

Parámetros acústicos e índice de perturbación integrado de los docentes de la Universidad de Sucre, Colombia

Acoustic parameters and integrated disturbance index of the teachers of the University of Sucre, Colombia

ÁLVAREZ BORRERO, Marinela B. 1; PERNA MANRIQUE, Olga 2 y FERIA DÍAZ, Jhon J. 3

Recibido: 22/02/2019 • Aprobado: 03/04/2019 • Publicado 27/05/2019

Contenido

1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
4. Conclusiones

Referencias bibliográficas

RESUMEN:

Se estimaron parámetros acústicos, índice de perturbación integrado y riesgo vocal en docentes. El valor máximo de la frecuencia en hombres sugirió ascenso en la frecuencia glotal. Jitter, la media en ambos géneros mostró inestabilidad acústica; Shimmer, en ambos sexos la media sugirió variaciones en la amplitud; Armónico- Ruido, ligera disminución en la media de las mujeres. El IPI, muestra voces con riesgo vocal, más en mujeres. Se estima una alta prevalencia de aparición de disfunciones vocales.

Palabras clave: Parámetros acústicos, índice de perturbación integrado y riesgo vocal

ABSTRACT:

Acoustic parameters, integrated disturbance index and vocal risk were estimated in teachers. The maximum value of the frequency in men suggested an increase in the glottal frequency. Jitter, the average in both genders showed acoustic instability; Shimmer, in both sexes the average suggested variations in amplitude; Harmonic- Noise, slight decrease in the average of women. The IPI shows voices with vocal risk, more in women. It is estimated a high prevalence of the appearance of vocal dysfunctions.

Keywords: Acoustic parameters, integrated disturbance index and vocal risk.

1. Introducción

Es necesario entender que la voz es una herramienta fundamental de comunicación en los seres humanos; siendo el instrumento principal de interacción y socialización que permite expresar y comunicar lo que hay en nuestro interior. De allí, que hoy en día la sociedad actual cuente con un sin número de profesionales que requieren de su voz, como sustento y herramienta de trabajo. Figueredo y Castillo, (2015) argumentan que el 40% de la población

activa trabajadora utiliza su voz como instrumento de trabajo, entre estos los locutores, recepcionistas, docentes, entre otros; quienes en su trabajo deben intercambiar contenidos comunicativos de manera constante. La población docente cumple el rol de comunicador principal en el proceso educativo, de allí que requieran un uso constante de su voz como herramienta principal de su desempeño laboral (Álvarez et al., 2014). En consecuencia, están expuestos a desarrollar desórdenes vocales, pues las particularidades inherentes a la práctica de la enseñanza tienden a generar problemas en la voz (Rocha et al., 2014).

Sin embargo, Villanueva (2011) resalta que el factor más evidente en las disfunciones vocales para los usuarios de la voz es la sobrecarga vocal que se genera durante su trabajo. Por lo tanto, es necesario implementar programas de prevención de trastornos de voz para profesores debido a la alta prevalencia de disfunciones vocales halladas entre estos profesionales. Existen estudios que demuestran que los maestros son significativamente más propensos a experimentar síntomas vocales como ronquera persistente, mayor esfuerzo al usar su voz, cansancio vocal, y cambios en la calidad de la voz después de su uso (Roy et al., 2004). De hecho en España, Barbero y colaboradores (2010) realizaron un estudio descriptivo en la provincia de Huelva, en el cual analizaron los parámetros acústicos de 169 docentes y hallaron una prevalencia de trastornos de la voz entre el 34% y 57%, concluyendo que los trastornos de la voz representan en los docentes un problema de gran relevancia. Por lo tanto, es necesario detectar precozmente las alteraciones de la voz y establecer las medidas preventivas oportunas.

Así mismo, Castillo y colaboradores (2015) en Chile desarrollaron un estudio descriptivo transversal a 402 docentes de Santiago, llegando a la conclusión de que existe una alta prevalencia de disfonía en los docentes.

Esta problemática ha generado mucho interés en las comunidades científicas, al querer indagar a profundidad las afectaciones y los factores de riesgos a los que están sometidos en esta población, pues constantemente atribuyen estos síntomas de voz a su ocupación. Por ello es de vital importancia promover la salud en los lugares de trabajo, concepto que lleva a la necesidad de crear ambientes de trabajo saludables acordes con los procesos de la organización, buscando con esto la disminución de los factores de riesgo laboral, sin desfigurar el proceso laboral. (Barrios y Paravic, 2006).

La voz como fenómeno multidimensional requiere ser evaluada por medio de herramientas que permitan medir y/o cuantificar sus distintos parámetros. Las medidas acústicas cuantitativas son las que más se estudian y reportan con valores alterados en la mayoría de los estudios sobre patología vocal (Señaris et al., 2006). Esta situación permite a los profesionales relacionados con el área de la voz, el desarrollo de investigaciones haciendo uso de equipos de alta tecnología para caracterizar los parámetros acústicos de la voz en diversas poblaciones (Landázuri et al., 2007). Así, el análisis acústico es una técnica no invasiva que permite obtener y analizar las distintas características físicas de la emisión vocal, convirtiendo en parámetros numéricos una serie de variables de la función vocal (Roldan, 2015). Para esa evaluación acústica, Gurlekian y Molina (2012) diseñaron y validaron un método para la valoración del riesgo vocal en el que se calculan valores de índices integrados asociados con alteraciones vocales en la fuente glotal y el tracto vocal.

Este estudio tiene como objetivo describir los parámetros acústicos de la voz y el índice de perturbación integrado en los docentes de la Universidad de Sucre, Colombia. Una vez identificados estos parámetros y sus perturbaciones, es posible identificar a los docentes en riesgo de padecer alguna alteración de voz, y a su vez, prevenir, educar y reeducar la voz, todo ello tras la creación de cursos preventivos y/o de educación.

2. Metodología

La población estuvo conformada por 111 docentes de planta de la Universidad de Sucre y para la selección de la muestra se aplicó un muestreo aleatorio simple, siendo el tamaño muestral de 87 docentes, con una edad media de 44 años y una franja etaria oscilante entre 29 y 63 años. El 58% de la muestra sujeta a estudio fueron mujeres y el 42% de hombres. La investigación se desarrolló con una metodología cuantitativa de corte transversal con diseño descriptivo. El análisis cuantitativo se procesó con el paquete estadístico IBM - SPSS

Versión 24, obteniendo valores mínimos, máximos, la media y desviación estándar para dichos parámetros tanto en el género femenino como el masculino.

Las grabaciones de voz se realizaron con una frecuencia de muestreo en 16bits y 16000hz (banda ancha); en un portátil HP procesador intel core i5 5200U, disco duro 1 Tera, utilizando un micrófono dinámico vocal con respuesta en frecuencia conocida SHURE RABGO 60-800 HZ y tarjeta de sonido Tascam interface de audio profesional formato Hi-res 24-bit/96kHz. Para el análisis acústico de las voces y grabación de señales de habla se utilizó el software ANAGRAF, cuyo objetivo es graficar y cuantificar las características acústico perceptuales de la voz, analizando los diferentes aspectos que la conforman en una correlación anatómica, fisiológica y acústica (Gurlekian, 1997). De esta manera se pudieron obtener los valores de frecuencia fundamental (F0), perturbación de la frecuencia (Jitter), perturbación de la amplitud (Shimmer), la relación armónico-ruido (NHR) y amplitud del cepstrum (Acep) y a partir de esas medidas, obtener el índice de perturbación integrado y el riesgo vocal.

Para clasificar las voces de los participantes en relación con el índice de perturbación integrado, se siguieron los valores propuestos por Gurlekian y Molina (2012): 0 a <2 (normal); 2 a 3 (riesgo vocal) y > 3 (voz alterada). Así mismo, los valores de corte para los demás parámetros también siguieron las indicaciones del software; Jitter $\leq 1,0$; Shimmer $\leq 0,3$; NHR $\geq 4,0$ y Cepstrum $> 0,3$.

3. Resultados

3.1. Frecuencia fundamental o altura tonal

En la Tabla 1 se muestran las mediciones de la frecuencia fundamental o altura tonal, en hombres y mujeres.

Tabla 1
Estadísticos descriptivos de la frecuencia fundamental en hombres y mujeres

FRECUENCIA FUNDAMENTAL (F0)								
MUJERES					HOMBRES			
	Mínima	Máxima	Media	Desviación estándar	Mínima	Máxima	Media	Desviación estándar
F0	150	236	198	23,50	98	260	131	36,66

Los resultados de la frecuencia fundamental (F0), muestran en ambos géneros una media dentro de los rangos normales. Sin embargo, en los hombres el valor máximo de F0 (260Hz) se ubicó muy por encima del rango normal, sugiriendo un ascenso en la frecuencia glótica, lo que haría que las voces en estos, perceptualmente se escucharan más agudizadas.

3.2. Medidas de perturbación vocal

Con los resultados de la Tabla 2, se realizó la evaluación acústica cuantificando las medidas de perturbación vocal Jitter, Shimmer, relación armónico – Ruido (H/N) y amplitud del pico de Cepstrum (Acep) en mujeres y hombres.

Tabla 2
Medidas de perturbación vocal (%) en mujeres y hombres

PARAMETROS ACUSTICOS	

	MUJERES				HOMBRES			
	Mínima	Máxima	Media	Desviación estándar	Mínima	Máxima	Media	Desviación estándar
JITTER	0,110	5,120	1,500	1,080	0,110	11,200	1,400	2,190
SHIMMER	0,140	0,710	0,336	0,135	0,040	1,230	0,334	0,253
HNR	0,290	6,930	3,700	1,640	0,550	7,670	4,130	2,040
CEPSTRUM	0,230	0,740	0,413	0,120	0,120	0,610	0,303	0,103

La medida de perturbación de la frecuencia (Jitter) en el grupo femenino, evidenció una media de 1,50 con una desviación de 1,08 y en los hombres una media de 1,40 con una Sd: 2,19. Para estos casos se observó un valor de desviación estándar más alto que el valor medio de Jitter, lo que demuestra dispersión de los datos, al superar los valores de normalidad del software Anagraf. Por lo tanto, el resumen de la variable denota inestabilidad acústica y/o alteración de la frecuencia fundamental en ambos géneros, pero en los hombres esa inestabilidad en el mecanismo fonatorio se hace más evidente, por el alto valor de desviación. En cuanto a la variable de perturbación de la amplitud, la media de Shimmer para ambos sexos fue de 0,33 observándose un leve aumento al presentarse cambios en la amplitud vocal, lo que sugiere pequeñas variaciones en el ciclo vibratorio. Acústicamente las voces se escucharon tensas, con hiperfonación y características tímbricas de aspereza. La media de la relación armónico – ruido (HNR), fue de 3,70db y 4,10db para el género femenino y masculino respectivamente. En este caso al contrastar los datos obtenidos con los valores dados como normales por el software Anagraf (mayor o igual a 4), se halla una ligera disminución en la media de las mujeres. En otras palabras, las voces se hallaron levemente más disfónicas.

3.3. Índice de perturbación integrado

Los resultados calculados con respecto al índice de perturbación integrado y la evaluación del riesgo vocal se muestran en la Tabla 3 y 4.

Tabla 3
Estadísticos descriptivos del índice de perturbación integrado en mujeres y hombres

INDICE DE PERTURBACIÓN INTEGRADO (IPI)				
	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
IPI HOMBRES	0,75	5,00	2,27	0,956
IPI MUJERES	0,75	4,25	2,39	0,789

Tabla 4
Descriptivos del índice riesgo vocal en mujeres y hombres.

RIESGO VOCAL	FRECUENCIA	PORCENTAJE (%)

Género femenino	Voz Alterada	9,0	18,0
	Voz en Riesgo	32,0	62,0
	Voz Normal	10,0	20,0
	Total	51,0	100,0
Género masculino	Voz Alterada	1,0	3,0
	Voz en Riesgo	19,0	53,0
	Voz Normal	16,0	44,0
	Total	36,0	100,0

Los resultados de la Tabla 3 muestran para la variable acústica "Índice de Perturbación integrado (IPI)" una media y desviación estándar en hombres y mujeres de 2,27 (sd: 0,95) y 2,39 (sd: 0,78) respectivamente. Valores de normalidad hallados previamente por Gurlekian y Molina (2012) definen un IPI en el rango de riesgo vocal. Por otra parte, se hallaron índices integrados con valores mínimos y máximos que denotan características vocales normales y características de voz con alteración y/o perturbación, respectivamente. Según la Tabla 4, el índice de riesgo vocal predomina, en el género femenino en un 62%, más que el sexo masculino, 53%. En cuanto al IPI (voz alterada), continúa el sexo femenino mostrando mayor porcentaje en comparación con los hombres.

4. Conclusiones

Dentro del análisis vocal se concluye que la media de la frecuencia fundamental para ambos sexos se halló normal para hombres y 150 - 330Hz para mujeres, según los parámetros normativos propuestos por Elisei, N (2012). No obstante, al tomar esos valores estándar y compararlos con los rangos mínimos y máximos de la F0 obtenidos en el estudio, la F0 máxima de los hombres sugiere un aumento en la frecuencia glotal, hallándose por encima del límite de los tonos agudos para el género masculino. Ahora bien, la F0 corresponde al número de veces que las cuerdas vocales vibran por segundos, de allí que fisiológicamente a mayor vibración cordal, consecuentemente habrá una mayor tensión en los repliegues vocales, generando un aumento en el tono de la voz de los hombres. Perceptualmente se escuchará una voz aguda, no correspondiente con su género que es rica en tonos graves, ni mucho menos con su estructura laríngea y cordal. Como complemento, Roldán (2016) sugiere además que el valor de F0 se eleva cuando aumenta la longitud de las cuerdas vocales, al igual que la presión subglótica. Por consiguiente, el esfuerzo que está realizando el aparato laríngeo al mantenerse en una posición de ascenso, causa en los repliegues vocales un fuerte contacto entre ellos, y hace que la mucosa de sus ligamentos se irrite; provocando que se pierda eficacia en la producción vocal, al dejar de funcionar equilibradamente el sistema vocal, Morrison y Rammage (1996). Iguales resultados fueron reportados por Roldán (2016) al hallar valores de F0 mas agudizado de lo esperado para las voces masculinas.

Para la valoración de la calidad vocal, por intereses investigativos se analizaron las medidas de perturbación de la frecuencia, la amplitud y el ruido espectral. En el Jitter en ambos géneros, se halló inestabilidad acústica, lo cual denota formas patológicas de irregularidad en el tiempo de vibración de las cuerdas vocales (Colton, Casper y Leonard, 2011). No obstante, en los hombres se particulariza un valor de desviación estándar más alto que el valor medio de Jitter, al superar los valores de normalidad para el software. De allí que la voz se escuche perceptualmente más ronca en los docentes hombres en comparación a las

mujeres. En este sentido, Casado y Adrian (2002) argumentan que la percepción de la ronquera como forma de disfonía está muy influida por el Jitter, de forma que valores de Jitter del 1% ya son percibidos como ronquera y conforme se incrementan dichos valores se amplía la percepción de la ronquera. Por ello, ambos sexos se reflejan inestabilidad en el mecanismo de la fonación (Moreno et al., 2010). Con respecto a la medida de perturbación de la amplitud (Shimmer), de acuerdo con los datos registrados, se evidenció que no existe diferencia en la media cuantificada entre ambos géneros, siendo de 0,33 en hombres y mujeres respectivamente. A partir de lo anterior se observó un leve aumento con relación a los resultados de la normativa (0,30%), al presentarse esas variaciones en la amplitud de la voz, estas pueden estar relacionadas con la deshidratación de la mucosa laríngea, la cual puede influir en la vibración cordal disminuida (Landazuri, 2008). Por su parte, Baken y Orlikoff (2000) señalaron que un aumento en estos parámetros de perturbación suele estar relacionado con el grado de ronquera y aspereza de la voz. Así, Van Houtte y colaboradores (2012) sostuvieron que cuando hay alteración de la calidad vocal tanto del Jitter como el Shimmer puede estar relacionada con una serie de factores, tales como la irregularidad de vibración de los pliegues vocales, problemas relacionados con la aducción o abducción, la flexibilidad de la mucosa o tensión de la musculatura intrínseca y extrínseca de la laringe. En este contexto y con iguales resultados, Roldan (2016) concluye en su estudio que los parámetros de perturbación en la frecuencia y la amplitud expresan la inestabilidad de la emisión vocal, por tanto, ambos se suponen alterados cuando existe una patología vocal y deben ser analizados. Finalmente, la media de la relación armónico – ruido (HNR), fue de 3,7db y 4,1db para el género femenino y masculino respectivamente. En este caso, al contrastar los datos obtenidos con los valores normales del software (mayor o igual a 4), se halla una ligera disminución en la media de las mujeres. Por lo tanto, las voces de las mujeres podrían hallarse levemente más disfónicas. No obstante, Rodríguez (2016) expresa que toda voz por normal que sea no tiene ausencia completa de ruido en el espectro, solo las voces disfónicas presentan más ruido en los espectrogramas.

Para la variable acústica Índice de Perturbación Integrado, se concluye que en ambos géneros predominan las voces con riesgo vocal. Estos resultados son congruentes con los hallados por Rocha y colaboradores (2014), quienes identificaron una elevada frecuencia de profesores con queja y riesgo vocal. No obstante, en el género femenino predomina mayormente el riesgo. En cuanto al IPI-voz alterada, el sexo femenino mostró mayor prevalencia en comparación con los hombres. Estos resultados coinciden con los hallados por Van Houtte y colaboradores (2010) quienes reportaron que hay un mayor número de docentes de género femenino que presentan desorden vocal. Lo anterior, según Roy y colaboradores (2004), se debe a que las mujeres son más vulnerables a presentar un desorden vocal, debido a que sus cuerdas vocales son más cortas y su frecuencia fundamental es más alta, en consecuencia, hay menor masa muscular para atenuar la mayor cantidad de fuerza vibratoria.

Con todo lo anterior, estos resultados sustentan que la labor docente es una de las profesiones de mayor alto riesgo en padecer trastornos vocales. Por lo tanto, las acciones de control y monitoreo son inminentes, a fin de prevenir traumatismos en la voz.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, M., Ruiz, K., & Vilorio, M. (2014). Factores de riesgo laboral que inciden en las cualidades de la voz de los docentes de la Universidad de Sucre. *Revista de logopedia, foniatría y audiología*, 34(4), 149 – 156.
- Baken, R. J, Orlikoff R. F. (2000). *Clinical measurement of speech and voice*. United States of America: Singular Publishing Group.
- Barbero, F., Ruiz, C., Del Barrio, A., Bejarano, E. y Alarcón, A. (2010). Incapacidad vocal en docentes de la provincia de Huelva. *Medicina y seguridad del trabajo*. 56(218), 39-48. Recuperado de: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2010000100004
- Barrios, S. y Paravic, T. (2006). Promoción de la salud y un entorno laboral saludable. *Revista Latino Americana de Enfermagen*, 14(1), 136-141. Recuperado de:

<http://www.scielo.br/pdf/rlae/v14n1/v14n1a19.pdf>

Casado, J. C. y Adrian, J. A. (2002). *Evaluación clínica de la voz: fundamentos médicos y logopédicos*. Málaga: Editorial Aljibe, S.L.

Castillo, A., Casanova, C., Valenzuela, D. y Castañón, S. (2015). Prevalencia de disfonía en profesores de colegios de la comuna de Santiago y factores de riesgo asociados. *Ciencia & Trabajo*, 17 (52), 15-21. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492015000100004

Colton, R. H., Casper, J. K., & Leonard, R. (2011). *Understanding Voice Problems: A Physiological Perspective for Diagnosis and Treatment*. United States of America: Lippincott Williams & Wilkins.

Elisei, N. G. (2012). Análisis acústico de la voz normal y patológica utilizando dos sistemas diferentes: ANAGRAF y PRAAT. *Interdisciplinaria, Centro Interamericano de Investigaciones Psicológicas y Ciencias Afines* 29(2), 339-357. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18026361002>

Figueredo, R. J y Castillo, M. J. (2016). Evaluación de desórdenes vocales en profesionales que usan su voz como herramienta de trabajo. *Revista ciencias de la salud*, 14 (Especial), 97-112. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.12804/revsalud14.especial.2016.07>

Gurlekian, J. A. (1997). *El Laboratorio de Audición y Habla del LIS, en Procesos Sensoriales y Cognitivos*. Editorial Dunken. Buenos Aires: Guirao M. (ed).

Gurlekian, J., y Molina, N. (2012). Índice de perturbación, de precisión vocal y de grado de aprovechamiento de energía para la evaluación del riesgo vocal. *Revista de logopedia, foniatría y audiología*, 32(4), 156-163. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0214460312000551>

Landázuri, E. (2008). Prevención Vocal. Una Responsabilidad de la Fonoaudiología en los Profesionales de la Voz. Aporte de una Investigación en los Locutores de Bogotá. *Umbral Científico*, 33 (12), 33-51. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30401204>

Landázuri, E., Villamil, L., Delgado, L. (2007). Parámetros acústicos de la voz en personas con enfermedad de parkinson. *Umbral Científico*, 11(semestral), pp. 90 -103. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/304/30401108.pdf>

Morrison, M. y Rammage, L. (1996). *Tratamiento de los trastornos de la voz*. Barcelona, España: Masson, S.A.

Moreno, A., Álvarez, M., Bejarano, M., y Pulido, C. (2010) Parámetros acústicos de la voz en el adulto mayor. *Revista Umbral Científico*. 1(17), 9 -17. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/304/30421294002.pdf>

Roy, N., Merrill R. M., Thibeault, S., Gray, S.D. & Smith, E. M. (2004). Voice disorders in teachers and the general population: effects on work performance, attendance, and future career choices. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 47(3), 542-551.

Rodríguez, A.C. (2016). *Efecto de la terapia de voz sobre los parámetros morfo-funcionales, perceptuales y acústicos de la voz de personas con disfonía funcional* (Tesis Maestría). Universidad del Valle, Cali.

Rocha, L. B., Gurlekian, J. A., Medeiros, A. P., Araujo, L. P., y Marques, M. Santos. (2014). Avaliação do risco vocal em professores do ensino fundamental. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, 13(1), 18-23. Recuperado de <https://portalseer.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/9009>

Roldan, R. B. (2015). *Estudio de parámetros acústicos y del índice de incapacidad vocal en pacientes con disfonía hipertónica sometidos a intervención logopédica*. (Tesis de Doctorado). Universidad de Sevilla, Sevilla.

Señaris, G., Núñez, B., Cortes, S., y Suarez, N. (2006). Índice de incapacidad vocal: factores predictivos. *Acta otorrinolaringológica española*. 57(2), 101-108. Recuperado de: <http://www.elsevier.es/es-revista-acta-otorrinolaringologica-espanola-102-pdf-S0001651906786708>

Van Houtte, E., Claeys, S., Wuyts, F., Van Lierde, K. (2010) The Impact of Voice Disorders among Teachers: Vocal Complains, Treatment-seeking Behavior, Knowledge of Vocal Care, and Voice-related Absenteeism. *Journal Voice*, 25(5), 570-5.

Van Houtte, E., Floris, S.C., & Van Lierde, K. (2012). Voice disorders in teachers: occupational risk factors and psycho-emotional factors. *Journal logopedics Phoniatrics Vocology*. 37(3), 107-116. Recuperado de:

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/14015439.2012.660499>

Van Houtte, E., Van Lierde, K., D' Haeseleer, E. & Claeys, S. (2010). The prevalence of laryngeal pathology in a treatment-seeking population with dysphonia. *Laryngoscope*, 120(2), 306-312. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19957345>

Villanueva, R. A. (2011). Voice Disorders in the Metropolitan Area of San Juan Puerto Rico: Profiles of Occupational Groups. *Journal of Voice*, 25(1), 83- 87. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19883991>

1. Especialista en docencia, Magíster en Educación. Fonoaudióloga. Docente asociada del programa de Fonoaudiología. Universidad de Sucre. Sincelejo – Colombia. marinela.alvarez@unisucre.edu.co

2. Magíster en Diseño y Gestión de Procesos (Bioprocesos). Ingeniera Química. Docente asociada del programa de Biología. Universidad de Sucre. Sincelejo – Colombia. olga.perna@unisucre.edu.co

3. Magíster en Ciencias Ambientales. Ingeniero Sanitario. Docente asociado del programa de Ingeniería Civil. Universidad de Sucre. Sincelejo – Colombia. jhon.feria@unisucre.edu.co

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 40 (Nº 17) Año 2019

[\[Índice\]](#)

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]