



Análisis biomecánico de la voz y percepción de la capacidad vocal como herramientas para la detección de dificultades vocales en el alumnado y profesorado universitario y de interpretación vocal


Fernando García Escudero

Universidad Rey Juan Carlos. ✉ 


Dr. Raimundo Gutiérrez Fonseca

Universidad Rey Juan Carlos y Hospital Rey Juan Carlos. ✉ 


Dr. Gil Rodríguez Caravaca

Universidad Rey Juan Carlos y Hospital Universitario Fundación Alcorcón. ✉ 


Dr. Roberto Fernández-Baillo y Rodríguez de Sacristana

Universidad Europea de Madrid. ✉ 

Alba González Díaz

Vocalcoach2.0. ✉ 

Dr. Manuel Durán Poveda

Universidad Rey Juan Carlos y Hospital Universitario Rey Juan Carlos. ✉ 

<https://dx.doi.org/10.5209/rlog.89212>

Recibido 14 de junio de 2023 Primera revisión 1 de agosto de 2023 Aceptado 14 de noviembre de 2023

Resumen: La demanda comunicativa oral aumenta diariamente en el ejercicio de funciones laborales en las que la voz es necesaria para el desempeño del trabajo diario. Profesores, cantantes, actores, teleoperadores, comunicadores, taquilleros, sanitarios, entre otras profesiones, se encuentran sometidos a una carga vocal muy elevada ya que utilizan su voz en alta intensidad durante amplios periodos de tiempo, presentando una mayor predisposición e incidencia de desarrollar patología vocal.

El objetivo del presente estudio es analizar las diferencias en cuanto a dificultades vocales entre un grupo de Educación Artística (GE-A) y un grupo de Educación no Artística (GE-NA) mediante un procedimiento de cribado basado del análisis biomecánico de la voz junto con el cuestionario discapacidad vocal del VHI-10. La hipótesis sugiere que los integrantes del grupo GE-A presentan mayor grado de alteración funcional que el GE-NA motivado por la sobrecarga diaria que genera la alta demanda vocal propia de la especialidad. Se recogieron muestras de 182 participantes, 80 hombres y 102 mujeres. Los datos del cribado por análisis biomecánico de las cuerdas vocales revelan un perfil con mayor desequilibrio en la dinámica de los pliegues vocales durante la fonación en el GE-A. Estos resultados podrían estar asociados a una mayor demanda vocal en el GE-A y justificaría implementar medidas periódicas de diagnóstico y prevención, así como tratamientos específicos de rehabilitación logopédica en el presente grupo.

Palabras clave: Herramienta de cribado, análisis biomecánico, demanda vocal, interpretación vocal, prevención de la disfonía.

ENG Biomechanical analysis of the voice and perception of vocal competence as tools for the detection of vocal difficulties in students and teachers of university and vocal performance

Abstract: The oral communicative demand increases daily in the exercise of work functions in which the voice is necessary for the performance of daily work. Teachers, singers, actors, teleoperators, communicators, ticket-takers, health workers, among other professions, are subjected to a very high vocal load as they use their voice at high intensity for long periods of time, presenting a greater predisposition and incidence of developing vocal pathology. The aim of the present study is to analyse the differences in vocal difficulties between an Arts Education group (GE-A) and a Non-Arts Education group (GE-NA) using a screening procedure based on biomechanical voice analysis combined with the VHI-10 vocal disability questionnaire. The hypothesis suggests that participants in the GE-A group present a greater degree of functional alteration than those in the GE-NA group, due to the daily overload generated due to the high vocal demand inherent to

the speciality. A total of 182 participants, 80 men and 102 women, were studied. The data from the screening by biomechanical analysis of the vocal folds reveal a profile with a greater imbalance in the dynamics of the vocal folds during phonation in the GE-A. These results could be associated with a higher vocal demand in GE-A and would justify the implementation of periodic diagnostic and preventive measures, as well as specific speech therapy rehabilitation treatments in this group.

Keywords: Screening tool, biomechanical analysis, vocal demand, vocal interpretation, dysphonia prevention.

Sumario: Introducción. Método. Muestra. Instrumento. Procedimiento. Análisis de datos y Resultados. Aspectos éticos. Limitaciones. Discusión. Conclusiones. Conflicto de intereses. Referencias.

Cómo citar: García Escudero, F., Gutiérrez Fonseca, R., Rodríguez Caravaca, G., Fernández-Baillo, R., González Díaz, A. y Durán Poveda, M. (2024). Análisis biomecánico de la voz y percepción de la capacidad vocal como herramientas para la detección de dificultades vocales en el alumnado y profesorado universitario y de interpretación vocal. *Revista de Investigación en Logopedia* 14(1), e89212 <https://dx.doi.org/10.5209/rlog.89212>

Introducción

La comunicación es imprescindible para transmitir y recibir información. La comunicación oral es fundamental para la relación con el resto de las personas, y la voz juega un papel primordial en la evolución de las habilidades comunicativas humanas (Cuetos et al., 2015). La producción de la voz es un sistema complejo en el que intervienen el aire que desde los pulmones pasa por las cuerdas vocales generando la vibración del borde libre de éstas, dando lugar a un sonido fundamental, que junto con sus armónicos es filtrado y amplificado en el tracto vocal dando lugar a la voz con sus formantes (Le Huche & Allali, 2004). La voz transmite características que pueden decir mucho de la persona y de su forma de comunicarse con el mundo, y da lugar dentro del mecanismo del habla, al mensaje subliminal de las informaciones verbales (Naranjo Pereira, 2005).

En la sociedad actual, la demanda comunicativa oral es cada vez mayor para el desempeño de la actividad profesional. Un profesional de la voz es todo aquel cuya especialidad requiere el uso prolongado o imprescindible de la voz para el desarrollo de su actividad. Este conjunto de profesionales que necesita cumplir con una demanda vocal diaria (Vilkman, 2004) por someterse a una carga vocal elevada poniendo en riesgo el mecanismo y las estructuras vocales (Vilkman, 2000), representa un tercio de la población laboral (Verdolini & Ramig, 2001).

La disfonía se define como la perturbación de las cualidades acústicas de la voz, intensidad, frecuencia y timbre (Nguyen et al., 2022). Se produce a consecuencia de un trastorno orgánico o por el uso inadecuado de la voz, funcional, y se clasifican en 1. Patologías orgánicas (congénitas, adquiridas, neoplásicas, endocrinas y neurológicas) 2. Lesiones mínimas asociadas (nódulo, pólipo, edema de reinke...) 3. Lesiones funcionales (hiperfunción, hipofunción laríngea), 4. Psicógenas (Cobeta et al., 2013). Otros autores definen como mixtas u orgánico-funcionales aquellas disfonías funcionales diagnosticadas de forma tardía o que no han sido tratadas, por lo que la continuidad en el tiempo del mal uso de la voz predispone a la aparición de lesiones orgánicas y causa frustración en el desarrollo del trabajo, así como consecuencias laborales, sociales y económicas (Farias, 2021). Es necesario tener en cuenta factores de riesgo de cara a prevenir su aparición (Bhattacharyya, 2014; Titze, Ingo et al., 2007; Vilkman, 2000), adoptando un entrenamiento específico de la voz para aumentar la eficacia y resistencia vocal.

En cuanto a los factores de riesgo que comprometen la función laríngea óptima e implican descenso en la eficiencia de la voz y limitan el tiempo de uso (Fujiki & Sivasankar, 2017), Titze et al. (1997) los identifica en dos fuentes principales; los producidos por la carga vocal dependiente de la demanda de la profesión, y los producidos por el propio mal uso vocal. Morawska & Niebudek-Bogusz, (2017) en su artículo de revisión de la literatura sobre la prevalencia de los trastornos de la voz en determinadas profesiones, refiere voz ocupacional a la de aquellas tareas donde la voz es una herramienta esencial (Letho, 2007), y voz profesional a la propia de cantantes y actores. Clasifica diferentes grupos respecto a la demanda vocal requerida en 1. Intérpretes vocales (cantantes, actores), 2. Voz hablada de profesión (profesores, clérigos, teleoperadores, abogados, coach), 3. Profesión con alguna tarea vocal (médicos, ejecutivos, abogados), 4. Profesión sin tareas vocales (administrativos, oficinistas). Asimismo, subdivide la voz profesional en hablada (profesores, ponentes, vendedores, teleoperadores...) y voz profesional no hablada (cantantes de ópera, jazz, country, pop, y otros).

Publicaciones recientes tienden a emplear el término voz ocupacional cuando se trata de seguridad y salud en el lugar de trabajo, y voz profesional cuando se refieren a condiciones personales específicas (Behlau et al., 2014). Sujetos que experimentan algún problema vocal afirman que tiene un efecto negativo en su trabajo y calidad de vida, dando lugar en muchas ocasiones a limitaciones e incapacidades ocupacionales que pueden ser pasajeras o permanentes (Cobeta et al., 2013; Farias, 2021; Verdolini & Ramig, 2001). Un estado de salud vocal óptimo es primordial dado el elevado coste económico que supone la rehabilitación de las enfermedades vocales que conllevan tratamientos largos y costosos (Verdolini & Ramig, 2001) puesto que el tratamiento de la disfonía debe prevenir la aparición de lesiones posteriores (Farias, 2016).

Las profesiones con mayor demanda vocal son los cantantes y actores, seguidos de docentes y locutores de radio (Koufman & Isaacson, 1991), pertenecientes a los grupos 1 y 2 de (Morawska & Niebudek-Bogusz, 2017), todos ellos formados en universidades, centros de formación profesional y las escuelas de educación artística. En España, según información obtenida en la base de datos de Centros de Atención Primaria, Ministerio de Sanidad (BDCAP) entre los años 2011 y 2017, se observa un incremento anual de entre el 10 y el 20% en pacientes con problemas vocales desde el inicio de la serie. Se repite la tendencia en pacientes que asisten a consulta y que son diagnosticados o intervenidos quirúrgicamente en “edad laboral” (entre los 34 y los 65 años). Los datos indican que hay una mayor incidencia de la patología en las mujeres, tanto funcional como orgánica, con un 65% frente al 35% en los hombres. Sin embargo, parece que la patología tiene una peor evolución o es más grave en hombres, ya que el 58% acaban necesitando intervención quirúrgica, frente al 42% de las mujeres.

Se plantea la necesidad de un cribado temprano de los futuros profesiones de la voz dedicados a la interpretación (actores, cantantes). Es por ello, que resulta necesario un trabajo preventivo que debe ser desarrollado por los logopedas en el marco de una labor en equipo junto con profesores de canto y de interpretación (Beeman, 2017). El tratamiento de la voz en personas con alta demanda vocal, amplia tesitura y control de la presión subglótica, junto a cavidades resonantes para la ejecución de matices interpretativos, requiere de una basta especialización (Stemple & Hapner Edie, 2019) y observamos que en la actualidad no se ofrecen programas de formación integral acreditados para especialistas en rehabilitación de la voz profesional (Gerhard, 2016). Ambas disciplinas (interpretación cantada y hablada) se encuentran conectadas y el tratamiento es difícil de segregar (Beeman, 2017) puesto que los cantantes de ópera utilizan rangos de voz hablada en los recitativos, los cantantes de teatro musical abordan amplios pasajes interpretativos en escena en voz hablada y a los cantantes de otros estilos musicales se les solicita una alta demanda en el uso de la voz hablada durante promociones y entrevistas antes, después y entre los conciertos. Por otro lado, los actores en su periodo formativo cursan asignaturas de canto puesto que el desarrollo de su especialidad debe permitirles abordar repertorio cantado, incluso deben estar preparados para roles que requieren imitación de voces en diferentes y amplios rangos vocales, como puede ser el abordaje de los diferentes géneros que impliquen masculinizar o feminizar la voz, no solo en cuanto a la modificación del timbre sino también en extensión tonal. Asimismo, también podemos observar en un reciente artículo (Primov-Fever et al., 2022) diferencias en la dinámica del entrenamiento vocal entre actores y cantantes en tiempos de COVID, resultando más exigente en los cantantes, provocado por la ansiedad del momento y la necesidad del óptimo estado vocal. Serían interesantes futuras investigaciones de ambos colectivos por separado en la búsqueda de similitudes, diferencias e interdependencias en cuanto al entrenamiento y rehabilitación de la voz.

Es importante, por tanto, avanzar hacia métodos y tecnología que permitan realizar un filtrado precoz de la posible patología vocal evitando lesiones que impliquen un tratamiento logopédico-rehabilitador o médico-quirúrgico más complicado (García-López, 2018).

El análisis biomecánico de la voz se revela, para el logopeda, como una herramienta objetiva validada (Cardoso I., 2021) que, en paralelo y combinado con el diagnóstico, después de la exploración laríngea realizada por el médico especialista, permite de una forma rápida y no invasiva obtener correlatos cuantitativos que muestran información sobre la salud vocal del paciente y cribar por el grado de alteración funcional u orgánica presente (Cardoso et al., 2021; Cardoso et al., 2021b).

A partir de la muestra de voz recogida a través de micrófono mediante la aplicación OnlineLab instalada en un teléfono móvil o tableta, es posible extraer correlatos directos de la dinámica de los pliegues vocales permitiendo cribar e identificar la patología del borde libre de los pliegues y entender los mecanismos que favorecen, mantienen o han desencadenado la misma. Permite obtener tres tipos de informes (R1, R2, R3) con el detalle de la información que ayuda en la caracterización de la patología, la determinación del tratamiento y la monitorización de la rehabilitación por parte del logopeda (García-lopez, 2018). En su tesis doctoral Cardoso I. (2021) indica “La voz es el resultado de la interacción entre el flujo aéreo y las características de los pliegues vocales, que va a provocar el deslizamiento de sus capas superficiales ocasionando el efecto conocido como onda mucosa. Este movimiento ondulatorio de los pliegues se organiza en una serie de fases que se repiten secuencialmente constituyendo el ciclo vocal. Ante una modificación de la estructura de los pliegues vocales se generarán, por tanto, cambios en el patrón de producción vocal, que deben ser reconocido mediante herramientas de análisis de voz... El análisis biomecánico de la voz caracteriza la secuenciación del ciclo vocal en comparación con la establecida por otros métodos de análisis estándar, como la electroglotografía, e identifica cambios en los parámetros dinámicos de producción vocal en función de la modificación de la estructura de los pliegues tanto en condiciones de normalidad como ante la presencia de patología”.

El objetivo del presente estudio es analizar las diferencias en cuanto a dificultades vocales entre un grupo de Educación Artística (GE-A) y un grupo de Educación no Artística (GE-NA) mediante un procedimiento de cribado basado del análisis biomecánico de la voz y en la percepción de discapacidad vocal del VHI-10 (Núñez-Batalla et al., 2007).

La hipótesis barajada sugiere que los integrantes del grupo GE-A presentan mayor grado de alteración vocal que el GE-NA, motivado por la sobrecarga diaria que genera la alta demanda vocal propia de la especialidad. El procedimiento de cribado se basa en el análisis biomecánico de la voz y en la percepción de discapacidad vocal mediante el VHI-10.

Método

Estudio transversal. Descriptivo, en cuanto a evaluar la frecuencia y la distribución de cada uno de los factores bajo estudio (sexo, centro de educación, cuestionario VHI-10, alteración funcional, y parámetros F0, P08 y P09). Analítico, en cuanto a investigar la asociación entre las dificultades vocales y el centro educativo al que pertenece el participante.

Muestra

El universo de estudio fueron 182 participantes, entre alumnos y profesores, de los cuales, 80 fueron hombres y 102 mujeres, con una edad media de 25,03 años y desviación estándar de 10,549 años.

Este conjunto de participantes procede de cuatro Centros distintos de Educación, dentro del territorio español, concretamente, disponemos de tres centros procedentes de Madrid y un centro de Córdoba.

A su vez, los participantes de estos cuatro centros se han organizado en dos grupos. El grupo de enseñanza no artística (GE-NA) y el grupo de enseñanza artística (GE-A) (Tabla 1)

Tabla 1. Distribución de cada grupo educativo

	Hombre	n (%)	Mujer	n(%)	Total general
GE-NA	49	,45	60	,55	109
Grado de Fisioterapia del Campus de Alcorcón de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid	49	,45	60	,55	109
GE-A	31	,42	42	,58	73
Conservatorio profesional de Música - Músico Zirvad - Córdoba	5	,23	17	,77	22
Escuela de Interpretación Juan Codina. Madrid	11	,52	10	,48	21
Real Escuela de Arte Dramático de Madrid	15	,50	15	,50	30
Total general	80	,44	102	,56	182

El primer grupo (GE-NA) está compuesto por 109 de los 182 participantes. Entre ellos, se encuentran profesores y alumnos del grado de Fisioterapia del Campus de Alcorcón de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. Mientras que el segundo grupo (GE-A), está compuesto por los 73 participantes restantes, profesores y alumnos de interpretación vocal (Morawska & Niebudek-Bogusz, 2017) del Conservatorio profesional de Música Músico Zirvad de Córdoba, profesores y alumnos de interpretación vocal de la Real Escuela de Arte Dramático de Madrid, y, por último, profesores y alumnos de interpretación vocal de la Escuela de Interpretación Juan Codina de Madrid.

El tipo de muestra fue no probabilística e intencionada, de participación voluntaria. Fueron considerados como criterios de no inclusión en el estudio haber padecido COVID o estar contagiado, presentar fiebre, tener un proceso de inflamación laríngea o encontrarse de baja (Arias-Gómez et al., 2016).

Instrumento

Se utilizaron dos instrumentos para llevar a cabo el análisis de las diferencias, en cuanto a dificultades vocales, entre ambos grupos, el grupo de Educación Artística (GE-A) y el grupo de Educación no Artística (GE-NA).

El primer instrumento fue el índice de incapacidad vocal, VHI por sus siglas en inglés (Voice Handicap Index). Es un cuestionario de 30 preguntas que ayuda a los logopedas a cuantificar cual es el grado de afección por un trastorno vocal que tiene un sujeto en varios aspectos, funcional, físico y emocional. Como resultado, ofrece un valor numérico capaz de cuantificar el impacto percibido por un sujeto afectado por su trastorno vocal. Se ha recurrido a la versión abreviada del cuestionario, VHI-10, ya que sus resultados no presentan una pérdida de su utilidad ni validez como se menciona en el artículo, Adaptación y validación del índice de incapacidad vocal (VHI-30) y su versión abreviada (VHI-10) al español (Núñez-Batalla et al., 2007). En la siguiente tabla (Tabla 2) se muestran cuáles son las preguntas que conforman el cuestionario VHI-10.

El segundo instrumento fue el utilizado para la toma de muestras a través del análisis biomecánico de las cuerdas vocales, usando la metodología propia de Voice Clinical Systems®. (Online Lab de Voice Clinical Systems®: herramienta, para su descarga e instalación, disponibles en repositorios de Apple y Android). Gracias a los resultados de la tesis doctoral de Cardoso I. (2021) se considera que el análisis biomecánico es una herramienta válida para el análisis de la señal de la voz como específica en la conclusión de su tesis doctoral: "La investigación realizada revela que el análisis biomecánico es una herramienta válida en la medición de las fases del ciclo vocal, mostrando una sólida correlación con la curva de electroglotograma, permitiendo realizar una estimación más precisa, siendo capaz de detectar variaciones en la duración de las fases del ciclo en relación con los cambios en el modo de fonación así como de caracterizar la presencia de patología vocal y su respuesta al tratamiento en función de los valores obtenidos en los parámetros biomecánicos. La posibilidad de identificar el patrón biomecánico de producción vocal supone un cambio en el diagnóstico de la conducta vocal patológica y se postula como una prometedora herramienta de cara al abordaje terapéutico y seguimiento de la patología de la voz".

Tabla 2. Cuestionario VHI-10 (Índice de incapacidad vocal abreviado)

	Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
F01. La gente me oye con dificultad debido a mi voz	0	1	2	3	4
F02. La gente no me entiende en sitios ruidosos	0	1	2	3	4
F08. Mis problemas con la voz alteran mi vida personal y social	0	1	2	3	4
F09. Me siento desplazado de las conversaciones por mi voz	0	1	2	3	4
F10. Mi problema con la voz afecta al rendimiento laboral	0	1	2	3	4
P03. La gente me pregunta: ¿qué te pasa con la voz?	0	1	2	3	4
P05. Siento que necesito tensar la garganta para producir la voz	0	1	2	3	4
P06. La calidad de la voz es impredecible	0	1	2	3	4
E04. Mi voz me molesta	0	1	2	3	4
E06. Mi voz me hace sentir cierta minusvalía	0	1	2	3	4

RESULTADOS FINALES PARA LA TOMA DE DECISIÓN

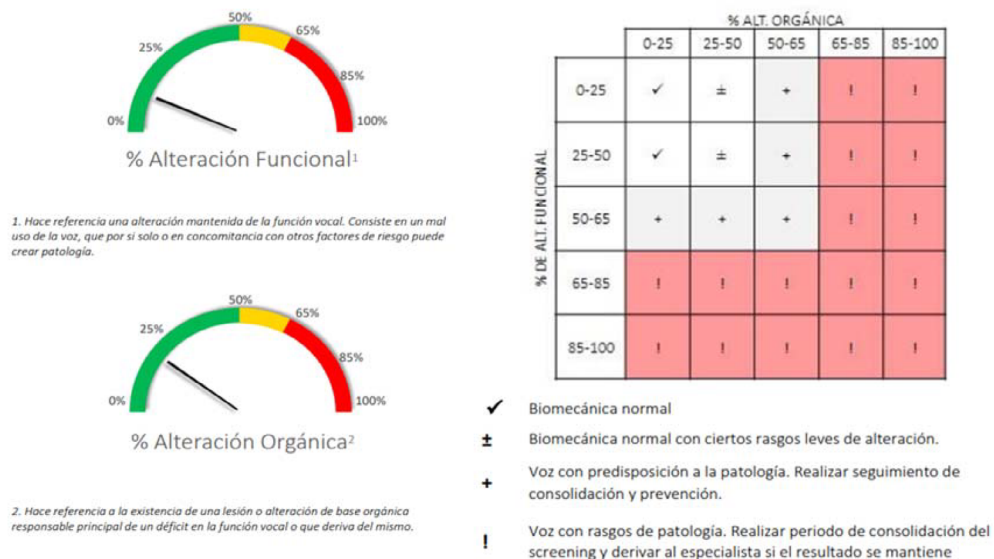


Figura 1. Informe biomecánico R1. % de alteración orgánica y funcional

El funcionamiento del análisis biomecánico parte de una señal acústica, buscando a través de parámetros dinámicos el cambio de comportamiento de los pliegues vocales en respuesta a la modificación de la composición estructural provocada por cualquier patología. En cuanto a la señal acústica, el análisis tradicional aun siendo útil para el estudio del comportamiento vocal, se encuentra condicionada por las estructuras supraglóticas y por tanto presenta menor correlación con la dinámica de borde libre inferior de los pliegues vocales respecto a la información proporcionada por el análisis biomecánico. Por lo tanto, la herramienta se presenta como idónea para estudios de la voz desde la perspectiva biomecánica a partir de una señal sonora (Cardoso, I. 2021).

Como resultado de la muestra, la herramienta proporciona los informes R1 y R3. El R1 o test de cribado de alteración vocal (Cardoso et al., 2021) facilita información relativa al porcentaje de patología funcional y orgánica presente en la voz del sujeto, los criterios que establece el informe son los siguientes: los valores entre 0-50 (unidades relativas) refieren condición de normalidad, los valores entre 50-65 refieren alteración moderada y valores entre 65-100 refieren alteración severa (Figura 1). Para evitar falsos positivos, se tomaron como valores de referencia sin alteración los que se encontraban por debajo del 50%, de esta manera se consigue identificar a todos los sujetos considerados como normales (Cardoso et al., 2021b). El informe R3 muestra los índices de alteración de los 22 correlatos biomecánicos de normalidad, ampliados y patológicos de las cuerdas vocales (Cardoso I. 2021) organizado en 9 grupos (Figura 2); grupo A (frecuencia fundamental), grupo B (armonía y movimiento del borde libre), grupo C (fases del ciclo), grupo D (fuerza y tensión muscular), grupo E (suficiencia del cierre glótico), grupo F (control muscular e inestabilidad), grupo G (separación entre bordes), grupo H (onda mucosa y correlatos de edema), grupo I (correlatos de masa y alteración de contacto). Asimismo, el informe R3 muestra índices de perfil dinámico con dos gráficos en los que se presentan dinámicas de cierre y de abierto (Figura 3), de afectación de GAP, puntos de referencia de onda S y Onda T (Figura 4).

De entre todos los parámetros a analizar, en el presente estudio nos hemos centrado en investigar las variables numéricas correspondientes a los correlatos biomecánicos de a) índice de alteración funcional, como valor de cribado, b) la frecuencia fundamental (FO) o tono conversacional que muestra con su alteración señales de perturbación vocal, c) tensión en las cuerdas vocales (P08) y fuerza de cierre glótico (P09) que determinan principalmente nivel de tensión en los pliegues vocales que alertan sobre la existencia de alteración funcional (Tabla 3).

	Valor	Normal*	Ampliado*	
GRUPO A (Frecuencia fundamental)				
P01 FO (Hz.)	121,5	105 - 139	95 - 159	
GRUPO B (Armonía en el movimiento del borde libre)				
P02 Relac. Ciclos Cerrando (Vfa/Vfb)	1,00	1	0,50-0,33	
P03 % Asimetría	0,0	0	0	
GRUPO C (Fases del ciclo)				
P04 Cerrado (%)	61,2	50 - 73	28 - 77	
P05 Abierto (%)	38,8	26 - 49	22 - 71	
P06 Abriendo (%)	33,0	12 - 27	8 - 35	↗
P07 Cerrando (%)	5,8	5 - 36	4 - 37	
GRUPO D (Fuerza y tensión muscular)				
P08 Índice Tensión (u.r)	2,5	1,49 - 13	0,69 - 45	
P09 Fuerza Cierre Glótico (u.r)	151,1	95 - 799	43 - 2100	
GRUPO E (Suficiencia del cierre glótico)				
P10 Ind. Eficiencia (u.r)	1,2	1,2 - 1,6	1 - 2,7	
P11 Amplitud GAP (u.r)	0,000000	0	(-0,013)	
P12 Tamaño GAP (u.r)	0,0	0	1 - 35	
GRUPO F (Control muscular e inestabilidad)				
P13 Ind. Inestabilidad en Ciclo (u.r)	1,7	<17	< 30	
P14 Ind. Variación en Amplitud (u.r)	0,00	0	<1	
P15 Ind. Bloqueo en Vibración (u.r)	0,00000	0	0	
GRUPO G (separación entre bordes)				
P16 Ind. Amplitud en cierre (u.r)	0,3	0,25 - 1,5	0,1 - 2,2	
GRUPO H (Onda mucosa y correlatos de Edema)				
P17 Ind. OM Cerrado (u.r)	367,3	170 - 520	90 - 630	
P18 Ind. OM Abriendo (u.r)	77,6	15 - 89	7 - 155	
P19 Adec. OM Cerrado (u.r)	20,0	(-18) - 54	(-56) - 90	
P20 Adec. OM Abriendo (u.r)	100,0	0	200	↗
GRUPO I (Correlatos de masa y alteración del contacto)				
P21 Ind. Desquil. Estructural IG(-) ¹ (u.r)	100,0	<75	75 - 85	↑
P22 Ind. Alt. Masa IG(+) ^{2,3} (u.r)	0,0	0	0	

AYUDA PARA LA INTERPRETACIÓN

<ul style="list-style-type: none"> Umbral de Normalidad Moderadamente aumentado Moderadamente disminuido 	<ul style="list-style-type: none"> Umbral de Patología Aumentado Disminuido
--	---

Figura 2. Informe biomecánico R3 Correlatos de normalidad

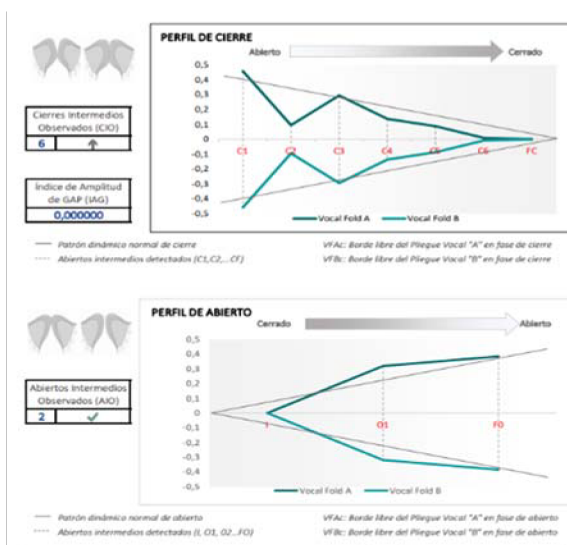


Figura 3.- Informe biomecánico R3. Índices de cierre y abierto

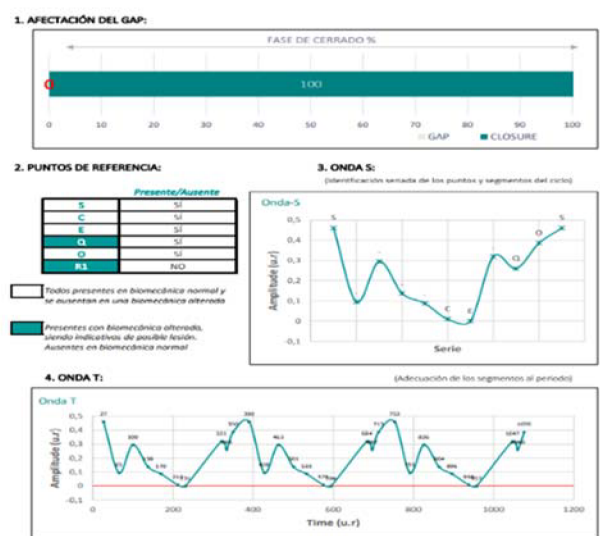


Figura 4.- Informe biomecánico R3. GAP, Ondas S y T

Tabla 3. Muestra clínica del fonema /a/

Unidades	
Informe R1	- Alteración funcional %
	- FO (frecuencia fundamental) Hz
Informe R3	- P08 Tensión (u.r)
	- P09 Fuerza de cierre glótico (u.r)
Unidades: Alteración funcional %, FO hercios (Hz), P08-P09 unidades relativas (u.r)	

Procedimiento

La convocatoria se realizó mediante comunicación a jefatura de estudios de cada uno de los centros de educación y especialidad seleccionados, se les presentó la investigación y solicitó la aprobación para la realización de toma de muestras en una sala individual dentro de sus instalaciones. Una vez recibida confirmación de jefatura, se solicitó la participación de todos los profesores y alumnos interesados. Se realizó la convocatoria, confirmando el día de la cita, los asistentes que cumplían los criterios de inclusión para la participación en el estudio. Los participantes firmaron el pertinente consentimiento informado y no tuvieron que recibir ningún tipo de formación previa para formar parte del estudio. Las muestras se recogieron entre los meses de noviembre de 2021 y febrero de 2022.

El proceso se organizó en dos fases, una primera en la que todos los participantes, una vez firmado el consentimiento informado, formalizaron la prueba de auto valoración de incapacidad vocal mediante cuestionario validado VHI-10 (Núñez-Batalla et al., 2007), y quedaron a la espera para pasar individualmente a la sala donde se tomaban las muestras de voz. En segunda fase, mediante licencia profesional de la aplicación para el análisis biomecánico OnlineLab® en un dispositivo iPhone X y utilizando un micrófono validado por el desarrollador tipo Boya By DM1 situado en un trípode a la altura de la cabeza del participante y una distancia de 15 cm de la boca, se tomaron las muestras de voz consistentes en registrar la vocal /a/ mantenida a tono y volumen normal durante 4 seg. La muestra queda registrada en la base de datos del software OnlineLab® solamente si pasa el filtro de calidad de la herramienta, teniendo que repetir el proceso en caso contrario.

Análisis de datos y Resultados

Para el posterior análisis de datos se han utilizado, por un lado, las herramientas Access y Excel de Microsoft 365 en la explotación de las bases de datos, y por otro, los programas estadísticos: R en su versión 4.0.5 y SPSS v22 para la realización de los siguientes test estadísticos.

Método 1. Con el fin de analizar las diferencias en cuanto a las dificultades vocales entre ambos grupos, el primer método consistió en analizar si existen diferencias en el índice de incapacidad vocal entre los participantes, dependiendo si estos proceden de un grupo de Educación no Artística (GE-NA) frente a un grupo de Educación Artística (GE-A).

En la siguiente tabla (Tabla 4) se describe cómo es el comportamiento de cada una de las preguntas del cuestionario por grupo, a través de la media y la desviación estándar (sd), así como, a través de los cuartiles y el rango intercuartílico que nos ayudan a identificar la dispersión y la tendencia central de los datos.

Tabla 4. VHI-10 Resumen cuestionario GE-NA/GE-A

Grupo	mean	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n
GE-NA									
E04	,16513761	,4197389	0	0	0	0	0	2	109
E06	,02752294	,1643571	0	0	0	0	0	1	109
F01	,36697248	,6893442	1	0	0	0	1	3	109
F02	,8440367	,8297067	1	0	0	1	1	3	109
F08	,11009174	,3686675	0	0	0	0	0	2	109
F09	,09174312	,3203379	0	0	0	0	0	2	109
F10	,11009174	,3686675	0	0	0	0	0	2	109
P03	,12844037	,4324974	0	0	0	0	0	3	109
P05	,24770642	,654839	0	0	0	0	0	4	109
P06	,6146789	,8596754	1	0	0	0	1	4	109
GE-A									
E04	,6301370	,9931271	1	0	0	0	1	4	73
E06	,1780822	,5094241	0	0	0	0	0	3	73
F01	,4657534	,7652558	1	0	0	0	1	3	73
F02	,9452055	1,0657602	1	0	0	1	1	4	73

Grupo	mean	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n
F08	,6438356	1,0719901	1	0	0	0	1	4	73
F09	,2328767	,5405899	0	0	0	0	0	2	73
F10	,8219178	1,2398753	1	0	0	0	1	4	73
P03	,1506849	,5693864	0	0	0	0	0	4	73
P05	,9452055	1,1412762	1	0	0	1	1	4	73
P06	1,11643836	1,2584569	2	0	0	1	2	4	73

Resumen numérico de cada una de las preguntas del cuestionario VHI-10 para los grupos GE-NA y GE-A

De acuerdo con la falta de normalidad en cada una de las muestras, se considera que el t-test no es adecuado para comparar ambas poblaciones, por lo que se decide comparar como es la distribución a través del test no paramétrico para datos independientes Mann-Whitney-Wilcoxon (WMW), así como, se obtendrá el tamaño del efecto, lo que nos permitirá saber, además de la significancia, si la diferencia es importante o débil, calculado a partir del Z-factor.

Tabla 5. Resultado tras aplicar test Mann-Whitney-Wilcoxon (WMW)

VHI-10	Estadístico Z	p-valor	IC (95%)	Tamaño del efecto
E04	3,6040	,0002671	[0 - 0]	,2671463
E06	2,8209	,0048870	[0 - 0]	,2090990
F01	,77944	,4371000	[0 - 0]	,0577759
F02	,15057	,8854000	[0 - 0]	,0111610
F08	4,3782	,00007063	[0 - 0]	,3245338
F09	1,9876	,0437700	[0 - 0]	,1473307
F10	4,9882	3,424E-07	[0 - 0]	,3697500
P03	-0,085971	,9602000	[0 - 0]	,0063726
P05	5,3358	5,576E-08	[0 - 1]	,3955158
P06	3,0076	,002534	[0 - 1]	,2229381

Las diferencias entre los dos centros educativos fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en 7 de las 10 cuestiones planteadas en el cuestionario VHI-10 con un tamaño del efecto observado, por lo general, entre débil y moderado. (Tabla 5).

Por otro lado, el estudio de las puntuaciones medias ha ayudado a concluir que los sujetos que proceden de GE-A encuentran mayores dificultades vocales ya que presentan medias considerablemente más elevadas, como puede observarse en la siguiente figura (Figura 5).

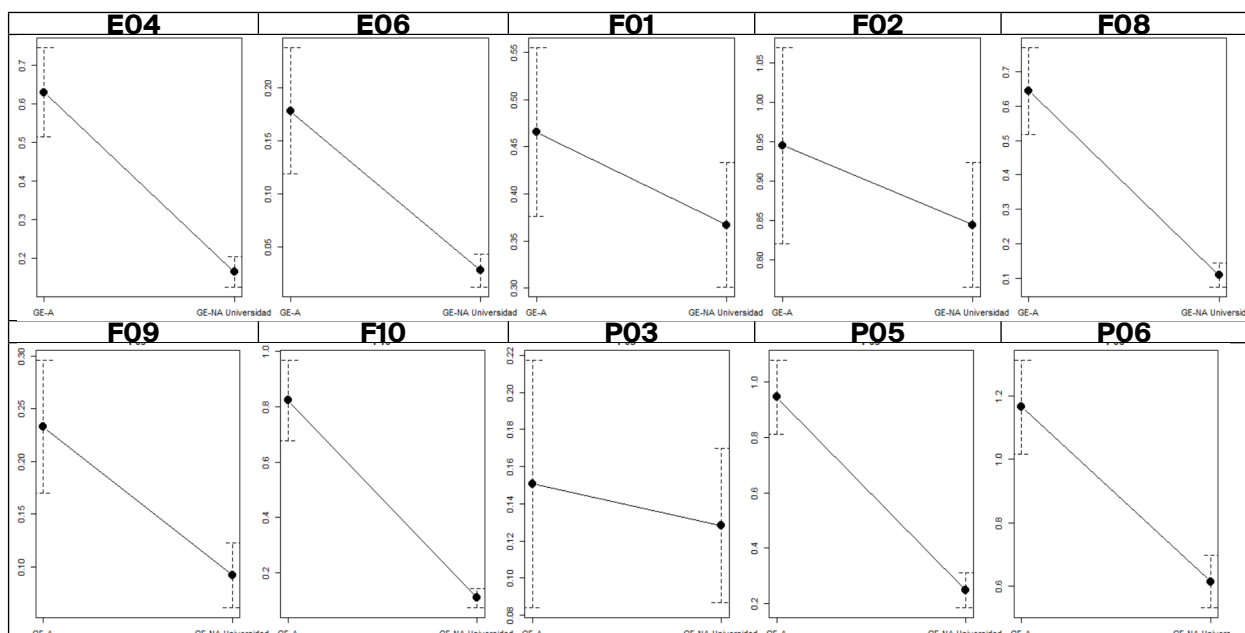


Figura 5. Puntuaciones medias de cada pregunta del cuestionario VHI-10 por grupo educativo.

Método 2. El objetivo de este segundo método consistió en analizar si existían diferencias tanto en la alteración funcional como en los parámetros FO, P08 y P09 del análisis biomecánico de la voz entre los participantes bajo estudio. Atendiendo, nuevamente, a encontrar diferencias dependiendo del tipo de grupo educativo.

a) **Índice de alteración funcional:** Como se ha comentado con anterioridad, el grado de alteración vocal se puede clasificar en tres categorías: normal, alteración moderada y alteración severa. En el caso de la alteración moderada o severa, para nuestro estudio, se considera que el sujeto presenta alteración funcional, (Cardoso et al., 2021), por lo que el nuevo propósito es verificar si existe una relación entre presentar alteración funcional (moderada o severa) con el grupo educativo. Para ello, se ha utilizado la prueba de la Chi-cuadrado, y la V de Cramer para analizar el tamaño de la asociación.

Tabla 6. Distribución de sujetos/grupo por alteración funcional

Trastorno vocal / Grupo educativo	NO Alteración funcional	(%)	Si Alteración funcional	(%)	Total general
GE-NA	102	94%	7	6%	109
GE-A	59	81%	12	16%	73
Total general	161	88%	21	12%	182

Los resultados confirman que existe una asociación entre presentar o no alteración funcional con el centro educativo ($\chi^2 = 5.7759$, $gl = 1$, $p - \text{valor} = 0.01625 < 0.05$), con una débil intensidad en la asociación (Cramer's $V = 0.196$). (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados Chi2

	Estadístico Chi2	GL	p-valor	V de Cramer
Alteración funcional	5,7759	1	,01625	,196

Con el fin de investigar si esta diferencia significativa puede ser debida al sexo de los participantes, se ha tratado de realizar el análisis diferenciando por sexo. En este caso la distribución de los participantes resulta ser del siguiente modo:

Tabla 8. Distribución de participantes

	Hombres		Mujeres		
	No	Si	No	Si	
GE-A	29	2	GE-A	30	12
GE-NA	45	4	GE-NA	57	3

En el caso del grupo de los hombres, el análisis no se puede realizar correctamente, ya que, para el grupo de presentar alteración funcional, en ninguno de los dos grupos educativos se llega al mínimo de 5 participantes.

En el caso del grupo de las mujeres, aunque nos encontramos con 3 personas que presentan alteración funcional en el grupo de Educación no Artística (GE-NA), se ha podido aplicar el test de la Chi2 dando como resultado la existencia de diferencias a la hora de presentar alteración funcional dependiendo del centro educativo ($\chi^2 = 9.1451$, $gl = 1$, $p - \text{valor} = 0.0025 < 0.05$) con un tamaño del efecto moderado (Cramer's $V = 0.328$) (Tabla 9).

Tabla 9. Resultados Chi2 y tamaño del efecto en mujeres

	Estadístico Chi2	GL	p-valor	V de Cramer
Alteración funcional	9,1451	1	,0025	,3280

b) **Frecuencia fundamental (FO), tensión en las cuerdas vocales (P08) y fuerza de cierre glótico (P09).** Para el estudio de estos tres parámetros es necesario dividir la muestra de cada grupo educativo en función del sexo, ya que, dependiendo del sexo del participante, los umbrales de patología de cada uno de los parámetros varían. (Tabla 10).

Por lo tanto, en este sentido, tendremos para cada uno de los parámetros mencionados, 4 subconjuntos a analizar 2 a 2:

- o Mujeres del GE-NA vs Mujeres del GE-A
- o Hombres del GE-NA vs Hombres del GE-A

Tabla 10. Rango de valores para cada parámetro

	Hombre	Mujer
FO	95 - 159	160 - 260
P08	,69 - 45	,46 - 44
P09	43 - 2.100	40 - 1.360

b.1) **Mujeres del GE-NA vs Mujeres del GE-A:** Se quiere determinar si existen evidencias significativas de que la frecuencia en el tono de voz con el que hablamos (FO), la tensión en las cuerdas vocales (P08) y la fuerza del cierre glótico (P09) es diferente en función del grupo educativo.

En la siguiente tabla (Tabla 11) se describe cómo es el comportamiento de cada uno de los parámetros por grupo educativo, a través de la media y la desviación estándar (sd), así como, a través de los cuartiles y el rango intercuartílico que nos ayudan a identificar la dispersión y la tendencia central de los datos.

Tabla 11. Resumen FO, P08, P09 por grupo educativo -mujeres

	mean	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n
FO									
GE-A	242	37	46	170,9	215,9	241,7	262	350	42
GE-NA	214	22	28,9	169	198,4	212	227,3	256,4	60
P08									
GE-A	64	92	72	1,4	7,6	31,9	80	497,9	42
GE-NA	30	41	28,625	1	4,075	14	32,7	170,9	60
P09									
GE-A	4.101	6.213	5.015	63,7	442,18	1.612	5.457	34.293	42
GE-NA	1.938	2.721	1.960,98	68,2	232,9	807	2.193,88	11.333	60

Resultados FO. Aplicando el test de Shapiro-Wilk podemos asumir que ambas poblaciones siguen una distribución normal, pero no podemos asumir igualdad en las varianzas, por lo que es necesario aplicar el t-test con la corrección de Welch, obteniendo un p-valor < 0.05 , por lo que podemos verificar que existen diferencias en los valores medios de la frecuencia en el tono fundamental de la voz (FO) en función del grupo educativo, siendo más elevada en GE-A, con un tamaño de efecto medido por la d-Cohen grande (0,973) (Tabla 12).

Resultados P08 y P09. La ausencia de normalidad puede desaconsejar el uso de pruebas paramétricas de contraste. La prueba de la t de Student precisa que la distribución sea normal, pero cuando la muestra es grande ($n > 80$) puede emplearse con cierta seguridad. Aplicando la prueba de la t de Student, en ambos casos, se ha obtenido con un p-valor < 0.05 , la existencia de diferencias significativas en los valores promedios atendiendo al grupo educativo. Por lo que podemos verificar, por un lado, que existen diferencias en los valores promedios en el nivel de tensión de las cuerdas vocales cuando hablamos (P08) con un tamaño de efecto moderado (d-Cohen = 0.5044) y por otro, que existen diferencias en los valores promedios en la fuerza del cierre glótico (P09) con un tamaño del efecto débil en este caso (d-Cohen = 0.4812). Siendo considerablemente más elevada en ambos casos en GE-A (Tabla 12).

Tabla 12. Resultados de aplicar t-Student en los parámetros FO, P08, P09 en mujeres

Parámetros	Estadístico t	GL	p-valor	IC (95%)	Cohens' d
FO	4,4373	60,978	,00003884	[15,552250 - 41,067270]	,9731031
P08	2,2247	52,532	,03042000	[3,3058470 - 64,012724]	,5044785
P09	2,1183	52,099	,03893000	[114,14120 - 4211,8159]	,4812868

b.2) **Hombres del GE-NA vs Hombres del GE-A:** Se quiere determinar si existen evidencias significativas de que la frecuencia en el tono de voz con el que hablamos (FO), la tensión en las cuerdas vocales (P08) y la fuerza del cierre glótico (P09) es diferente en función del grupo educativo.

En la siguiente tabla (Tabla 13) se describe cómo es el comportamiento de cada uno de los parámetros por grupo educativo, a través de la media y la desviación estándar (sd), así como, a través de los cuartiles y el rango intercuartílico que nos ayudan a identificar la dispersión y la tendencia central de los datos.

Tabla 13. Resumen FO-P08-P09 por grupo educativo - hombres

	mean	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n
FO									
GE-A	136	25	25	100	120,35	127,8	146	219,4	31
GE-NA	113	17	26,7	86	98,9	113	125,6	150	49

	mean	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n
P08									
GE-A	43	83	40	1	4,85	15,5	44	456,7	31
GE-NA	34	55	32,6	1	6,7	10	39,3	256	49
P09									
GE-A	2.955	5.938	2.612	48,8	311,5	1022	2.924	32594	31
GE-NA	2.203	3.664	1949,8	74	347,9	693	2297,7	17678	49

Resultados FO, P08 y P09. De acuerdo con la falta de normalidad en la distribución de las muestras de los tres parámetros, se considera que el t-test no es adecuado para comparar ambas poblaciones, por lo que recurrimos nuevamente al test no paramétrico para datos independientes Mann-Whitney-Wilcoxon (WMW).

A diferencia del grupo de las mujeres, en el grupo de los hombres, solo podemos verificar diferencias significativas (p -valor < 0.05) en los valores medios de la frecuencia en el tono fundamental de la voz (FO) en función del grupo educativo, siendo más elevada en GE-A, con un tamaño de efecto medido por el Z-factor moderado (0,4781) (Tabla 14).

Tabla 14. Resultado del test Mann-Whitney-Wilcoxon. Parámetros FO, P08, P09 en hombres

Parámetros	Estadístico W	p-valor	Z-factor
FO	4,2765	,000009509	,47810000
P08	,41479	,6818	,04637493
P09	,45922	,6515	,05134236

Aspectos éticos

Este estudio fue aprobado por el Comité de ética de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, número de aprobación 0705202011320 y su respectivo consentimiento informado.

Limitaciones

Encontramos una limitación en el presente estudio en cuanto que al analizar si la diferencia significativa en los valores de alteración funcional (entre grupos) puede ser debida al sexo de los participantes. Observamos en la distribución que para el grupo de los hombres el análisis no se puede realizar adecuadamente puesto que en ninguno de los grupos educativos la muestra llega al mínimo de 5 participantes, por lo que planteamos un siguiente estudio aumentando la muestra y analizar el comportamiento.

Por otro lado, analizando en detalle los valores de los tres centros del grupo GE-A encontramos que el resultado del grado de alteración funcional es más elevado en el centro de interpretación vocal de estilo lírico (Conservatorio profesional de Música - Músico Zirvad de Córdoba) que en los dos centros de interpretación vocal de estilo teatro y teatro musical (Real Escuela Superior de Arte Dramático de Madrid y Estudio de Interpretación Codina de Madrid), resultando un grupo general homogéneo pero con el citado desplazamiento. Por tanto, sugerimos una nueva línea de estudio en la que se aumente la muestra y se comparen resultados de los diferentes integrantes del grupo1 de la clasificación de la voz profesional encontrada en la literatura (Morawska & Niebudek-Bogusz, 2017), "Intérpretes vocales: cantantes y actores".

No obstante, los descubrimientos obtenidos sirven como primer contacto para continuar las líneas de investigación.

Discusión

Los resultados del cuestionario VHI-10 nos han manifestado que el conjunto de sujetos procedentes del grupo educativo artístico (GE-A) muestran una peor percepción de la calidad de su voz respecto a los sujetos procedentes del grupo educativo no artístico (GE-NA). Este hecho está asociado a que los alumnos y profesores del grupo GE-A presentan una mayor sobrecarga vocal debido al requerimiento de su profesión (Koufman & Isaacson, 1991).

A partir del análisis de la alteración funcional cómo parámetro de cribado hemos podido corroborar las diferencias percibidas por grupos educativos. De este modo, podemos decir que, los resultados del análisis de la alteración funcional nos han advertido de la repercusión que tiene la sobrecarga vocal por el uso recurrente de la voz (Hunter et al., 2020; Whiting et al., 2015) en los sujetos que proceden de un grupo educativo artístico (GE-A). Así mismo, se ha podido demostrar una mayor influencia en el grupo de las mujeres (Marchese et al., 2022), siendo la muestra del grupo de los hombres insuficiente para este estudio.

En cuanto a la alteración en los correlatos biomecánicos FO, P08 y P09, se ha podido comprobar que los sujetos del sexo femenino son los más afectados a la hora de presentar alteraciones vocales (Castillo et al., 2015; Da Costa et al., 2012; Marchese et al., 2022), encontrando diferencias significativas atendiendo al grupo educativo, siendo los valores mucho más elevados dentro del grupo educativo artístico (GE-A) respecto del grupo educativo no artístico (GE-NA). Los resultados, además, nos han mostrado que existe una alta asociación entre el valor de la frecuencia en el tono fundamental de la voz (FO) con el tipo de grupo educativo. Sin embargo, en sujetos de sexo masculino solo han resultado ser significativos en el caso del parámetro FO.

Conclusiones.

A través de este estudio, podemos concluir que de los datos obtenidos en los análisis biomecánicos y de la prueba perceptual VHI-10, el conjunto de alumnos y profesores del grupo de educación artística (GE-A) tiene un perfil de mayor desequilibrio en la dinámica de los pliegues vocales durante la fonación producido por la elevada demanda vocal en su disciplina. Los sujetos perciben incapacidad vocal, inseguridad en la emisión, dificultad para la comunicación y advierten repercusiones emocionales.

Asimismo, consideramos que la excesiva demanda vocal (Hunter et al., 2020) de alumnado y docentes en especialidades comunicativas de las artes, es la responsable del aumento en la carga vocal produciendo además de alteración funcional, la consiguiente fatiga vocal (Whitling et al., 2015) variando los valores de normalidad de la FO (Jackson-Menaldi, 2019) favoreciendo el aumento de tensión y rigidez en los pliegues vocales (Zhang, 2016) y en consecuencia la modificación de los parámetros de tensión y fuerza de cierre glótico, P08 y P09 respectivamente.

A raíz de la información alcanzada, observamos que se debe prestar atención muy especial al cuidado de la voz tanto en los grupos GE-NA como en GE-A, realizando revisiones periódicas por el especialista médico, así como en consulta del logopeda para prevenir y corregir erróneos patrones vocales, e implementar programas de formación técnica para dotar de herramientas que eleven la resistencia vocal.

Encontramos el análisis biomecánico de la voz, para el logopeda, como una herramienta sencilla, poco invasiva y eficaz, que facilita el cribado, la derivación a especialista y seguimiento del estado de salud vocal de los pacientes principalmente integrados en los sectores con elevada carga vocal (Vilkman, 2004).

Conflicto de intereses

El autor Roberto Fernández-Baillo Gallego de la Sacristana, ha participado en el desarrollo y es propietario de la herramienta utilizada en la presente investigación. La participación en el trabajo ha consistido exclusivamente en facilitar la licencia y los recursos técnicos con los que se ha realizado en el estudio y que han posibilitado el material y métodos del trabajo. No ha participado en modo alguno en alguno de los siguientes procesos: a) toma de muestras, b) obtención de resultados, c) discusión de los resultados y d) conclusiones.

Referencias

- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. A., & Miranda-Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: La población de estudio. *Revista Alergia México*, 62(2), 201-206. <https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/181/309>
- Beeman, S. A. (2017). Perceptions of voice teachers regarding students' vocal behaviors during singing and speaking. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 31(1), 111.e19-111.e28. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.02.007>
- Behlau, M., Zambon, F., & Madazio, G. (2014). Managing dysphonia in occupational voice users. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 22(3), 188-194. <https://doi.org/10.1097/MOO.0000000000000047>
- Bhattacharyya, N. (2014). The prevalence of voice problems among adults in the united states. *The Laryngoscope*, 124(10), 2359-2362. <https://doi.org/10.1002/lary.24740>
- Cardoso I. (2021). Análisis biomecánico de la voz en el estudio del ciclo de vibración de los pliegues vocales y su patología. (Doctoral dissertation, Universidad Europea de Madrid)
- Cardoso, I., Fernández-Baillo, R., Frutos, B., Vittar, C., & Rodríguez, A. (2021). Biomechanical analysis of the pattern of vocal production in students of interpretation. *Anales de Otorrinolaringología Mexicana*, 66(1), 15-25. <https://doi.org/10.24245/aorl.v66i1.4602>
- Cardoso, I., Fernández-Baillo, R., Rodríguez, A., Aparicio, G., & Hurtado, E. (2021). Sensibilidad del análisis biomecánico como nueva herramienta para el cribado de la disfonía. *Revista De La Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 30(1) <https://bit.ly/3NWU4HL>
- Castillo, A., Casanova, C., Valenzuela, D., & Castanon, S. (2015). Prevalencia de disfonía en profesores de colegios de la comuna de Santiago y factores de riesgo asociados. *Ciencia y Trabajo*, 17(52), 15-21. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492015000100004>
- Cobeta, I., Nuñez, F., & Fernández, S. (2013). Patología de la voz (1ª ed.). Marge Médica Books.
- Cuetos, F., González, J., & de Vega, M. (2015). Psicología del lenguaje. Editorial Medica Panamericana.
- Da Costa, V., Prada, E., Roberts, A., & Cohen, S. (2012). Voice disorders in primary school teachers and barriers to care. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 26(1), 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.09.001>
- Farias, P. (2016). Guía clínica para el especialista en laringe y voz (1ª ed.). Akadia.
- Farias, P. (2021). La disfonía ocupacional (2ª ed.). Akadia
- Fujiki, R. B., & Sivasankar, M. P. (2017). A review of vocal loading tasks in the voice literature. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 31(3), 388.e33-388.e39. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.09.019>
- García-lopez, I. (2018). Evaluación del paciente con disfonía. *Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*. <https://bit.ly/3BI5pK5>
- Gerhard, J. (2016). A review of training opportunities for singing voice rehabilitation specialists. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 30(3), 329-333. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.03.020>
- Hunter, E. J., Cantor-Cutiva, L. C., van Leer, E., van Mersbergen, M., Nanjundeswaran, C. D., Bottalico, P., Sandage, M. J., & Whitling, S. (2020). Toward a consensus description of vocal effort, vocal load, vocal

- loading, and vocal fatigue. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(2), 509-532. https://doi.org/10.1044/2019_JSLHR-19-00057
- Jackson-Menaldi, M. C. (2019). *La voz normal y patológica. Diagnóstico y tratamiento de la patología vocal* (1ª ed.). Editorial medica Panamericana.
- Koufman, J. A., & Isaacson, G. (1991). The spectrum of vocal dysfunction. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 24(5), 985-988. <https://bit.ly/3BnvXua>
- Le Huche, F., & Allali, A. (2004). *Anatomía y fisiología de los órganos de la voz y el habla* (2ª ed.). ELSEVIER-MASSON.
- Letho, L. (2007). Occupational voice: Studying voice production and preventing voice problems with special emphasis on call-centre employees (Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy). <https://bit.ly/41wkzXF>
- Marchese, M. R., Longobardi, Y., Di Cesare, T., Mari, G., Terruso, V., Galli, J., & D'Alatri, L. (2022). Gender-related differences in the prevalence of voice disorders and awareness of dysphonia. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 42(5), 458-464. <https://doi.org/10.14639/0392-100X-N2018>
- Morawska, J., & Niebudek-Bogusz, E. (2017). Risk factors and prevalence of voice disorders in different occupational groups – a review of literature. *Audiology and Phoniatrics Department Nofer Institute of Occupational Medicine*, 16(3), 94-102.
- Naranjo Pereira, M. (2005). Perspectivas sobre la comunicación. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas En Educación"*, 5, 1-32. <https://bit.ly/3LGwa21>
- Nguyen, D. D., Chacon, A. M., Novakovic, D., Hodges, N. J., Carding, P. N., & Madill, C. (2022). Pitch discrimination testing in patients with a voice disorder. *Journal of Clinical Medicine*, 11(3), 584. <https://doi.org/10.3390/jcm11030584>
- Nuñez-Batalla, F., Corte-Santos, P., Señaris-Gonzalez, B., Llorente-Pendas, J. L., Gorriz-Gil, C., & Suarez-Nieto, C. (2007). Adaptación y validación del índice de incapacidad vocal (VHI-30) y su versión abreviada (VHI-10) al español. *Acta Otorrinolaringológica Española*, 58(9), 386-392. [https://doi.org/10.1016/S0001-6519\(07\)74954-3](https://doi.org/10.1016/S0001-6519(07)74954-3)
- Primov-Fever, A., Roziner, I., & Amir, O. (2022). Songbirds must sing: How artistic voice users perceive their voice in times of COVID-19. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 36(4), 586.e1-586.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.07.030>
- Stemple, J. C., & Hapner Edie, R. (2019). *Voice therapy clinical case studies* (Fifth edition ed.). Plural Publishing, Inc.
- Titze, I. R., Lemke, J., & Montequin, D. (1997). Populations in the U.S. workforce who rely on voice as a primary tool of trade: A preliminary report. *Journal of Voice*, 11(3), 254-259. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(97\)80002-1](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(97)80002-1)
- Titze, I., Hunter, E., & Vec, J. (2007). Voicing and silence periods in daily and weekly vocalizations of teachers. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 121(5), 3201. <https://doi.org/10.1121/1.4782470>
- Verdolini, K., & Ramig, L. O. (2001). Review: Occupational risks for voice problems. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 26(1), 37-46. <https://doi.org/10.1080/14015430119969>
- Vilkman, E. (2000). Voice problems at work: A challenge for occupational safety and health arrangement. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 52(1-3), 120-125. <https://doi.org/10.1159/000021519>
- Vilkman, E. (2004). Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. *Folia Phoniatrica Et Logopaedica*, 56(4), 220-253. <https://doi.org/10.1159/000078344>
- Whitling, S., Rydell, R., & Lyberg Åhlander, V. (2015). Design of a clinical vocal loading test with long-time measurement of voice. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 29(2), 261.e13-261.e27. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.07.012>
- Zhang, Z. (2016). Mechanics of human voice production and control. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 140(4), 2614. <https://doi.org/10.1121/1.4964509>

