

Examen de la función vocal y análisis acústico de 905 docentes de La Rioja

J. Preciado*, C. Pérez*, M. Calzada*, P. Preciado**

*Servicio ORL. Hospital San Millán-San Pedro. Logroño. La Rioja. **Logopeda.

Resumen: *Objetivo:* Examen de la función vocal y análisis acústico de 905 docentes. *Diseño:* Estudio de 576 casos y 329 controles. *Pacientes:* 905 docentes de La Rioja: 589 mujeres y 316 hombres. *Método:* Cuestionario estandarizado, examen ORL y de la función vocal, vídeolaringoestroboscopia y análisis acústico de la voz con MDVP. *Resultados:* La prevalencia de los trastornos de la voz en el personal docente de La Rioja fue de un 57%. Las lesiones más frecuentes fueron: la sobrecarga vocal (18%) las lesiones nodulares (14%) y la disfonía hiperfuncional (8%). El examen funcional de la voz fue más patológico en los docentes disfónicos que en los docentes normales. Las perturbaciones de la frecuencia y de la amplitud eran mayores en los docentes disfónicos que en los docentes normales. Escasa relación entre los algoritmos del análisis de la voz MDVP y la valoración subjetiva de la voz GBAS. *Conclusiones:* La alta prevalencia de la patología vocal en el personal docente aconseja realizar una revisión anual de todos los docentes.

Palabras clave: Trastornos de la voz. Estudio de casos y controles. Prevalencia. Incidencia. Docentes. Examen de la función vocal. Análisis acústico. Videolaringoestroboscopia. Nódulos vocales. Disfonía funcional. Laringe.

Function vocal examination and acoustic analysis of 905 teaching staff of La Rioja. Spain

Abstract: *Objective:* Examination of the vocal function and acoustic analysis in 905 teachers in La Rioja. *Design:* A case control study: 576 cases and 329 controls. *Patients:* 905 teaching staff of La Rioja: 589 female and 316 male. *Methods:* All teachers filled in a standard questionnaire, ENT and vocal function examination, videolaryngostroboscopy and acoustic analysis with MDVP. *Results:* The prevalence of voice disorders among teaching staff was 57%. The most prevalent lesions were: vocal overefforts (18%) nodular lesions

(14%) and hyperfunctional dysphonia (8%). The prevalence of vocal symptoms was 79%. A pathological vocal function was found more frequent among dysphonic teachers than among normals. Frequency perturbations and amplitude perturbations were bigger among dysphonic teachers than among normals. Poor correlations were found between algorithms of acoustic analysis with MDVP and perceptual evaluation GRBAS. *Conclusions:* It is advisable to carry out a yearly clinical evaluation of all teaching staff because of the high prevalence of voice disorders among them.

Key words: Voice disorders. A case control study. Prevalence. Incidence rate. Teachers. Function vocal examination. Acoustic analysis. Videolaryngostroboscopy. Vocal nodules. Functional dysphonia. Larynx.

INTRODUCCIÓN

La voz es un fenómeno complejo en el que intervienen distintos elementos y sistemas y es el resultado de un ajuste perfecto y armonioso de todo el cuerpo: el aparato respiratorio, la laringe, las cavidades de resonancia y los órganos articuladores, la posición y equilibrio del cuerpo, y todo controlado con exquisita precisión por el sistema nervioso. Cada uno de estos elementos precisa de una metodología diferente al valorar su función en la producción de la voz.

Los trastornos de la voz, habitualmente denominados con el nombre genérico de disfonías cuando se deben a una patología laríngea, traducen la presencia de un mal funcionamiento de la voz en sus aspectos más generales. Las disfonías son procesos patológicos muy frecuentes entre los profesionales de la voz, especialmente los de la enseñanza, como bien recogen Mattiske et al¹ en su revisión de los artículos publicados sobre la patología vocal en docentes. La prevalencia de los trastornos de la voz en el personal docente de Logroño fue de un 17,7% (IC: 12%-25%)².

En los últimos 15 años el análisis acústico de la voz ha alcanzado un gran desarrollo y cada día es más frecuente que el clínico disponga de un programa informático para realizar el seguimiento de los pacientes disfónicos. No obstante, algunos autores cuestionan la consistencia de los resultados obtenidos con estos programas al realizar varias mediciones seguidas en el mismo paciente³⁻⁵ y otros ponen

Correspondencia: Julián Preciado
Servicio de ORL
Hospital San Millán-San Pedro
C/ Autonomía de La Rioja, 3
26004 Logroño
E-mail jpreciado@hsm.seris.es ó med006118@saludalia.com
Fecha de recepción: 27-10-2004
Fecha de aceptación: 21-2-2005

de manifiesto la limitaciones de este análisis y la necesidad de normalizar la metodología de todo el proceso desde la grabación, procesado de la señal, selección de la muestra de voz y algoritmos utilizados en el análisis de la voz⁶.

Durante 3 años el Servicio de Otorrinolaringología del Complejo Hospitalario San Millán-San Pedro y de La Rioja llevó a cabo un proyecto de investigación financiado por el Fondo de Investigación Sanitaria 00/0909 sobre los trastornos de la voz en el personal docente de La Rioja. Fruto de este proyecto de investigación es este trabajo.

Cuando diseñamos nuestro proyecto de investigación en el año 2000 nos planteamos conocer los índices de prevalencia e incidencia de los trastornos de la voz en el personal docente de La Rioja, analizar los factores de riesgo que inciden en la patología vocal, así como evaluar la función vocal de los docentes, realizar el análisis acústico de la voz y la exploración de la laringe mediante videolaringoestroboscopia.

El objeto de este trabajo es valorar la importancia de las medidas instrumentales en el diagnóstico de los pacientes disfónicos, comparar sus resultados con los de la valoración subjetiva y seleccionar de entre todos ellos los más adecuados por su utilidad en el estudio de la función vocal.

PACIENTES

Realizamos un estudio de casos y controles en 905 docentes de La Rioja: 492 habían sido elegidos de forma aleatoria y 413 acudieron voluntariamente.

Según la documentación proporcionada por la Dirección General de Gestión Educativa de La Rioja en el curso escolar 2000-2001 habían 47.997 estudiantes y 3.463 docentes que trabajaban en 133 centros de enseñanza. El 63% de los docentes de La Rioja son mujeres. El 75% de los maestros de La Rioja que imparten sus clases en los niveles de educación infantil o de educación primaria son mujeres. El 60% de los profesores y los maestros de educación secundaria son mujeres.

El tamaño de la muestra aleatoria lo calculamos con el programa informático CTM⁷ para una población global de 3.113 docentes (350 docentes menos porque varios colegios privados no nos enviaron sus listados de profesores y no pudimos elegir a nadie de forma aleatoria) una probabilidad del 17,7% según Preciado², un error alfa de ± 2 , un intervalo de confianza del 95% y una K de 1,96.

De los 913 docentes elegidos aleatoriamente 527 rellenaron nuestro cuestionario (el 57% de la muestra elegida) y completaron el estudio acudiendo a nuestra consulta en el Hospital San Millán-San Pedro de Logroño 492 docentes (el 52% de la muestra elegida), de los que 303 eran mujeres y 189 eran hombres.

Por otra parte informamos a los directores de colegios, los sindicatos y la propia Dirección General de Gestión Educativa mediante reuniones, cartas o conferencias de exposición a los propios docentes del estudio que íbamos a llevar a cabo e invitamos a todos los docentes de La Rioja,

tuviesen o no patología vocal, a que participasen en el estudio. Esto favoreció que 525 docentes (365 mujeres y 127 hombres) nos enviaran sus cuestionarios contestados aunque sólo 413 de ellos (286 mujeres y 127 hombres) acudieron de forma voluntaria a nuestra consulta para terminar el estudio.

MÉTODO

En la selección de los casos, pacientes con patología vocal, utilizamos los siguientes criterios de inclusión: todos eran profesionales de la enseñanza en la Comunidad Autónoma de La Rioja, referían síntomas frecuentes de hiperfunción vocal (molestias faríngeas o tirantez de cuello, picor y carraspeo, cambio en el tono y timbre de voz, interrupciones durante el habla, fonastenia), tenían una voz disfónica y presentaban lesiones estructurales visibles en las cuerdas vocales o una función vocal anormal.

Respecto a los criterios seguidos en el diagnóstico endoscópico de las patologías laríngeas, nosotros al igual que Bouchayer y Cornut⁸, consideramos que los nódulos verdaderos, pseudo-quiste seroso y edema fusiforme, son lesiones nodulares, ya que se localizan en el punto medio de la cuerda vocal membranosa, punto nodular, donde la amplitud y desplazamiento de las cuerdas vocales es mayor. En el examen de la laringe bajo luz continua y luz estroboscópica seguimos los criterios de Hirano y Bless⁹.

El estudio constaba de los siguientes apartados: cuestionario protocolizado; exploración funcional de la voz¹⁰ con 3 subapartados: (a) características acústicas y preceptuales de la voz, (b) examen del comportamiento vocal general y (c) examen de la respiración; examen endoscópico y estroboscópico de la laringe; y análisis físico de la señal acústica realizado con el programa MDVP: análisis de las vocales [a] y [e].

A todos los pacientes se les realizó un examen videoscópico de la laringe y se utilizó el siguiente instrumental: generador de luz estroboscópica de Wolf modelo 5052; fibroscopio Machida modelo ENT 30 P III; lente de 90° Wolf 4450-47; cámara de vídeo ILO-V-PAL; vídeo Sony modelo SOT-72P y monitor Sony modelo Trinitrón KV-M1420-E.

Las características acústicas de la voz las medimos: con un sonómetro digital modelo TES-1350-A medimos la intensidad o volumen de voz (el docente decía la palabra «cosooo», bajando la voz lo máximo posible, y la palabra «ven» como si llamase a alguien); y con el micrófono de contacto de la fuente de luz Estroboscópica y un frecuencímetro autocrómico de cuarzo (KORC AT-12, INC. Keio Electronic Lab) medimos el tono fundamental (el docente decía la palabra «casaaa» alargándola lo máximo posible) y las frecuencias mínima y máxima de la voz tras mostrarle un sonido grave o agudo con un teclado electrónico¹¹.

La calidad y el timbre vocal lo evaluamos según el método GRABAS¹² y para ello mandamos a los docentes realizar una elocución de varios minutos, como si estuviesen delante de sus alumnos en una de sus clases. Al mismo

tiempo, mientras hablaba evaluamos el tipo de ataque vocal, las resonancias y las roturas de la voz y el ritmo del habla. Asimismo, nos fijamos en la postura y verticalidad que adoptaba, la posición de los hombros, si existían signos de hipertensión de la musculatura peri-laríngea y cervical¹⁰.

El examen del modo, tipo y frecuencia de la respiración del docente mientras hablaba lo completamos con la medida de los tiempos máximos de fonación de un sonido vocálico, la [a] y de un sonido no vocálico, la [s] y a partir de ellos calculamos el índice s/a similar al índice s/z de Eckel y Boone¹³.

La exploración ORL incluía la valoración de las cavidades de resonancia y la movilidad de los elementos que intervienen en la articulación de las palabras, además de una audiometría (audiómetro Amplaid modelo 460).

La grabación de la voz la realizamos en una cabina insonorizada (EIMASA CI-40) con un micrófono unidireccional AKG-190 colocado en un soporte fijo a 15 cm de los labios, un pre-amplificador (WHOGAIN PRO modelo MCC 2200) y un grabador digital (FOSTEK modelo D-5) y recogimos las 5 vocales del idioma español, siete refranes y una lectura estándar («Platero y yo» de Juan Ramón Jiménez) además de su nombre y apellidos en cada docente.

Posteriormente estas muestras de voz se grabaron en el disco duro de un ordenador personal, procesador AMD 800 MHz, con una tarjeta DD Soundblaster live platinum de 32 bits y a una frecuencia de muestreo de 50.000 Hz. El análisis físico de las vocales [a] y [e] se realizó con el programa MDVP 5105, 2.3 (Kay Elemetrics Corporation) y seleccionamos un fragmento de 0,6 a 1 segundo de la zona más estable de la vocal, generalmente la zona media.

Los datos obtenidos se introdujeron en una base de datos y fueron procesados con el programa SPSS 11.0. Se aplicaron diversos métodos estadísticos, dependiendo del tipo de variable analizada: bondad de ajuste a una distribución normal (test de Kolmogorov-Smirnov), contraste de hipótesis para dos medias (test de *t* de Student-Fisher o el test de U de Mann-Whitney), análisis de la correlación lineal (*r* de Pearson o *r* de Spearman), análisis de frecuencias y comparación de proporciones mediante la prueba χ^2 de Pearson o su razón de verosimilitud (*likelihood ratio*) y el análisis de la varianza polinomial para un factor y el test de Scheffe para

conocer como variaban las medidas objetivas del análisis acústico respecto a los 6 grados de disfonía del GRBAS: no, leve, leve-moderado, moderado, moderado-severo y severo. Cuando las varianzas de estos subgrupos no eran homogéneas se realizó el test de Kruskal Wallis.

RESULTADOS

Participan en nuestro estudio 1.052 docentes: 525 acuden de forma voluntaria y 527 pertenecían a la muestra aleatoria de 913 docentes. De los 525 voluntarios completan el estudio 413 docentes y de los 527 aleatorios lo terminan 492. Es decir de los 1.052 docentes que nos enviaron el cuestionario contestado terminaron el estudio 905. En la tabla 1 vemos el porcentaje de docentes que presentaba patología vocal, según el género y el tipo de elección aleatoria o voluntaria. La patología vocal no era más frecuente en las mujeres que en los hombres (χ^2 : 0,212 $p>0,05$) (OR: 0,935 IC al 95%: 0,704-1,243), pero sí es más frecuente encontrar lesiones orgánicas o lesiones estructurales de las cuerdas vocales en las mujeres (32,6%) que en los hombres (10%) y en cambio en los hombres predominan las laringitis crónicas y las lesiones funcionales o disfonías funcionales, entre las que incluimos los cambios pasajeros de las cuerdas vocales que se producen tras un sobreesfuerzo vocal (tabla 2).

Datos personales y profesionales

La edad media de los docentes fue de 43,1 años (DE: 8,75) y un rango de 21 a 68 años. La media de sus años de magisterio fue de 18,8 años (DE: 9,53) y un rango de 0 a 46 años. Las mujeres docentes eran más jóvenes que los hombres (*t*: -5,03 $p<0,001$) y llevaban menos años ejerciendo (*t*: -4,35 $p<0,001$). Además, las mujeres [22,4 horas (DE: 5,76)] tenían más horas lectivas a la semana que los hombres [18,8 horas (DE: 6,14)] (*t*: 7,72 $p<0,001$) y sus alumnos eran más pequeños [10,5 años (DE: 5,94)] que los de los hombres [13,9 años (DE: 4,91)] (*t*: -8,62 $p<0,001$).

Los docentes impartían sus clases: en educación secundaria (31,5%), educación primaria (31,3%), educación infan-

Tabla 1: El género y los trastornos de la voz. Muestras aleatoria y no aleatoria

Elección	Género	Normales		Disfónicos		Total
		N	%	N	%	N
Voluntaria	Mujeres	76	26,6	210	73,4	286
	Hombres	40	31,5	87	68,5	127
	Total	116	28	297	72	413
Aleatoria	Mujeres	133	44	170	56	303
	Hombres	77	41	112	59	189
	Total	210	43	282	57	492
Total		326		579		905

Comparación de porcentajes entre mujeres y hombres: los trastornos de la voz no fueron más frecuentes en las mujeres que en los hombres tanto en la muestra aleatoria (χ^2 : 0,572 $p>0,05$) (OR: 1,153 IC al 95%: 0,797-1,668) como en la muestra de docentes voluntarios (χ^2 : 1,282 $p>0,05$) (OR: 0,768 IC al 95%: 0,487-1,210) y como en el total de docentes (aleatorios y voluntarios) (χ^2 : 0,212 $p>0,05$) (OR: 0,935 ;IC al 95%: 0,704-1,243).

Tabla 2: Resultados de la videolaringoestroboscopia realizada a 905 docentes: 589 mujeres y 316 hombres

Exploración normal	Mujeres		Hombres		Total	
	n	%	n	%	n	%
	209	35,5	117	37	326	36
Lesiones orgánicas:	n	%	n	%	n	%
Nódulos	142	24	11	3,5	153	17
Pólipos	14	2,4	8	2,5	22	2,4
Ectasias vasculares	9	1,5	5	1,6	14	1,5
Edema de Reinke	6	1	4	1,3	10	1,1
Quiste submucoso	6	1	0	0	6	0,7
Sulcus glótidis	2	0,3	0	0	2	0,2
Cicatriz o scalp de cuerda vocal	7	1,2	2	0,6	9	1
Leucoplasia	1	0,2	1	0,2	2	0,2
Sufusión submucosa	3	0,5	0	0	3	0,3
Paresia de cuerda vocal	2	0,3	0	0	2	0,2
Corpectomía previa	0	0	1	0,3	1	0,1
Total de Lesiones Orgánicas	192	32,6	32	10	224	24,8
Laringitis crónica:	n	%	n	%	n	%
Laringitis crónicas	6	1	14	4,4	20	2,2
Laringitis tabáquica	11	2	20	6,3	31	3,4
Laringitis por reflujo gastroesofágico	12	2	12	3,6	24	2,7
Total de Laringitis	29	5	46	14,6	75	8,3
Lesiones funcionales:	n	%	n	%	n	%
Sobrecarga vocal	103	17,5	63	20	166	18,3
Disfonía Hiperfuncional	46	7,8	33	10,4	79	8,7
Disfonía Hipofuncional	9	1,5	1	0,3	10	1
Voz de bandas	1	0,2	23	7,3	24	2,7
Total de lesiones funcionales	159	27	120	38	280	31

La comparación de porcentajes de los diagnósticos por videolaringoestroboscopia de la patología vocal en las mujeres y en los hombres fue (χ^2 : 152,555 $p < 0,001$) y la comparación de los diagnósticos de patología vocal entre aleatorios y voluntarios fue de (χ^2 : 28,384 $p > 0,05$).

til (16,7%), formación profesional (8,4%), educación de adultos (5%) y educación especial (3,4%).

De las condiciones ambientales de las aulas la mayoría de los docentes consideraba que su aire era más bien seco (74%), tenía polvo (90%) y había ruidos (92%) sobre todo ruido interior de la propia clase que lo producen sus alumnos al hablar (67%).

Entre sus hábitos vocales destacan: gritan con frecuencia (72%), no guardan reposo de voz tras las clases (55%) y en su trabajo alternan la voz hablada con la voz cantada (41%).

El 22% de los docentes de La Rioja había tenido episodios de disfonía antes de comenzar su carrera profesional. El 19% de los docentes tenía antecedentes de patología laríngea y el 4,2% había sido intervenido de microcirugía de laringe.

El 24% de los docentes de La Rioja fuma todos los días, el 18% bebe vino en las comidas todos los días y el 17% beben más de 3 tazas de café, té o colas al día.

Los docentes referían síntomas de parestesias faríngeas (79%), roturas de voz (44%), disfonía (41%), y/o fatiga vocal (38%). En el 95% de los casos estos síntomas son pasajeros, les duran pocas horas (36%) o de 1-5 días (31%), y aparecen al final de la semana (29%), al inicio del curso (26%) o al final del trimestre (13%). En el 75% de los docentes estos síntomas aparecen durante el curso escolar y los tienen desde hace años.

A la pregunta ¿qué síntomas vocales tiene hoy? la respuesta puede ser múltiple: los docentes refieren disfonía

(25%), sola o con uno o más síntomas vocales, fatiga vocal (23%), cambio en el tono o timbre de la voz (26%) o parestesias faríngeas (59%).

Los docentes consideran que su problema de voz es muy leve o leve (61%) o de moderada importancia (30%) y tan sólo el 9% lo ven como algo severo.

Videolaringoestroboscopia

Los diagnósticos obtenidos tras realizar la videolaringoestroboscopia de los 905 docentes que acudieron a nuestra consulta de patología de la voz los exponemos en la tabla 2. Entre las lesiones orgánicas, con cambios estructurales en las cuerdas vocales, son más frecuentes los nódulos (17%), seguido de los pólipos (2,4%), ectasias vasculares (1,5) y edema de Reinke (1%). La lesión funcional más frecuente es la sobrecarga vocal (18,3%) que se caracteriza por una leve irregularidad del borde de las cuerdas vocales, aumento de la mucosidad y de la trama vascular de la mucosa de las cuerdas vocales que tienen además un leve edema intra-cordal de color sonrosado.

La prevalencia de los trastornos de la voz fue de un 57% que para las lesiones orgánicas fue de un 20,2%, para las laringitis crónicas de un 8% y para las lesiones funcionales de un 29%. La incidencia de los trastornos de la voz fue de casi 4 casos nuevos al año por cada 1.000 docentes: 3 lesiones nodulares y 1 sobrecarga vocal.

Exploración funcional de la voz

Al realizar la exploración funcional de la voz valoramos de forma subjetiva las cualidades acústicas de la voz (tabla 3) mediante el método GRABAS, y el gesto y el ademán, así como el comportamiento funcional de los órganos que intervienen en la articulación de la palabra (tabla 4) y de forma objetiva las características físicas de la voz: intensidades mínima y máxima, el tono o frecuencia fundamental, las frecuencias mínima y máxima y la extensión de la voz en semitonos (tabla 5).

La calidad de la voz de al menos el 54% de los docentes disfónicos era normal, en un 14% estaba levemente afectada y en al menos un 10% era disfónica en grado leve-moderado. Es decir, se trata de docentes disfónicos con lesiones mínimas: nódulos, pequeños pólipos, ectasias vasculares, leuco-

plasia, laringitis crónica, etc., con una repercusión mínima sobre la calidad de su voz; o bien con una disfunción muscular: sobrecarga vocal o disfonía hiperfuncional. Incluso, en algunos casos *a priori* normales, fue la videolaringoestroboscopia quien nos descubrió la patología vocal: ectasias vasculares, sufusiones submucosas, leucoplasia, micro-nódulos, laringitis crónica. En el 98% de los docentes normales su voz era normal y 7 de ellos mostraban una disfonía leve (tabla 3).

En la tabla 4 exponemos los resultados de la exploración funcional de la voz de los 905 docentes de las variables que recogen las características de la emisión de voz, posición y comportamiento de las distintas partes del organismo durante la emisión de la voz, examen de la respiración y exploración otorrinolaringológica.

Como podemos ver en la tabla 4 tanto la función vocal de los docentes normales, en menor proporción, como la de

Tabla 3: Evaluación psicoacústica GRBAS de la voz de los 579 docentes disfónicos

	Grade		Rough		Breathy		Astenic		Strain	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
No	330	57	314	54	379	66	458	79	366	63
Leve	158	27	136	24	151	26	98	17	144	25
Leve-Moderado	71	12	113	9	42	7	17	3	58	10
Moderado	18	3	16	3	5	1	5	1	10	2
Moderado-Severo	2	0,3	0	0	2	0,3	1	0,2	1	0,2

La evaluación GRBAS de los 326 docentes normales era normal en el 98% de ellos y sólo 4 tenían un grado de disfonía leve, 6 tenían una leve voz áspera, 3 tenían una leve voz soplada, 6 una leve voz débil y 7 una leve voz forzada.

Tabla 4: Exploración funcional de la voz de 905 docentes: 326 docentes normales y 579 docentes disfónicos.
Comparación de proporciones con el test χ^2 de Pearson

	Normales		Disfónicos		Chi-cuadrado	
	n	%	n	%	LR ⁵	p
Ataque vocal duro o aspirado.	63	19	409	71	233,1	<0,001
Roturas de voz o cambio de timbre.	35	11	266	46	150,9	<0,001
Resonancias: nasal, laríngea, faríngea.	41	13	133	23	18,57	<0,01
Articulación no adecuada de las palabras.	3	1	11	2	5,56	NS
Ritmo rápido del habla, sin respiración.	26	8	126	22	35,69	<0,001
Postura del cuerpo: laxa, tensa, asimétrica.	11	3	33	6	5,17	NS
Verticalidad ¹ : lordosis, cifosis, escoliosis.	24	7	78	13	8,54	<0,05
Equilibrio incorrecto del cuerpo.	21	6	62	11	4,79	<0,05
Hombros: elevados, asimétricos, atrás, etc.	22	7	82	14	16,21	<0,01
Tensión de la musculatura ² peri-laríngea.	92	28	356	61	101,8	<0,001
Ingurgitación de las venas yugulares.	62	19	253	44	62,16	<0,001
Mandíbula: tensa, asimétrica, ATM.	7	2	22	4	3,18	NS
Lengua: macroglosia.	5	2	16	3	2,39	NS
Paladar óseo: ojival.	61	19	132	23	2,91	NS
Velo paladar: fisura, corto, úvula bífida.	33	10	142	25	38,99	<0,001
Faringe ³ : constreñida, atrófica, laxa.	27	8	90	16	12,38	<0,05
Fosas nasales ⁴ : desviación tabique.	156	48	339	59	26,1	<0,001
Respiración por boca en reposo.	33	10	39	7	3,27	NS
Respiración costal superior.	66	20	192	33	17,53	<0,001

¹La verticalidad de su cuerpo estaba alterada: aumento de la lordosis (3%), aumento de la cifosis (5%) o aumento de la escoliosis (3%). ²La tensión de la musculatura peri-laríngea afectaba a la musculatura: supra-hioidea (6%), infra-hioidea (20%), ECM (6,4%), supra e infra-hioidea (15,4%) o supra-infra-ECM (1,4%). ³La mucosa faríngea estaba atrófica en el 12% de los docentes. ⁴La exploración de sus fosas nasales: desviación septal en el 40% de los docentes, rinitis crónica hipertrófica en el 11%, pólipos nasales en el 1%, desviación septal y rinitis hipertrófica en el 2%, insuficiencia de la válvula nasal en el 0,6% y perforación septal en el 0,1%. Comparación de proporciones o test Chi-cuadrado de Pearson y su razón de verosimilitud o LR. ⁵(Likelihood Ratio) de los porcentajes obtenidos de estas variables analizadas en los docentes normales y los docentes disfónicos.

Tabla 5: Características físicas de la voz: intensidad (dB), tono (Hz), frecuencias (Hz) y extensión de la voz en semitonos. Tiempos máximos de fonación e índice s/a

580 mujeres	209 normales		380 disfónicas		CMI ¹	
	Media	DE	Media	DE	p	t
Intensidad mínima (dB)	57	5,08	57,6	4,89	NS	- 1,47
Intensidad máxima (dB)	95,2	6,53	94,3	5,99	NS	1,78
Tono de voz (Hz)	194,1	29,11	182,7	27,67	<0,001	4,70
Frecuencia mínima (Hz)	146,9	19,78	144,7	20,68	NS	1,29
Frecuencia máxima (Hz)	591,8	158,62	534,4	141,16	<0,001	4,50
Extensión de la voz (ST)	23,8	5,41	22,1	5,31	<0,001	3,74
Audiometría (ANSI)	0,37	1,69	0,39	2,09	NS	- 0,01
TMF ² de s (s)	23,3	7,42	23,8	7,09	NS	0,83
TMF de a (s)	17,9	5,40	15,6	5,23	<0,001	5,05
Índice s/a (s)	1,34	0,41	1,62	0,60	<0,001	- 6,08

316 hombres	117 normales		199 disfónicos		CMI ¹	
	Media	DE	Media	DE	p	t
Intensidad mínima (dB)	57,8	5,61	58,3	5,78	NS	- 0,75
Intensidad máxima (dB)	98,5	6,12	97,2	5,52	<0,05	1,97
Tono de voz (Hz)	115,9	19,34	114,7	23,61	NS	0,49
Frecuencia mínima (Hz)	86,53	12,44	86,40	17,64	NS	- 0,06
Frecuencia máxima (Hz)	434,3	115,44	414,3	115,74	NS	1,47
Extensión de la voz (ST)	27,5	4,76	26,6	5,53	NS	1,42
Audiometría (ANSI)	0,54	2,24	0,67	4,08	NS	- 0,31
TMF de s (s)	30,9	8,76	30,5	10,09	NS	- 0,35
TMF de a (s)	23,1	6,44	20,8	7,51	<0,01	2,82
Índice s/a (s)	1,41	0,54	1,57	0,56	<0,05	- 2,38

¹CMI o comparación de medias independientes con el test de la t de Student - Fisher. ²TMF o tiempo máximo de fonación en segundos del sonido sin voz [s] y con voz [a].

los docentes disfónicos estaba alterada en algunos de sus aspectos: ataque vocal duro, roturas de voz, ausencia de resonancias, ritmo acelerado del habla sin aire al final de la frase, no verticalidad del cuerpo, hipertensión de la musculatura cervical, ingurgitación yugular y respiración costal superior. El 59% de los docentes disfónicos y el 48% de los docentes normales presentaron anomalías en la rinoscopia anterior: desviación septal (41% los docentes disfónicos y 39% los docentes normales), rinitis hipertrófica (13% y 8%), desviación septal junto a rinitis hipertrófica (3% y 0%), pólipos nasales (1% y 1%) e insuficiencia de la válvula nasal (0,7% y 0,3% respectivamente). El test de χ^2 de Pearson mostró diferencias estadísticamente significativas entre los docentes normales y los docentes disfónicos en la mayoría de las variables del examen de la función vocal (tabla 4).

En cuanto a las características físicas de la voz, las mujeres disfónicas presentaban valores inferiores a los de las mujeres normales con diferencias estadísticamente significativas en: el tono de su voz (t: -4,70 p<0,001), la frecuencia máxima (t: -4,50 p<0,001), la extensión de la voz (t: -3,74 p<0,001) y el tiempo máximo de fonación del sonido vocálico [a] (t: -5,05 p<0,001) y valores superiores del índice s/a (t: 6,08 p<0,001). En cambio los hombres disfónicos sólo presentaban diferencias estadísticamente significativas de la intensidad máxima de la voz (t: -1,97 p<0,05), el tiempo máximo de fonación del sonido vocálico [a] (t: -2,82 p<0,01) y el índice s/a (t: 2,38 p<0,05) respecto a los hombres normales (tabla 5).

El índice de correlación entre las variables de la evaluación subjetiva de la voz GRBAS mostró que el grado de disfonía (G) se relacionaba con la voz áspera (R) (r: 0,74 p<0,01), la voz estridente (S) (r: 0,68 p<0,01), la voz soplada (B) (r: 0,65 p<0,01) y la voz débil (r: 0,5 p<0,01). Es decir, la aspereza de la voz (R), la voz soplada (B) y la voz forzada o estridente (S) estaban relacionados con el grado de disfonía de la voz (G).

Al realizar el análisis de la varianza ANOVA de las variables que analizan las características físicas de la voz según el grado de disfonía GRBAS, encontramos que la mayoría de estas variables no tenían varianzas homogéneas, incluso cuando separamos los resultados por género, por lo que elegimos el test de Kruskal Wallis. Según este test hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de la valoración subjetiva de la voz o GRBAS: no, leve, leve-moderado, moderado, moderado-severo y severo, para las variables de: intensidad máxima, extensión de la voz en semitonos (figura 1), máximo tiempo de fonación de [a] y índice s/a (figura 2) con una significación de (p<0,001) y en grado menor, según el factor analizado (GRBAS), el tono fundamental, frecuencia mínima, frecuencia máxima e intensidad mínima.

Análisis de la voz

Aunque analizamos las vocales [a] y [e] sólo expone- mos los resultados de la vocal [a] ya que es la vocal que uti-

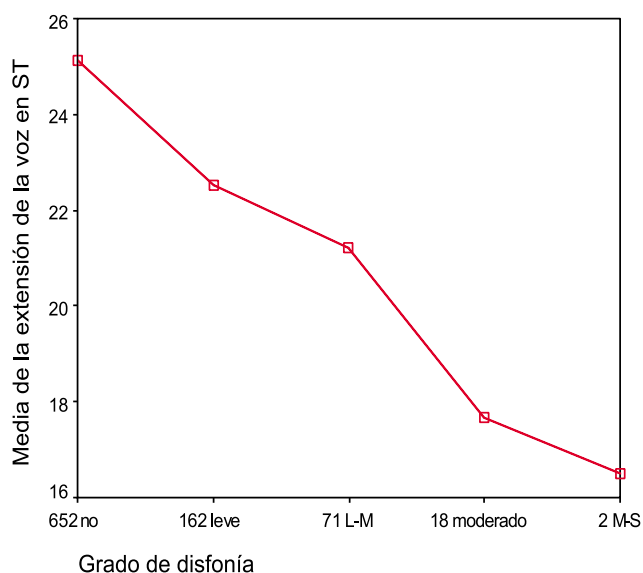


Figura 1. Extensión de la voz en semitonos según el grado de disfonía (G) en 905 docentes de La Rioja: 652 no tienen la voz disfónica, 162 la tienen en grado leve, 71 en grado leve-moderado, 18 en grado moderado y 2 en grado moderado-severo. Las diferencias entre los grupos mediante el test de Kruskal Wallis fueron estadísticamente significativas (χ^2 : 70,99 $p < 0,001$). Conforme aumenta el grado de disfonía disminuye el número de semitonos de la voz.

lizan la mayoría de los autores^{5,14,15} y nosotros no hemos encontrado que la vocal [e] sea más útil en el diagnóstico de la patología vocal ni que la correlación entre la valoración subjetiva de la voz y el análisis acústico sea mayor para la vocal [e] que para la vocal [a]¹⁶.

De los 29 algoritmos que analiza el programa MDVP

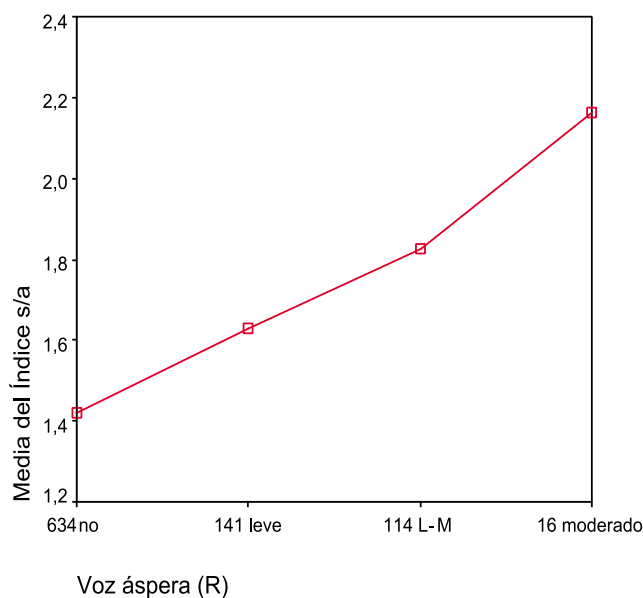


Figura 2. El índice s/a según el grado de aspereza de la voz (R) de 905 docentes de La Rioja: 634 no tienen voz áspera, 141 la tienen en grado leve, 114 en grado leve-moderado y 16 en grado moderado. Las diferencias entre los grupos mediante el test de Kruskal Wallis fueron estadísticamente significativas (χ^2 : 81,65 $p < 0,001$). Conforme aumenta la aspereza de la voz aumenta el índice s/a.

no hemos incluido los resultados de los algoritmos que analizan las interrupciones de voz (NVB y DVB) o los que analizan los segmentos sin voz (NUV y DUV) al tratarse de un fragmento central de la vocal [a] su valor fue cero. Asimismo, no incluimos los resultados del número de subarmónicos (NSH) ni del grado de subarmónicos en la señal acústica (DSH) pues en 896 de los 905 docentes no existían subarmónicos. Los resultados de las variables que analizan el temblor de la frecuencia (Fftr y FTRI) y el temblor de la amplitud (Fatr y ATRI) faltaban en 264 y 456 docentes respectivamente.

Tanto entre las mujeres como entre los hombres prácticamente todas las variables presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los docentes normales y los docentes disfónicos (tabla 6). No obstante, existía un solapamiento importante entre el grupo normal y el grupo disfónico (figura 3). En el grupo normal hubo diferencias estadísticamente significativas entre las mujeres y los hombres en las variables de frecuencia media (t : 18,59 $p < 0,001$) y su desviación estándar (t : 6,23 $p < 0,001$), así como en: jitter absoluto (t : -2,86 $p < 0,01$), shimmer en dB (t : 2,70 $p < 0,01$), shimmer en tantos por cien (t : 2,67 $p < 0,01$), variación de la amplitud (t : 4,16 $p < 0,001$) y el HNR (t : -2,06 $p < 0,05$). No obstante, las mujeres presentaron valores superiores a los de los hombres en prácticamente todos los algoritmos excepto en los que analizan el ruido en la señal (tabla 6).

El grado de relación entre los algoritmos del programa MDVP que analizaron la vocal [a] según el coeficiente de correlación ρ de Spearman fueron muy altos y significativos ($p < 0,01$) entre los algoritmos que calculan la perturbación de la frecuencia (jitter absoluto, jitter en porcentaje, RAP, PPQ, sPPQ y variación de la frecuencia o vFo) y entre los que computan las perturbaciones de la amplitud (shimmer en decibelios, shimmer en tantos por cien, APQ, sAPQ y variación de los picos de amplitud o vAm), en cambio fueron muy bajos entre los algoritmos que analizaban el componente de ruido en la señal (HNR, VTI, STI) como podemos ver en la tabla 7. Las correlaciones de la frecuencia de la voz con el resto de los algoritmos son muy bajas excepto con la desviación estándar de la propia frecuencia de la voz (r : 0,5), el jitter absoluto (r : -0,3), el NHR (r : -0,4) y el índice de fonación suave o STI (r : -0,3).

Los índices de correlación ρ de Spearman entre la calidad de la voz GRBAS y la valoración objetiva de la vocal [a] con el programa MDVP eran muy bajos y los factores G de grado de disfonía, R de voz áspera y B de voz soplada eran los mejor relacionados (r : 0,3 a r : 0,4) con los algoritmos de jitter absoluto, jitter en tantos por cien, RAP, PPQ, shimmer en decibelios, shimmer en tantos por cien y APQ (tabla 7).

Cuando realizamos el análisis de la varianza ANOVA para comparar las medias de las variables que analizan la vocal [a] según el grado de la valoración subjetiva de la voz GRBAS, encontramos que la mayoría de estas variables no tenían varianzas homogéneas, incluso cuando separamos los resultados por género, por lo que elegimos el test de Kruskal Wallis. Según este test hubo diferencias estadística-

Tabla 6: Análisis de la vocal [a] con el programa MDVP. Comparación de medias independientes entre los docentes normales y los docentes disfónicos

589 mujeres	209 normales		380 disfónicas		CMI ¹	
	Media	DE	Media	DE	t	p
F ₀ (Hz)	228,7	37,74	216,9	42,15	3,37	<0,001
DE F ₀ (Hz)	2,38	1,21	3,34	9,73	- 1,41	NS
Jit Abs (ms)	32,24	21,47	54,32	47,02	- 7,78	<0,001
Jit % (%)	0,707	0,43	1,13	0,96	- 7,31	<0,001
RAP (%)	0,427	0,26	0,677	0,56	- 7,33	<0,001
PPQ (%)	0,418	0,25	0,667	0,60	- 6,95	<0,001
sPPQ (%)	0,595	0,28	0,878	1,79	- 3,00	<0,01
vF ₀ (%)	1,03	0,47	1,47	3,24	- 2,64	<0,01
Shim (dB)	0,254	0,14	0,358	0,21	- 6,99	<0,001
Shim (%)	2,905	1,65	4,054	2,38	- 6,86	<0,001
APQ (%)	2,092	1,13	2,935	1,77	- 7,02	<0,001
sAPQ (%)	3,369	1,74	4,431	2,42	- 4,12	<0,001
vAm (%)	8,95	5,28	9,82	5,27	- 1,91	NS
NHR (dB)	0,127	0,21	0,155	0,308	- 1,34	NS
VTI (dB)	5,62E-02	1,79E-02	5,85E-02	3,29E-02	0,92	NS
SPI (dB)	6,210	4,10	8,056	5,55	- 4,58	<0,001

316 hombres	117 normales		199 disfónicos		CMI ¹	
	Media	DE	Media	DE	t	p
F ₀ (Hz)	154,7	32,46	139,1	34,67	3,95	<0,001
DE F ₀ (Hz)	1,58	0,89	2,02	2,91	- 1,58	NS
Jit Abs (ms)	41,43	30,82	66,90	56,67	- 5,17	<0,001
Jit % (%)	0,632	0,49	0,891	0,76	- 3,29	<0,001
RAP (%)	0,376	0,31	0,521	0,45	- 3,04	<0,001
PPQ (%)	0,367	0,27	0,526	0,43	- 4,00	<0,001
sPPQ (%)	0,632	0,35	0,790	0,72	- 2,22	<0,05
vF ₀ (%)	1,00	0,54	1,43	1,97	- 2,86	<0,001
Shim (dB)	0,218	0,162	0,350	0,238	- 6,90	<0,01
Shim (%)	2,494	1,11	3,927	2,61	- 6,76	<0,001
APQ (%)	1,997	0,92	3,132	1,94	- 7,01	<0,001
sAPQ (%)	3,013	1,39	4,736	3,15	- 6,67	<0,01
vAm (%)	6,80	3,93	9,24	6,55	- 4,13	<0,001
NHR (dB)	0,132	0,025	0,144	0,084	- 3,63	<0,001
VTI (dB)	5,83E-02	2,44E-02	6,12E-02	2,97E-02	- 1,10	NS
SPI (dB)	7,148	5,17	8,063	4,52	- 1,64	NS

F₀: frecuencia media en Hz. DE F₀: desviación estándar de la frecuencia. Jit Abs: jitter absoluto en microsegundos. Jit %: jitter en porcentaje. RAP: perturbación media relativa en %. PPQ: cociente de perturbación del periodo en %. sPPQ: cociente suavizado de la perturbación del periodo. vF₀: variación de la frecuencia. Shim dB: shimmer absoluto en dB. Shim %: shimmer en porcentaje. APQ: cociente de perturbación de la amplitud en %. sAPQ: cociente suavizado de la perturbación de la amplitud en %. vAm: variación de la amplitud. NHR: componente de ruido entre los armónicos en dB. VPI: índice de turbulencia en la voz. SPI: índice de fonación blanda.

¹CMI o comparación de medias independiente con el test de Student-Fisher.

mente significativas entre los grupos de la valoración subjetiva de la voz o GRBAS: no, leve, leve-moderado, moderado, moderado-severo y severo, para las variables de: desviación estándar de la frecuencia, jitter absoluto, jitter en tantos por cien, RAP, PPQ, sPPQ, variación de la frecuencia, shimmer en decibelios, shimmer en tantos por cien, APQ, sAPQ, variación del pico de amplitud, HNR e índice de fonación suave con una significación de ($p < 0,001$). No ocurría lo mismo con las variables de frecuencia media, temblor de la frecuencia e índice de turbulencia en la voz ($p > 0,05$) para el grado de disfonía (G) y voz áspera (R), aunque en el caso de voz soplada (B), voz débil (A) y voz forzada (S) tanto la frecuencia media como el índice de turbulencia en la voz mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los grupos.

DISCUSIÓN

Prevalencia e incidencia de los trastornos de la voz

Es imposible conocer la prevalencia exacta de los trastornos de la voz en los profesionales de la enseñanza sino elegimos una muestra aleatoria entre población docente y si además de contestar a un cuestionario no corroboramos la existencia de una patología vocal mediante métodos objetivos, como es la videolaringoestroboscopia¹.

La prevalencia de las lesiones orgánicas era de un 20,2% muy similar al referido por Urrutikoetxea et al¹⁷ que era de un 20,8%.

La patología vocal es más frecuentes en el sexo femenino porque el 63% de los docentes de La Rioja son mujeres y

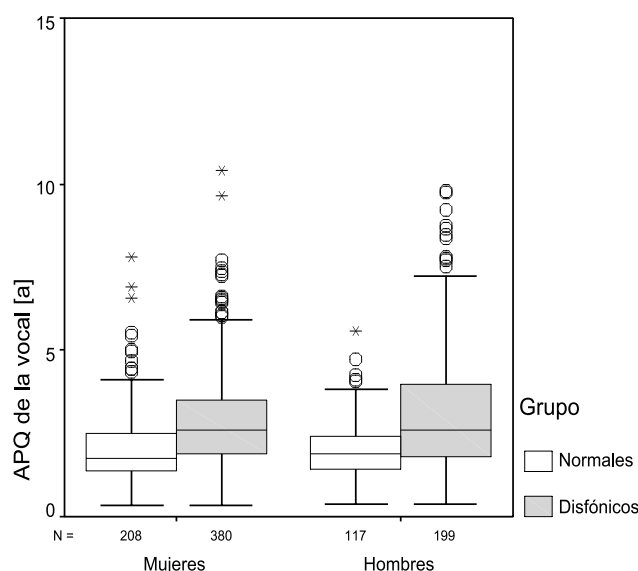


Figura 3. Análisis del APQ de la vocal [a]. Comparación de Medias Independientes (CMI) entre 208 mujeres normales y 380 disfónicas ($p<0,001$) y entre 117 hombres normales y 199 disfónicos ($p<0,001$). Existe un solapamiento de los resultados de los docentes normales con los docentes disfónicos.

porque el trastorno vocal, en la mujer, tiene una mayor repercusión sobre su imagen corporal que en el hombre y por eso acude con mayor frecuencia a la consulta del médico otorrinolaringólogo. La forma clínica de presentarse esta patología vocal es diferente en el hombre que en la mujer.

En nuestro estudio encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los varones y las mujeres (χ^2 : 152,55 $p<0,001$) en cuanto al tipo de patología vocal que predominaba en uno u otro sexo (tabla 2).

El índice de prevalencia de los trastornos de la voz es mayor en los niveles inferiores de la enseñanza (18,5% en educación primaria, 18,5% en educación secundaria, 9,3% en educación infantil y 4,3% en formación profesional) porque el número de docentes en estas etapas es mayor que en el resto (32,5% en educación secundaria, 31% en educación primaria, 16% en educación infantil y 8% en formación profesional).

La prevalencia de los síntomas vocales el día de su exploración: 25% disfonía, 23% odinofonía, 26% cambios del timbre y 59% parestesias faríngeas se corresponde con la prevalencia de las lesiones laríngeas (57%): lesiones orgánicas (20%), laringitis crónicas (8%) y lesiones funcionales (29%) diagnosticadas con videolaringoestroboscopia.

La alta prevalencia de la patología vocal (57%) en el personal docente de La Rioja, la ausencia de una mayor frecuencia en uno u otro género y el no haber encontrado diferencias estadísticamente significativas en relación con la edad de los docentes, los años de su magisterio, la edad de los alumnos, la etapa educativa y sus hábitos vocales, viene a corroborar la idea de que el esfuerzo vocal que requiere la labor docente es la principal causa de esta patología. El sobreesfuerzo laríngeo que realizan todos los días los docentes produciría al principio una disfonía transitoria, hiperfuncional, con una serie de síntomas inespecíficos como son

Tabla 7: Coeficientes de correlación de las variables que analizan la vocal [a]

	Fo	DE	Jita	Ji%	RAP	PPQ	sPPQ	vFo	ShdB	Sh%	APQ	sAPQ	vAm	NHR
Fo														
DeFo	0,5													
Jita	-0,3	0,4												
Jit%		0,7	0,9											
RAP	-0,1	0,7	0,9	1										
PPQ		0,7	0,9	1	1									
sPPQ	-0,1	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8								
Vfo		0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8							
ShdB	-0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3						
Sh%	-0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	1					
APQ	-0,2	0,2	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	1	1				
sAPQ	-0,2	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,8	0,8	0,9			
vAm		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,6	0,5	0,6	0,6		
NHR	-0,4	0,1	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,6	0,5	0,3	
VTI		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,3
STI	-0,3	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
G	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1
R		0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2
B	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1
A	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
S		0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2

Fo: frecuencia media. DEFo: desviación estándar de la frecuencia. Jita: jitter absoluto. Ji%: jitter en porcentaje. RAP: perturbación media relativa. PPQ: cociente de perturbación del periodo. sPPQ: cociente suavizado de la perturbación del periodo. vFo: variación de la frecuencia. ShdB: shimmer absoluto en dB. Sh%: shimmer en porcentaje. APQ: cociente de perturbación de la amplitud. sAPQ: cociente suavizado de la perturbación de la amplitud. vAm: variación de la amplitud. NHR: componente de ruido entre los armónicos. VPI: índice de turbulencia en la voz. SPI: índice de fonación blanda. G: grado de disfonía. R: voz áspera. B: voz soplada. A: voz débil. S: voz forzada.

Se calculan los coeficientes de correlación ρ de Spearman al tratarse de variables que no presentaron una distribución normal. Sólo se han reflejado las correlaciones estadísticamente significativas ($p<0,5$) y ($p<0,01$).

la fonastenia, el dolor de la musculatura cervical, las molestias faríngeas y laríngeas o la imposibilidad de cantar o gritar, para posteriormente convertirse en una disfonía crónica con lesiones estructurales orgánicas de las cuerdas vocales.

La incidencia de los trastornos de la voz en el personal docente era de 3,87 casos nuevos/año/1.000 docentes: 2,67 mujeres y 1,17 hombres y se trataba de 2,13 nódulos y 1,37 sobreesfuerzo vocal. No hemos encontrado otros estudios que refieran la incidencia de la patología vocal ni en docentes ni en la población general.

Examen de la función vocal

Los protocolos que se examinan la función vocal¹⁰ valoran todos los elementos o sistemas que intervienen en la producción de la voz, con la finalidad de conseguir un diagnóstico más completo no sólo de la entidad clínica que produce la disfonía sino también de cómo se ha alterado el equilibrio pneumo-fono-articulatorio y poder corregir los círculos viciosos creados y evitar así su reaparición. La terapia vocal de los pacientes disfónicos debe conseguir reequilibrar el sistema fonatorio, eliminar todo sobreesfuerzo vocal y los círculos viciosos secundarios al trastorno vocal¹⁸.

Tanto los docentes disfónicos como los docentes normales presentaban en mayor o menor grado: ataque vocal duro, roturas de voz, ausencia de resonancias, ritmo acelerado del habla sin aire al final de la frase, no verticalidad del cuerpo, respiración costal superior y signos de hipertensión de la musculatura cervical e ingurgitación yugular. A todos los docentes se les debería realizar revisiones periódicas para poder determinar el estado de su voz y de su función vocal y poder corregir los defectos de ejecución o signos de sobreesfuerzo vocal que tuviesen antes de que apareciesen las lesiones orgánicas.

Las mujeres tienen un volumen de voz inferior a los hombres (57 dB y 95,2 dB frente a 57,8 dB y 98,5 dB), su extensión de la voz es inferior a los hombres (23,8 ST frente a 27,5 ST) y sus tiempos máximos de fonación de la vocal [a] y la letra [s] son también inferiores a los de los hombres (17,9 s y 23,3 s frente a 23,1 s y 30,9 s), datos similares a los aportados por otros autores^{4,19-21}.

Los docentes disfónicos tenían un índice s/a superior a los docentes normales y este índice variaba según el grado de cierre glótico y el tipo de lesión laríngea^{22,23}. La extensión de la voz era menor en las mujeres disfónicas que en las mujeres normales debido a que la frecuencia máxima era inferior en las disfónicas que en las normales y que coincide con lo referido por otros autores^{19,24}. Las variables más útiles de las que examinan las cualidades fonatorias de los pacientes fueron el tiempo máximo de fonación de la vocal [a], el índice s/a y la extensión de la voz en semitonos tanto porque nos ayudan a diferenciar a los disfónicos de los normales (tabla 4) como porque sus valores medios de los subgrupos formados según la valoración subjetiva GRBAS son los que presentan mayores diferencias estadísticamente significativas entre ellos. En la figura 1 observamos cómo dismi-

nuye el número de semitonos según aumenta el grado de disfonía (G) y en la figura 2 vemos cómo aumenta el índice s/a según crece la aspereza de voz (R).

La valoración subjetiva del grado de disfonía de la voz es una valoración multi-sensorial, en la que integramos el estudio del gesto fonatorio y el comportamiento vocal además de la percepción auditiva de cómo suena la voz. El grado de disfonía (G) estaba relacionado con el grado de aspereza en la voz (R) (r: 0,74) con la voz forzada (S) (r: 0,68) y con la voz soplada (B) (r: 0,65) datos similares a los aportados por Speyer et al²⁵. Es decir, al valorar el grado de disfonía (G) en la voz nos fijamos especialmente en la aspereza de la voz (R), en el escape de aire turbulento, no fonatorio, (voz soplada) (B) y en el grado de estridencia de la voz (voz forzada o estridente) (S).

Análisis acústico de voz

Durante los últimos 15 años se ha extendido el uso de programas de ordenador que analizan la voz en la clínica diaria: CSL, C-Speech, Dr. Speech, Sound Scope, EVA, etc., y según algunos autores^{26,27} que analizan la misma muestra de voz con varios programas, sus resultados no son iguales. Asimismo, algunos autores⁵ cuestionan la fiabilidad, consistencia, robustez y validez clínica de estos algoritmos y aconsejan analizar al menos dos muestras de voz y promediar sus resultados. Nosotros al igual que González et al⁵ descartamos tener en cuenta los resultados obtenidos con los algoritmos que analizan el número o porcentaje de subarmónicos (NSH y DSH) y de los que analizan el temblor de la voz (Fftr y Ftri), por su falta de consistencia, ya que sólo se recogieron en 9 de los 905 docentes los primeros y faltaban en 264 y 456 docentes respectivamente los segundos.

Al igual que González et al⁵ que analizan la voz de 88 mujeres y 62 hombres, estudiantes universitarios sin patología vocal con el mismo programa que nosotros, encontramos diferencias estadísticamente significativas entre las 209 mujeres y los 117 hombres docentes de La Rioja sin patología vocal en las variables de frecuencia media y su desviación estándar (p<0,001), HNR (p<0,05) y vAm (p<0,001) y a diferencia de estos autores hayamos también diferencias significativas en el jitter absoluto (p<0,01), el shimmer en dB (p<0,01) y shimmer en tantos por cien (p<0,01) y no las hayamos en el jitter en tantos por cien, RAP y PPQ que ellos refieren. Aunque, ellos y nosotros analizamos la misma vocal con el mismo programa el MDVP, nuestros resultados son inferiores a los de estos autores⁵ tanto de los algoritmos que analizan la perturbación de la frecuencia como los que analizan la perturbación de la amplitud y el componente de ruido en la señal. Creemos que esto es debido a que mientras ellos graban la voz directamente en el ordenador nosotros lo hacemos en un grabador digital pasando la señal previamente por un pre-amplificador y realizando la grabación dentro de una cabina insonorizada.

En nuestro estudio, prácticamente en todas las varia-

bles del análisis acústico encontramos diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) entre los docentes normales y los docentes disfónicos. Sin embargo su valor diagnóstico para diferenciar a los docentes disfónicos de los docentes normales es relativo ya que en todas las variables existe un porcentaje de docentes normales y de docentes disfónicos que obtienen los mismos resultados, se solapan unos con otros^{6,19} como podemos ver en la figura 3.

La relación entre los algoritmos que analizan las perturbaciones de la frecuencia es muy alta (r : 0,7 a r : 0,9) porque todos promedian las variaciones de la frecuencia pico a pico, con los ciclos precedentes y siguientes y sólo se diferencian en el número de ciclos que promedian 3 ó 55 ciclos (tabla 7). Algo similar, pero en grado menor (r : 0,4 a r : 0,5), ocurre entre los algoritmos que analizan las perturbaciones de la amplitud, y es prácticamente nula (r : 0,1 a r : 0,3) entre los algoritmos que computan el nivel de ruido en la señal. Existe una relación escasa pero negativa entre la frecuencia de la voz en Hz y las variables que analizan la perturbación de la frecuencia y de la amplitud, es decir a mayor frecuencia de la voz menor perturbación de la frecuencia o de la amplitud de la voz. Esto es debido a que los algoritmos que analizan la perturbación de la frecuencia tratan de compensar la diferencia de frecuencia o de periodo entre los ciclos vecinos y conseguir así que estos se puedan utilizar indistintamente en hombres y mujeres²⁸ aunque no lo consiguen totalmente, pues las mujeres siguen presentando valores superiores a los de los hombres aunque sólo sean significativos ($p < 0,05$) en el jitter absoluto.

En nuestro estudio, a diferencia de otros autores^{25,29} no encontramos una relación importante entre las variables que analizan la vocal [a] mediante el programa MDVP y la valoración subjetiva de la voz GRBAS. La aspereza de la voz (r : 0,4) seguido del grado de disfonía (G) (r : 0,3) y la voz soplada (r : 0,3) son las cualidades que más se ajustan a los resultados obtenidos con MDVP especialmente con el jitter absoluto, jitter en tantos por cien, RAP, PPQ, shimmer en decibelios, shimmer en tantos por cien y APQ (tabla 7). Asimismo, las variables que analizan el ruido en la señal: HNR, VTI y SPI, no se mostraron consistentes respecto a la calidad del timbre de la voz como así nos hacen ver Bhuta et al¹⁵ y fueron los algoritmos menos discriminantes en el diagnóstico de la voz de los docentes disfónicos.

CONCLUSIONES

1. La Prevalencia de los trastornos de la voz en los docentes de La Rioja fue de un 57%: un 20% presentaban lesiones orgánicas, un 8% tenían una laringitis crónica y en un 29% se observó una disfonía funcional.

2. La Incidencia de los trastornos de la voz fue de 3,87 casos nuevos al año y por cada 1.000 docentes y correspondían a 2,7 mujeres y 1,2 hombres. Se trataba de una lesión nodular en 2,1 casos y de una disfonía hiperfuncional o un sobreesfuerzo laríngeo en 1,4 casos.

3. La patología vocal no es más frecuente en las muje-

res que en los hombres aunque sí encontramos más lesiones orgánicas en las mujeres (33%) que en los hombres (10%) y en cambio en estos son más frecuentes las laringitis crónicas y las disfonías funcionales.

4. Es importante realizar el examen de la función vocal de todo paciente disfónico pues nos permite conocer cómo está alterado y en qué grado el equilibrio pneumo-fono-articulatorio.

5. La alta prevalencia de la patología vocal en el personal docente aconseja realizar una revisión anual de todos los docentes para determinar el estado de su voz y de su función vocal y poder corregir los vicios fonatorios adquiridos.

6. Los algoritmos que analizan la voz tienen una utilidad relativa y sólo cuando los usamos en el seguimiento de un paciente y con la misma metodología adquieren todo su potencial diagnóstico.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto de investigación ha sido financiado con una beca del Fondo de Investigación Sanitaria 00/0909. Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración de todos los docentes que han participado en el estudio, así como de la Dirección General de Gestión Educativa de la Comunidad Autónoma y en concreto el Don Juan Antonio Gómez Trinidad, del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de La Rioja el Dr. Carlos Piserra Bolaños, de la Dirección General de la Función Pública de la Rioja Don José Ignacio Nieto García y de la ayuda recibida de la Mutua Universal Seguros.

Referencias

1. Mattiske JA, Oates JM, Greenwood KM. Vocal problems among teachers: a re-view of prevalence, causes, prevention and treatment. *J of Voice* 1998;12:489-499.
2. Preciado J, García-Tapia R, Infante J. Estudio de la prevalencia de los trastornos de la voz en los profesionales de la enseñanza. Factores que intervienen en su aparición o en su mantenimiento. *Acta Otorrinolaringol Esp* 1998;49:137-142.
3. Bough D, Heuer RJ, Sataloff RT, Hills JR, Cater JR. Intrasubject variability of objective voice measures. *J of Voice* 1996;10:166-174.
4. Gelfer MP, Young SR. Comparison of intensity measures and their stability in male and female speakers. *J of Voice* 1997;11:178-186.
5. González J, Cervera T, Miralles JL. Análisis acústico de la voz: fiabilidad de un conjunto de parámetros multidimensionales. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2002;53:256-268.
6. Preciado J, Fernández S. El análisis digital de la señal acústica en el diagnóstico de la patología vocal. Sensibilidad y especificidad de las medidas del shimmer y del jitter. *Acta Otorrinolaringol Esp* 1998;49:475-481.
7. Letón E, Pedromingo A, Programa de Cálculo del Tamaño Muestral en Glaxo Wellcome CQC Grupo de programas de diseño de experimentos. Madrid 1998.
8. Bouchayer M, Cornut G. Nodules Lesions. En: Bouchayer M and Cornut G (Eds): *Phonosurgery for benign vocal fold lesions*, The 3Ears, London (UK). 1994;1-59.
9. Hirano M, Bless DM. Videostroboscopic examination of the larynx. San Diego CA (USA). Singular Publishing. 1993.
10. Arias C. Examen funcional de la fonación foniatría. Bases para la

- aplicación en logopedia. *Rev Logop Fon Audiol* 1992;12:111-118.
11. Fernández S. Unidad básica de valoración acústica. En: García-Tapia R, Cobeta I. (Eds). *Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz*. Garsi SA, Madrid 1996;186-191.
12. de Bodt MS, vande Heyning PH, Croux C. Testered study of the GRABAS scale: the influence of experience and profesional black-ground on perceptual rating of voice quality. *J of Voice* 1997;11:74-80.
13. Eckel FC, Boone DR. The S/Z ratio as an indicator of laryngeal pathology. *J Speech Hear Disord* 1981;46:147-149.
14. Ferrand CT. Harmonics/to/noise ratio: an index of vocal aging. *J of Voice* 2002;16:480-487.
15. Bhuta T, Patrick L, Garnett JD. Perceptual of voice quality and its correlation with acoustic measurements. *J of Voice* 2004;18:299-304.
16. Preciado J, Calzada M, Zabaleta M, García F. Variabilidad en el análisis digital de la voz según la vocal analizada, en pacientes normales y pacientes disfónicos. *Acta Otolarrinologol Esp* 2000;51: 618-628.
17. Urrutikoetxea A, Ispizua A, Matellanes F. Pathologie vocals chez les professeurs: un etude video-laryngo-stroboscopique de 1046 professeurs. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 1995;116:255-262.
18. Borragán A. Protocolo de actuación ante una disfonía. En Díaz M, González-Riancho A, Borragán A (Eds): *Cirugía Endolarínea Fibroscópica. Rehabilitación vocal*, Asociación CELF, Santander 1999; 14:117-135.
19. Preciado J, García-Tapia R, Infante JC. Análisis multidimensional de la función vocal. Estudio de casos y controles. *Acta Otorrinologol Esp* 1998;49:467-474.
20. Speyer R, Wiencke GH, van Wijck-Warnaar I, Dejonckere PhH. Effects of voice therapy on the voice range profiles of dysphonic patients. *J of Voice* 2003;17:544-556.
21. Cobeta I, Bayon M. Tiempo de fonación. Índice s/z. Volúmenes y escalas. En: García-Tapia R, Cobeta I. (Eds). *Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz*. Garsi SA, Madrid, 1996;98-101.
22. Gamboa FJ, Nieto A, del Palacio AL, Rivera T, Cobeta I. El índice s/z en los defectos de cierre glótico. *Acta Otorrinologol Esp* 1995; 46: 45-48.
23. Preciado J. Los trastornos de la voz en el personal docente de Logroño. Análisis de la voz en los profesionales de la enseñanza. Tesis doctoral. Universidad de Navarra; 1997.
24. Gamboa FJ, del Palacio AL, Mico A, Nieto A, Cobeta I. Fonetograma en lesiones laríngeas por abuso vocal. *Acta Otorrinologol Esp* 1994;45:31-36.
25. Speyer R, Wieneke GH, Dejonckere PhH. Documentation of progress in voice therapy: perceptual, acoustic and laryngostroboscopic findings pretherapy and posttherapy. *J of Voice* 2004;18:325-340.
26. Karnell MP, Hall KD, Landahl KL. Comparison of fundamental frequency and perturbation measurement among three analysis systems. *J of Voice* 1995;9:383-393.
27. Bielamowicz S, Kreiman J, Gerratt BrR, Dauer MS, Berke GS. Comparison of voice analysis systems for perturbation measurement. *J Speech Hear Res* 1996;39:126-134.
28. Baken R, Orlikoff R. *Clinical measurement of speech and voice*. San Diego CA (USA). Singular Publishing. 2000.
29. Dejonckere PhH, Remacle M, Fresnel-Elbaz E, Woisard V, Crevier-Buchman L, Millet B. Evaluation perceptuelle différentielle de la qualité de la voix pathologique: la fiabilité et les corrélations avec des mesures acoustiques. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 1996;117:219-234.