

Artículo Original

## Efecto de la calidad y duración del sueño sobre el Jitter, Shimmer y la Relación Armónicos-Ruido en profesores universitarios colombianos

María Paula Rincón-Pinilla <sup>a</sup>, Andrés Carrillo-González <sup>b, c</sup> y Lady Catherine Cantor-Cutiva <sup>c, d, \*</sup>

<sup>a</sup> Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia.

<sup>b</sup> Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia.

<sup>c</sup> Departamento de Salud de Colectivos, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

<sup>d</sup> Communicative Sciences and Disorders Department, Michigan State University, USA.

### RESUMEN

Los profesores que duermen 6 horas o menos tienen más probabilidades de reportar síntomas de voz. Sin embargo, solo se han publicado tres estudios sobre este tema, los cuales basan sus conclusiones solo en auto reportes, lo que dificulta la generalización de esta relación. Este estudio exploratorio, correlacional y longitudinal tuvo como objetivo determinar la asociación entre la calidad y la duración del sueño con tres parámetros acústicos relacionados con la armonía y la calidad de la voz (jitter, shimmer y relación armónicos-ruido (HNR) en 24 profesores universitarios colombianos. Se utilizaron modelos lineales generalizados con distribución gamma para determinar la asociación de estas variables con los parámetros acústicos de la voz. Nuestros resultados indican que los profesores con buena calidad de sueño tenían valores de HNR significativamente más bajos en comparación con aquellos con menor calidad del sueño. Específicamente, hubo un aumento del jitter ( $B=0,10$ ), shimmer ( $B=0,10$ ) y disminución del HNR ( $B=-0,05$ ) al incrementar la duración del sueño. Por su parte, los profesores con una buena calidad del sueño y con una corta duración de este (medida a través de auto-reporte) tenían menos armonía vocal que aquellos con una mala calidad y una duración del sueño corta, lo que puede estar asociado con los efectos fisiológicos y emocionales del sueño en la producción vocal. Teniendo en cuenta la naturaleza multifactorial de la producción de voz y la naturaleza exploratoria del presente estudio, es importante destacar que una asociación estadísticamente significativa entre la calidad y duración del sueño con la armonía vocal no implica necesariamente que la mala calidad o corta duración del sueño causen directamente trastornos de voz. Más bien, sugiere que el sueño es una variable que debe considerarse al analizar y tratar a personas con problemas de voz. Estos resultados proporcionan información sobre la compleja interacción de factores que pueden contribuir a los trastornos de voz y resaltan la importancia de considerar el sueño como un factor potencial que contribuye en la evaluación y tratamiento de las personas con dichos trastornos.

### Palabras clave:

Voz; Calidad del Sueño; Calidad de la Voz; Trastornos de la Voz; Docentes

## Effect of Sleep Quality and Duration on Jitter, Shimmer, and Harmonics-to-Noise Ratio among Colombian University Professors

### ABSTRACT

Professors who sleep 6 or fewer hours are more likely to report voice symptoms. However, only three studies have been published on this topic, basing their conclusions on self-reported surveys and displaying an overall weak methodological quality, which hinders the generalization of these results. This exploratory, correlational, and longitudinal study aimed to determine the association between sleep quality and duration and three acoustic parameters linked to voice harmonicity and quality (jitter, shimmer, and Harmonics-to-Noise Ratio [HNR]) among 24 Colombian university professors. Generalized linear models with gamma distribution were used to analyze this association. Our results indicate that the professors who reported good sleep quality had significantly lower HNR values compared with those who had a low sleep quality. Additionally, increased jitter ( $B=0.10$ ) and shimmer ( $B=0.10$ ), and decreased HNR ( $B=-0.05$ ) values were found when the duration of sleep increased. In contrast, participants with good self-perceived sleep quality and a shorter sleep duration presented lower voice harmonicity compared to those with bad sleep quality and shorter sleep duration, which may be associated with the physiological and emotional effects of sleep on voice production. Considering the multifactorial nature of voice production and the exploratory nature of the present study, it is important to note that a statistically significant correlation between sleep quality and duration and voice harmonicity does not necessarily imply that sleep directly causes voice disorders, but rather suggests that sleep is a variable to be considered when analyzing and treating individuals with voice issues. These findings provide insight into the complex interplay of variables that may contribute to voice disorders and highlight the importance of considering sleep as a potential contributing factor in the assessment and management of individuals with voice issues.

### Keywords:

Voice; Sleep Quality; Voice Quality; Voice Disorders; Professors

\* Autora Correspondiente: Lady Catherine Cantor-Cutiva  
Email: [lccantorc@unal.edu.co](mailto:lccantorc@unal.edu.co)

Recibido: 25-04-2022  
Aceptado: 05-05-2023  
Publicado: 14-07-2023

## INTRODUCCIÓN

Los profesores que duermen seis horas o menos presentan un mayor riesgo de reportar síntomas vocales (OR=1,6) (Carrillo-Gonzalez et al., 2021). Sin embargo, solo tres estudios han sido publicados sobre esta temática (Ferreira et al., 2010; Lee et al., 2018; Valente et al., 2015), los cuales basan sus conclusiones en encuestas autoaplicadas y cuya calidad metodológica general es baja, lo que dificulta la generalización de esta relación.

Se ha reportado en la población general que los trastornos del sueño podrían impactar la salud, ya que es durante el sueño que el sistema nervioso, metabólico, endocrino e inmune se recuperan (Gluschkoff et al., 2016). Por lo tanto, las alteraciones del sueño podrían tener como consecuencia un desequilibrio en el funcionamiento, afectando el estado de ánimo, así como el desempeño cognitivo y motor, e impactando de forma negativa la producción de la voz (Rocha & Behlau, 2018; Tavares Botelho, 2019).

Además, se ha sugerido que, durante el sueño, la aducción de los pliegues vocales incrementa parcialmente, lo que corresponde a una función vegetativa que se debe a que la persona se encuentra en un estado no vigilante y, por lo tanto, la capacidad de proteger su vía aérea es menor (Bagnall et al., 2011). Este aumento parcial de la aducción podría relacionarse con un proceso de recuperación del sistema laríngeo, y por lo tanto con una reducción en la probabilidad de desarrollar trastornos vocales.

En cuanto al impacto de trastornos del sueño específicos sobre la producción de la voz, un estudio previo en pacientes con apnea obstructiva del sueño (AOS) encontró que los valores del Índice de Incapacidad Vocal (VHI-10) resultaron significativamente mayores en pacientes con AOS en comparación con los participantes sin AOS (Wei et al., 2021). Por otro lado, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia fundamental, Jitter, Shimmer ni en la relación ruido-armónicos (NHR) entre pacientes con y sin AOS. Esto sugiere que la AOS no afectó significativamente la calidad de la voz, ya que los valores de Jitter y Shimmer son medidas de perturbación que informan sobre fluctuaciones pequeñas en los tiempos de apertura y cierre de los pliegues vocales, donde valores más altos se han asociado históricamente con voces patológicas (Montero Benavides et al., 2014).

Otra condición relacionada con el sueño es la privación del sueño. Al respecto, se ha sugerido que esta condición podría llevar a una reducción en la variabilidad del tono, lo que a su vez puede resultar en una voz “monótona” o “plana”, teniendo como consecuencia patrones armónicos comparativamente estables

(Harrison & Horne, 1997; Nwe et al., 2006; Weinger & Ancoli-Israel, 2002). Un estudio de seguimiento del efecto de 24 horas de privación de sueño sobre los parámetros vocales de 47 adultos jóvenes de habla hebrea encontró una relación armónicos-ruido (HNR) significativamente mayor luego de experimentar privación del sueño, comparado con el sueño nocturno en participantes de sexo femenino (Icht et al., 2018). Este resultado sugiere que las participantes que presentan una duración y calidad del sueño nulas o menores demuestran un nivel de armonicidad mayor, en comparación con quienes experimentan niveles adecuados de duración y calidad del sueño, ya que valores más altos de HNR corresponden a una voz “mejor” al compararse con valores más bajos, que han sido asociados con voces “patológicas” (Montero Benavides et al., 2014). Sin embargo, el tamaño pequeño de la muestra y el reducido tiempo de seguimiento limitan la generalización de estos resultados.

Como se puede observar, la mayoría de los estudios se han dedicado a analizar los efectos del sueño sobre la armonicidad (HNR y NHR) y las medidas de perturbación (Jitter y Shimmer) de la voz, debido a que estas características acústicas son las que tradicionalmente se reportan en la detección de patologías de la voz. No obstante, la literatura actual se enfoca en trastornos del sueño diagnosticados (privación del sueño y apnea obstructiva del sueño), sin considerar variaciones en la calidad y duración del sueño en participantes que no tienen un diagnóstico. Además, la totalidad de los estudios sobre la relación entre el sueño y los trastornos de la voz en profesores basan sus resultados en cuestionarios autoaplicados, los cuales pueden sobreestimar el efecto real del sueño sobre la producción vocal entre usuarios profesionales de la voz.

Con esto en mente, hemos diseñado un estudio longitudinal de seguimiento de 15 días en profesores universitarios colombianos, con el fin de determinar la asociación entre la duración y calidad del sueño y tres parámetros acústicos que informan sobre la armonicidad y calidad de la voz (Jitter, Shimmer, y relación armónicos-ruido [HNR]).

## MÉTODO

### Diseño del estudio y participantes

Este estudio exploratorio, correlacional y longitudinal se llevó a cabo con la participación de 24 profesores universitarios (12 mujeres y 12 hombres; edad promedio 45,4 años – DE=12,3). Se calculó el tamaño muestral considerando una prevalencia de trastornos de la voz de 69% en profesores y una prevalencia de

36% en la población general (Sliwinska-Kowalska et al., 2006), utilizando un  $\alpha$  de 0.05 y una potencia del 80%. Con el fin de identificar diferencias significativas, se estableció un tamaño muestral mínimo de 24 participantes. Los criterios de inclusión y exclusión se presentan en la Tabla 1.

### Procedimientos de recolección de datos

Luego de obtener la aprobación del IRB institucional (número de referencia 014-19), se invitó a los y las participantes a formar parte de esta investigación mediante correo electrónico. Quienes aceptaron participar asistieron a una primera reunión con el segundo autor, donde se les informó acerca del objetivo, los riesgos y la duración del estudio. A continuación, cada participante entregó un consentimiento informado por escrito para participar en el estudio, completó una encuesta virtual y grabó dos muestras de voz (vocales sostenidas /a/ e /i/), en el primer y último día del seguimiento de 15 días.

**Tabla 1.** Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Ser profesor universitario activo al inicio de la recolección de datos.	Presentar un trastorno del sueño, del estrés o de la función vocal clínicamente diagnosticado.
Poseer un teléfono móvil inteligente y un laptop o computadora de escritorio.	

Para fines de esta investigación se diseñó una encuesta virtual, la cual fue distribuida mediante Google Forms, para evaluar la relación entre los trastornos de la voz, los niveles de estrés y la duración y calidad del sueño en profesores universitarios. Se solicitó completar esta encuesta en el primer y último día del seguimiento de 15 días. La encuesta fue diseñada basándose en instrumentos previamente estandarizados que habían sido aplicados para estudiar los trastornos de la voz en profesores (Angelillo et al., 2009; Cantor Cutiva et al., 2013; Cantor Cutiva & Burdorf, 2014; Chen et al., 2010), así como el estrés y la calidad del sueño. La versión final de la encuesta incluyó 46 preguntas sobre datos demográficos (edad, género, estado civil, nivel educativo), condiciones laborales (tiempo de uso ocupacional de la voz, número de estudiantes por clase, número de clases por día y por semana), hábitos o estilo de vida (tabaquismo, consumo de alcohol, consumo de agua), y condiciones de salud (enfermedades

respiratorias y gastrointestinales, alergias, niveles de estrés, duración y calidad del sueño). Aunque la encuesta incluía preguntas relacionadas con las condiciones laborales, hábitos y condiciones de salud, debido a que existen otros resultados publicados que analizan estos datos de forma diferente (Carrillo-González, 2020), este manuscrito se enfoca en el análisis de la relación entre la duración y calidad del sueño y parámetros acústicos vocales.

La calidad del sueño fue evaluada mediante un único ítem: “¿Cómo evaluaría el sueño de su noche anterior?” (Sonntag & Binnewies, 2013), utilizando una escala Likert del 1 al 5, donde 1 representa la peor calidad y 5 la mejor calidad del sueño de la noche anterior. Es importante mencionar que no se instruyó a los docentes sobre qué es la calidad del sueño, ya que nos interesaba preservar la subjetividad de la respuesta dentro del rango propuesto en la escala. Ya que los participantes eran hispanohablantes, la pregunta acerca del sueño fue traducida y adaptada al español (Carrillo-González, 2020).

Para evaluar la duración del sueño, se solicitó a los participantes que utilizaran la aplicación móvil *Sleep as Android* y proporcionaran información sobre sus horas de sueño. *Sleep as Android* es una aplicación que permite hacer seguimiento del sueño, que cuenta con buenas reseñas y es descargada con frecuencia, encontrándose disponible en Google Play (Ong & Gillespie, 2016). Se solicitó a los participantes que activaran la aplicación justo antes de dormirse y que indicaran el momento en que despertaron a la mañana siguiente. Luego, la duración del sueño registrada por la aplicación *Sleep as Android* se ingresó en un formulario de Google para la recopilación de datos. La pregunta utilizada fue: Según la aplicación *Sleep as Android*, ¿cuántas horas durmió la noche anterior? (Utilice el formato #horas: #minutos).

Para evaluar el funcionamiento de la voz, en este manuscrito utilizamos tres parámetros acústicos vocales, extraídos de dos muestras de voz (vocales /a/ e /i/), grabadas al principio y al final del periodo de seguimiento (día 1 y día 15). Todas las grabaciones se realizaron a la misma hora del día con el fin de prevenir cambios vocales relacionados con la jornada diurna. Las grabaciones de voz se realizaron en el Laboratorio de Seguridad y Salud en el Trabajo del campus universitario. Se ubicó a los profesores dentro de una cabina insonorizada y se les solicitó que respiraran profundamente y produjeran una vocal sostenida /a/ en un tono y volumen conversacionales durante el mayor tiempo posible (sin terminar la producción con aire residual). Este procedimiento fue repetido tres veces. A continuación, se les pidió que repitieran el mismo procedimiento con la vocal /i/. Las

grabaciones de voz se realizaron utilizando un micrófono unidireccional AUDIOART ART-139, cuyo rango de respuesta en frecuencia es 50Hz - 15KHz, con una sensibilidad de  $-53 \pm 3\text{dB}$  y una impedancia (a 1KHz) de  $600\Omega \pm 30\%$ . Todas las grabaciones se llevaron a cabo con una frecuencia de muestreo (fs) de 44.100 Hz. Durante las grabaciones, se instruyó a los participantes que se sentaran con el micrófono frente a su boca, manteniendo una distancia fija de cinco centímetros entre la boca y el micrófono.

### Procesamiento de datos y análisis acústico

El análisis acústico de la voz se realizó utilizando el software Praat (versión 6.1.04) (Boersma & Weenink, 2012; Harrison & Horne, 1997). Se analizó la parte media de cada producción vocal para determinar el Jitter, Shimmer y la relación armónicos-ruido (HNR). Las partes inicial y final de las vocalizaciones no se consideraron para el análisis, con el fin de eliminar los efectos del *onset* y el *offset* vocal, esperando así que las perturbaciones resultaran más constantes (Vasilakis & Stylianou, 2009).

Se seleccionaron tres parámetros acústicos vocales para el análisis: Jitter, Shimmer y relación armónicos-ruido. El Jitter se puede definir como un parámetro de variación de la frecuencia de un ciclo a otro y la perturbación de la frecuencia fundamental (Orlikoff, 1989; Orlikoff & Baken, 1990). Se pueden encontrar valores más altos de Jitter en voces disfónicas (Narasimhan & Rashmi, 2022). El Shimmer mide la variación de la amplitud de la onda sonora a corto plazo (Orlikoff, 1990). La relación armónicos-ruido (HNR) cuantifica la cantidad relativa de ruido aditivo en la señal de voz (Ferrand, 2002) y caracteriza la relación entre dos componentes: el componente periódico de la onda acústica de una vocal sostenida (señal regular de los pliegues vocales) y el ruido adicional procedente de los pliegues vocales (Felippe et al., 2006), considerándose un parámetro útil para predecir la calidad vocal (Icht et al., 2018). La razón por la que se seleccionaron estos tres parámetros es que se ha observado que son indicadores adecuados para distinguir voces normales de voces patológicas (Brockmann-Bauser et al., 2014; Lathadevi & Pundalikappa Guggarigoudar, 2018).

### Análisis estadístico

En primer lugar, se evaluó la normalidad de la distribución de las variables dependientes, aplicando la prueba de Shapiro-Wilk. En segundo lugar, debido a que los datos no presentaban una distribución normal, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias del Jitter, Shimmer y HNR entre los participantes. En tercer lugar, se utilizaron modelos lineales generalizados (GLM) con distribución gamma para analizar las

relaciones entre el Jitter, Shimmer y HNR y la calidad y duración del sueño. La magnitud de dicha asociación se expresó mediante la distribución beta (B) y su error estándar (SE). Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el programa SPSS (IBM Corp, 2021).

## RESULTADOS

### Calidad y duración del sueño entre profesores universitarios

Como se puede observar en la Tabla 2, los profesores de género masculino presentaron una mayor calidad y duración del sueño (3,8 en calidad, y 6:37 para la duración) en comparación a sus pares de género femenino (3,5 en calidad y 6:04 en duración). Sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas.

**Tabla 2.** Calidad y cantidad del sueño por género, en profesores universitarios.

Género	Calidad del sueño	Duración del sueño
Femenino	3,5	6:04
Masculino	3,8	6:37

### Relación de la calidad y duración del sueño con el Jitter, Shimmer y HNR

Entre los profesores participantes, la puntuación media de la calidad del sueño fue 3,66 (DE = 0,83) con una puntuación máxima de 5. La Tabla 3 muestra los valores promedio y las desviaciones estándar (DE) del Jitter, Shimmer y HNR por puntuación de calidad del sueño. Los valores de Jitter y Shimmer no resultaron estadísticamente diferentes respecto a los puntajes de calidad del sueño. En cuanto al HNR, los profesores con una puntuación de calidad del sueño igual a 4 presentaron valores de HNR significativamente más bajos (media = 21,86, DE = 5,10) en comparación con los de peor calidad del sueño (puntuación = 1).

**Tabla 3.** Valores promedio de Jitter, Shimmer y HNR de acuerdo a las puntuaciones de calidad del sueño.

Parámetros acústicos vocales	Calidad del sueño			
	2	3	4	5 (mejor calidad)
	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)	Media (DE)
Jitter (%)	0,39 (0,15)	0,40 (0,20)	0,39 (0,22)	0,34 (0,12)
Shimmer (dB)	0,21 (0,14)	0,21 (0,10)	0,27 (0,17)	0,21 (0,06)
HNR (dB)	24,77 (3,48)	24,10 (5,10)	21,86 (5,10) *	23,17 (2,47)

\* p-valor  $\leq 0.05$ 

La Tabla 4 muestra los resultados del análisis multivariado de la calidad del sueño con los valores de Jitter, Shimmer y HNR. Los valores de Jitter (%) resultaron ser significativamente menores al final del seguimiento ( $B = -0,16$ ) en comparación con la primera medición, así como durante la producción de la vocal /i/ ( $B = -0,36$ ) en contraste con la vocal /a/. El Shimmer (dB) fue significativamente menor durante la producción de la vocal /i/ ( $B = -0,32$ ) en comparación con la vocal /a/; mientras que el HNR (dB) fue mayor durante la producción de la vocal /i/ ( $B = 0,16$ ). No se encontraron asociaciones significativas entre la calidad del sueño y el Jitter, Shimmer o HNR cuando se controló el modelo respecto al día de la medición y el tipo de vocal.

Como se puede observar en la Tabla 5, se encontró una relación estadísticamente significativa entre la duración del sueño y el Jitter, Shimmer y HNR. Los profesores que reportaron una duración del sueño mayor presentaron valores más altos de Jitter ( $B = 0,10$ ) y Shimmer ( $B = 0,10$ ) y un HNR menor ( $B = -0,05$ ). Se controló la medición (inicial versus final) y el tipo de vocal (/a/ versus /i/) para todos los modelos multivariados.

**Tabla 4.** Relación entre los valores de Jitter (%), Shimmer (dB), y HNR (dB) y la calidad del sueño.

Parámetro	Jitter (%)			Shimmer (dB)			HNR (dB)		
	Beta	SE	p-valor	Beta	SE	p-valor	Beta	SE	p-valor
Intercepto	-0,74	0,12	0.00	-1,40	0,13	0.00	3,15	0,09	0.00
Medición inicial (día 1)	Categoría de referencia			Categoría de referencia			Categoría de referencia		
Medición final (día 15)	-0,16	0,06	0.01*	-0,07	0,07	0.32	-0,03	0,05	0.55
Vocal /a/	Categoría de referencia			Categoría de referencia			Categoría de referencia		
Vocal /i/	-0,36	0,06	0.00*	-0,32	0,07	0.00*	0,16	0,05	0.00*
Puntuación de calidad del sueño = 2	Categoría de referencia			Categoría de referencia			Categoría de referencia		
Puntuación de calidad del sueño = 3	0,03	0,12	0.79	0,01	0,13	0.94	-0,04	0,09	0.69
Puntuación de calidad del sueño = 4	0,04	0,12	0.74	0,24	0,13	0.06	-0,13	0,09	0.15
Puntuación de calidad del sueño = 5	-0,07	0,14	0.59	0,01	0,15	0.95	-0,07	0,10	0.51

\*p-valor  $\leq$  0.05**Tabla 5.** Relación entre los valores de Jitter (%), Shimmer (dB) y HNR (dB) y la duración del sueño.

Parámetro	Jitter (%)			Shimmer (dB)			HNR (dB)		
	Beta	SE	p-valor	Beta	SE	p-valor	Beta	SE	p-valor
Intercepto	-1,38	0,0	0.00	-1,95	0,23	0.00	3,40	0,15	0.00
Medición inicial (día 1)	Categoría de referencia			Categoría de referencia			Categoría de referencia		
Medición final (día 15)	-0,17	0,06	0.01*	-0,06	0,07	0.43	-0,03	0,05	0.49
Vocal /a/	Categoría de referencia			Categoría de referencia			Categoría de referencia		
Vocal /i/	-0,38	0,06	0.00*	-0,33	0,07	0.00*	0,16	0,05	0.00*
Duración del sueño	0,10	0,03	0.00*	0,10	0,03	0.00*	-0,05	0,02	0.02*

\*p-valor  $\leq$  0.05

## DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre la calidad y duración del sueño y tres parámetros acústicos que informan acerca de la armonicidad y calidad de la voz (Jitter, Shimmer, y relación armónicos-ruido [HNR]) en profesores universitarios de Colombia. Se encontró tres resultados principales. Primero, los profesores con una buena calidad del sueño (puntuaje=4) presentaron un HNR significativamente menor que aquellos con peor calidad del sueño (puntuaje=1). Segundo, no se encontró una relación estadística entre la calidad del sueño y los parámetros acústicos. Sin embargo, los valores de Jitter (%) fueron significativamente menores al final del seguimiento (B= -0,16) en comparación con la primera medición, así como durante la producción de la vocal /i/ (B= -0,36) comparado con la vocal /a/. El Shimmer (dB) fue significativamente menor durante la producción de la vocal /i/ (B= -0,32) que en la vocal /a/, mientras

que el HNR (dB) resultó más elevado durante la vocal /i/ (B= 0,16). Tercero, existe un aumento en el Jitter (B= 0,10) y Shimmer (B= 0,10), y una disminución en el HNR (B= -0,05) cuando la duración del sueño es mayor.

Con respecto al primer resultado, a pesar de que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el mejor puntaje de la calidad del sueño (=5) y el peor (=1), la presencia de una buena calidad del sueño (=4) resultó estadísticamente menor que el valor de peor calidad. Tradicionalmente, bajos valores de HNR se asocian con voces patológicas (Narasimhan & Rashmi, 2022; Uloza et al., 2015), lo cual incluye ronquera, aspereza y soplosidad (de Krom, 1995), resultando en un nivel mayor de ruido en el espectro vocal (Mohseni & Sandoughdar, 2016). Los valores de HNR son usualmente más altos en voces normales que en voces patológicas, ya que las primeras suelen ser más resonantes que las segundas (Asiaee et al., 2022). Por otro lado,

esta medida podría ofrecer información clínicamente relevante en mayor medida que el Jitter y Shimmer, pero solo al controlar el efecto de la presión sonora vocal (Brockmann-Bauser et al., 2018). Así, nuestros resultados sugieren que los profesores que experimentan una buena calidad del sueño (autopercebida) podrían presentar una armonicidad vocal significativamente peor. Una posible explicación de este resultado es que los mayores niveles de energía, producto de una mejor calidad del sueño, podrían resultar en un menor automonitoreo del esfuerzo vocal, lo que a su vez puede reducir la calidad de la voz. Investigaciones previas (Norlander et al., 2005; Torsvall & Åkerstedt, 1980) han sugerido una correlación positiva entre un nivel mayor de energía, optimismo y calidad del sueño. No obstante, un HNR más bajo por lo general se relaciona con voces patológicas (Montero Benavides et al., 2014; Müller et al., 2020). Por lo tanto, parece posible que luego de una noche de sueño de calidad, los profesores se despierten sintiéndose más energizados, disminuyendo así el automonitoreo de su esfuerzo vocal y subestimando el uso de su voz durante el día. Este comportamiento, cuando se mantiene por un largo periodo, ciertamente puede disminuir la armonicidad de la voz (Shama et al., 2006).

Por otro lado, un aspecto adicional que influye en la disminución de la armonicidad vocal es la columna de aire utilizada para la producción de la voz, la cual no puede ser evaluada subjetivamente por los profesores. Como reflejo de esta asociación entre la armonicidad y el flujo de aire, investigaciones anteriores han reportado que los profesores que registran valores bajos de HNR refieren tener una mejor calidad de sueño (Teixeira & Gonçalves, 2014). Por tanto, otra explicación puede relacionarse con el efecto de la calidad del sueño sobre el control del aire utilizado para el habla. Se recomienda realizar investigaciones futuras con el fin de explorar este aspecto.

En conclusión, el alto nivel de energía alcanzado gracias a una mejor calidad del sueño puede hacer que los hablantes presenten condiciones diferentes respecto a las características vibratorias de sus pliegues vocales, así como una disminución del automonitoreo del esfuerzo vocal, lo que podría asociarse con una disminución de la armonicidad.

En cuanto al segundo resultado, ninguno de los parámetros acústicos vocales se asoció estadísticamente con la calidad del sueño cuando se controló el modelo respecto al día de la medición y el tipo de vocal. Sin embargo, en el modelo multivariado, el Jitter y Shimmer fueron estadísticamente menores al calcular sus valores para la vocal /i/ que para la vocal /a/; mientras que el HNR (dB) tuvo valores más altos durante la producción de la vocal /i/ ( $B = 0,16$ ). Una posible explicación es que la posición alta de la

lengua al producir vocales altas (/i/ y /u/) contribuye a un aumento de la frecuencia de los pulsos glotales; por el contrario, cuando la lengua se mueve hacia abajo al producir la vocal /a/, el hueso hioides se mueve hacia atrás; como resultado, la tensión laríngea disminuye (Akif Kiliç et al., 2004; Lin et al., 2000). Nuestros resultados concuerdan con investigaciones previas que reportan un Shimmer menor en la producción de la vocal /i/ en comparación con la vocal /a/ (Gelfer, 1995; Milenkovic, 1987). Sin embargo, otros estudios no han encontrado diferencias según el tipo de vocal (Brockmann et al., 2011; Orlikoff, 1995). Aunque varios estudios han explorado la relación entre la articulación vocálica (o tipo de vocal) y la voz, resultados opuestos demuestran que se necesita un análisis más profundo, considerando variables intermedias que influyen en esta asociación (Brockmann et al., 2011).

Con respecto al tercer resultado, encontramos valores más altos de Jitter ( $B = 0,10$ ) y Shimmer ( $B = 0,10$ ) y más bajos de HNR ( $B = -0,05$ ) al incrementar la duración del sueño. Una explicación son los cambios en la distribución de fluidos en las membranas mucosas de las estructuras de la cabeza y el cuello durante el sueño nocturno. Durante el sueño, los pliegues vocales se inflaman ligeramente, afectando sus características vibratorias (Icht et al., 2018).

Sivasankar & Leydon (2010) mencionan que largos períodos de sueño pueden causar deshidratación de la superficie de los pliegues vocales, provocando mayor viscosidad y una mayor presión subglótica durante la vibración, lo que puede resultar en valores más bajos de HNR. Además, Cho et al. (2017) reportaron una relación inversa entre la producción de la voz y la duración del sueño, tanto corta como larga. Dado que una duración prolongada del sueño puede mediar resultados metabólicos, endocrinos, inflamatorios o inmunológicos relacionados con el riesgo de síndromes respiratorios (Nieto et al., 2012; Parish, 2009), el impacto de una duración prolongada del sueño en la voz puede estar asociado con respuestas inflamatorias e inmunológicas que pueden afectar el sistema respiratorio, con posteriores alteraciones vocales (Hamdan et al., 2020). Por lo tanto, es probable que la respuesta de la laringe tenga como consecuencia el desarrollo de trastornos de la voz después de un sueño prolongado (Cho et al., 2017).

Este estudio tiene algunas limitaciones. En primer lugar, la calidad del sueño fue autorreportada, lo que implica una alta subjetividad de las respuestas. Sin embargo, considerando que la calidad del sueño es una percepción, el autoreporte es una aproximación válida para medir este aspecto. En segundo lugar, la cantidad de sueño se determinó mediante un aplicación móvil,

lo que significa que este valor podría presentar sesgos ya que existe el riesgo de que los profesores hayan activado la aplicación sin quedarse dormidos inmediatamente. No obstante, debido a restricciones presupuestarias, no se pudo acceder a medidas más objetivas (como la polisomnografía). En tercer lugar, este estudio busca informar sobre la relación entre la cantidad y la calidad del sueño y las medidas de perturbación de la voz; sin embargo, al ser la voz un fenómeno multifactorial, estos cambios pueden estar asociados con otros factores no medidos durante esta investigación.

En conclusión, de manera opuesta a lo esperado, los profesores con una buena calidad y una menor duración del sueño (autopercebidas) presentaron una menor armonicidad vocal en comparación con sus colegas que experimentaron una inadecuada calidad y menor duración del sueño, lo que puede estar asociado con los efectos fisiológicos y emocionales del sueño sobre la producción de voz. Sin embargo, considerando la naturaleza multifactorial de la producción de la voz y la naturaleza exploratoria del presente estudio, una asociación estadísticamente significativa entre la calidad y duración del sueño y la armonicidad vocal no significa necesariamente que el sueño induzca trastornos de la voz. Esto solo significa que el sueño es una variable que nosotros, como médicos e investigadores, tal vez queramos considerar al analizar o tratar a personas con problemas de voz. Además, nuestros resultados resaltan la importancia de diseñar intervenciones más integrales y dirigidas a poblaciones específicas, por ejemplo, los usuarios de la voz ocupacional.

## REFERENCIAS

- Akif Kiliç, M., Ögüt, F., Dursun, G., Okur, E., Yildirim, I., & Midilli, R. (2004). The effects of vowels on voice perturbation measures. *Journal of Voice*, 18(3), 318–324. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2003.09.007>
- Angelillo, M., Di Maio, G., Costa, G., Angelillo, N., & Barillari, U. (2009). Prevalence of occupational voice disorders in teachers. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 50(1), 26–32.
- Asiaee, M., Vahedian-azimi, A., Atashi, S. S., Keramatfar, A., & Nourbakhsh, M. (2022). Voice Quality Evaluation in Patients With COVID-19: An Acoustic Analysis. *Journal of Voice*, 36(6), 879.e13-879.e19. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.09.024>
- Bagnall, A. D., Dorrian, J., & Fletcher, A. (2011). Some Vocal Consequences of Sleep Deprivation and the Possibility of “Fatigue Proofing” the Voice With Voicecraft® Voice Training. *Journal of Voice*, 25(4), 447–461. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.10.020>
- Boersma, P., & Weenink, D. (2012). *Praat: Doing phonetics by computer* (6.1.04). <http://www.praat.org/>
- Brockmann, M., Drinnan, M. J., Storck, C., & Carding, P. N. (2011). Reliable Jitter and Shimmer Measurements in Voice Clinics: The Relevance of Vowel, Gender, Vocal Intensity, and Fundamental Frequency Effects in a Typical Clinical Task. *Journal of Voice*, 25(1), 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2009.07.002>
- Brockmann-Bauser, M., Beyer, D., & Bohlender, J. E. (2014). Clinical relevance of speaking voice intensity effects on acoustic jitter and shimmer in children between 5;0 and 9;11 years. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 78(12), 2121–2126. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2014.09.020>
- Brockmann-Bauser, M., Bohlender, J. E., & Mehta, D. D. (2018). Acoustic Perturbation Measures Improve with Increasing Vocal Intensity in Individuals With and Without Voice Disorders. *Journal of Voice*, 32(2), 162–168. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.04.008>
- Cantor Cutiva, L. C., & Burdorf, A. (2014). Factors associated with voice-related quality of life among teachers with voice complaints. *Journal of Communication Disorders*, 52, 134–142. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2014.05.003>
- Cantor Cutiva, L. C., Vogel, I., & Burdorf, A. (2013). Voice disorders in teachers and their associations with work-related factors: A systematic review. *Journal of Communication Disorders*, 46(2), 143–155. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2013.01.001>
- Carrillo-González, A. (2020). *Caracterización de la relación sueño y estrés con el funcionamiento vocal en docentes universitarios* [Universidad Nacional de Colombia]. <http://oatd.org/oatd/record?record=oai%5C%3ARepositorio.unal.edu.co%5C%3Aunal%5C%2F79154>
- Carrillo-Gonzalez, A., Camargo-Mendoza, M., & Cantor-Cutiva, L. C. (2021). Relationship Between Sleep Quality and Stress with Voice Functioning among College Professors: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Voice*, 35(3), 499.e13-499.e21. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.11.001>
- Chen, S. H., Chiang, S.-C., Chung, Y.-M., Hsiao, L.-C., & Hsiao, T.-Y. (2010). Risk Factors and Effects of Voice Problems for Teachers. *Journal of Voice*, 24(2), 183–192. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.07.008>
- Cho, J.-H., Guilminault, C., Joo, Y.-H., Jin, S.-K., Han, K.-D., & Park, C.-S. (2017). A possible association between dysphonia and sleep duration: A cross-sectional study based on the Korean National Health and nutrition examination surveys from 2010 to 2012. *PLOS ONE*, 12(8), e0182286. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182286>
- de Krom, G. (1995). *Spectral Correlates Of Breathiness And Roughness For Different Types Of Vowel Fragments*.
- Felippe, A. C. N. de, Grillo, M. H. M. M., & Grechi, T. H. (2006). Normatização de medidas acústicas para vozes normais. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 72, 659–664. <https://doi.org/10.1590/S0034-72992006000500013>
- Ferrand, C. T. (2002). Harmonics-to-Noise Ratio: An Index of Vocal Aging. *Journal of Voice*, 16(4), 480–487. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(02\)00123-6](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(02)00123-6)
- Ferreira, L. P., Latorre, M. do R. D. de O., Giannini, S. P. P., Ghirardi, A. C. de A. M., Karmann, D. de F. e, Silva, E. E., & Figueira, S. (2010). Influence of Abusive Vocal Habits, Hydration, Mastication, and Sleep in the Occurrence of Vocal Symptoms in Teachers. *Journal of Voice*, 24(1), 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.06.001>

- Gelfer, M. P. (1995). Fundamental Frequency, Intensity, and Vowel Selection: Effects on Measures of Phonatory Stability. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 38*(6), 1189–1198. <https://doi.org/10.1044/jshr.3806.1189>
- Gluschkoff, K., Elovainio, M., Keltikangas-Jarvinen, L., Hintsanen, M., Mullola, S., & Hintsala, T. (2016). Stressful psychosocial work environment, poor sleep, and depressive symptoms among primary school teachers. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 14*, 462–481. <https://doi.org/10.14204/ejrep.40.16067>
- Hamdan, A.-L., Sataloff, R. T., & Hawkshaw, M. J. (2020). *Obesity and Voice* (1<sup>a</sup> ed.). Plural Publishing.
- Harrison, Y., & Horne, J. A. (1997). Sleep Deprivation Affects Speech. *Sleep, 20*(10), 871–877. <https://doi.org/10.1093/sleep/20.10.871>
- IBM Corp. (2021). *IBM SPSS Statistics* (Versión 24). IBM Corp.
- Icht, M., Zukerman, G., Hershkovich, S., Laor, T., Heled, Y., Fink, N., & Fostick, L. (2018). The “Morning Voice”: The Effect of 24 Hours of Sleep Deprivation on Vocal Parameters of Young Adults. *Journal of Voice, 34*(3), 489.e1-489.e9. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.11.010>
- Lathadevi, H., & Pundalikappa Guggarigoudar, S. (2018). Objective Acoustic Analysis and Comparison of Normal and Abnormal Voices. *Journal of Clinical & Diagnostic Research, 12*(2). <https://doi.org/10.7860/JCDR/2018/36782.12310>
- Lee, Y.-R., Kim, H.-R., & Lee, S. (2018). Effect of teacher’s working conditions on voice disorder in Korea: A nationwide survey. *Annals of Occupational and Environmental Medicine, 30*(1). <https://doi.org/10.1186/s40557-018-0254-8>
- Lin, E., Jiang, J., Noon, S. D., & Hanson, D. G. (2000). Effects of head extension and tongue protrusion on voice perturbation measures. *Journal of Voice, 14*(1), 8–16. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(00\)80090-9](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(00)80090-9)
- Milenkovic, P. (1987). Least Mean Square Measures of Voice Perturbation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 30*(4), 529–538. <https://doi.org/10.1044/jshr.3004.529>
- Mohseni, R., & Sandoughdar, N. (2016). Survey of Voice Acoustic Parameters in Iranian Female Teachers. *Journal of Voice, 30*(4), 507.e1-507.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.05.020>
- Montero Benavides, A., Fernández Pozo, R., Toledano, D. T., Blanco Murillo, J. L., López Gonzalo, E., & Hernández Gómez, L. (2014). Analysis of voice features related to obstructive sleep apnoea and their application in diagnosis support. *Computer Speech & Language, 28*(2), 434–452. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2013.08.002>
- Müller, C., Caffier, F., Nawka, T., Müller, M., & Caffier, P. P. (2020). Pathology-Related Influences on the VEM: Three Years’ Experience since Implementation of a New Parameter in Phoniatic Voice Diagnostics. *BioMed Research International, 2020*, e5309508. <https://doi.org/10.1155/2020/5309508>
- Narasimhan, S. V., & Rashmi, R. (2022). Multiparameter Voice Assessment in Dysphonics: Correlation Between Objective and Perceptual Parameters. *Journal of Voice, 36*(3), 335–343. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.06.009>
- Nieto, F. J., Peppard, P. E., Young, T., Finn, L., Hla, K. M., & Farré, R. (2012). Sleep-disordered Breathing and Cancer Mortality. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 186*(2), 190–194. <https://doi.org/10.1164/rccm.201201-0130OC>
- Norlander, T., Johansson, Å., & Bood, S. Å. (2005). The affective personality: Its relation to quality of sleep, well-being and stress. *Social Behavior and Personality: an international journal, 33*(7), 709–722. <https://doi.org/10.2224/sbp.2005.33.7.709>
- Nwe, T., Li, H., & Dong, M. (2006). Analysis and detection of speech under sleep deprivation. En *Interspeech* (Vol. 4). <https://doi.org/10.21437/Interspeech.2006-509>
- Ong, A. A., & Gillespie, M. B. (2016). Overview of smartphone applications for sleep analysis. *World Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery, 2*(1), 45–49. <https://doi.org/10.1016/j.wjorl.2016.02.001>
- Orlikoff, R. F. (1989). Vocal jitter at different fundamental frequencies: A cardiovascular-neuromuscular explanation. *Journal of Voice, 3*(2), 104–112. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(89\)80136-5](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(89)80136-5)
- Orlikoff, R. F. (1990). Vowel amplitude variation associated with the heart cycle. *The Journal of the Acoustical Society of America, 88*(5), 2091–2098. <https://doi.org/10.1121/1.400106>
- Orlikoff, R. F. (1995). Vocal stability and vocal tract configuration: An acoustic and electroglottographic investigation. *Journal of Voice, 9*(2), 173–181. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80251-6](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80251-6)
- Orlikoff, R. F., & Baken, R. J. (1990). Consideration of the Relationship between the Fundamental Frequency of Phonation and Vocal Jitter. *Folia Phoniatica et Logopaedica, 42*(1), 31–40. <https://doi.org/10.1159/000266017>
- Parish, J. M. (2009). Sleep-Related Problems in Common Medical Conditions. *CHEST, 135*(2), 563–572. <https://doi.org/10.1378/chest.08-0934>
- Rocha, B. R., & Behlau, M. (2018). The Influence of Sleep Disorders on Voice Quality. *Journal of Voice, 32*(6), 771.e1-771.e13. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.08.009>
- Shama, K., Krishna, A., & Cholayya, N. U. (2006). Study of Harmonics-to-Noise Ratio and Critical-Band Energy Spectrum of Speech as Acoustic Indicators of Laryngeal and Voice Pathology. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, 2007*(1), Article 1. <https://doi.org/10.1155/2007/85286>
- Sivasankar, M., & Leydon, C. (2010). The role of hydration in vocal fold physiology. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery, 18*(3), 171. <https://doi.org/10.1097/MOO.0b013e3283393784>
- Sliwinska-Kowalska, M., Niebudek-Bogusz, E., Fiszer, M., Los-Spychalska, T., Kotylo, P., Sznurowska-Przygocka, B., & Modrzewska, M. (2006). The Prevalence and Risk Factors for Occupational Voice Disorders in Teachers. *Folia Phoniatica et Logopaedica, 58*(2), 85–101. <https://doi.org/10.1159/000089610>
- Sonntag, S., & Binnewies, C. (2013). Daily affect spillover from work to home: Detachment from work and sleep as moderators. *Journal of Vocational Behavior, 83*(2), 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2013.03.008>
- Tavares Botelho, M. C. (2019). *Speech as a Biomarker for Sleep Disorders and Sleep Deprivation* [Tesis de Magister, Técnico Lisboa]. <https://www.inesc-id.pt/publications/13647/pdf>
- Teixeira, J. P., & Gonçalves, A. (2014). Accuracy of Jitter and Shimmer Measurements. *Procedia Technology, 16*, 1190–1199. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.10.134>

Torsvall, L., & Åkerstedt, T. (1980). A diurnal type scale. Construction, consistency and validation in shift work. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 6(4), 283–290. <https://doi.org/10.5271/sjweh.2608>

Uloza, V., Padervinskis, E., Vegiene, A., Pribuisiene, R., Saferis, V., Vaiciukynas, E., Gelzinis, A., & Verikas, A. (2015). Exploring the feasibility of smart phone microphone for measurement of acoustic voice parameters and voice pathology screening. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 272(11), 3391–3399. <https://doi.org/10.1007/s00405-015-3708-4>

Valente, A. M. S. L., Botelho, C., & Silva, A. M. C. da. (2015). Distúrbio de voz e fatores associados em professores da rede pública. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 40, 183–195. <https://doi.org/10.1590/0303-7657000093814>

Vasilakis, M., & Stylianou, Y. (2009). Voice Pathology Detection Based on Short-Term Jitter Estimations in Running Speech. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 61(3), 153–170. <https://doi.org/10.1159/000219951>

Wei, M., Du, J., Wang, X., Lu, H., Wang, W., & Lin, P. (2021). Voice disorders in severe obstructive sleep apnea patients and comparison of two acoustic analysis software programs: MDVP and Praat. *Sleep and Breathing*, 25(1), 433–439. <https://doi.org/10.1007/s11325-020-02102-4>

Weinger, M. B., & Ancoli-Israel, S. (2002). Sleep Deprivation and Clinical Performance. *JAMA*, 287(8), 955–957. <https://doi.org/10.1001/jama.287.8.955>