002). Además, se relaciona con una higiene vocal escasa e incluye cualquier conducta traumatizante en los pliegues vocales (Cobeta & cols., 2013).

Ambas conductas desencadenan hiperfonación o una contracción muscular excesiva, lo que incrementa el grado de fatiga vocal y, luego, produce inflamación o edema, incrementándose la dificultad para la producción vocal. Esto conlleva a realizar un esfuerzo mayor para lograr una voz eficaz, lo cual con el tiempo determina la aparición de lesiones estructurales (disfonía orgánicofuncional) (Nieto, 2001).

Dentro de los profesionales de la voz, destaca la población docente. En esta categoría profesional, la voz constituye el recurso más importante para su desenvolvimiento profesional (Behlau, 2010). Teller (1997) destaca la importancia de estos trabajadores en la formación de las personas, por lo que requieren ser buenos comunicadores (cit. por Behlau, 2010). Sin

embargo, la docencia es uno de los trabajos con mayor incidencia de problemas vocales (Cooper, 1974. cit.por Petter, Barros & Fisher, 2006), generándose una reducción de sus actividades e interacciones, además de un mayor absentismo laboral (Cobeta & cols., 2013).

3. Salud ocupacional

Según lo expuesto anteriormente, el número de profesionales que utilizan su voz como elemento esencial ha ido en aumento. Alrededor de un tercio de sujetos en edad laboral se desempeñan en profesiones que requieren la voz como medio de trabajo (Gañet, Gañet & Whyte, 2006). Por consiguiente, la salud ocupacional adquiere relevancia en estos profesionales, puesto que presentan un riesgo mayor de patología.

El comité mixto de la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud (1991) ha definido a la salud ocupacional como "el proceso vital humano no solo limitado a la prevención y control de los accidentes y las enfermedades ocupacionales dentro y fuera de su labor, sino enfatizando en el reconocimiento y control de los agentes de riesgo en su entorno biopsicosocial" (cit.por Marin & Pico, 2004:16). Por esta razón, esta disciplina aborda un conjunto de actividades interdisciplinarias, las cuales buscan el diagnóstico, análisis, cuidado, promoción, conservación y el progreso de la salud, además de la prevención de las enfermedades y accidentes laborales. Dentro de estas áreas, se encuentra la medicina del trabajo, la higiene industrial y la ergonomía, entre otras.

La medicina del trabajo es un área clínica que tiene como objetivo promover el más alto nivel posible de bienestar físico, psíquico y social de los trabajadores. Propone medidas preventivas en relación a la capacidad de los trabajadores, los riesgos laborales y la influencia en el entorno. Asimismo, gestiona los medios para el diagnóstico, intervención, adaptación, rehabilitación, valoración de la enfermedad generada o condicionada por el trabajo (Cortés, 2007) y estudia las secuelas de las condiciones del ambiente laboral (Marín & Pico, 2004).

Un adecuado ambiente laboral es fundamental para la salud de los trabajadores, para optimizar la productividad además del espíritu, motivación y satisfacción de estos (Organización Panamericana de la Salud, 2000 cit. Por Cantor, 2009). La higiene industrial corresponde a una disciplina técnica que se dedica a la identificación, evaluación y control de los componentes ambientales en los lugares de trabajo que puedan generar daño o patologías en los trabajadores. Es decir, esta área busca el control y mejora del entorno del trabajador optimizando la salud y la productividad (Marin & Pico, 2004).

La Ergonomía ha sido definida por la Organización Internacional de Ergonomía (2000) como un área científica que busca la comprensión de las interacciones entre las personas y otros componentes del sistema, abordando todos los aspectos de la actividad humana. Asimismo, aplica este nombre a la profesión que emplea la teoría, los principios, los antecedentes y las metodologías para la realización de diseños que mejoren el bienestar humano y la utilidad de todo el sistema (cit. Por Cantor, 2009). Por ende, esta disciplina estudia al ser humano en base a aspectos anatómicos, fisiológicos, psicológicos y sociológicos, relacionándolos con el empleo de objetos y sistemas formulados en un medio con una finalidad determinada (Marin & Pico, 2004).

4. Disfonía laboral

Como se señaló precedentemente, la voz representa la herramienta de trabajo para una alta cantidad de profesionales. En ellos, una patología de la voz puede ser discapacitante, generando repercusiones no solo en su desempeño laboral, sino que también en su calidad de vida. Se entiende como disfonía ocupacional o laboral cualquier alteración en la voz vinculada con el uso de esta en una actividad profesional que descienda, comprometa o impacte la comunicación del trabajador (Souza, 2004 cit. Por Cantor, 2009). Por lo tanto, esta disfonía, para ser considerada enfermedad laboral, debe haber tenido su origen en el trabajo, el cual, por sus características involucró un riesgo para el profesional (Ministerio de Trabajo y Previsión Social, 2006).

En Chile, la disfonía corresponde a una de las enfermedades más frecuentes reportadas por la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), representando un 32 % del total de patologías laborales (García, 2011). Asimismo, según el reglamento para la calificación y evaluación de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, son consideradas enfermedades laborales la laringitis con disfonía y los nódulos laríngeos. Como se señaló previamente, en estos casos, debe existir una relación de causa-efecto entre la patología y el trabajo (Ministerio de Trabajo y Previsión Social, 2006).

En referencia a la población docente, a nivel internacional, existen diversas investigaciones que han buscado medir la frecuencia de alteraciones en la voz en estos trabajadores. En un estudio realizado en España por Preciado, Perez, Calzada y Preciado (2005), se evidenció un 57 % de alteraciones de la voz en este grupo profesional. Otro estudio de Lemos & Rumel (2005) en Brasil, reportó un 80.5 % de patologías de la voz; mientras que, en Venezuela, Escalona (2006) encontró que un 90 % de los docentes participantes del estudio presentaban síntomas de disfonía (cit.por Agostini-Zampieron, Barlatey-Frontera & Arca-Fabre, 2013).

Respecto a la población de profesores de Chile, la Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y El Caribe (2005) realizó una encuesta a 158 docentes de ambos sexos. Los resultados de este estudio reflejaron que un 42 % de los encuestados han presentado alteraciones en la voz. Otro estudio, efectuado por Castillo, Casanova, Valenzuela y Castañón (2015), en el cual se realizó evaluación perceptual de la voz y análisis fonético acústico con y sin ruido de fondo a 402 profesores de colegios municipales de la comuna de Santiago, determinó que un 75.5 %.de la muestra presentó disfonía.

El tipo de disfonía más asociado a la población docente, corresponde a la disfonía funcional. En un estudio realizado por Preciado y cols. (2005), en el cual se realizaron exploraciones laríngeas a 527 profesores, la disfonía con mayor incidencia fue la funcional (29 %); en segundo lugar, con un 20%, se ubicaron las lesiones orgánicas de origen funcional o disfonía orgánicofuncional (cit por Castejón, 2012).

Los docentes presentan una alta carga vocal, lo que representa uno de los factores desencadenantes de conductas de mal uso vocal. A su vez, son múltiples los factores de riesgo asociados al desarrollo de disfonía en profesores:

- Características demográficas, como el género o la edad. En referencia al primero, estudios han asociado mayor prevalencia de disfonía en el sexo femenino, lo cual podría deberse a diferencias en las estructura laríngea, en la composición de los tejidos de las cuerdas vocales y a factores hormonales (Remacle, Morsomme, Berrué & Finck, 2012).

- Hábitos de vida tales como el consumo de cafeína, tabaco, alcohol (Chen, Hsiao, Hsiao, Chung & Chiang, 2008), uso de *sprays* y/o pastillas mentoladas (Rincón, 2014) y baja hidratación laríngea (Gotaas & Starr, 1993; Le Huche & Allali, 2003 cit. por Castejón, 2013).

- Condiciones de salud asociadas con problemas vocales. Dentro de estas, se encuentran las enfermedades respiratorias, las alergias, problemas auditivos, reflujo faringolaríngeo, entre otras (Chen *et al.*, 2008).

- Factores emocionales. Algunos de ellos son la ansiedad, estrés, depresión y características de la personalidad (Rincón, 2014).

- Ausencia de educación y preparación vocal. Esto se evidencia frecuentemente en profesores, representando un factor de riesgo, puesto que se ha determinado que el desarrollo de conceptos sobre higiene y técnica vocal son efectivos para la prevención de una disfonía. Brovo, Galceran, Petruccelli y Hartzopoulos (2007) realizaron un estudio en 21 maestros que recibieron educación y preparación durante 3 meses, observando mejoras en los síntomas vocales, disminución de los índices de perturbación e incremento del tiempo máximo fonatorio (cit por García, Boia, Bosque & Lara, 2014).

- Factores relacionados con el puesto de trabajo. Estos están representados por los años de trabajo, números de alumnos por clase, asignatura, tiempo de descanso entre clases, horas de trabajo o carga laboral, nivel de clases, entre otras. Respecto a estos dos últimos, se ha evidenciado una mayor frecuencia de síntomas vocales en profesores de educación pre-básica y básica (Mattiske, Oattes & Greenwood, 1998 cit. Por García *et al*., 2014) y en quienes realizan clases durante un tiempo semanal mayor a 35 horas (Hernández, Morales & Pérez, 2007).

- Factores ambientales en el trabajo. Entre estos factores se encuentra la temperatura, ventilación, exposición a polvo, acústica de la sala y ruido ambiental. Los dos últimos factores se encuentran íntimamente relacionados. Vilkman (2004) señala que una acústica deficiente en la sala de clases disminuye la inteligibilidad del habla, lo cual conlleva a que el profesor deba recurrir a repeticiones constantes y a incrementar la intensidad para facilitar la comprensión de su mensaje. Asimismo, mientras más baja sea la condición acústica de la sala, más perceptible será el ruido de fondo. Este último genera que el profesor, de forma inconsciente, eleve la intensidad para ser escuchado (cit. Por Ahlander, Rydell & Lofqvist, 2009).

5. Ruido ambiental

Según lo señalado previamente, el ruido representa un factor de riesgo para desarrollar disfonía en los profesores. Este ha sido definido desde distintas dimensiones, tales como la subjetiva y la física. Desde la perspectiva subjetiva, se define como "cualquier sonido que sea calificado como molesto, desagradable o inoportuno, por quien lo percibe" (Ministerio del Medio Ambiente, 2010:2). En cuanto a la dimensión física, el ruido corresponde a un conjunto de ondas sonoras complejas con vibraciones irregulares y sin tono definido (*American Speech-Languaje-Hearing Association*, 2012). La unidad de medida del ruido corresponde al decibelio (dB).

El ruido ambiental corresponde al ruido emitido por todas las fuentes del entorno, excepto las áreas industriales (Oficina Regional Europea de la Organización Mundial de la Salud, 2011). Se define como todo ruido adyacente, asociado a un entorno, compuesto generalmente por sonidos procedentes de distintas fuentes (Montbrun, Rastelli, Oliver & Chacon, 2006). Estos ruidos pueden clasificarse en función del tiempo como: ruido continuo, intermitente, fluctuante y de impacto. A continuación se detalla cada uno de ellos:

- Ruido continuo: denominado ruido estacionario, en el cual el nivel de presión acústica (NPA) es estable o puede presentar leves fluctuaciones en el transcurso del tiempo (Cortés, 2007). Estas variaciones deben ser menores o iguales a 5 dB (A) durante un tiempo de observación equivalente a un minuto (Ministerio de Salud, 2000).

- Ruido fluctuante: es aquel ruido que presenta cambios en el nivel de presión sonora superiores a 5 dB(A), durante un período de análisis de un minuto. Estas fluctuaciones pueden ser periódicas o aleatorias (MINSAL, 2000).

- Ruido de impacto, también conocido como ruido impulsivo, corresponde a un tipo de ruido en el cual el NPA se presenta por impulsos. Estos se caracterizan por una elevación violenta del ruido y una corta duración en comparación al tiempo que acontece entre impulsos. La duración de los impulsos de energía acústica presentan una duración inferior a 1 segundo y sus respectivos intervalos son superiores a 1 segundo (MINSAL, 2000).

5.1. Niveles de ruido ambiental recomendados

Dentro de los factores que influyen en el nivel de ruido, se encuentra la zona o lugar. Por este motivo, la Organización mundial de la salud (OMS) creó un documento denominado "*Community noise*" en el cual se establecieron los niveles de ruido recomendados según ambiente (Tabla 4) (cit.por Berglund, Lindvall & Schwella, 1999)

Tabla 4: Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos.

Ambiente Específico	**Leq [dB (A)]**
Exteriores	50-55
Interior de la vivienda	30-35
Fuera de los dormitorios	45
Sala de clases e interior de centro preescolares	35
Dormitorios de centros preescolares, interiores	30
Escuelas, áreas exteriores de juegos	55
Hospitales, pabellones, interiores	30
Hospitales, salas de tratamiento, interiores.	Lo mínimo posible
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interiores y exteriores	70
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento.	100
Discursos públicos, interiores y exteriores.	85
Música y otros sonidos a través de audífonos o parlantes.	85
Sonidos de impulso de juguetes, juegos artificiales o armas.	-
Exteriores de parques de diversión y áreas de conservación.	Preservar tranquilidad.

Nota Fuente: Berglund, Lindvall & Schwella (1999). *Guidelines for community noise.*

Según los datos expuestos, los niveles de ruido recomendados para el interior de las salas de clases no deberían superar los 35 dB. Con el mismo objetivo, la *Bureau International d'AudioPhonologie* (2000) propuso los niveles de ruido recomendados en el interior de un recinto docente. (Tabla 5) (cit.por Cantor, 2009).

Tabla 5: Niveles de ruido recomendados en los recintos docentes.

Recinto	**Niveles sonoros en dB (A)**
Aula	40
Sala de uso general	50
Sala silenciosa, sala de maternal	35

Nota Fuente: Cantor (2009). *Análisis fono-ergonómico de la disfonía en docentes: influencia del espacio físico en la presencia de disfonía* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

5.2. Ruido ambiental como factor de riesgo de disfonía en docentes

Los profesores, para entregar un mensaje eficiente a los alumnos, deben adaptar su voz según las características del entorno, considerando entre otros factores, el nivel de ruido ambiental. El ruido ambiental presente en las salas de clases se asocia a distintas fuentes, las cuales pueden provenir de los estudiantes, del equipamiento utilizado, del patio de la escuela, del tráfico o de construcciones en el exterior de la institución, entre otros. A través de mediciones del nivel de ruido se ha evidenciado que los profesores suelen verse expuestos a niveles superiores a lo recomendado. Una de estas cuantificaciones fue la realizada por Montbrun y cols. (2006), en un salón de clases de una Universidad Venezolana, durante un período de tiempo dentro de actividades académicas, la cual determinó un nivel de ruido ambiental que comprende entre 46.3-50.0 dB (A). En otro estudio elaborado por López, Mario, Rojas y Silva (2002), en el cual se realizaron mediciones en las salas de cuatro escuelas de la comuna de Viña del Mar en horarios de clases, se constató que el nivel de ruido se encuentra en un rango entre 56.5 y 68.5 dB (A).

Cuando los decibelios de ruido en una sala de clases son superiores a lo sugerido, los docentes deben incrementar el esfuerzo vocal, elevando la intensidad por encima del ruido de fondo para mejorar la inteligibilidad de su emisión (Pérez & Preciado, 2003). Este incremento de intensidad es atribuido al Efecto *Lombard*, el cual corresponde al fenómeno de alzar la voz de manera involuntaria ante la presencia de ruido (Zollinger & Brumm, 2011). Este concepto fue introducido por el otorrinolaringólogo Etienne Lombard en el año 1909, quien explicó que este fenómeno se produce, en primer lugar, porque los hablantes requieren escucharse a sí mismos y, en segundo lugar, porque necesitan sentir que están estableciendo una comunicación adecuada con los oyentes (Whitlock & Dodd, 2006).

Según este efecto, las personas realizan cambios en su manera de hablar casi de manera inconsciente en ambientes ruidosos, cuyos niveles sean iguales o superiores a 55 dB. Mientras mayor es el nivel de ruido ambiental, las personas realizan mayor compensación en su emisión (Holger, Lynge & Christian, 2012). Desde el punto de vista fisiológico, se produce una hiper-articulación, es decir, hay un aumento en la amplitud de los movimientos articulatorios

(Drugman & Dutoit, 2010). Otro cambio observado a nivel de los parámetros acústicos de la voz, es el incremento en los valores de intensidad y de la frecuencia fundamental (Castellanos, Benedi & Casacubierta, 1996; Junqua., 1993; Van Summers, Pisoni, Bernacki, Pedlow, Stokes, 1988; cit. por Garnier & Henrich, 2014). Así también, se ha constatado un aumento de frecuencia en el primer formante, teniendo una energía mayor a los 2 kHz, mientras que en la relación vocal/consonante, también se evidencian incrementos tanto en la intensidad como en la duración (Boril y Pollak, 2005; Castellanos *et al*., 1996; Egan, 1972; Junqua, 1993; Kadiri, 1998; Mokbel, 1992; Stanton, Jamieson & Allen, 1988; Van Summers *et al*, 1988; cit. por Garnier & Henrich, 2014).

Si bien, el discurso bajo efecto Lombard presenta una mayor inteligibilidad que el habla coloquial, no se ha demostrado qué mecanismos fisiológicos se utilizan para generar el incremento en la intensidad y frecuencia de la voz. Lo anterior es relevante, puesto que existe evidencia de que las personas responden con patrones de hiperfunción vocal (Kobayashi & Ogawa, 2009; Grillo, Verdolinni & Lee, 2010).

Por otra parte, múltiples investigaciones han constatado que el ruido ambiental es un factor de riesgo de disfonía frecuente en profesionales del área pedagógica. Dentro de estos, se encuentra un estudio realizado por Ahlander *et al*. (2009), en el cual se aplicó un cuestionario a 487 profesores de 23 colegios. Este cuestionario presentaba preguntas sobre el entorno y problemas vocales. Del total de docentes, un 92% señaló que existe un alto nivel de ruido en las salas, provenientes de los alumnos y de otras fuentes, tales como los equipos de ventilación, equipos técnicos y fuera del aula. Además, un 80% refirió presentar la necesidad de elevar la intensidad de su voz para ser escuchados por los estudiantes.

Otra investigación fue la efectuada por Pérez y Preciado (2003), en la cual estudiaron los factores de riesgo que favorecen el desarrollo de nódulos cordales en 240 docentes (120 normales, 120 con patología nodular). A cada participante se evalúo a través de un cuestionario estandarizado, evaluación perceptual de la voz espontánea y proyectada, pruebas aerodinámicas y análisis acústico de la voz. Entre los factores de riesgo, referidos por los profesionales, uno de los más relevantes fue la presencia de ruido en el interior de las salas de

clases. Este factor se constató con mayor frecuencia en profesores con nódulos cordales (108) en comparación con el grupo control (86).

En síntesis, existe evidencia teórica que ha definido al ruido ambiental como un factor de riesgo precipitante de disfonía laboral en profesionales del área pedagógica. Sin embargo, existen escasos estudios que han buscado objetivar este parámetro. Por ello, resulta de relevancia que este factor sea estudiado de forma exhaustiva, incorporando su impacto en los parámetros vocales, tanto a nivel perceptual, como a nivel acústico.

II. MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo, se aborda la metodología empleada en la investigación. Se expondrá el planteamiento del problema, los objetivos del estudio, la hipótesis de investigación, el tipo de estudio, la población y la muestra. Luego, se expone la operacionalización de las variables. Posteriormente, se describirán las técnicas de obtención de la información, los instrumentos, materiales y procedimientos utilizados.

1. Planteamiento del problema

La docencia representa una profesión con alto riesgo en desarrollar patología vocal. Según datos de la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), en 2009, las disfonías en profesores representaban el 13,3% de las patologías laborales declaradas con mayor incidencia (García, 2011). Una de las principales causas asociadas es la emisión vocal sobre ruido ambiente (Pérez & Preciado, 2003). Esto genera la necesidad de medir de forma objetiva el impacto del ruido ambiental en los parámetros acústicos de la voz en profesores.

1.1. Pregunta de investigación

¿Existen diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz en docentes de educación básica antes y después de la realización de clases en la Escuela Gaspar Cabrales de la comuna de Valparaíso con diferentes niveles de ruido ambiental?

1.2. Objetivo del estudio

Establecer si existen diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz en docentes de educación básica de la Escuela Gaspar Cabrales de la comuna de Valparaíso antes y después de la realización de clases con diferentes niveles de ruido ambiental.

1.3. Justificación

La voz representa la herramienta de trabajo para los docentes, por lo que cualquier alteración en ella repercute en su rendimiento laboral. Como se mencionó, en este grupo profesional, existe un alto riesgo de presentar disfonía.

Por otra parte, estudios han asociado un mayor riesgo de disfonía en docentes con la emisión vocal sobre ruido ambiental, debido a que deben elevar sus niveles de intensidad (Lindstrom, Persson, Mc.Allister, Sodernster & Ternstrom, 2009). Respecto al nivel de ruido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que para lograr oír y comprender los mensajes en las aulas de clases, el ruido no debe superar los 35 dB (cit.por Berglund, Linvald, Schwela, 1999). Sin embargo, investigaciones realizadas en diferentes salas durante actividades académicas (Montbrun, Rastelli, Oliver & Chacón, 2006; López, Mario, Rojas & Silva, 2002), han demostrado que el nivel de ruido es superior a lo recomendado.

La presente investigación tiene como finalidad realizar una comparación en los parámetros acústicos de la voz en profesores de educación básica antes y después a la realización de clases en ambientes con distintos niveles de ruido. De esta forma, se busca medir el impacto del ruido ambiental en la voz de los docentes, determinándose que ocurre en los parámetros acústicos una vez terminada la clase. Los resultados podrían resultar una contribución, impulsando futuras líneas investigativas, que conlleven al establecimiento de mayores medidas preventivas en los colegios, tanto en infraestructura como en educación vocal de los docentes.

1.4. Viabilidad del estudio

El estudio fue viable, ya que se contó con los recursos humanos necesarios para su ejecución. En primer lugar, se obtuvo la autorización del director de la Escuela Gaspar Cabrales. Luego de esto, los docentes fueron contactados a través de la visita personal de los investigadores a las dependencias de la escuela. A las personas interesadas se les explicó con claridad en qué consiste el estudio y, quienes confirmaron su participación, debieron firmar un consentimiento informado.

Los equipos requeridos para la toma de los datos fueron proporcionados por el profesor guía (micrófono, pre-amplificador y sonómetro). Además, los *softwares* computacionales, PRAAT y Audacity, fueron descargados de la *web* de forma gratuita por los tesistas.

1.5. Deficiencias en el conocimiento del problema

A nivel nacional no se han encontrado estudios que midan los efectos que genera el ruido de fondo en los parámetros acústicos de la voz. En otros países, son escasos los estudios sobre este tema. Generalmente, estas investigaciones se han realizado bajo ruido simulado y en una población distinta a la docente (Carson, Ingrisano & Eggleston, 2002; Delyiski, Shaw & Evans, 2004; Yiu & Yip, 2015; Garnier, Bailly, Dohen, Welby & Loevenbruck, 2006; Pittman & Wiley, 2001). Por otra parte, estos estudios han evaluado los parámetros durante la emisión sobre ruido ambiente, sin determinar que ocurre posteriormente en estas medidas. Por estos motivos, se requieren mayores estudios en este grupo profesional en su entorno laboral habitual.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Determinar si existen diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz en docentes de educación básica de la Escuela Gaspar Cabrales de la comuna de Valparaíso antes y después de la realización de clases con diferentes niveles de ruido ambiental.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar los parámetros acústicos de la voz de los docentes antes de realizar sus clases en los lugares con diferentes niveles de ruido ambiente.

- Identificar los parámetros acústicos de la voz de los docentes después de realizar sus clases en los lugares con diferentes niveles de ruido ambiente.

- Comparar los parámetros acústicos de la voz en docentes obtenidos antes y después de realizar sus clases en los lugares con diferentes niveles de ruido ambiente.

3. Hipótesis de investigación

3.1. Hipótesis

Existen diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz en los docentes de educación básica de la Escuela Gaspar Cabrales antes y después de la realización de clases en los lugares con diferentes niveles de ruido ambiente.

3.2. H0 vs H1

- H0: No existen diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz en los docentes de educación básica de la escuela Gaspar Cabrales antes y después de la realización de clases en los lugares con diferentes niveles de ruido ambiente.

- H1: Existen diferencias significativas en al menos uno de los parámetros acústicos de la voz en los docentes de educación básica de la escuela Gaspar Cabrales antes y después de la realización de clases en los lugares con diferentes niveles de ruido ambiente.

4. Tipo de estudio

4.1. Enfoque

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, el cual usa la recopilación de datos, basándose en la medición numérica y el análisis estadístico (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010). Las variables cuantitativas que recopilaron datos numéricos y que se analizaron estadísticamente fueron: frecuencia fundamental, índices de perturbación, intensidad, relación ruido/armónico y parámetros de LTAS.

4.2. Alcance

El estudio tiene un alcance descriptivo, el cual busca la especificación de propiedades, características y rasgos relevantes de cualquier fenómeno que se busque analizar (Hernández & cols., 2010). La investigación buscó caracterizar los parámetros acústicos de la voz en docentes antes y después a la realización de clases sobre diferentes niveles de ruido ambiente en Escuela Gaspar Cabrales de la comuna de Valparaíso.

4.3. Diseño

El diseño de la investigación es no experimental, transeccional y comparativo. Lo primero, se debe a que no se realizó una manipulación deliberada de las variables, observándose fenómenos de forma natural (Hernández & cols., 2010). En este estudio, se observó el impacto que genera la realización de clases sobre ruido ambiente al comparar los parámetros acústicos de la voz antes y después de éstas. El estudio es transeccional, puesto que los datos se recolectaron en momentos específicos, basándose en la descripción de variables y análisis (Hernández & cols., 2010). En esta investigación, las voces fueron grabadas antes y después de clases, sin la intervención posterior de los participantes. Por último, es comparativo, ya que su finalidad fue realizar comparaciones entre grupos o subgrupos de individuos, objetos, comunidades o indicadores (Hernández & cols., 2010). En la actual investigación, luego de obtener los datos, se realizó una comparación entre los parámetros acústicos de la voz antes y después de la ejecución de clases sobre diferentes niveles de ruido ambiental.

5. Población

Docentes que trabajen en aulas de clases de enseñanza básica de la Escuela Gaspar Cabrales de la Comuna de Valparaíso.

5.1. Tamaño de la población

El tamaño de la población es de 23 docentes.

5.2. Muestra

Docentes que trabajen en aulas de clases de enseñanza básica de la Escuela Gaspar Cabrales de la Comuna de Valparaíso que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión.

5.2.1. Tipo de muestreo

El muestreo fue de tipo no probabilístico, ya que la elección de la muestra estuvo guiada por causas relacionadas a las características de la investigación (Hernández & cols., 2010). En este estudio, los participantes se escogieron a través de criterios de inclusión y exclusión.

El diseño de muestreo fue de participante voluntario, en el cual "las personas se proponen como participantes en el estudio o responden activamente a una invitación" (Hernández & cols., 2010:396). En la presente investigación, los docentes debieron responder a una invitación que se realizó a través de una charla.

5.2.2. Tamaño de la muestra

En base a los criterios de inclusión- exclusión de la investigación y al diseño de muestreo de tipo participante voluntario, la muestra estuvo constituida por 7 participantes.

5.2.3. Criterios de selección de la muestra

Criterios de Inclusión:

a) No presentar antecedentes de hipoacusia
b) Edad menor a 55 años
c) Clases en aula igual o superior a 12 horas semanales

Criterios de Exclusión:

a) Presentar antecedentes de hipoacusia
b) Edad mayor a 55 años
c) Clases en aula inferior a 12 horas semanales.

6. Operacionalización de variables

Indicador	Definición conceptual	Operacionalización
Ruido ambiental	"Combinación de sonidos de diversas frecuencias y amplitudes que varían de forma desordenada" (Álvarez, Ayo, Baranda, Bigas, Carol, 2004:113).	- Nivel de ruido entre 40-60 dB (cod.1) - Nivel de ruido entre 60-80 dB (cod.2)
Dimensión: parámetros acústicos de la voz		
Frecuencia fundamental (F0)	Número de veces en los cuales las cuerdas vocales se abren y cierran por segundo. Se expresa en ciclos por segundo o *Hertz* (Cobeta & cols., 2013).	Según Jackson-Menaldi (2002), se considera: - Frecuencia normal para hombres (cod.1): entre 110 y 141 H_z. - Frecuencia anormal para hombres (cod.2): valores debajo de 110 y sobre 141 H_z. - Frecuencia normal para mujeres (cod.3): entre 210 y 256 H_z. - Frecuencia anormal para mujeres (cod.4): valores debajo de 210 o sobre 256 H_z.

Perturbación de la frecuencia (*Jitter*)	Variaciones involuntarias de la Frecuencia fundamental que ocurren entre un ciclo vocal y el siguiente (Cobeta & cols., 2013).	De acuerdo con Jackson-Menaldi (2002), se considera: - Normal (cod.1) valores entre 0% y 1,04% - Anormal (cod.2) valores debajo de 0% o sobre 1,04%
Intensidad	Amplitud de la variación de la presión sonora que se genera al transmitirse la voz en el medio aéreo. Se expresa en decibeles (dB) (Cobeta & cols., 2013).	Según Suárez & cols. (2007), se considera: - Normal (cod.1) valores entre 65 y 80 dB. - Anormal (cod.2) valores debajo de 65 dB o sobre 80 dB
Perturbación de la intensidad (*Shimmer*)	Variabilidad de la amplitud que se genera ciclo a ciclo (Cobeta & cols., 2013).	Jackson-Menaldi (2002) establece como : - Normal (cod.1) valores iguales o inferiores a 3,81%. - Anormal (cod.2) valores sobre 3,81%.
Relación ruido armónico (NHR):	"Media del cociente de la energía inarmónica entre 1500 y 4500 Hz y la armónica entre 70 y 4500 Hz (Cobeta & cols., 2013: 197).	Según Jackson-Menaldi (2002) se considera: - Normal (cod.1) valores entre 0 y 0,19. - Anormal (cod.2) valores sobre 0,19.

L1-L0	Diferencia en el nivel de energía entre los 300-800 Hz y 500-300 Hz (Guzmán, Correa, Muñoz & Mayerhoff, 2013).	De acuerdo con Guzmán et al. (2013) se considera: - Normal (cod.1) valores entre -7,1 y 2,68. - Anormal (cod.2) valores bajo -7,1 y sobre 2,68.
Alpha-ratio	Comparación en el nivel de energía de las zonas frecuenciales entre los 50 Hz a los 1000 Hz y entre los 1000 Hz y 5000 Hz. (Guzmán et al., 2013).	Según Guzmán et al. (2013) se considera: - Normal (cod.1) valores entre -22,34 y -16,72 - Anormal (cod.2) valores bajo -22,34 y sobre -16.72.

7. Instrumentos

7.1. Para filtrar la muestra

- Protocolo de evaluación vocal de la Universidad de Valparaíso: La primera parte corresponde a una anamnesis, la cual contiene preguntas sobre antecedentes personales, antecedentes mórbidos relevantes, hábitos de higiene vocal y síntomas vocales. La segunda parte, consiste en la evaluación perceptual, a través de la cual se evalúa el habla, la postura, el sistema estomatognático, la respiración, la emisión vocal y la tonicidad de la zona laríngea, perilaríngea y suprahioidea.

7.2. Para lograr los objetivos de la investigación

- Audacity versión 2.0.6: Corresponde a una aplicación informática libre creada por Dominic Mazzoni y Roger Dannenberg (1999). Este *software* permite grabar audio en directo, utilizando micrófono o mezclador, además de importar, editar y combinar archivos de sonido (Rochesso, 2003). Para grabar se debe solicitar al participante que

se ubique a unos centímetros del micrófono y emita sonidos, palabras, lea párrafos o puede ser grabado durante conversación espontánea.

- PRAAT: Corresponde a un programa computacional creado por Paul Boersma y David Weenink de la universidad de Amsterdam (1992). Este *software* permite obtener medidas objetivas de la voz y visualizar gráficos como oscilograma, espectrograma y gráficos espectrales. Además permite observar curvas melódicas o de tono y de intensidad (Boersma & Van Heuven, 2001). Para obtener la muestra de voz, al igual que el programa anterior, puede realizarse la grabación desde el mismo *software*, o adjuntarse un audio grabado previamente desde otro programa.

8. Técnicas de obtención de la información

- Entrevista clínica: A los participantes del estudio se les realizó una anamnesis vocal en las dependencias de la escuela Gaspar Cabrales, la cual contiene preguntas sobre antecedentes personales, antecedentes mórbidos relevantes, conductas de higiene vocal y síntomas asociados a la voz.

- Examen clínico: En esta investigación, se evaluó clínicamente a los participantes a través de la evaluación perceptual y objetiva de la voz. La primera por medio del protocolo de evaluación vocal de la Universidad de Valparaíso. La evaluación objetiva se realizó a través del análisis fonético acústico de la voz, utilizando el *software* PRAAT mencionado. El análisis de las medidas grabadas se llevó a cabo en el Laboratorio de Voz de la Escuela de Fonoaudiología de la Universidad de Valparaíso.

9. Procedimientos

En primera instancia, los investigadores solicitaron, personalmente, autorización al director de la escuela Gaspar Cabrales, con la finalidad de acceder a las dependencias e invitar a los profesores a participar de la investigación. Luego de esto, se realizó el envío de los formularios al comité de bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso.

Una vez obtenida la autorización del comité de bioética, los alumnos tesistas realizaron una charla a los docentes de la escuela, donde se les explicó la importancia de la voz, el motivo de la investigación y los beneficios de participar. Durante la visita, se invitó a participar a los profesores que cumplieron los criterios de inclusión de horas en aula y edad, además de disponibilidad horaria. A su vez, se entregó una tarjeta a cada profesional con el *Facebook* y mail del grupo de tesis, además del teléfono de los alumnos tesistas e investigador principal. Se registró el teléfono de contacto de los profesores interesados. Una vez confirmada la participación de cada profesional en la investigación, se asignó una hora, la cual tuvo lugar en las mismas dependencias de la escuela.

Durante la hora agendada, se realizó una anamnesis vocal, la cual se encuentra en el protocolo de evaluación vocal de la Universidad de Valparaíso. A los docentes que cumplieron el criterio de inclusión de antecedentes de hipoacusia, se les informó a través de un consentimiento informado, debiendo firmar el acta de consentimiento en caso de decidir participar. Luego, se continuó con la evaluación perceptual de la voz. Al igual que la anamnesis, esta evaluación se encuentra dentro del protocolo de evaluación vocal de la Universidad de Valparaíso. Cada cita tuvo una duración aproximada de 1 hora.

Posteriormente, se coordinó con los profesores el día y hora para la toma de muestra de voz y para la medición del ruido en la sala de clases. Ambas grabaciones fueron realizadas por los alumnos tesistas. El nivel de ruido ambiental fue medido el mismo día en que se realizó la toma de muestra de voz, durante las clases que efectuaron los docentes, obteniéndose un promedio de ruido de la clase completa.

Para las grabaciones de voz, se escogió un lugar del establecimiento con menor ruido ambiente, sin tránsito de personas. En primer lugar, se solicitó a cada participante que se ubique frente al micrófono (aproximadamente 10 cm de distancia). Luego de esto, se inició la grabación solicitando al profesor que emita la vocal /a/ en su tono y volumen habitual durante 5 segundos. Posteriormente, se realizó lo mismo con las otras vocales. En seguida, se grabó al participante en habla automática, a través de la emisión de los días de la semana y, luego, durante la lectura del texto “El Abuelo” (fonéticamente balanceado). Finalmente, se realizó la

grabación en habla espontánea, contando lo que hizo durante el día o durante el fin de semana. Esta toma de datos presentó una duración aproximada de 5 minutos por participante. Este procedimiento se realizó antes y después de la labor docente, según los horarios y lugares acordados previamente.

Luego de que los investigadores finalizaron la toma de muestras, los datos fueron analizados utilizando el programa PRAAT que entregó los valores de los parámetros acústicos de la voz. En base a la información obtenida, se creó una base de datos con el programa Excel. Consecutivamente, se aplicaron técnicas estadísticas descriptivas y comparativas a través de la creación de gráficos de barra y diagramas de caja. Además, se utilizaron indicadores estadísticos, tales como media, mediana, desviación estándar, mínimo y máximo. Para probar la hipótesis, se aplicó la prueba *T-Student* para muestras relacionadas con un nivel de significación del 5%. Estos procedimientos se realizaron a través del *software* IBM SPSS Statistics 22.

10. Materiales

- Computador portátil, Samsung NP270E5E-X01CL
- Interfaz Focusrite Scarlet 2i2.
- Micrófono Behringer ECM8000.
- Sonómetro tipo 1 Handsun SL824 Shanghai Electronics

III. RESULTADOS

En esta sección, se exponen los resultados obtenidos en el estudio. La muestra estuvo conformada por 7 profesores de la escuela Gaspar Cabrales, quienes respondieron a una invitación voluntaria realizada a todos los docentes que cumplieron los criterios de inclusión de horas en aula, edad y audición, esta última, dentro de los límites de normalidad, según lo establecido en la evaluación perceptual previa. Los participantes de la investigación, se dividieron en dos grupos según nivel de ruido ambiental: el primero con exposición a niveles de ruido entre 40-60 dB (grupo A); y el segundo, con niveles de ruido entre 60-80 dB (grupo B).

A continuación se describirán los resultados obtenidos para cada grupo, a través de gráficos de barra y datos estadísticos. Luego, se mostrarán comparaciones entre los valores obtenidos previo y posterior a clases a través de diagramas de caja y de la prueba *T-Student*. A través de esta última, se determinará la probabilidad de significación estadística (< a 0,05) para cada variable dependiente.

1. Resultados para Grupo A:

El grupo A estuvo compuesto por dos sujetos quienes realizaron sus clases con un nivel de ruido entre 40 y 60 dB. A continuación, se muestran los resultados por cada parámetro acústico obtenidos antes y después de la actividad docente, así como la comparación entre las dos mediciones a través de diagramas de caja y prueba de *T-Student*.

1.1. Variable frecuencia fundamental (f0)

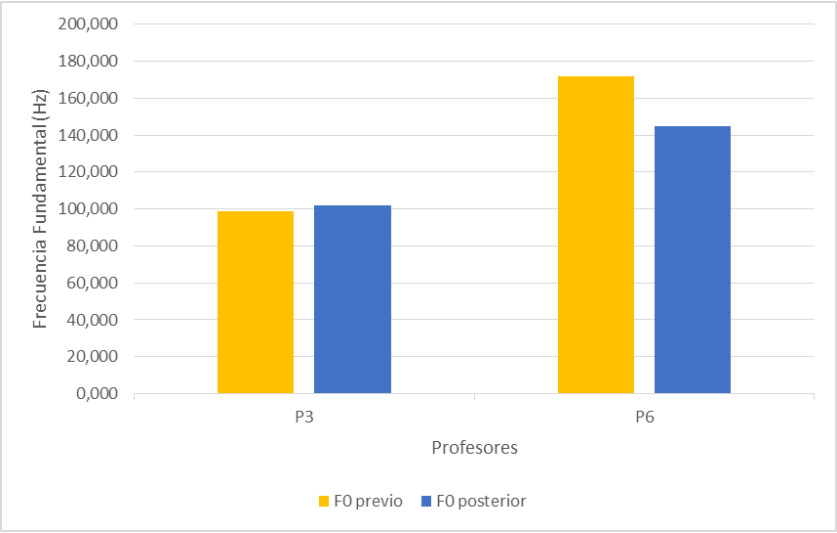


Gráfico 1. Valores promedio de la frecuencia fundamental medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

El Gráfico 1 muestra los valores promedio de la frecuencia fundamental evaluada a través de la vocal /a/, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en el participante 3 (P3), la frecuencia fundamental aumentó levemente mientras que, en el participante 6 (P6), su valor mostró un descenso.

Tabla 6: Valores estadísticos de la variable frecuencia fundamental medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

Estadísticos frecuencia fundamental vocal /a/		
	Previo	Posterior
N	2	2
Media	135,3955	123,5685
Mediana	135,3955	123,5685
Desviación Estándar	51,912244	30,29599
Mínimo	98,688	102,146
Máximo	172,103	144,991

En la Tabla 6, se observa que, en el grupo A, previo a clases, el promedio de la variable frecuencia fundamental fue de 135.39 Hz, con una variación de 51.91 Hz. El valor de frecuencia fundamental mínimo fue de 98.68 Hz y el máximo de 172.1 Hz. Después de clases, se observa que el promedio de la frecuencia fundamental fue de 123.56 Hz, con una variación de 30.29 Hz. Los valores de frecuencia fundamental se encontraron entre 102.14 y 144.99 Hz.

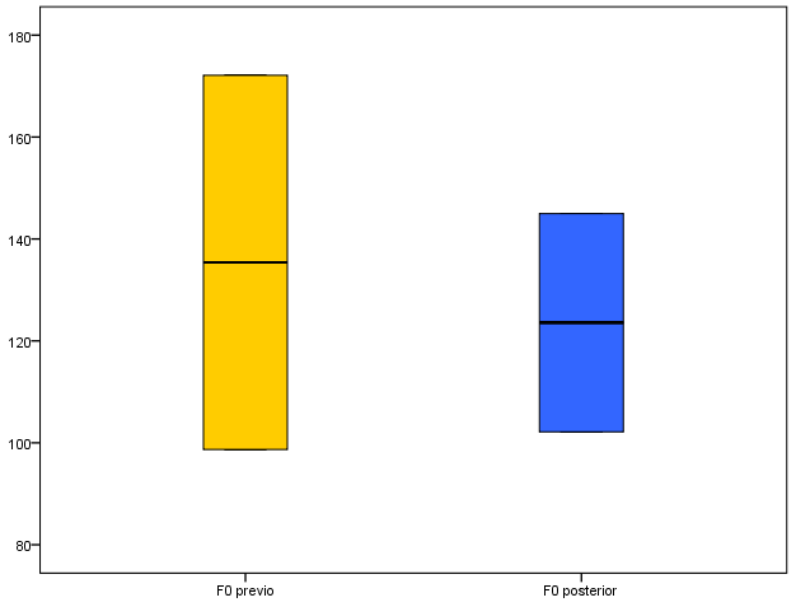


Gráfico 2. Diagramas de caja de los valores de frecuencia fundamental medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

El Gráfico 2 muestra la distribución de los valores de frecuencia fundamental previa y posterior a la realización de clases. Se observa una menor dispersión en los datos después de clases, con un valor inferior en la mediana.

1.2. Variable intensidad

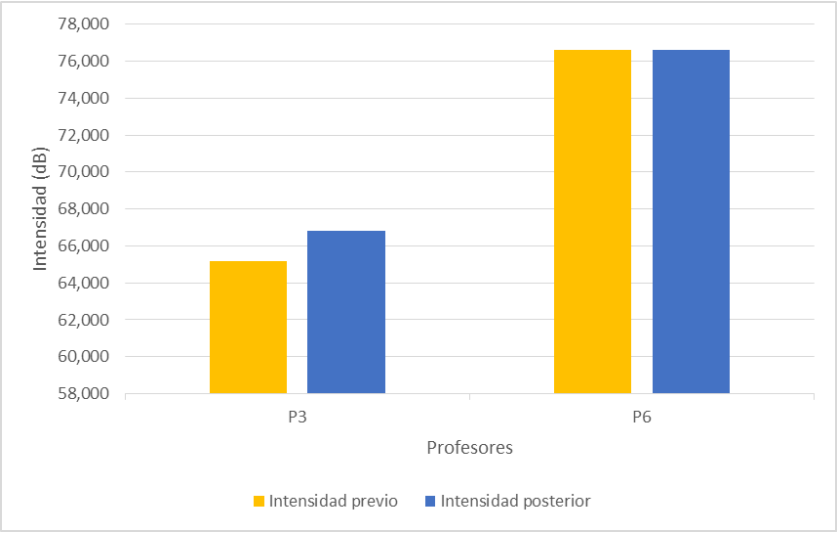


Gráfico 3. Valores promedio de la variable intensidad medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

El Gráfico 3 muestra los valores promedio de la variable intensidad medida a través de la vocal /a/, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en el participante 3 (P3), esta variable presentó un incremento, mientras que, en el participante 6 (P6), el valor se mantuvo relativamente igual.

Tabla 7: Valores estadísticos de la variable intensidad medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

Estadísticos intensidad vocal /a/		
	Previo	Posterior
N	2	2
Media	70,88993	71,71299
Mediana	70,88993	71,71299
Desviación Estándar	8,106777	6,908882
Mínimo	65,158	66,828
Máximo	76,622	76,598

En la Tabla 7, se observa que, en el grupo A, previo a clases, el promedio de la variable intensidad fue de 70.88 dB, con una desviación estándar de 8.1 dB. El valor de intensidad presentó un mínimo de 65.15 dB y un máximo de 76.62 dB. Después de clases, se observa que el promedio de la intensidad fue de 71.71 dB, con una variación de 6.9 dB. El valor de intensidad se encontró entre 66.82 dB y 76.59 dB.

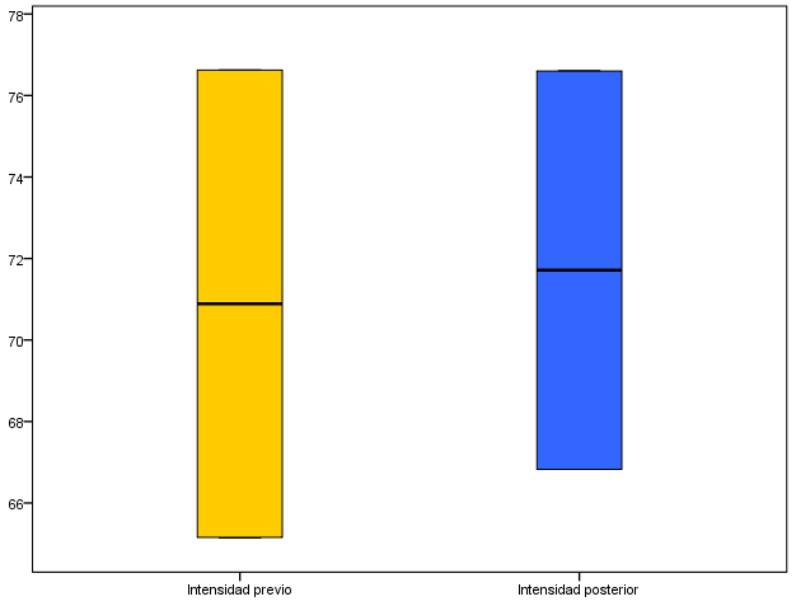


Gráfico 4. Diagramas de caja de los valores de Intensidad medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

El Gráfico 4 muestra la distribución de la variable intensidad previa y posterior a la realización de clases. Se observa una menor dispersión de datos posterior a clases, con un valor superior en la mediana.

1.3. Variable *Jitter*

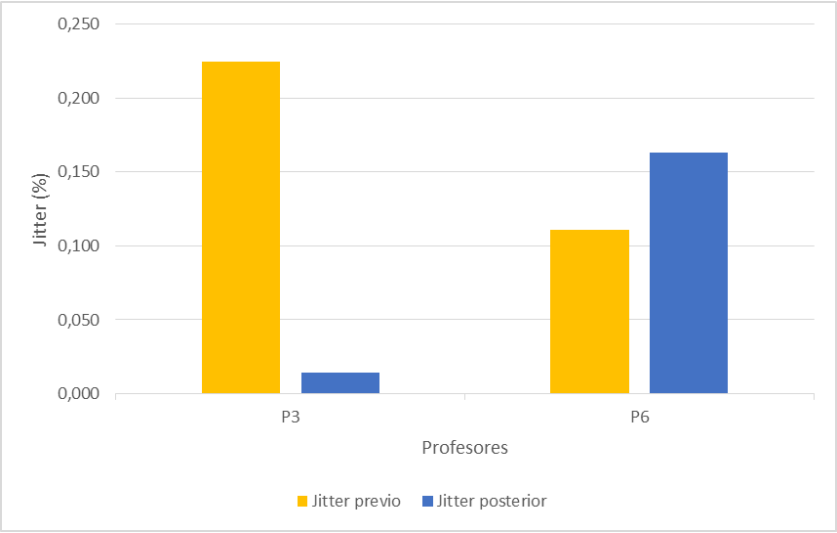


Gráfico 5. Valores promedio para la variable *Jitter* medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

El Gráfico 5 muestra los valores promedio de la variable *Jitter* evaluada a través de la vocal /a/, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en el participante 3 (P3), el valor del *Jitter* descendió; mientras que, en el participante 6 (P6), su valor presentó un leve aumento.

Tabla 8: Valores estadísticos de la variable *Jitter* medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

Estadísticos *Jitter* vocal /a/		
	Previo	Posterior
N		2
Media	0,168	0,0885
Mediana	0,168	0,0885
Desviación Estándar	0,080610	0,105359
Mínimo	0,111	0,014
Máximo	0,225	0,163

En la Tabla 8, se muestra que, en el grupo A, previo a clases, el promedio de la variable *Jitter* fue de 0.16 %, con una variación de 0.08 %. El valor de *Jitter* presentó un mínimo de 0.11 y un máximo de 0.22. Después de clases, se observa que el promedio de *Jitter* fue de 0.08%, con una variación de 0.1 %. El valor de *Jitter* se encontró entre 0.01y 0.16.

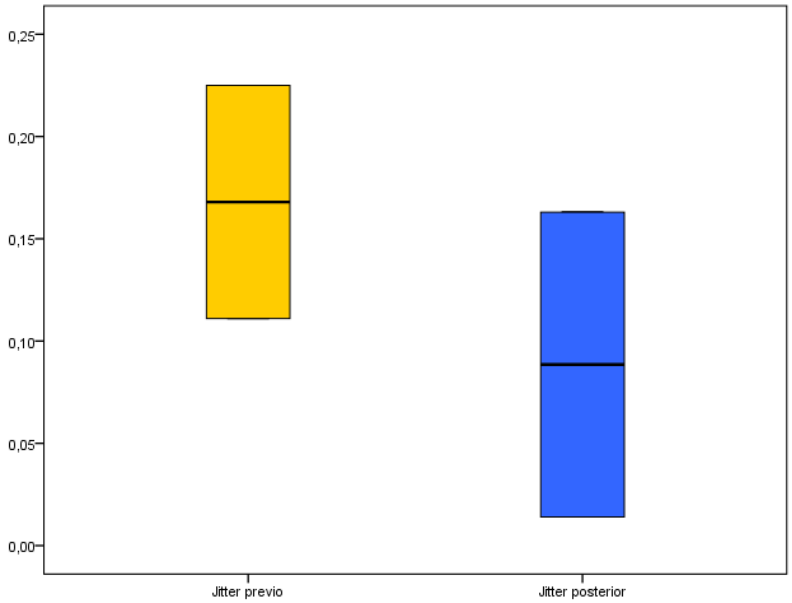


Gráfico 6. Diagramas de caja de los valores de *Jitter* medido a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previo y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

En el Gráfico 6, se muestra la distribución de la variable *Jitter* previa y posterior a la realización de clases. Se observa una mayor dispersión de datos posterior a clases, con un valor inferior en la mediana.

1.4. Variable *Shimmer*

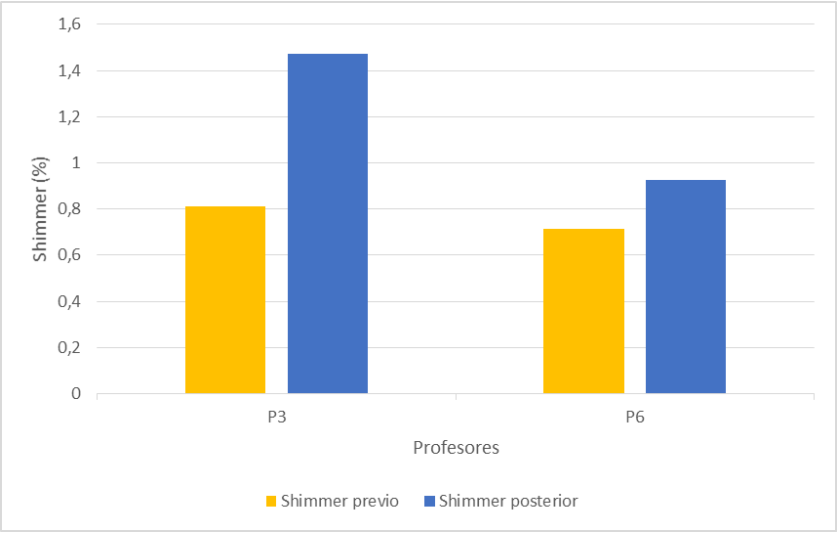


Gráfico 7. Valores promedio para la variable *Shimmer* medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

El Gráfico 7 muestra los valores promedio de la variable *Shimmer* medida a través de la vocal /a/, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, tanto en el participante 3 (P3) como en el profesor 4 (P4), los valores aumentaron después de clases.

Tabla 9: Valores estadísticos de la variable *Shimmer* medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

Estadísticos *Shimmer* vocal /a/		
	Previo	Posterior
N	2	2
Media	0,762	1,2
Mediana	0,762	1,2
Desviación Estándar	0,070711	0,387495
Mínimo	0,712	0,926
Máximo	0,812	1,474

En la Tabla 9, se muestra que, en el grupo A, previo a clases, el promedio de la variable *Shimmer* fue de 0.76%, con una variación de 0.07%. El valor mínimo de *Shimmer* fue de 0.71 y el máximo de 0.81. Posteriormente, se observa que el promedio de *Shimmer* fue de 1.2%, con una desviación de 0.38%. El valor de *Shimmer* se encontró entre 0.926 y 1.474%.

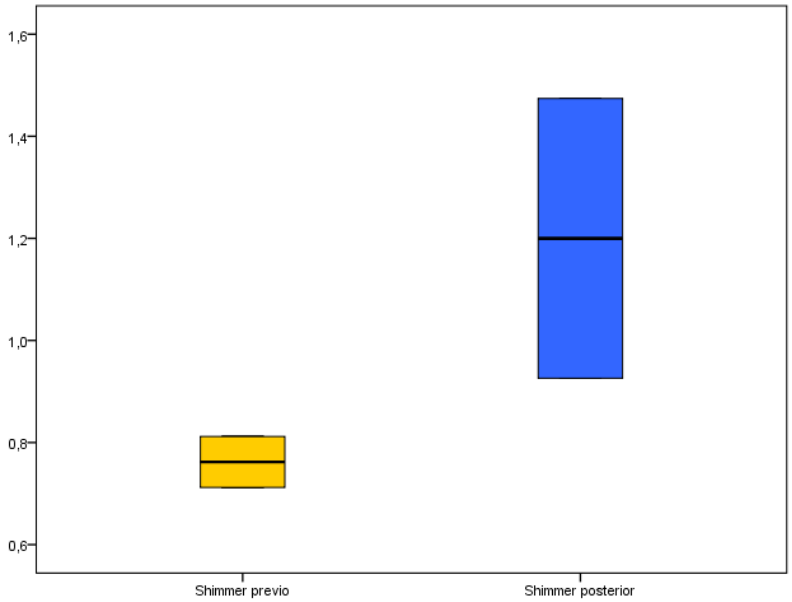


Gráfico 8. Diagramas de cajas de los valores de la variable *Shimmer* medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

En el Gráfico 8, se muestra la distribución de la variable *Shimmer* previa y posterior a la realización de clases. Se observa una mayor dispersión de datos posterior a clases, con un valor superior en la mediana.

1.5. Variable Relación ruido-armónico (NHR)

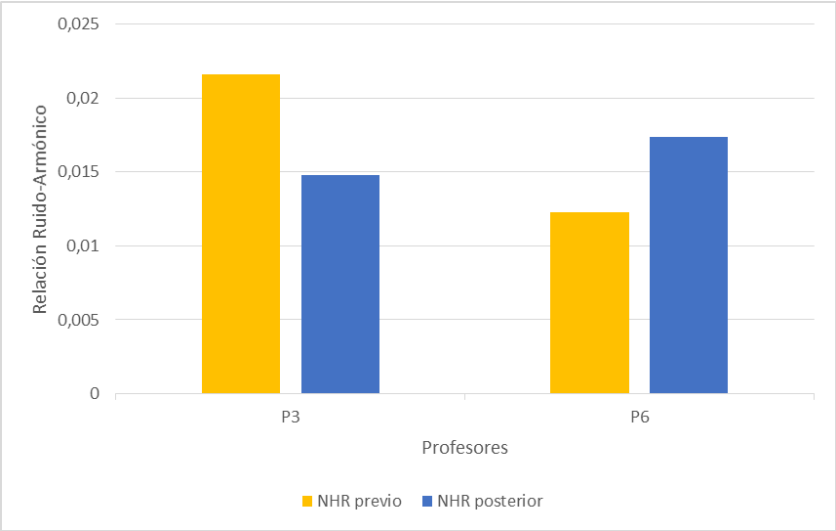


Gráfico 9. Valores promedio para la variable Relación ruido-armónico (NHR) medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

El Gráfico 9 muestra los valores promedio de NHR evaluada a través de la vocal /a/, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en el participante 3 (P3), el valor de NHR descendió; mientras que, en el participante 6 (P6), se elevó.

Tabla 10: Valores estadísticos de la variable relación ruido-armónico medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

Estadísticos NHR vocal /a/		
	Previo	Posterior
N	2	2
Media	0,0169405	0,0160855
Mediana	0,0169405	0,0160855
Desviación Estándar	0,006616398	0,001802415
Mínimo	0,012262	0,014811
Máximo	0,021619	0,01736

En la Tabla 10, se muestra que, en el grupo A, previo a clases, el promedio de la variable NHR fue de 0.01, con una variación de 0.006. El valor mínimo de NHR fue de 0.01 y el máximo de 0.02. Después de clases, se observa que el promedio de la NHR fue de 0.01, con una variación de 0.001. El valor de NHR se encontró entre 0.014 y 0.017.

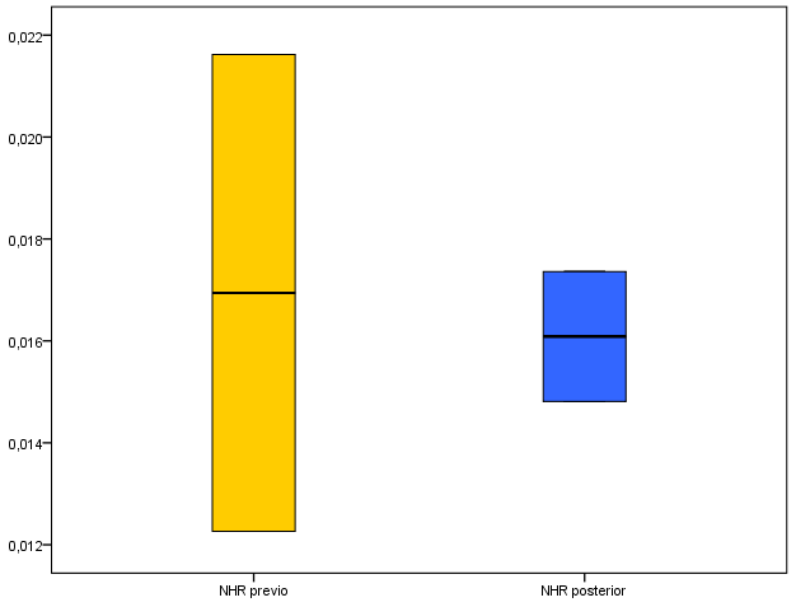


Gráfico 10. Diagramas de caja de los valores de la variable Relación ruido-armónico (NHR) medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de rudo entre 40-60 dB

En el Gráfico 10, se muestra la distribución de la variable relación ruido-armónico previa y posterior a la realización de clases. Se observa una menor dispersión de datos después de clases, con un valor inferior en la mediana.

1.6. Variable L1-L0

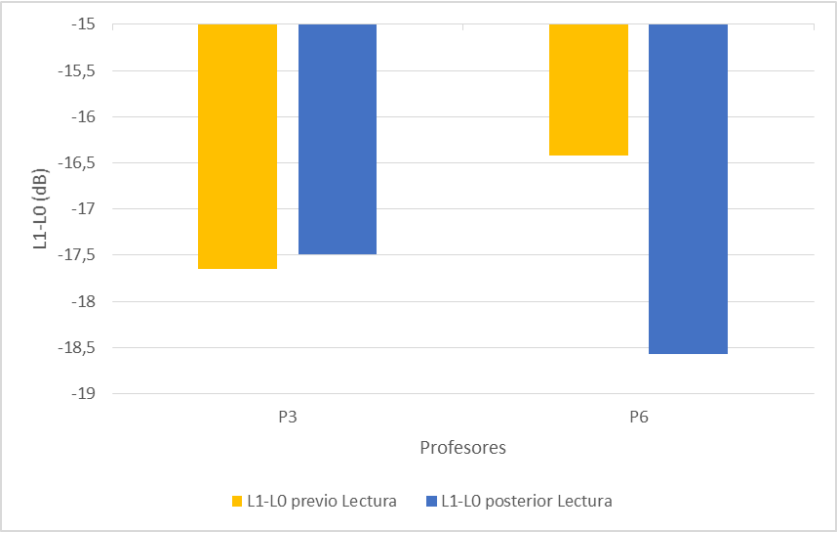


Gráfico 11. Valores promedio de la variable L1-L0 medida a través de la lectura del texto "El abuelo" en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

El Gráfico 11 muestra los valores promedio de la variable L1-L0 medida través de la lectura del texto "El abuelo", previa y posterior a clases. Se observa que, en el participante 3 (P3), este valor descendió levemente, mientras que, en el participante 6 (P6), se elevó.

Tabla 11: Valores estadísticos de la variable L1-L0 medida a través de la lectura del texto "El abuelo" en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

Estadísticos L1-L0 Lectura "El abuelo"		
	Previo	Posterior
N	2	2
Media	-17,03195	-18,02847
Mediana	-17,03195	-18,02847
Desviación Estándar	0,867291	0,0762056
Mínimo	-16,419	-17,49
Máximo	-17,645	-18,567

En la Tabla 11, se muestra que, en el grupo A, previo a clases, el promedio de la variable L1-L0 evaluada a través de la lectura del texto “El abuelo” fue de -17.03 dB, con una variación de 0.86 dB. El valor mínimo de L1-L0 fue de -16.41 y el máximo de -17.64 dB. En la evaluación posterior, se observa que el promedio de la variable L1-L0 fue de -18.02 dB, con una variación de 0.07 dB. El valor de L1-L0 mínimo fue de -17.49 y el máximo de -18.56 dB.

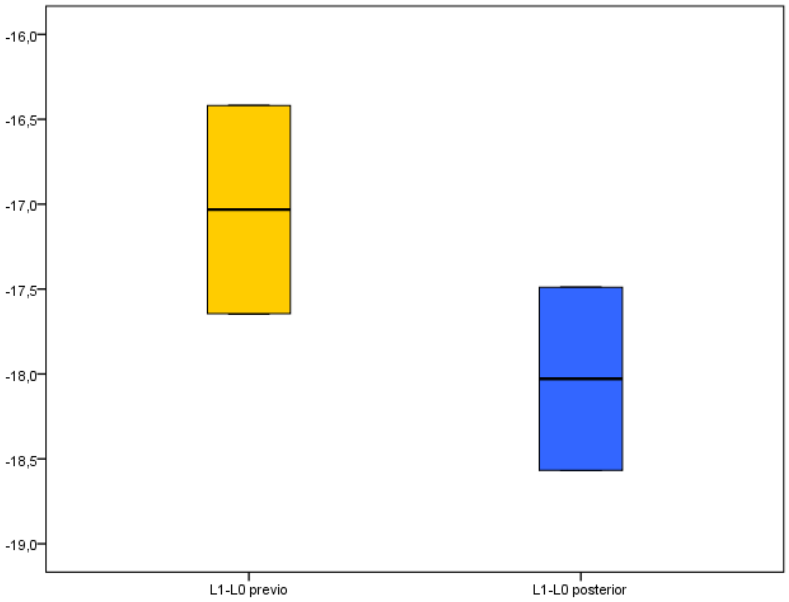


Gráfico 12. Diagramas de caja de los valores de L1-L0 medida a través de la lectura del texto “El abuelo” en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

En el Gráfico 12, se muestra la distribución de la variable L1-L0 previa y posterior a la realización de clases. La dispersión de datos en ambas mediciones es similar. Sin embargo, se observa que, después de clases, el valor de la mediana aumentó.

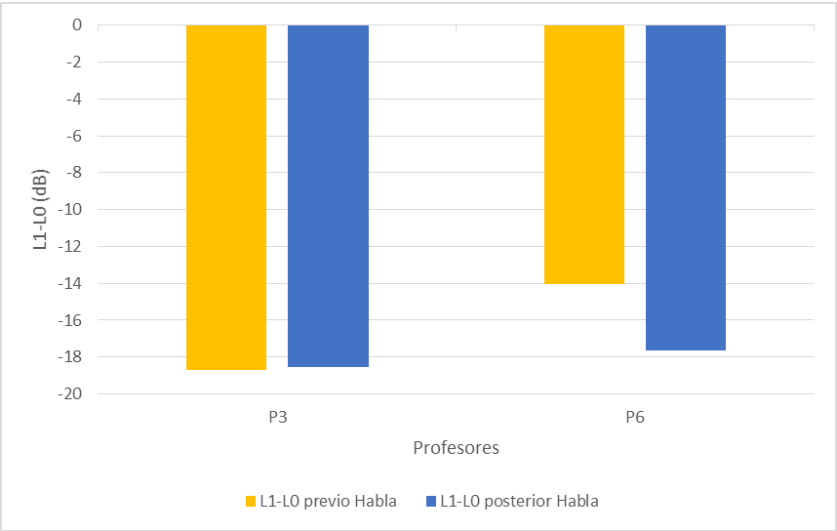


Gráfico 13. Valores promedio para la variable L1-L0 medida a través de habla espontánea en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

El Gráfico 13 muestra los valores promedio de L1-L0 medida través habla espontánea, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en el participante 3 (P3), L1-L0 se mantiene relativamente similar; mientras que, en participante 6 (P6), el valor se elevó.

Tabla 12: Valores estadísticos de la variable L1-L0 medida a través de habla espontanea en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

Estadísticos L1-L0 habla espontánea		
	Previo	Posterior
N	2	2
Media	-16,36975	-18,09925
Mediana	-16,36975	-18,09925
Desviación Estándar	3,308011	0,646796
Mínimo	-14,031	-17,642
Máximo	-18,709	-18,557

En la Tabla 12, se muestra que, en el grupo A, previo a clases, la media de la variable L1-L0 evaluada a través de habla espontánea fue de -16.36 dB, con una variación de 3.3 dB. El valor de L1-L0 se encontró entre -14.03 y -18.7 dB. Después de clases, se observa que el promedio de L1-L0 fue de -18.09 dB, con una desviación de 0.64 dB. El valor mínimo de L1-L0 fue de -17.64 dB y el máximo de -18.55 dB.

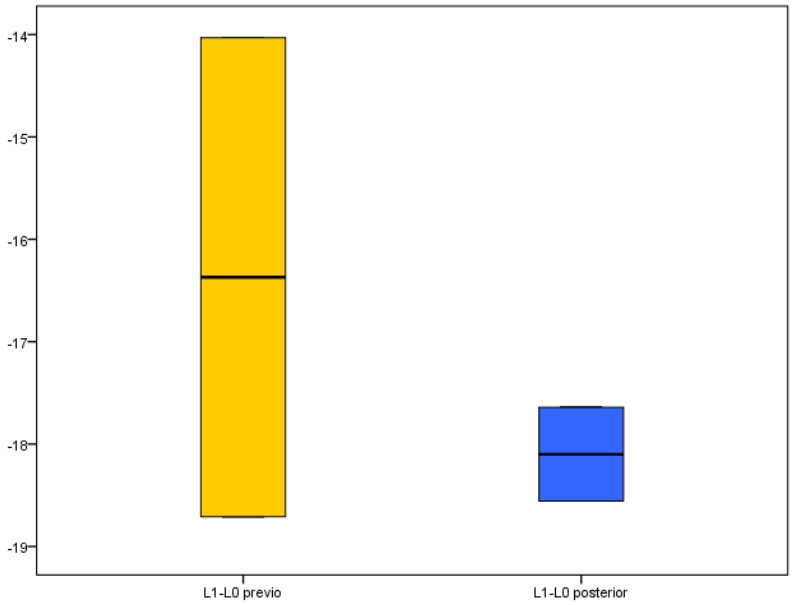


Gráfico 14. Diagramas de caja de los valores de L1-L0 medida a través del habla espontanea en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

En el Gráfico 14, se muestra la distribución de la variable L1-L0 previa y posterior a la realización de clases. En la medición realizada después de clases, se evidencia una menor dispersión de datos, con un valor mayor en la mediana.

1.7. Variable *Alpha-ratio*

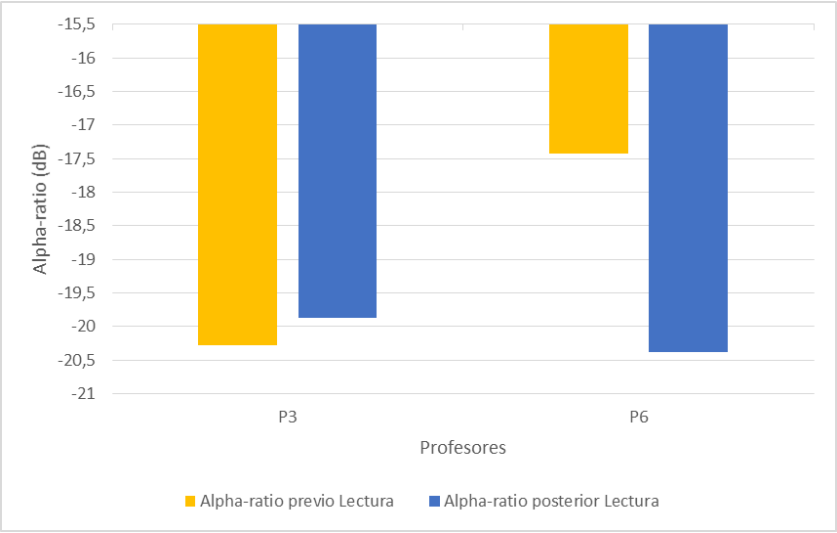


Gráfico 15. Valores promedio de la variable *Alpha-ratio* medida a través de la lectura del texto "El Abuelo" en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

El Gráfico 15 muestra los valores promedio de *Alpha-ratio* medida través de la lectura del texto "El abuelo", previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en el participante 3 (P3), el valor de *Alpha-ratio* descendió levemente, mientras que, en el participante 6 (P6), se elevó considerablemente.

Tabla 13: Valores estadísticos de la variable *Alpha-ratio* medida a través de la lectura del texto "El Abuelo" en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

Estadísticos *Alpha-ratio* Lectura "El abuelo"		
	Previo	Posterior
N	2	2
Media	-18,84962	-20,12498
Mediana	-18,84962	-20,12498
Desviación Estándar	2,019697	0,355333
Mínimo	-17,421	-19,874
Máximo	-20,278	-20,376

En la Tabla 13, se observa que, en el grupo A, previo a clases, el promedio de la variable *Alpha-ratio* evaluada a través de la lectura del texto “El abuelo” fue de -18.84 dB, con una variación de 2.01 dB. El valor mínimo de *Alpha-ratio* fue de -17.42 y el máximo de -20.27 dB. Después de clases, se observa que la media de *Alpha-ratio* fue de -20.12 dB, con una desviación de 0.35 dB. El valor de *Alpha-ratio* se encontró entre -19.87 y -20.37 dB.

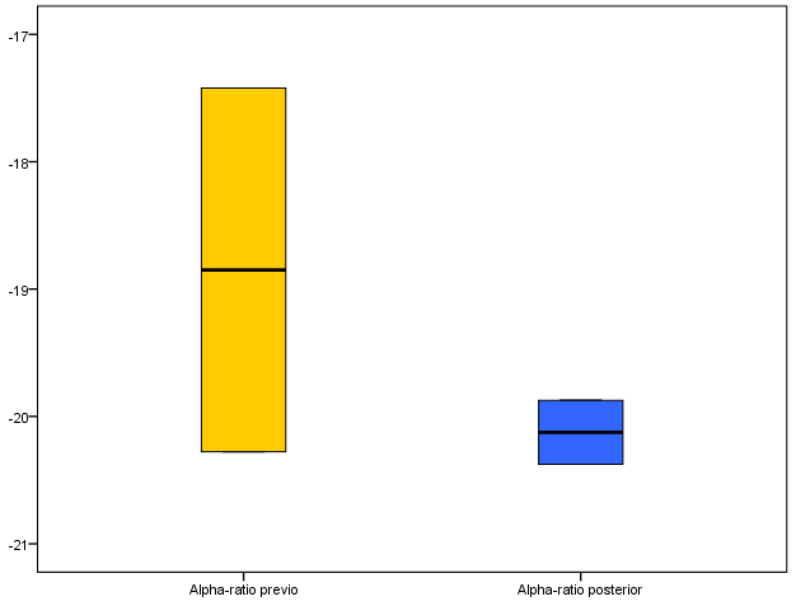


Gráfico 16. Diagramas de caja de los valores de *Alpha-ratio* medida a través de la lectura del texto “El Abuelo” en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

En el Gráfico 16 se muestra la distribución de la variable *Alpha-ratio* previa y posterior a la realización de clases. En la medición efectuada después de clases, se evidencia una menor dispersión de datos, con un valor superior en la mediana.

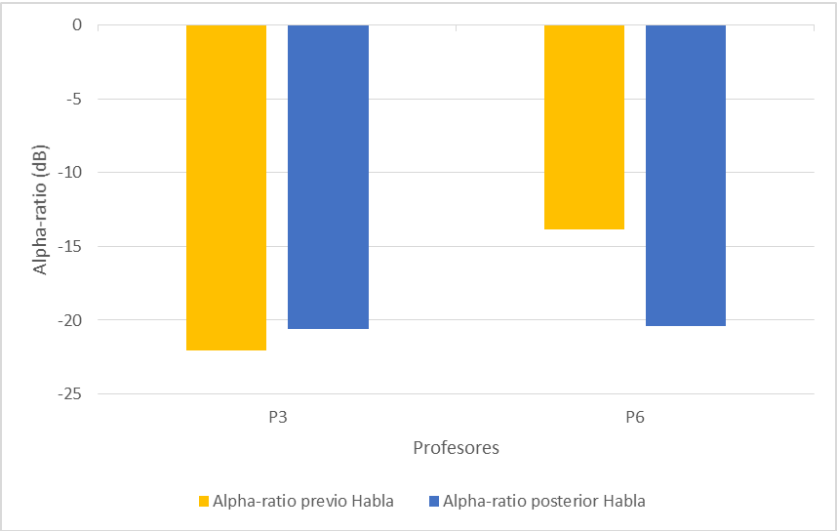


Gráfico 17. Valores promedio de la variable Alpha-ratio medida a través de habla espontánea en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

El Gráfico 17 muestra los valores promedio de *Alpha-ratio* medida través de habla espontánea, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en el participante 3 (P3), el valor de *Alpha-Ratio* descendió levemente mientras que, en el participante 6 (P6), creció considerablemente.

Tabla 14: Valores estadísticos de la variable *Alpha-ratio* medida a través de habla espontánea en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

Estadísticos *Alpha-ratio* Habla Espontánea		
	Previo	Posterior
N	2	2
Media	-17,94911	-20,48236
Mediana	-17,94911	-20,48236
Desviación Estándar	5,797548	0,119908
Mínimo	-13,850	-20,398
Máximo	-22,049	-20,567

En la Tabla 14, se observa que, en el grupo A, previo a clases, el promedio de la variable *Alpha-ratio* evaluada a través de habla espontánea fue de -17.94 dB, con una desviación de 5.79 dB. El valor mínimo de *Alpha-ratio* fue de -13.85 y el máximo de -22.04 dB. Después de clases, se evidencia que el promedio de *Alpha-ratio* fue de -20.48 dB, con una variación de 0.11. El valor de *Alpha-ratio* se encontró entre -20.39 y -20.56 dB.

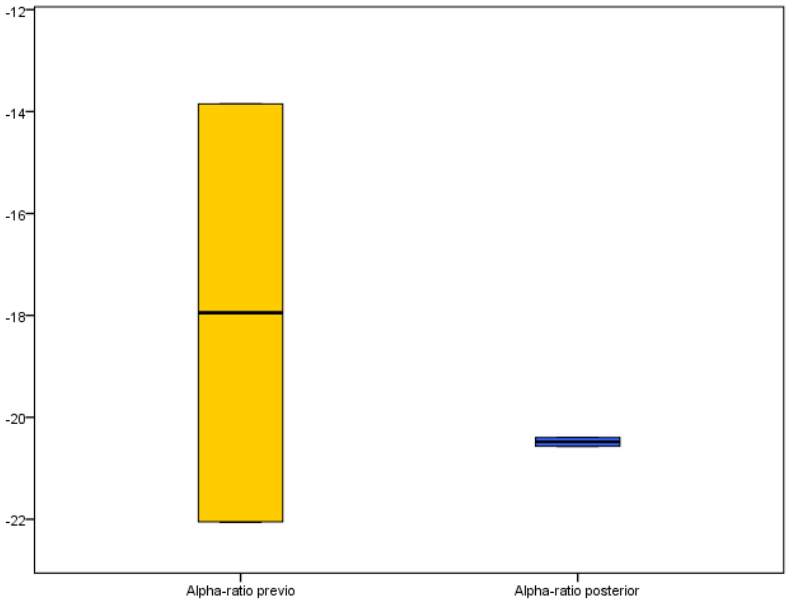


Gráfico 18. Diagramas de caja de los valores de *Alpha-ratio* medida a través de habla espontánea en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB

En el Gráfico 18, se muestra la distribución de la variable *Alpha-ratio* previa y posterior a la realización de clases. En la medición realizada después de la labor docente, se evidencia una menor dispersión de datos, con un valor superior en la mediana.

1.8. Comparación de las variables para el grupo A previa y posterior a la realización de clases

Tabla 15: Comparación de las variables previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 40-60 dB a través de la prueba *T-Student*

Variables	Nivel de ruido entre 40-60 dB			
	Promedio previo a clases	Promedio posterior a clases	T Student	Nivel de significación
Frecuencia fundamental promedio ambos sexos (N = 2)	135,3955	123,5685	0,774	0,581
Frecuencia fundamental género masculino (N = 2)	135,3955	123,5685	0,774	0,581
Intensidad (N = 2)	70,88993	71,71299	-0,972	0,509
Jitter (N = 2)	0,168%	0,0885%	0,605	0,654
Shimmer (N = 2)	0,762%	1,2%	-1,955	0,301
Relación ruido-armónico (N = 2)	0,0169405	0,0160855	0,144	0,909
L1-L0 Lectura “El abuelo” (N = 2)	-17,03195	-18,02847	0,865	0,546
L1-L0 Habla espontánea (N = 2)	-16,36975	-18,09925	0,919	0,527
Alpha-ratio Lectura “El abuelo” (N = 2)	-18,84962	-20,12498	0,759	0,587
Alpha-ratio Habla espontánea (N = 2)	-17,94911	-20,48236	0,631	0,642

En la Tabla 15, se observa el valor promedio de las variables antes y después de la realización de clases para el grupo A, las cuales fueron comparadas a través de la prueba *T-Student* con un nivel de significación del 5%. Este grupo estuvo conformado por participantes del género masculino. La primera variable, correspondiente a la frecuencia fundamental, tuvo un descenso en su valor promedio y el nivel de significancia de esta variación fue de 0.581. A

su vez, la variable intensidad tuvo un incremento en su promedio con un nivel de significación de 0.509. Los valores promedios de los índices de perturbación *Jitter* y relación ruido-armónico descendieron y estas diferencias presentaron niveles de significancia de 0.654 y 0.901. En el índice de perturbación *Shimmer*, el valor promedio se elevó y el nivel de significancia de este cambio fue de 0.301. En los parámetros de LTAS, las variaciones de los promedios de L1-L0 en lectura y habla aumentaron y estas diferencias mostraron niveles de significancia de 0.546 y 0.527. En el segundo parámetro de LTAS, correspondiente a *Alpha-ratio*, los valores promedio en lectura y habla se incrementaron y los niveles de significancia fueron de 0.587 y 0.642. En resumen, los cambios en los promedios de todas las variables medidas, para un nivel de ruido entre 40-60 dB, presentaron un nivel de significancia superior a 0,05, por lo cual no existe diferencia estadísticamente significativa en ninguno de los parámetros.

2. Resultados para Grupo B:

El grupo B lo constituyen cinco sujetos, quienes realizaron sus clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB. A continuación se muestran los resultados por cada parámetro acústico obtenido previo y posterior a la actividad docente, así como la comparación entre las dos mediciones a través de diagramas de caja y prueba *T-Student*.

2.1. Variable frecuencia fundamental (f0)

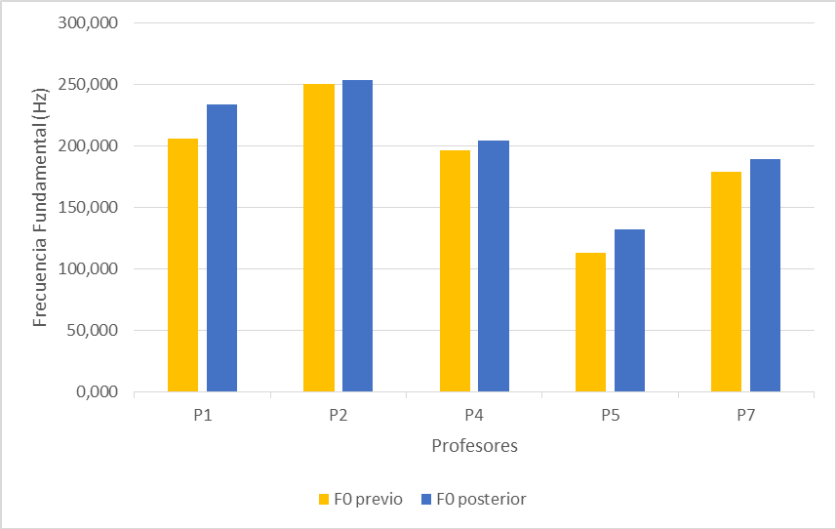


Gráfico 19. Valores promedio para la variable frecuencia fundamental medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

El Gráfico 19 muestra los valores promedio de la variable frecuencia fundamental medida través de la vocal /a/, previa y posterior a la realización de clases. Se observa un aumento leve de la frecuencia fundamental en cada uno de los profesores del presente grupo (B).

Tabla 16: Valores estadísticos de la variable frecuencia fundamental medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

Estadísticos frecuencia fundamental vocal /a/		
	Previo	Posterior
N	5	5
Media	189,0596	202,9522
Mediana	196,333	204,97
Desviación Estándar	49,857131	46,695092
Mínimo	113,444	132,35
Máximo	250,635	253,899

En la Tabla 16, se observa que, en el grupo B, previo a clases, el promedio de la variable frecuencia fundamental fue de 189.05 Hz, con una variación de 49.85 Hz. El 50% de las personas tuvo un valor de frecuencia fundamental menor o igual a 196.33 Hz. El valor mínimo de frecuencia fundamental fue de 113.44 Hz y el máximo de 250.63 Hz. Después de clases, se observa que el promedio de la variable frecuencia fundamental fue de 202.95 Hz, con una variación de 46.49 Hz. El 50% de los docentes tuvo un valor de frecuencia fundamental a lo más 204.97 Hz. El valor mínimo de frecuencia fundamental fue de 132.35 Hz y el máximo de 253.89 Hz.

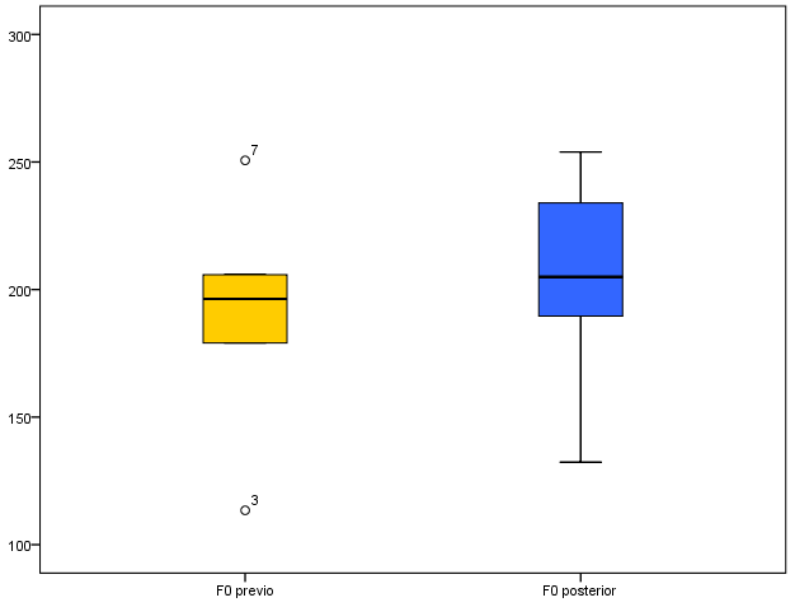


Gráfico 20. Diagramas de caja de los valores de frecuencia fundamental medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

En el Gráfico 20, se muestra la distribución de la variable frecuencia fundamental previa y posterior a la realización de clases. En la medición posterior, se evidencia una menor dispersión de datos en el primer cuartil y una mayor dispersión en el tercer cuartil. A su vez, se observa un valor levemente superior en la mediana.

2.2. Variable intensidad

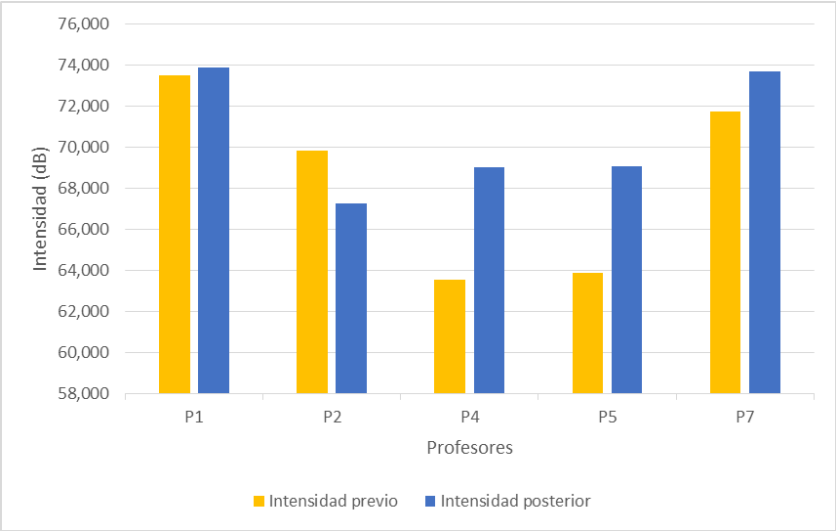


Gráfico 21. Valores promedio de la variable intensidad medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

El Gráfico 21 muestra los valores promedio de la variable intensidad evaluada a través de la vocal /a/, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en la mayoría de los participantes (P1-P4-P5-P7), la intensidad aumentó, excepto en el participante 2 (P2), cuyo valor descendió.

Tabla 17: Valores estadísticos de la variable intensidad medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

Estadísticos intensidad vocal /a/		
	Previo	Posterior
N	5	5
Media	68,51523	70,59931
Mediana	69,82444	69,10441
Desviación Estándar	4,562722	3,021346
Mínimo	63,558	67,258
Máximo	73,52	73,902

En la Tabla 17, se observa que, en el grupo B, previo a clases, el promedio de la variable intensidad fue de 68.51 dB, con una variación de 4.56 dB. El 50% de las personas tuvo un valor de intensidad menor o igual a 69.82 dB. El valor mínimo de intensidad fue de 63.55 dB y el máximo de 73.52 dB. Después de clases, se observa que el promedio de la variable intensidad fue de 70.59 dB, con una desviación de 3.02 dB. El 50% de las personas tuvo un valor de 69.1 dB. El valor mínimo de intensidad fue de 67.258 dB y el máximo de 73.9 dB.

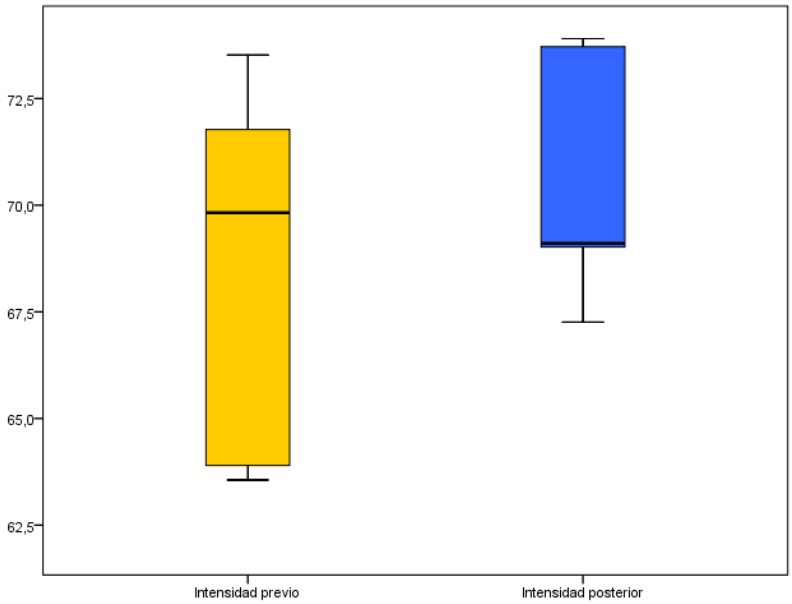


Gráfico 22. Diagramas de caja para los valores de Intensidad medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

El Gráfico 22, muestra la distribución de la variable intensidad previa y posterior a la realización de clases. En la medición realizada después de clases, se evidencia una menor dispersión de datos en el primer cuartil y una mayor dispersión en el tercer cuartil. A su vez, se observa un valor inferior en la mediana.

2.3. Variable *Jitter*

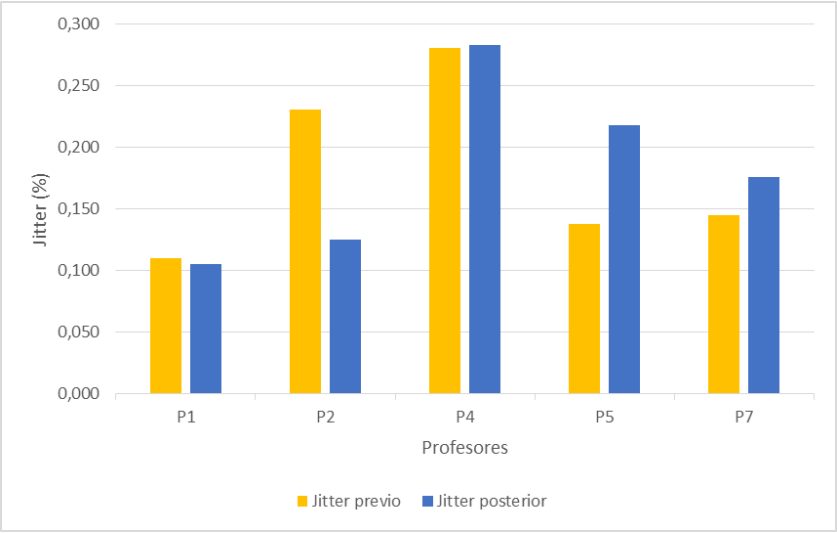


Gráfico 23. Valores promedio de la variable *Jitter* en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales medido a través de la vocal /a/ previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB.

El Gráfico 23 muestra los valores promedio de la variable *Jitter* evaluada a través de la emisión de la vocal /a/, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en los participantes 1 y 2 (P1-P2), el valor disminuyó; los participantes 5 y 7 (P5-P7) presentaron un incremento en la media; mientras que, en el participante 4 (P4), el valor se mantuvo.

Tabla 18: Valores estadísticos de la variable *Jitter* medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

Estadísticos *Jitter* vocal /a/		
	Previo	Posterior
N	5	5
Media	0,181	0,1814
Mediana	0,145	0,176
Desviación Estándar	0,071913	0,071953
Mínimo	0,11	0,105
Máximo	0,281	0,283

En la Tabla 18, se observa que, en el grupo B, previo a clases, el promedio de la variable *Jitter* fue de 0.18%, con una variación de 0.07%. El 50% de las personas tuvo un valor de *Jitter* de a lo más 0.14%. El valor mínimo de *Jitter* fue de 0.11% y el máximo de 0.28%. Después de clases, se observa que el promedio de la variable *Jitter* fue de 0.18%, con una desviación de 0.07%. El 50% de las personas presentó un valor de *Jitter* menor o igual a 0.17%. El valor mínimo de *Jitter* fue de 0.1% y el máximo de 0.28%.

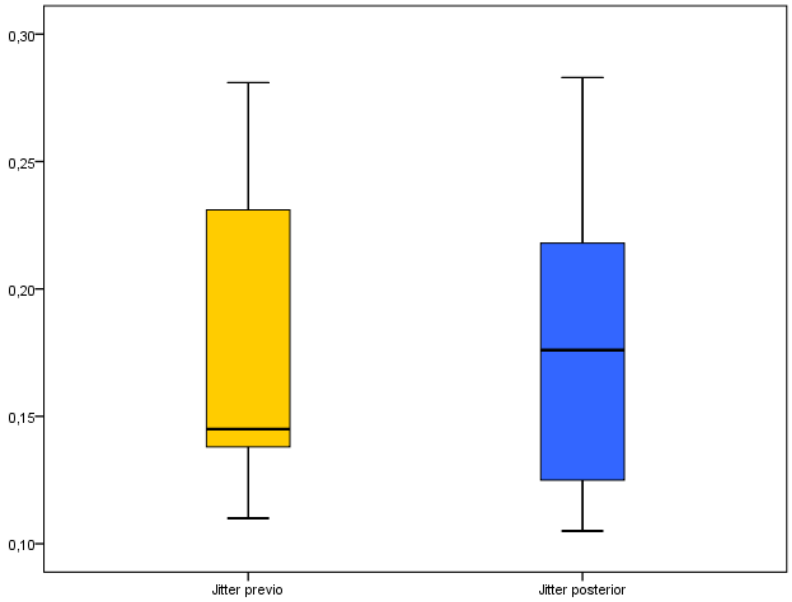


Gráfico 24. Diagramas de caja de los valores de la variable *Jitter* medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

El Gráfico 24, muestra la distribución de la variable *Jitter* previa y posterior a la realización de clases. En la medición realizada después de clases, se evidencia un incremento en la dispersión de datos en el primer cuartil y una menor dispersión en el tercer cuartil. El valor de la mediana mostró un aumento.

2.4. Variable *Shimmer*

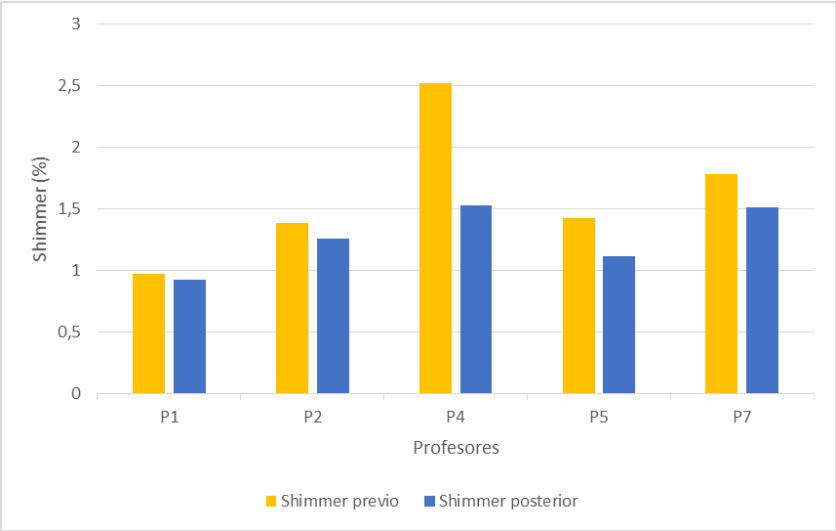


Gráfico 25. Valores promedio para la variable *Shimmer* medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB.

El Gráfico 25 muestra los valores promedio de la variable *Shimmer* evaluada a través de la emisión de la vocal /a/, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en los 5 participantes, el valor promedio tuvo una disminución.

Tabla 19: Valores estadísticos de la variable *Shimmer* medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

Estadísticos *Shimmer* vocal /a/		
	Previo	Posterior
N	5	5
Media	1,6182	1,2688
Mediana	1,425	1,262
Desviación Estándar	0,580037	0,261406
Mínimo	0,976	0,923
Máximo	2,522	1,533

En la Tabla 19, se observa que, en el grupo B, previo a clases, el promedio de la variable *Shimmer* fue de 1.61%, con una desviación de 0.58%. El 50% de las personas tuvo un valor de *Shimmer* de 1.42%. El valor mínimo de *Shimmer* fue de 0.97% y el máximo de 2.52%. Después de clases, se observa que el promedio de la variable *Shimmer* fue de 1.26%, con una desviación estándar de 0.26%. El 50% de las personas tuvo un valor de *Shimmer* de a lo más 1.26%. El valor mínimo de *Shimmer* fue de 0.92% y el máximo de 1.53%.

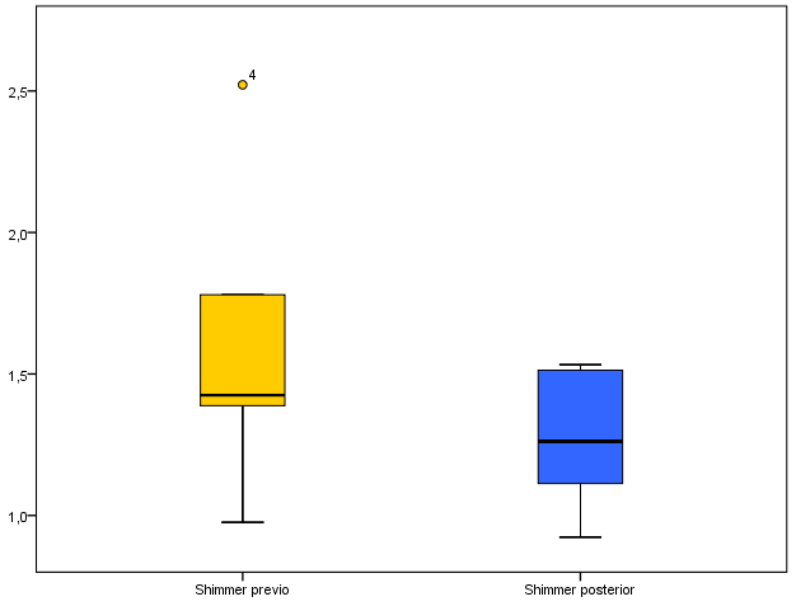


Grafico 26. Diagramas de caja de los valores de *Shimmer* medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

El Gráfico 26 muestra la distribución de la variable *Shimmer* previa y posterior a la realización de clases. Posteriormente, se evidencia un incremento en la dispersión de datos en el primer cuartil y una menor dispersión en el tercer cuartil. El valor de la mediana disminuyó.

2.5. Variable Relación ruido-armónico (NHR)

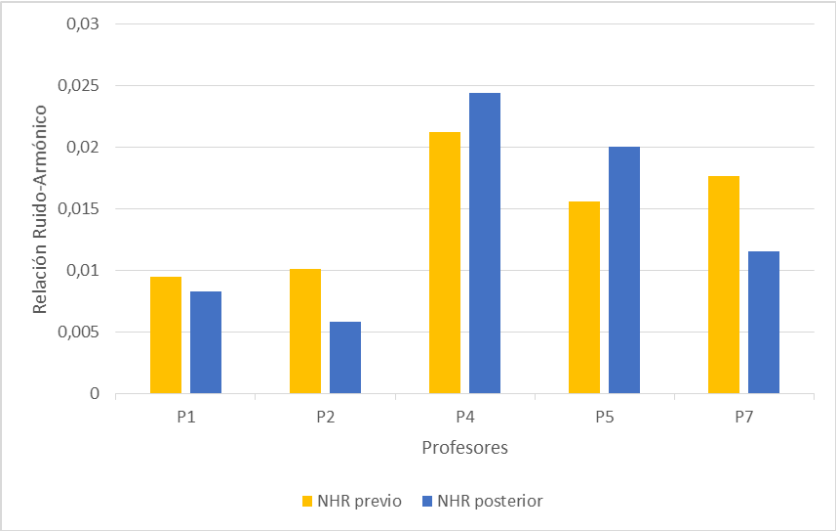


Grafico 27. Valores promedio de la variable relación ruido-armónico medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

El Gráfico 27 muestra los valores promedio de la variable relación ruido-armónico evaluada a través de la vocal /a/, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en los participantes 1, 2 y 7 (P1-P2-P7), el valor promedio presentó un descenso; mientras que, en los participantes 4 y 5 (P4-P5), sus valores incrementaron.

Tabla 20: Valores estadísticos de la variable relación ruido-armónico medida a través de la vocal /a/ en profesores (P3-P6) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

Estadísticos NHR vocal /a/		
	Previo	Posterior
N	5	5
Media	0,0148272	0,0140432
Mediana	0,015638	0,011588
Desviación Estándar	0,005001779	0,007911754
Mínimo	0,009501	0,005807
Máximo	0,021228	0,024429

En la Tabla 20, se observa que, en el grupo B, previo a clases, el promedio de la variable relación ruido-armónico fue de 0.01, con una variación de 0.005. El 50% de las personas tuvo un valor de NHR de a lo más 0.01. El valor mínimo de NHR fue de 0.009 y el máximo de 0.002. Después de clases, se observa que, el promedio de la variable NHR fue de 0.01, con una desviación de 0.007. El 50% de las personas tuvo un valor de NHR de a lo más 0.01. El valor mínimo de NHR fue de 0.005 y el máximo de 0.02.

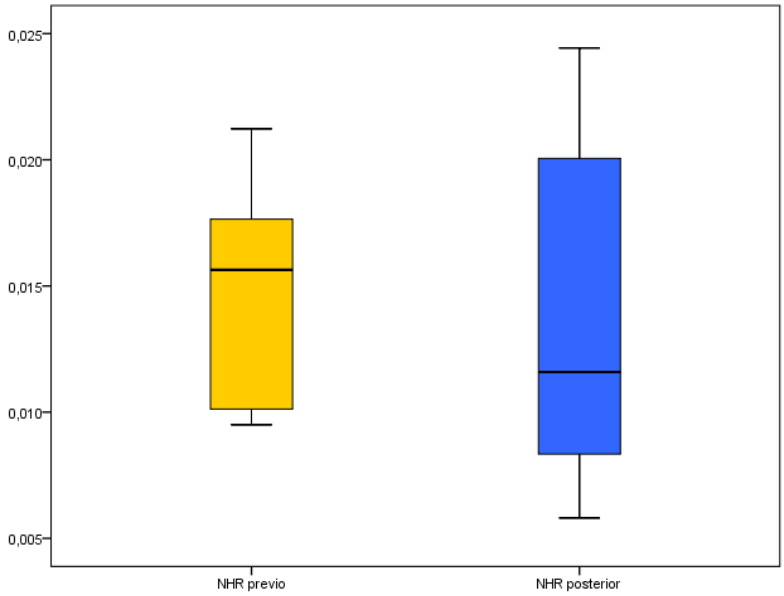


Grafico 28. Diagramas de cajas para los valores de la variable relación ruido-armónico medida a través de la vocal /a/ en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

El Gráfico 28 muestra la distribución de la variable relación ruido-armónico previa y posterior a la realización de clases. En la medición efectuada después de la labor docente, se evidencia una menor dispersión de datos en el primer cuartil y un incremento en la dispersión en el tercer cuartil. El valor de la mediana disminuyó.

2.6. Variable L1-L0

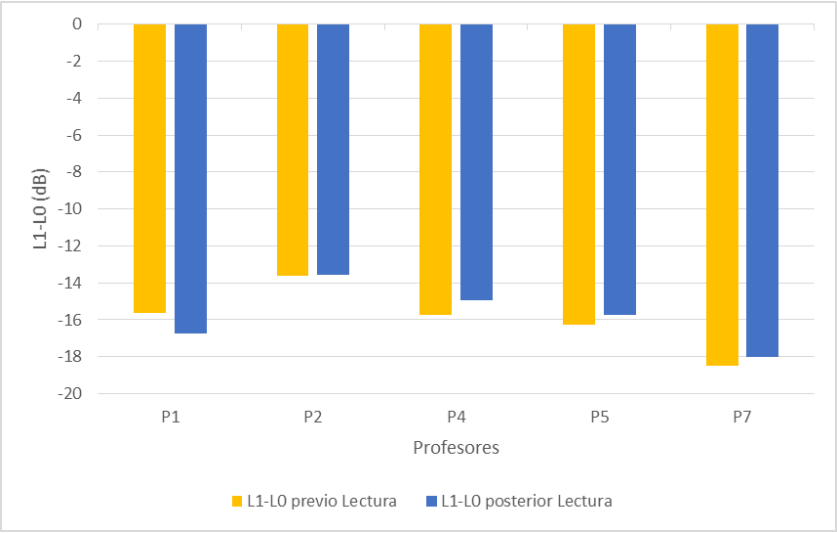


Grafico 29. Valores promedio de la variable L1-L0 medida a través de la lectura de texto "El abuelo" en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB.

El Gráfico 29 muestra los valores promedio de la variable L1-L0 evaluada a través de la lectura del texto "El abuelo", previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en los participantes 4, 5 y 7 (P4-P5-P7), los valores descendieron; mientras que, en el participante 1 (P1), se evidenció un incremento; y el participante 2 (P2) mantuvo valores similares en ambas evaluaciones.

Tabla 21: Valores estadísticos de la variable L1-L0 medida a través de la lectura del texto "El Abuelo" en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

Estadísticos L1-L0 Lectura "El Abuelo"		
	Previo	Posterior
N	5	5
Media	-15,94074	-15,79378
Mediana	-15,73015	-15,73069
Desviación Estándar	1,73588	1,713507
Mínimo	-13,619	-13,542
Máximo	-18,474	-18,025

En la Tabla 21, se observa que, en el grupo B, previo a clases, el valor promedio de la variable L1-L0 evaluada a través de la lectura del texto “El abuelo” fue de -15.94 dB, con una variación de 1.73 dB. El 50% de los profesionales docentes tuvo un valor de L1-L0 menor o igual a -15.73 dB. El valor mínimo L1-L0 fue de -13.61 y el máximo de -18.47. En la evaluación posterior a clases, se observa que el promedio de la variable L1-L0 fue de -15.79 dB, con una desviación de 1.71 dB. El 50% de las personas presentó un valor de L1-L0 de a lo más -15.73 dB. El valor mínimo de L1-L0 fue de -13.54 y el máximo de -18.02.

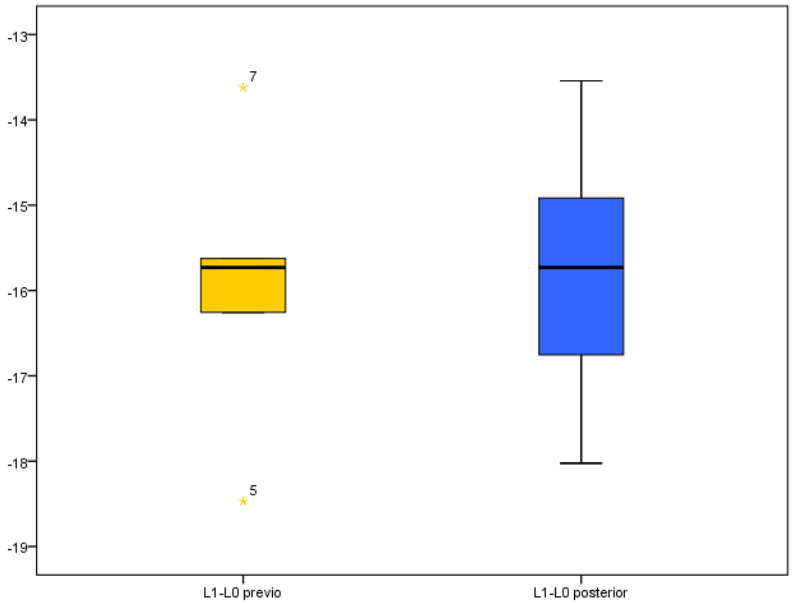


Grafico 30. Diagramas de caja de los valores de L1-L0 medida a través de la lectura de texto “El abuelo” en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

El Gráfico 30 muestra la distribución de la variable *L1-L0* previa y posterior a la realización de clases. En la medición efectuada después de clases, se evidencia una menor dispersión de datos en los cuartiles primero y tercero. El valor de la mediana disminuyó.

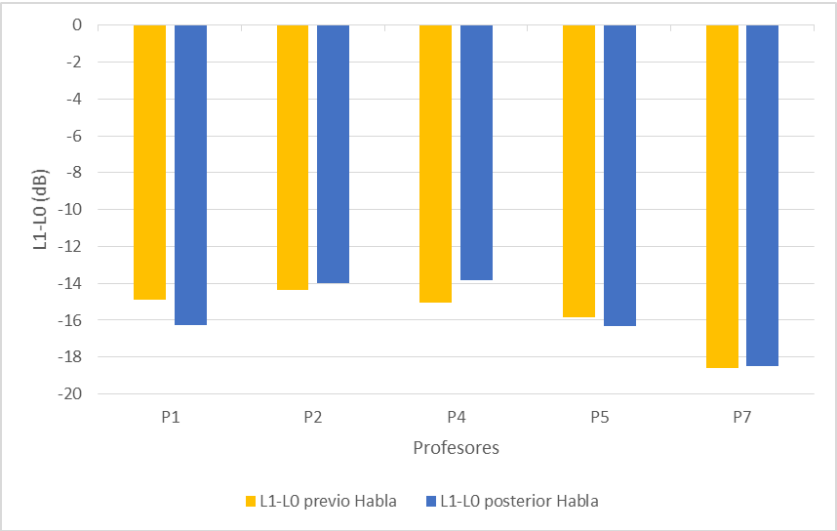


Grafico 31. Valores promedio de la variable L1-L0 medida a través de habla espontánea en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

El Gráfico 31 muestra los valores promedio de la variable L1-L0 evaluada a través de habla espontánea, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en los participantes 1 y 5 (P1-P5), sus valores disminuyeron; mientras que, en los participantes 2 y 4 (P2-P4), aumentaron. En cambio, en el participante 7 (P7), este parámetro se mantuvo relativamente similar.

Tabla 22: Valores estadísticos de la variable L1-L0 medida a través de habla espontanea en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

Estadísticos L1-L0 Habla Espontanea		
	Previo	Posterior
N	5	5
Media	-15,75457	-15,77561
Mediana	-15,04729	-16,246
Desviación Estándar	1,670914	1,938242
Mínimo	-14,365	-13,807
Máximo	-18,585	-18,513

En la Tabla 22, se observa que, en el grupo B, previo a clases, el promedio de la variable L1-L0 evaluada a través de habla espontánea fue de -15.75 dB, con una variación de 1.67 dB. El 50% de las personas tuvo un valor de L1-L0 menor o igual a -15.04 dB. El valor mínimo de L1-L0 fue de -14.36 dB y el máximo de -18.58 dB. Después de clases, se observa que el promedio de la variable L1-L0 fue de -15.77 dB, con una desviación de 1.93 dB. El 50% de las personas tuvo un valor de L1-L0 de -16.24 dB. El valor mínimo de L1-L0 fue de -13.8 y máximo de -18.51 dB.

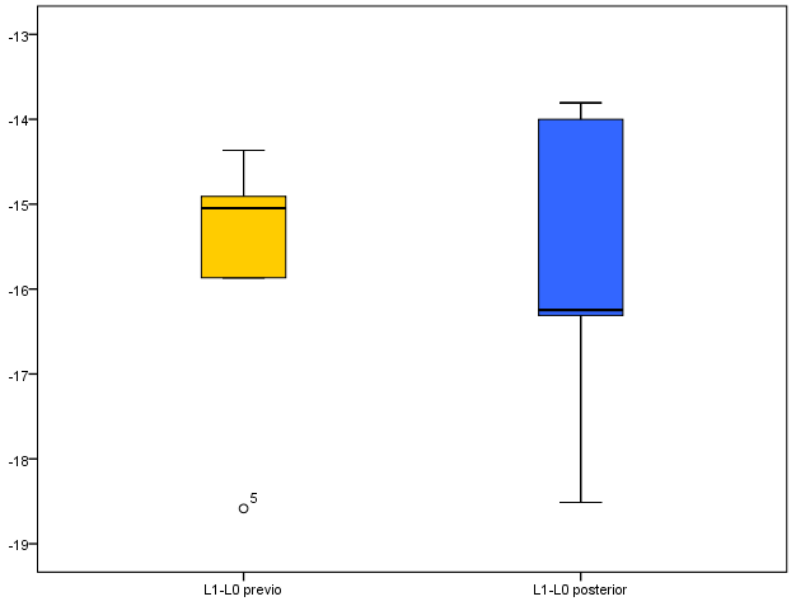


Grafico 32. Diagramas de caja de los valores de L1-L0 medida a través de habla espontánea en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

En el Gráfico 32, se muestra la distribución de la variable L1-L0 previa y posterior a la realización de clases. En la medición realizada después de clases, se evidencia una mayor dispersión en el tercer cuartil, pero una menor dispersión en el primer cuartil. A su vez, se observa un descenso en el valor de la mediana.

2.7. Variable *Alpha-ratio*

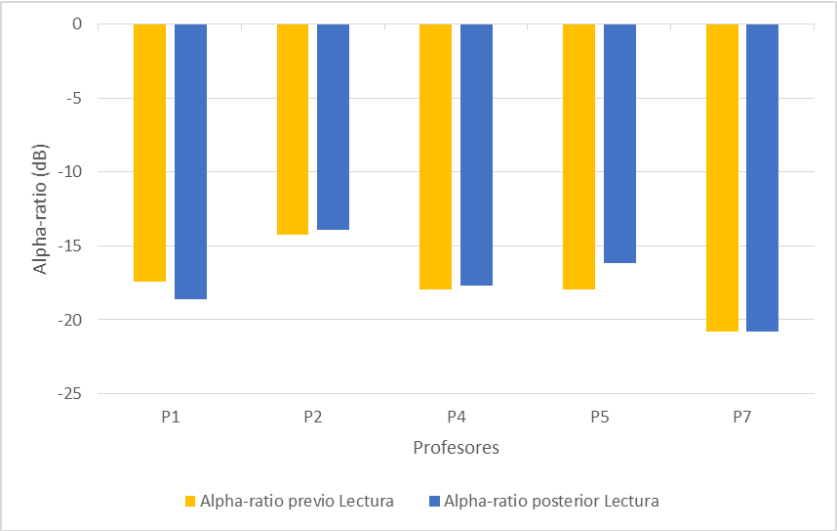


Grafico 33. Valores promedio de la variable *Alpha-ratio* medida a través de la lectura del texto "El abuelo" en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB.

El Gráfico 33 muestra los valores promedio de la variable *Alpha-ratio* evaluada a través de la lectura del texto "El abuelo", previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en los participantes 2, 4 y 5 (P2-P4-P5), los valores aumentaron; en tanto, en el participante 1 (P1), el valor disminuyó; por último, en el participante 7 (P7), se mantuvo relativamente similar.

Tabla 23: Valores estadísticos de la variable *Alpha-ratio* medida a través de la lectura del texto "El Abuelo" en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

Estadísticos *Alpha-ratio* lectura "El abuelo"		
	Previo	Posterior
N	5	5
Media	-17,67673	-17,43537
Mediana	-17,91925	-17,69767
Desviación Estándar	2,338349	2,592298
Mínimo	-14,252	-13,885
Máximo	-20,827	-20,798

En la Tabla 23, se observa que, en el grupo B, previo a clases, el promedio de la variable *Alpha-ratio* evaluada a través de la lectura del texto "El abuelo" fue de -17.67 dB, con una variación de 2.33 dB. El 50% de las personas de este grupo tuvo un valor de *Alpha-ratio* menor o igual a -17.91 dB. El valor mínimo fue de -14.252 dB y el máximo de -20.827 dB. Después de clases, se observa que la media de la variable *Alpha-ratio* fue de -17.43 dB, con una desviación estándar de 2.59 dB. El 50% de las personas tuvo un valor de *Alpha-ratio* a lo más de -17.69 dB. El valor mínimo fue de -13.88 dB y el máximo de -20.79 dB.

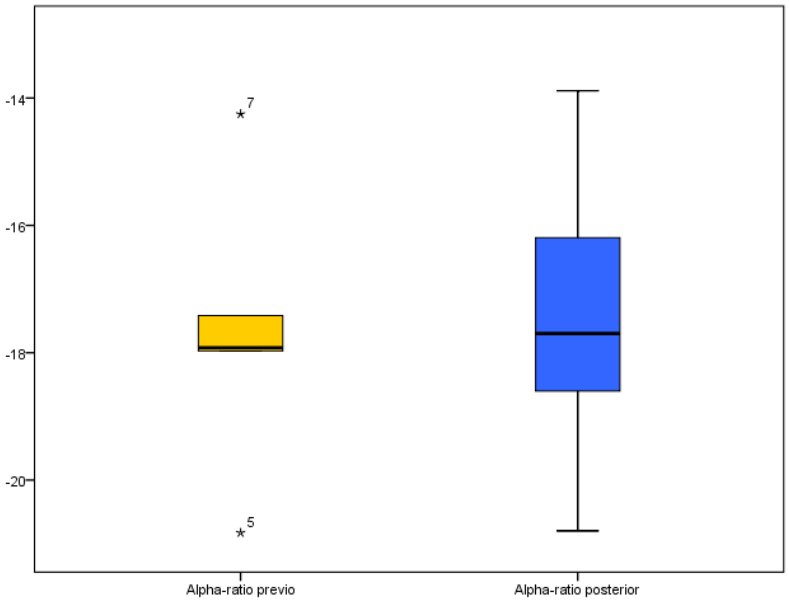


Grafico 34. Diagramas de caja de los valores de *Alpha-ratio* medida a través de la lectura del texto "El abuelo" en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

El Gráfico 34 muestra la distribución de la variable *Alpha-ratio* previa y posterior a la realización de clases. En la medición realizada después de la labor docente, se evidencia una mayor dispersión tanto en el primer como en el tercer cuartil. A su vez, se observa un aumento en el valor de la mediana.

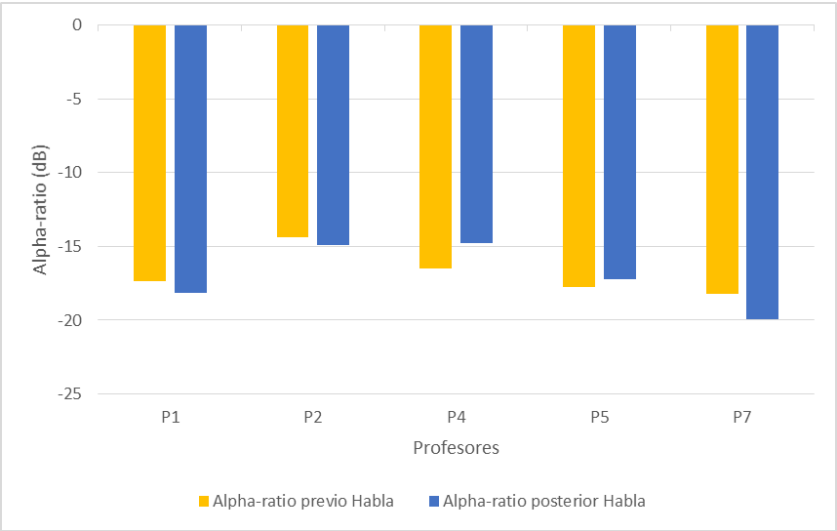


Grafico 35. Valores promedio de la variable *Alpha-ratio* medida a través de habla espontánea en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB.

El Gráfico 35 muestra los valores promedio de la variable *Alpha-ratio* evaluada a través de habla espontánea, previa y posterior a la realización de clases. Se observa que, en los participantes 4 y 5 (P4-P5), la variable *Alpha-ratio* aumentó; mientras que, en los participantes 1, 2 y 7 (P1-P2-P7), se evidenció una disminución en el valor.

Tabla 24: Valores estadísticos de la variable *Alpha-ratio* medida a través del habla espontanea en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

Estadísticos *Alpha-ratio* Habla espontanea		
	Previo	Posterior
N	5	5
Media	-16,84561	-16,99497
Mediana	-17,332	-17,24794
Desviación Estándar	1,507781	2,210566
Mínimo	-14,405	-14,742
Máximo	-18,225	-19,926

En la Tabla 24, se observa que, en el grupo B, previo a clases, el promedio de la variable *Alpha-ratio* evaluada a través de habla espontánea fue de -16.84 dB con una variación de 1.5 dB. El 50% de las personas tuvo un valor de *Alpha-ratio* de a lo más -17.33 dB. El valor mínimo de *Alpha-ratio* fue de -14.4 dB y el máximo de -18.22 dB. Después de clases, se observa que el promedio de la variable *Alpha-ratio* fue de -16.99 dB con una desviación de 2.21 dB. El 50% de las personas tuvo un valor menor o igual a -17.24 dB. El valor mínimo de *Alpha-ratio* fue de -14.74 dB y el máximo de -19.92 dB.

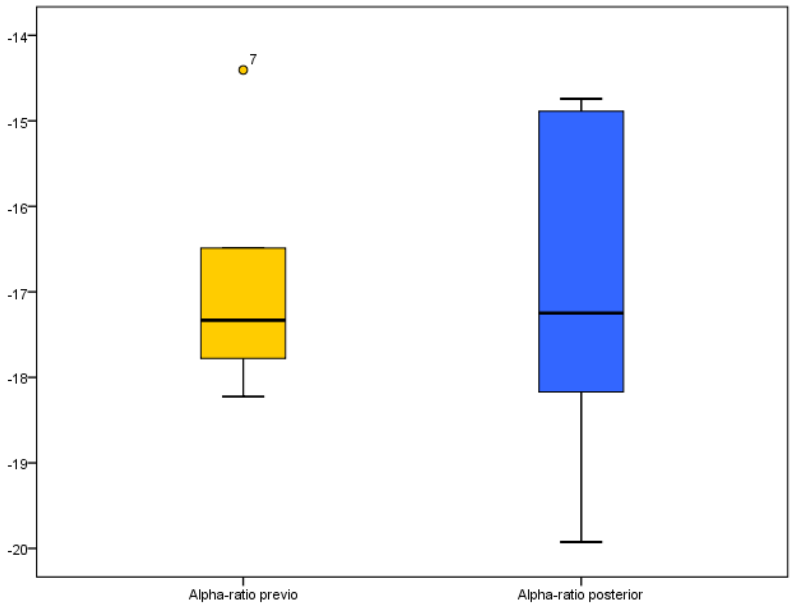


Grafico 36. Diagramas de caja de los valores de *Alpha-ratio* medida a través de habla espontánea en profesores (P1-P2-P4-P5-P7) de la Escuela Gaspar Cabrales previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB

El Gráfico 36 muestra la distribución de la variable *Alpha-ratio* previa y posterior a la realización de clases. En la medición realizada después de clases, se evidencia una mayor dispersión en el tercer cuartil. A su vez, se observa un aumento en el valor de la mediana.

2.8. Comparación de las variables para el grupo B previa y posterior a la realización de clases

Tabla 25: Comparación de las variables previa y posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB a través de la prueba *T-Student*

Variables	Nivel de ruido mayor a 60 dB			
	Promedio previo a clases	Promedio posterior a clases	T Student	Nivel de significación
Frecuencia fundamental promedio ambos sexos (N = 5)	189,0596	202,9522	-3,191	0,033
Frecuencia fundamental género masculino (N = 1)	113,444	132,35	-	-
Frecuencia fundamental género femenino (N = 4)	207,9635	220,60275	-2,349	0,1
Intensidad (N = 5)	68,51523	70,59931	-1,379	0,24
Jitter (N = 5)	0,181%	0,1814%	-0,013	0,99
Shimmer (N = 5)	1,6182%	1,2688%	2,097	0,104
Relación ruido-armónico (N = 5)	0,0148272	0,0140432	0,384	0,720
L1-L0 Lectura “El abuelo” (N = 5)	-15,94074	-15,79378	-0,432	0,688
L1-L0 Habla espontánea (N = 5)	-15,75457	-15,77561	0,049	0,963
Alpha-ratio Lectura “El abuelo” (N = 5)	-17,67673	-17,43537	-0,521	0,63
Alpha-ratio Habla espontánea (N = 5)	-16,84561	-16,99497	0,252	0,814

En la tabla 25, se observa los valores promedios de las variables antes y después de la realización de clases en el grupo B y sus respectivas comparaciones a través de la prueba *T-Student* con un nivel de significación del 5%. La variable frecuencia fundamental promedio

para ambos sexos tuvo un aumento en su valor, con un nivel de significancia de 0.033. La variable intensidad presentó un aumento en su promedio con una significancia de 0.24. Los índices de perturbación *Shimmer* y relación ruido-armónico presentaron una disminución de sus valores promedio con niveles de significancia de 0.104 y 0.72. El índice de perturbación *Jitter* tuvo un incremento en su promedio con un nivel de significación de 0.99. En los parámetros de LTAS, L1-L0 presentó una disminución en su valor promedio en lectura y un incremento en habla espontánea. Estas diferencias mostraron niveles de significancia de 0.688 y 0.963. El segundo parámetro de LTAS, correspondiente a *Alpha-ratio*, mostró un descenso en su valor promedio en lectura y un crecimiento en habla espontánea. Los niveles de significación de estas variaciones fueron de 0.63 y 0.814, respectivamente. En síntesis, los cambios de los promedios de los parámetros acústicos de intensidad, *Jitter*, *Shimmer*, relación ruido armónico, L1-L0 y *Alpha-ratio*, para un nivel de ruido entre 60-80 dB, alcanzaron valores de significancia mayores a 0,05, por lo cual no presentaron diferencias con significación estadística. Sin embargo, en la frecuencia fundamental promedio, se evidencia una diferencia estadísticamente significativa, considerando un error de 0,05.

IV. DISCUSIÓN

En este capítulo, se discutirán los resultados obtenidos en los parámetros acústicos de la voz en profesores de la Escuela Gaspar Cabrales antes y después de la realización de clases con diferentes niveles de ruido ambiental. Estas discusiones abordarán cada variable tanto para el grupo A (nivel de ruido 40-60 dB) como para el grupo B (nivel de ruido entre 60-80 dB). La información se contrastará con la bibliografía disponible.

En el grupo A, compuesto por sujetos expuestos a un nivel de ruido entre 40-60 dB, el valor promedio de la variable intensidad presentó un incremento leve sin significancia estadística posterior a clases. Estos datos coinciden con lo encontrado por Yiu y Yip (2015), quienes observaron un cambio en la intensidad sin significancia al cambiar desde un nivel de ruido de 35.5 dB a un ambiente de 54.5 dB.

En el grupo B, conformado por profesores expuestos a un nivel de ruido entre 60-80 dB, el promedio de la intensidad aumentó de forma no significativa posterior a clases. Este hallazgo contrasta con lo encontrado por Sodernsten, Ternstrom y Bohman (2002), quienes observaron que el incremento de intensidad presentó mayor significación, aumentando alrededor de 10 dB al cambiar desde un ambiente con bajo nivel de ruido a otro entorno con un nivel de 70 dB. A su vez, diversos autores coinciden en que el principal incremento de intensidad ocurre cuando el ruido ambiental alcanza los 80 dB. Otra investigación determinó que la intensidad incrementa entre 8.6-12.9 dB durante la exposición a un nivel de ruido de 85 dB (Garnier, Bailly, Dohen, Welby & Loevenbruck, 2006). Un resultado similar fue el encontrado por Pittman y Wiley (2001) en 5 personas del género femenino (14.5 dB).

Respecto a la variable frecuencia fundamental (f0), en el grupo A, integrado por individuos del sexo masculino presentó un descenso leve sin significancia estadística en su valor promedio posterior a clases. Este resultado concuerda con la publicación realizada por Yiu y Yip (2015), en la cual se obtuvo una disminución leve no significativa en el valor promedio de frecuencia fundamental en hombres al cambiar desde un ambiente con un nivel de ruido de 35.5 dB a otro con 54.5 dB de ruido.

En tanto, en el grupo B, conformado por individuos de ambos géneros, la frecuencia fundamental se elevó de forma significativa. Este hallazgo coincidió con lo encontrado en estudios previos. Sodernstern, Ternstrom y Bohman (2005) hallaron un incremento significativo en el valor de frecuencia fundamental en un grupo de 12 mujeres y 11 hombres al localizarse en lugares con ruido sobre 74 dB. Del mismo modo, en la investigación de Garnier et al. (2006), se obtuvo un aumento significativo en la frecuencia fundamental durante la emisión vocal sobre un nivel de ruido de 85 dB.

Los parámetros *Alpha-ratio*, L1-L0, *Jitter* y *Shimmer y* NHR, por su parte, presentaron variaciones leves sin significancia estadística para los dos grupos con diferentes rangos de ruido posterior a clases. Respecto a los parámetros de LTAS, un estudio efectuado por Master, De Biase, Chiari y Laukkanen (2006) encontró una correlación positiva entre el nivel de intensidad y los valores de *Alpha-ratio* y L1-L0. En relación a los índices de perturbación *Jitter* y *Shimmer*, una investigación efectuada por Brockmann, Carding, Storck y Drinnan (2008) determinó la existencia de un aumento significativo en estas medidas cuando disminuye la intensidad. De acuerdo a esto, la escasa variación producida en los parámetros mencionados, podría asociarse a la variación sin significancia en la variable intensidad tanto para el grupo A como para el grupo B.

En resumen, según los datos obtenidos en el presente estudio, en el grupo A no se desencadenaron cambios significativos en ninguna de las variables. En cambio, en el grupo B se observó un incremento significativo en la frecuencia fundamental, mientras que los otros parámetros presentaron variaciones discretas no significativas. Este resultado puede atribuirse al Efecto *Lombard*, en el cual las personas efectúan compensaciones en su emisión para lograr transmitir su mensaje cuando se encuentran en situaciones de habla con ruido de fondo, incrementando la intensidad y frecuencia fundamental (Hodgson, Steininger & Razavi, 2007). Mientras más incrementa el nivel de ruido ambiental, mayor es el efecto producido, ocurriendo este fenómeno principalmente en ambientes con ruido sobre 70 dB. Además, se ha demostrado que el efecto *Lombard* presenta mayor sensibilidad a sonidos con las frecuencias del habla (Stowe & Golob, 2013), lo cual es concordante con el tipo de ruido en una sala de clases, el cual está compuesto principalmente por voces de los alumnos. De acuerdo a lo expuesto, el nivel de ruido presente en el grupo A no habría sido suficiente para desencadenar

el fenómeno de forma significante, no evidenciándose gran variación posterior a la exposición a ruido. Por contraparte, el efecto mencionado se evidenció en el segundo grupo, cuyo nivel de ruido se encontró dentro de lo referido en la literatura (Hodgson *et al*., 2007; Stowe & Golob, 2013); por consiguiente, el efecto actúo de forma sustancial en la variable frecuencia fundamental, la cual se mantuvo elevada posterior a la clase.

A nivel fisiológico, el cambio en la frecuencia fundamental se podría explicar a través de elementos centrales expuestos en el modelo DIVA (Guenther, 1998). Este modelo plantea que para comunicarse la persona activaría una red neuronal destinada a monitorear la emisión vocal durante su ejecución (*feedback* auditivo y somatosensorial), con el fin de relacionar lo que se quiere decir *(feedforward)* con lo que se está diciendo (Tourville & Guenther, 2011). Este proceso se alteraría cuando la persona se encuentra expuesta a ruido, al no poder escuchar su voz de forma óptima. Producto de lo anterior, las personas realizarían compensaciones en la frecuencia fundamental. A su vez, en la teoría se explica que los sujetos con disfonía podrían tener dificultades en el parámetro frecuencial por fenómenos de adaptación o compensación (Carlson, Munson & Watson, 2011), existiendo un probable vínculo entre el nivel de ruido y la patología vocal en la población docente. Por otra parte, es relevante mencionar que en este estudio, la medición fue posterior a clases, es decir, no se están viendo los cambios en los parámetros fonético-acústicos de la voz secundarios a la reducción del *feedback* auditivo en tiempo real, sino que las consecuencias que éstos tendrían una vez cesado el estímulo. Por lo cual, se destaca que el grupo que presentó efecto *Lombard* mantuvo alta su frecuencia fundamental pese a que el estímulo haya cesado.

Respecto a los resultados en los parámetros de intensidad, índices de perturbación y medidas de LTAS para el grupo B, se podría teorizar que estas medidas fueron menos afectadas por la alteración en la retroalimentación auditiva producto del ruido ambiental. Por consiguiente, no se evidenciaron cambios significativos posteriores a la disminución en el *feedback* auditivo.

CONCLUSIÓN

La presente investigación tuvo como propósito describir el cambio en los parámetros acústicos de la voz en docentes de educación básica de la escuela Gaspar Cabrales, expuestos a diferentes niveles de ruido. Con la finalidad de lograr este objetivo, se evaluó a 7 docentes, 3 hombres y 4 mujeres, quienes fueron agrupados según el nivel de ruido al que estuvieron expuestos. A cada uno de ellos, se le realizó una evaluación perceptual y acústica de la voz.

Según los resultados obtenidos, se observó que solamente existe una diferencia significativa en la variable frecuencia fundamental en el grupo de docentes que realizaron clases a un nivel de ruido entre 60-80 dB. Por consiguiente, se cumple el objetivo general de la investigación, el cual fue determinar si existen diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz en docentes de educación básica de la Escuela Gaspar Cabrales de la comuna de Valparaíso antes y después de la realización de clases con diferentes niveles de ruido ambiental. Se rechaza la hipótesis de investigación y se acepta la hipótesis H1, debido a que hubo una diferencia significativa en uno de los parámetros evaluados, posterior a la realización de clases con un nivel de ruido entre 60-80 dB.

El estudio, sin embargo, no estuvo exento de limitaciones. La primera fue la cantidad de participantes que conformaron la muestra. Al ser una invitación voluntaria, 10 profesores aceptaron participar, dentro de los cuales 3 no pudieron continuar por dificultades laborales y disponibilidad horaria. Lo anterior impidió obtener una cantidad equitativa de docentes por nivel de ruido. La segunda limitación fue la dificultad de medir en más oportunidades el nivel de ruido de las salas de clases, debido a la negativa de varios profesores, quienes consideraron que la presencia de los evaluadores podría distraer a los alumnos. Esto impidió obtener un promedio del ruido según el comportamiento general de la sala, al existir otras variables que influyen en el nivel de ruido, tales como el comportamiento de los menores, el nivel de asistencia, la actividad realizada, entre otras.

Los hallazgos obtenidos a partir de la investigación permiten proyectar estudios con similares características en una muestra mayor que incorpore diferentes establecimientos educacionales, con la finalidad de determinar cómo influyen otras variables, tales como la

ubicación geográfica, el nivel de enseñanza (parvularia, básica y media), la asignatura que imparte el docente, la cantidad de alumnos en sala, entre otras. A su vez, se podría considerar la realización de otras investigaciones que utilicen otros instrumentos, con el propósito de realizar mediciones antes, durante y después de clases. Por último, se observa la necesidad de complementar la selección de la muestra con procedimientos más objetivos, tales como la realización de exámenes audiométricos para determinar la indemnidad de la vía auditiva.

La importancia de seguir esta línea investigativa radica, principalmente, en la escasa cantidad de estudios que señalan los cambios en la voz generados con posterioridad a la realización de clases sobre ruido ambiental en la población docente. La mayor parte de las investigaciones se enfocan en los cambios generados durante la exposición a ruido. Por consiguiente, este estudio resulta una contribución a la fonoaudiología, al indagar sobre la relación entre los parámetros acústicos de la voz después de clases y el nivel de ruido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostini-Zampieron, M., Barlatey-Frontera, C., Barlatey-Frontera, M., & Arca-Fabre, A. (2013). Prevalencia de disfonías funcionales en docentes argentinos. *Atención familiar*, 20(3), 81-85. Recuperado el 21 de Abril de 2015, de http://www.medigraphic.com/pdfs/atefam/af-2013/af133f.pdf
- Ahlander, V., Rydell, R., & Lofqvist, A. (2009). Speakers's confort in teaching environments: voice problems in Swedish teaching staff. *Journal of voice*, 25(4), 430-440.
- Álvarez, P., Ayo, I., Baranda, E., Bigas, E. & Carol, R. (2004). *Educación ambiental: Propuestas para trabajar en la escuela* (Primera Ed.). Caracas: Editorial laboratorio educativo.
- *American Speech-Languaje-Hearing Association* [ASHA]. El ruido. *Serie informativa de Audiología.* Recuperado el 2 de Mayo de 2015, de http://www.asha.org/uploadedFiles/AIS-El-Ruido.pdf
- Antipova, E., Purdy, S., Blakeley, M., & Williams, S, (2008). Effects of altered auditory feedback (AAF) on stuttering frequency during monologue speech production. *Journal of Fluency Disorders*, 33(4), 274-290.
- Aronson, A., & Bless, D. (2009). *Clinical voice disorders* (Cuarta Ed.). Nueva York: Thieme medical publishers.
- Behlau, M. (2010). *Voz o libro do especialista* (Vol.II). Rio de Janeiro: Revinter.
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwella, D. (1999). *Guidelines for community noise.* Recuperado el 9 de Mayo de 2015, de http://www.bvsde.paho.org/bvsci/i/fulltext/noise/noise.pdf
- Bielamowicz,S., Kreiman,J., Gerratt,B., & Rabinov,S. (1996). Comparing Reliability of Perceptual Ratings of Roughness and Acoustic Measures of Jitter. *Journal of speech and hearing research*, 38, 26-32.
- Boersma, P. & Van Heuven, V. (2001). Speak and unspeak with PRAAT. *Glot.International*, 5(9). Recuperado el 15 de Abril de 2015, de http://www.fon.hum.uva.nl/paul/papers/speakUnspeakPraat_glot2001.pdf

- Brockmann, M., Carding, P., Storck, C., & Drinnan, M.(2008). Voice loudness and gender effects on jitter and shimmer in healthy adults. *Journal Speech, Languaje, Hearing Res,* 51(5), 1152-1160.
- Bustos, I. (2003). *La voz, la técnica y la expresión* (Primera Ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Cantor, L. (2009). *Análisis fono-ergonómico de la disfonía en docentes: influencia del espacio físico en la presencia de disfonía (*Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Carlson, K., Munson, B., & Watson, P. (2011). *Adaptive learning of voice quality behavior as a possible cause of muscle tension dysphonia.* Presentado en 161 st. Acoustical Society of America meeting, Washington, Estados Unidos.
- Carson, C., Ingrisano, D., & Eggleston, K. (2002). The Effect of Noise on Computer-Aided Measures of Voice: A Comparison of CSpeechSP and the Multi-Dimensional Voice Program Software Using the CSL 4300B Module and Multi-Speech for Windows. *Journal of voice*, 17(1), 12-20.
- Castejón, L. (2012). Prevención de disfonías funcionales en el profesorado universitario: tres niveles de acción preventiva. *Aula abierta*, 42(1). Recuperado el 23 de Abril de 2015, de http://www.elsevier.es/es-revista-aula-abierta-389-articulo-prevencion-disfonias-funcionales-el-profesorado-90276173
- Castillo, A., Casanova, C., Valenzuela, D., & Castañón, S. (2015). Prevalencia de disfonía en profesores de colegios de la comuna de Santiago y factores de riesgo asociados. *Ciencia y trabajo*, 17(52). Recuperado el 22 de Septiembre de 2015, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492015000100004
- Cecconello, L. (2012). *Aplicación del análisis acústico en la clínica vocal* (Primera Ed.). Buenos Aires: Libreria Akadia.
- Celesia, G. & Hickok, G. (2015). *The Human Auditory System: Fundamental organization and clinical disorders.* Amsterdam: El Sevier.
- Chen, S., Hsiao, T., Hsiao, L., Chung, Y., & Chiang, S. (2008). Outcome of resonant voice therapy for female teachers with voice disorders: perceptual, physiological, acoustic, aerodynamic, and functional measurements. *Journal of voice*, 21(4), 415-425.
- Cobeta, I., Nuñez, F., & Fernández, S. (2013). *Patología de la voz* (Primera Ed.). Barcelona: Marge Books.

- Cortés, J. (2007). *Técnicas de prevención de riesgos laborales* (Novena Ed.). Madrid: Editorial Tebar.
- Delyiski, D., Shaw, H., & Evans, M. (2004). Adverse effects of environmental noise on acoustic voice quality measurements. *Journal of voice*, 19(1), 15-28.
- Drugman, T., & Dutoit, T. (2010). Glottal-based Analysis of the Lombard Effect. *University of Texas at Dallas.* Recuperado el 11 de Mayo de 2015, de http://www.utdallas.edu/~hynek/citing_papers/Drugman_%20Glottal-based%20Analysis%20of%20the%20Lombard%20Effect.pdf
- Farías, P. (2007). *Ejercicios que restauran la función vocal: Observaciones clínicas* (Primera ed.). Buenos Aires: Librería Akadia.
- Ferreira, L., & Olival, H. (2000). *Voz ativa: falando sobre a clínica fonoaudiológica*. Sao Paulo:Roca.
- Gañet, R., Gañet, N., & Whyte, J. (2006). La voz en docentes; factor de riesgo laboral. *Otorrinolaringología Aragon*, 9(1), 6-9. Recuperado el 18 de Abril de 2015, de http://www.saorl.org/File.aspx?Fil_ID=140.
- García, A. (2011). Análisis de las enfermedades profesionales en la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS): Descripción de situación en el periodo 1995 y 2009. *Ciencia y Trabajo*, 13(40), 107-112.
- García, R., Boia, E., Bosque, C., & Mendes, L. (2014). Voice disorders in teachers: A review. *Journal of voice*, 28(6), 716-724.
- Garnier, M., & Henrich, N. (2014). Speaking in noise: How does the Lombard effect improve acoustic contrasts between speech and ambient noise? *Computer Speech and Language*, 580-597.
- Garnier, M., Bailly, L., Dohen, M., Welby, P., & Loevenbruck, H. (2010). Influence of sound inmmersion and communicative interaction on the Lombard Effect. *Journal Speech, Languaje, Hearing Res*., 53(3), 588-608.
- Gracida, G., & Orduña, F. (2011). Evocanto: Programa de cómputo para analizar la voz cantada mediante técnicas de procesamiento digital de señales. *Computación y Sistemas*, 15(1), 39-50.

- Grillo,E., Verdolinni,K., & Lee,T. (2010). Effects of Masking Noise on Laryngeal Resistance for Breathy, Normal, and Pressed Voice. *Journal of Speech, Language, and Hearing research*, 53, 850-861.
- Guenther, F. (2006). Cortical interactions underlying the production of speech sounds. *Journal of communication disorders*, 39, 350-365.
- Guzmán, M., Correa, S., Muñoz, D., & Mayerhoff, R. (2013). Influence on Spectral Energy Distribution of Emotional Expression. *Journal of Voice, 27*(1), 129-139.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). México: Mc Graw Hill.
- Hernández, A., Morales, M., & Pérez, L. (2007). Comportamiento de algunos factores de riesgo de disfonía en maestros del municipio Camaguey. *Archivo médico de Camaguey* 11(1). Revisado el 29 de Abril de 2015, de http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=211117844005
- Hodgson, M., Steininger, G., & Razavi, Z. (2007). Measurement and prediction of speech and noise level and the Lombard effect in eating stablishments. *Journal Acoustical Society of America*, 121(4), 2023-2033.
- Holger, J., Lynge, C. & Christian, A. (2012). *Dynamic sound source for simulating the Lombard effect in room acoustic modeling software.* Recuperado el 10 de Mayo de 2015, de http://www.odeon.dk/pdf/C118-IN12_Paper%20209_Rindel_Christensen.pdf
- Jackson-Menaldi, M.C. (2002). *La voz patológica.* Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Jackson-Menaldi, M.C (2005). *La voz normal* (Primera Ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Koufman, J. & Isaacson, G. (1991). Vocal dysfunction. *Voice Disorders*. 24(5), 985-988.
- Kobayashi, T., & Ogawa, T. (2009). Influence of Lombard Effect: Accuracy Analysis of Simulation based assessments of noisy speech recognition system for various recognition conditions. IEICE, E92D(11), 2244-2252.
- Lindstrom, F., Persson, K., Sodernster, M., Mc.Allister, A., & Ternstrom S. (2009). Observations of the relationship between noise exposure and preschool teacher voice usage in day-care center environments. *Journal of voice*, 25(2), 166-172.
- López, D., Mario, F., Rojas, M., & Silva, C. (2002). Realidad acústica en ambientes académicos de enseñanza media. *Revista Boliviana de Física*, 8, 51-54.

- Master, S., de Biase, N., Pedroza, V., & Chiari, B. (2006). The long-term average spectrum in research and in the clinical practice of speech therapist. *Pro-fono*, 18(1), 111-120.
- Master, S., De Biase, N., Chiari, B., & Laukkanen, A. (2008). Acoustic and perceptual analyses of Brazilian male actors' and nonactors' voices: long-term average spectrum and the "actor's formant". *Journal of voice*, 22(2), 146-154.
- Marín, M., & Pico, M. (2004). *Fundamentos de salud ocupacional* (Primera Ed.). Manizales: Universidad de Caldas.
- Ministerio de Salud [MINSAL]. *Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.* Recuperado el 7 de Mayo de 2015, de http://www.sernac.cl/wp-content/uploads/leyes/decreto/ds_594-99_sobre_condiciones_lugar_trabajo.pdf
- Ministerio del Trabajo y Previsión Social (2006). *Reglamento para la calificación y evaluación de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.* Recuperado el 19 de Abril de 2015, de http://www.leychile.cl/Navegar/index_html?idNorma=9391
- Ministerio del Medio Ambiente (2010). *Estrategia para la gestión del Control de Ruido ambiental.* Recuperado el 3 de Mayo de 2015, de http://www.socha.cl/wp-content/uploads/2013/06/0_Estrategia-Control-Ruido-Ambiental-MMA-Seminario-Ruido-Valdivia-2011.pdf
- Montbrun, N., Rastelli, V., Oliver, K., & Chacón, R. (2006). Medición del impacto ocasionado por ruidos esporádicos de corta duración. *Interciencia*, 31(6), 411-416. Recuperado el 4 de Mayo de 2015, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442006000600006&script=sci_arttext
- Nieto, A. (2001). *Disfonía musculotensional*. Recuperado el 15 de Abril de 2015, de http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/PuestaDia/Cursos/3084
- Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y El Caribe [OREALC] (2005). *Condiciones de trabajo y salud docente: estudios de caso en Argentina, Chile, Ecuador, México, Perú y Uruguay.* Recuperado el 22 de Abril de 2015, de http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001425/142551s.pdf
- Oficina Regional Europea de la Organización Mundial de la Salud (2011). *Burden of disease from enviromental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe.* Recuperado

el 4 de Mayo de 2015, de http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888.pdf

- Pérez, C., & Preciado, J. (2003). Nódulos de cuerdas vocales, factores de riesgo en los docentes, estudios de casos y controles. *Acta otorrinolaringológica española*, 54(4), 253-260.
- Petter, V., Barros, P., & Fisher, P. (2006). Relación entre disfonía referida y potenciales factores de riesgo en el trabajo de profesores de la enseñanza fundamental, Porto Alegre-RS. *Salud de los trabajadores*, 14(2), 5-12. Recuperado el 15 de Abril de 2015, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1315-01382006000200002&script=sci_arttext
- Pittman, A. & Wiley, T. (2001). Recognition of speech produced in noise. *Journal Speech, Languaje, Hearing Res*, 44, 487-496.
- Pleguezuelos, C., Merí, V., Guirao, C., Moreno, A., Pérez, M., & Sanz, C. *Atlas de pluntos claves musculares en la práctica clínica*. Madrid: Panamericana.
- Pontificia Universidad Católica de Chile. (2000). "Estudio de la salud laboral de los profesores en Chile". Recuperado el 10 de Octubre de 2015, de http://www.opech.cl/bibliografico/Doc_Docente/Estudio%20de%20Salud%20Laboral%20de%20Profesores%20en%20Chile.%20MINEDUC-PUC.pdf
- Remacle, A., Morsomme, D., Berrué, E., & Finck, C. (2012). Vocal impact of a prolonged reading task in dysphonic versus normophonic female teachers. *Journal of voice*, 26(6), 820.
- Rincón, M. (2014). Influencia de factores intrínsecos en la producción de la voz de docentes de educación básica primaria. *CEFAC*, 16(5), 1589-1605. Recuperado 24 de Abril de 2015, de http://www.scielo.br/pdf/rcefac/v16n5/1982-0216-rcefac-16-05-01589.pdf
- Rocchesso, D (2003). *Introduction to sound processing.* California: Creative Commons.
- Román, D. (2011). *Manual Para El Analisis Fonetico Acustico.* Santiago: Pfeiffer.
- Sekeil, A., King, D., & Drumright, D. (2010). *Anatomy & Physiology for Speech, Language and Hearing.* (Cuarta Ed.) Estados Unidos: Del Mar Cencage Learning.
- Selleck, M., & Sataloff, R. (2014). The impact of the auditory system of phonation: a review. *Journal of voice*, 28(6), 688-693.

- Sodernsten, M., Ternstrom,S., & Bohman, M.(2002). Cancellation of simulated environmental noise as a tool for measuring vocal performance during noise exposure. *Journal of voice*, 16(2), 195-206.
- Sodernsten, M., Ternstrom,S., & Bohman, M.(2005). Loud speech in realistic environmental noise: phonetogram data, perceptual voice quality, subjective ratings, and gender difference in healthy speakers. *Journal of voice*, 19, 29-46.
- Sprecher, A., Olszewski, A., & Jiang, J. (2010). Updating typing signal in voice: Addition of type 4 signals. *Journal of the Acoustical Society of America*, 127(6), 3710-3716.
- Stemple, J., Glaze, L., & Klaben, B. (2010). *Clinical voice pathology, theory and management* (Cuarta Ed.). San Diego: Plural Publishing.
- Stowe, L., & Golob, E. (2013).Evidence that the Lombard effect is frequency-specific in humans. *Journal of the Acoustical Society of America*, 134(1), 640-647.
- Suárez, C., Marco, J., Gil-Carcedo, L., Medina, J., Ortega, P., & Trinidad, J. (2007). *Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello* (Tomo II) (Segunda Ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Titze, I.(2001). Acoustic interpretation of resonant voice. *Journal of voice*, 4(15), 519-528.
- Tourville, J., & Guenther, F. (2010). The DIVA model: A neural theory of speech acquisition and production. *Lang.Cogn.Process*, 15(7), 952-981.
- Tourville, J., Reilly, K., & Guenther, F. (2007). Neural mechanisms underlying auditory feedback control of speech. *Neuroimage*, 39(3), 1429-1443.
- Van de Water, T., & Staecker, H. (2006) *Otolaryngology. Basic Science and Clinical Review*. New York: Thieme Medical Publishers, Inc.
- Vilkman, E. (2004). Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. *Folia Phoniatrica et logopaedica*, 56(4), 220-253.
- Villacorta, V., Perkell, J., & Guenther, F. (2007). Sensorimotor adaptation to feedback perturbations of vowels acoustics and its relation to perception. *Journal Acoustical Society of America*, 122(4), 2306-2319.
- Whitlock, J., & Dodd, G. (2006). Classroom Accoustics – Controlling the Cafe Effect… is the Lombard Effect the key?. *Australian Acoustic Society*, 423-426. Recuperado el 10 de Mayo, de 2015, de http://www.acoustics.asn.au/conference_proceedings/AASNZ2006/papers/p23.pdf

- Yiu, E., & Yip,P. (2015). Effect of noise on vocal loudness and pitch in natural environments: an Accelerometer Study. Journal of voice, 1-5.
- Zollinger, S.A., & Brumm, H. (2011). The Lombard Effect. *Current Biology*, 21(16), R614-R615.

ANEXOS

ANEXO N°1

FICHA DE EVALUACIÓN FONOAUDIOLÓGICA
LABORATORIO DE VOZ UNIVERSIDAD DE VALPARAISO

I. DATOS PERSONALES

a) Nombre:

b) Teléfono: Mail:

c) Fecha de nacimiento: Edad:

d) Ocupación:

e) Actividades secundarias en las que use la voz:

f) Motivo de consulta: Participación en proyecto de investigación.

g) Evaluador: Fecha evaluación:

h) Voz hablada | Voz cantada

i) *Voz Cantada

Profesor de canto Teléfono/mail

Clasificación vocal Estilo musical

Tiempo de estudio Hrs ensayo diarias

Repertorio

Ambiente de presentación:

Acomodación de repertorio:

I. ANTECEDENTES EMOCIONALES

a) Personas con las que vive:

b) Relación familiar:

c) Ambiente de trabajo:

d) Factores estresores:

e) Evento emocional que coincida con inicio de disfonía:

II. AUTOVALORACIÓN VOCAL

¿Qué nota le pone a su voz?: ¿Por qué?

III. HISTORIA DE LA ENFERMEDAD.

1) Inicio: Lento | Brusco

2) Cambios durante el día: Mejor en la mañana | Mejor en la tarde | Estable

3) Terapia vocal previa: Si | No ¿Cuando?:

IV. ANTECEDENTES MÓRBIDOS

a) Alergias:

b) Problemas pulmonares:

c) Problemas hormonales:

d) RGE-RFL:

e) Infecciones ORL:

f) Otros

g) Cirugías:

h) Medicamentos:

i) Antecedentes familiares de disfonía

V. HIGIENE VOCAL (- nunca, + poco, ++ moderado, +++ mucho)

a) Consumo de tabaco y/o exposición a ambiente tabáquico:

b) Exposición a ambientes contaminados de elementos alérgenos:

c) Cambios de temperatura:

d) Exposición a AA/Calefacción:

e) Consumo de OH:

F	D

f) Consumo de dulces/chicles de menta al día:

g) Consumo de té/café al día:

h) Consumo de drogas:

i) Consumo de agua al día:

j) Cuidado de la alimentación:

k) Hrs de sueño diarias:

R	B

l) Hrs de habla al día:

m) Hrs de canto al día:

n) Grito:

o) Risa abusiva:

p) Imita voces:

q) Susurro:

VI. SÍNTOMAS VOCALES (- nunca, + poco, ++ moderado, +++ mucho)

a) Fonalgia:

b) Fonastenia:

c) Ardor:

d) Picazón:

e) Carraspera:

f) Tos:

g) Cuerpo extraño:

h) Esfuerzo:

i) Garganta apretada:

j) Disminución de aire:

k) Dolor en zonas vecinas:

VII. EVALUACIÓN DEL HABLA

1) Apertura bucal:	Adecuada	Disminuida	Exagerada	
2) Velocidad:	Adecuada	Bradilalia	Taquilalia	
3) Prosodia:	Adecuada	Monótona	Exagerada	
4) Fluidez:	Adecuada	Alterada		
5) Inteligibilidad:	Adecuada	Alterada		
6) Dislalias:	Ausente	Presente	→	Fonema:
7) Deglución:	Normal	Atípica	→	Musculatura involucrada:

VIII. EVALUACION BIOMECÁNICA

a.Estática:

- Vista anterior	Adecuada	Desv. derecha		Desv. izquierda	
		Leve	Severa	Leve	Severa

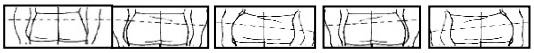
-Posterior

Cabeza

Hombros

Columna

Cadera

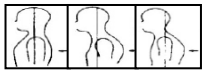


Base de Sustentación

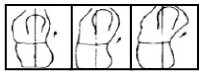
-Vista lateral

Cuello

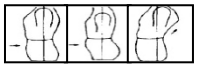
Dorso Superior



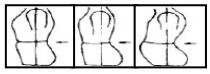
Tronco



Abdomen



Dorso Inferior



b.Dinámica:

	Adecuada	Limitada	Nula
Flexión Lateral:			
Flexión/extensión:			
Lateralización:			
Rotación:			

Obs:

IX. PALPACIÓN.

Altura laríngea:	Adecuada	Elevada	Descendida
Zona perilaríngea:	Eutónica	Hipotónica	Hipertónica

Musculatura suprahioidea:

a. /a/ grave:	Contrae	No contrae	
b. /u/ aguda:	Contrae	No contrae	
c. Contar del 1-5:	Contracción constante	Contracción intermitente	No contrae

X. EVALUACIÓN DE SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO

1. Labios:	Hipotónicos	Hipertónicos	Isotónicos		
2. Lengua:	Hipotónica	Hipertónica	Isotónica		
3. Frenillo sublingual:	Corto	Normal			
	Funcional	No funcional			
4. Mandíbula:	Adecuada	Prognática	Retrognática		
5. Mordida:	Adecuada	Cruzada	Abierta	Invertida	Bis a bis
6. Dientes:	Adecuada	Apiñamiento	Diastema	Faltan piezas	
7. Velo del Paladar:	Uniforme	Descendido	Úvula Bífida	Cicatriz	
	Funcional	No Funcional			
8. Paladar Duro:	Adecuado	Alto	Ojival		
9. ATM:	Funcional	No Funcional			

→ ¿Desvía al abrir?

¿Salto articular? Derecho

XI. EVALUACIÓN RESPIRACIÓN

a. Tipo:

Costal alto	Abdominal	Costodiafragmático	Mixto

b. Modo:

Oral	Nasal	Mixto

c. CFR:

Adecuada	Alterada

d. Apoyo:

Presente	Ausente

XII. EVALUACIÓN DE LA EMISIÓN VOCAL:

Altura Tonal:

Grave	Medio	Agudo

Sonoridad:

Débil	Adecuada	Aumentada	Inestable

Timbre:

a. Color:

Claro	Oscuro	Intermedio

b. Brillo:

Brillante	Opaco	Estridente

c. Resonancia:

Oral	Faríngea	Laringo-faringea	Cul se sac
Hipo nasal	Nasal	Hiper nasal	

Duración:

a. Inicio vocal:

Isotónico	Hipertónico	Hipotónico

b. TMF /a/: /i/:

c. TME/s/: /z/ Índice s/z:

XII. GIRBAS:

G: I: R: B: A: S:

XVI. ANÁLISIS FONÉTICO ACÚSTICO

Prueba terapéutica realizada:

Percepción del paciente post-prueba terapéutica y cambios objetivos audibles:

XVII. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

a. Diagnóstico Fonoaudiológico:

b. Diagnóstico ORL (/ /):

c. Derivaciones:

d. Indicaciones:

e. Observaciones:

ANEXO N°2

LECTURA “EL ABUELO”

Usted quiere saber sobre mi abuelo. Bueno, el 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 N° 3

FORMATO

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

El propósito del presente documento es invitarlo a participar en el estudio titulado "COMPARACIÓN DE LOS PARAMETROS ACÚSTICOS DE LA VOZ EN DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA GASPAR CABRALES ANTES Y DESPUÉS DE LAS CLASES CON DIFERENTES NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL", cuyo investigador principal es el fonoaudiólogo Christian Castro. Participan los alumnos tesistas José Guichaquelén y Paulina Solari. Para que usted pueda tomar una decisión informada, le explicaremos a continuación cuáles serán los procedimientos involucrados en la ejecución de la investigación, así como en qué consistiría su colaboración:

1. La investigación mencionada se realizará en la Escuela Gaspar Cabrales, entre los meses de marzo-diciembre de 2015.

2. El presente estudio permitirá establecer si existen diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz en docentes de educación básica de la Escuela Gaspar Cabrales de la comuna de Valparaíso antes y después de la realización de clases en ambientes con diferentes niveles de ruido ambiental. Dado los pocos estudios que hay sobre el impacto del ruido ambiental en la calidad vocal de los profesores.

3. Su participación será voluntaria. Si accede a participar, se realizará en las dependencias de la Escuela Gaspar Cabrales una evaluación perceptual de la voz y posteriormente una evaluación a través de un programa computacional, donde se grabará la voz solicitando que realice diferentes ejercicios vocales. Este último procedimiento se efectuará antes y después de la realización de una clase, la cual será previamente acordada con los investigadores.

4. Usted no estará expuesto a riesgo alguno, dado que no se realizará ningún procedimiento invasivo.

5. No recibirá pago por su participación en el estudio.

6. Su participación es voluntaria y tendrá derecho a participar de forma gratuita en dos sesiones de talleres de técnica vocal a cargo del investigador principal y los alumnos tesistas. Usted podrá manifestar sus dudas en cualquier momento, ya sea a través del contacto telefónico con el investigador principal al teléfono 87759926 o a través del correo electrónico tesis.voz.uv.2015@gmail.com. Además podrá retirarse del estudio en cualquier momento si lo considera necesario, para esto deberá comunicarse con el investigador principal o alumnos tesistas.

7. Su identidad será resguardada, asignándole un código alfanumérico para permitir su identificación.

8. El registro de los datos será reservado, siendo solo los investigadores quienes tengan acceso a ellos. Los datos estarán resguardados por el investigador principal en carpetas bajo llave.

9. Los hallazgos obtenidos durante el desarrollo de la investigación, podrán ser divulgados en publicaciones de tipo científica y/o académicas, según lo determine el investigador principal. Además podrán ser utilizados en investigaciones futuras, siempre y cuando no se alejen de los objetivos de la actual investigación, siempre preservando la identidad del participante.

10. Esta investigación ha sido evaluada y aceptada por el Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso. Si usted lo requiriera, puede contactar a alguno de sus integrantes con su secretaria administrativa, Srta. Ana María Carreño, en el teléfono 2507370. En caso de que se decida participar en el estudio, recibirá un ejemplar del presente documento firmado por la investigadora principal.

_____

Flgo. Christian Castro Toro

Investigador Principal

Fono: 09-87759926

Correo Electrónico: tesis.voz.uv.2015@gmail.com

Viña del Mar, ____ de _____ de 2015

ANEXO N° 4

FORMATO

ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA *PARTICIPANTE DE LA INVESTIGACIÓN*

Yo, _____,
RUT_____, DECLARO que el investigador principal, el fonoaudiólogo Christian Castro y los alumnos tesistas José Guichaquelén y Paulina Solari de la escuela de Fonoaudiología ubicada en calle Alcalde Prieto Nieto N° 452 de la ciudad de Viña del Mar, me han informado en forma completa en qué consiste la investigación "COMPARACIÓN DE LOS PARAMETROS ACÚSTICOS DE LA VOZ EN DOCENTES DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA GASPAR CABRALES ANTES Y DESPUÉS DE LAS CLASES CON DIFERENTES NIVELES DE RUIDO AMBIENTAL", que llevarán a cabo y cuáles son los procedimientos a los que seré sometido/a, y en qué consistirá mi participación. De acuerdo a lo explicado en el Consentimiento Informado, del que recibí una copia, entiendo que:

1. El objetivo de la investigación será establecer si existen diferencias significativas en los parámetros acústicos de la voz en docentes de educación básica de la Escuela Gaspar Cabrales de la comuna de Valparaíso antes y después de la realización de clases en ambientes con diferentes niveles de ruido ambiental.

2. Mi participación es voluntaria y consistirá en una evaluación perceptual de la voz y en una evaluación a través de un programa computacional, en donde realizaré diferentes ejercicios vocales.

3. La investigación no ofrece riesgo alguno para mí.

4. Los datos obtenidos serán confidenciales, es decir, mi nombre no será dado a conocer, en su lugar, se utilizará un código alfanumérico. Estos datos solo podrán ser usados en alguna otra investigación cuyo objetivo no se aleje de los propósitos de este estudio.

5. Los resultados podrán ser divulgados en publicaciones de tipo académico-científicas, resguardando mi identidad. Además, entiendo que tendré acceso a los resultados, si yo lo requiriera.

6. No recibiré remuneración alguna por participar en este estudio. La evaluación no tiene costo para mí.

7. Podré retirar mi participación si lo considerara necesario en cualquier momento sin que ello implique perjuicio alguno para mí.

8. Si me surgiera alguna duda, podré consultarla al investigador principal, en cualquier momento de la investigación, a quien podré contactar al fono 87759926 o al correo tesis.voz.uv.2015@gmail.com.

9. El Comité de Bioética de la Facultad de Medicina ha evaluado esta investigación y podré contactar a alguno de sus integrantes a través de su secretaria administrativa, Srta. Ana María Carreño, en el teléfono 2507370.

De acuerdo a lo declarado por mí en este documento, firmo aceptando mi participación en esta investigación.

_____

Nombre, apellidos y firma

Rut: Nro.:

Nombre y apellido investigadores, firma, fono y mail de contacto.

Nombre y apellido Director Institución, Rut y firma

Viña del Mar, . de _____ de 2015.