



MEDICIONES FISIOLÓGICAS DE LA ANSIEDAD: AVANCES Y POSIBILIDADES¹

Recibido: junio 14 de 2018 / Revisado: septiembre 18 de 2018 / Aceptado: octubre 02 de 2018

Por: Luz Magnolia Tilano Vega², Héctor García Mayén³, Isabel Cristina Cano Álvarez⁴, Francis Yurani Mera García⁵

Para citar este artículo/To reference this article/Para citar este artigo

Tilano, L., García, H., Cano, I. & Mera, F. (julio-diciembre, 2018). Mediciones fisiológicas de la ansiedad: avances y posibilidades. *Revista Investigium IRE: Ciencias Sociales y Humanas*, IX (2), pp.68 - 81 doi:10.15658/INVESTIGIUMIRE.180902.06

RESUMEN

La evaluación de la ansiedad es un tema de relevancia investigativa debido a la alta prevalencia e incidencia actual de este trastorno y a la afectación evidenciada en las diversas áreas de desempeño. El propósito de este artículo de revisión, es dar cuenta de los avances en el desarrollo de técnicas fisiológicas para la evaluación de la ansiedad, especialmente aquellas que involucran el análisis de la voz. En cuanto al método seguido para realizar la revisión de artículos científicos, se incluyeron aquellos que tratan de la implementación de técnicas fisiológicas en la evaluación de la ansiedad, que pudiesen evidenciar la validez de éstas; dada la escasez ofrecida al respecto, se seleccionaron artículos que mostraran correlatos entre mediciones con pruebas subjetivas y fisiológicas, enfocando la búsqueda final en los que dan cuenta de la medición de la ansiedad a partir de la voz. Para la búsqueda en línea se utilizaron las plataformas EBSCO, ScienceDirect y Scopus, seleccionando artículos y revisiones que incluyeran los términos relacionados de *anxiety correlates*, *physiological correlates and anxiety*, *anxiety or emotional speech recognition*, *voice recognition*, *fear*, sin límite de tiempo de las publicaciones, dado el bajo número de artículos recabados. Los resultados ofrecen información valiosa frente a los desarrollos actuales de medición psicofisiológica de la ansiedad y la importancia del uso de correlatos para la validez de los resultados. En cuanto a los estudios de ansiedad a partir de la voz, no se encuentra evidencia empírica que permita validar los resultados con otros correlatos de medidas fisiológicas y psicológicas.

Palabras clave: Ansiedad, miedo, psicología fisiológica, reconocimiento de voz.

¹ Artículo que forma parte del proyecto: *Desarrollo de un Sistema Biométrico Automatizado de Detección de la Ansiedad en Población Hispanoparlante a partir del Análisis Acústico Fonético y de sus Correlatos Psicológicos y Fisiológicos*, avalado y financiado por la Universidad de San Buenaventura de Medellín.

² Doctora en Psicología, Universidad de San Buenaventura-Sede Medellín. Magister en Psicología, Universidad de San Buenaventura-Sede Medellín. Especialista en Clínica y Neuropsicología Infantil, Universidad de Antioquia. Psicóloga, Universidad de San Buenaventura-Sede Medellín. Docente Investigadora Universidad de San Buenaventura sede Medellín, adscrita al Grupo de Investigación Estudios Clínicos y Sociales USB. E-mail: luz.tilano@usbmed.edu.co. ORCID: 0000-0001-9709-7985. Medellín, Colombia.

³ Magister en estudios de Sonido y Vibraciones, por el ISVR, Universidad de Southampton, Reino Unido. Docente Investigador ITM, adscrito al Grupo de Investigación en Simulación y Modelamiento Computacional (GIMSC). E-mail: hegama@gmail.com. ORCID: 0000-0002-0312-790X.

⁴ Magister en Psicología, Universidad de San Buenaventura-Sede Medellín. Especialista en Terapia Cognitiva, Universidad de San Buenaventura-Sede Medellín. Docente. Psicóloga, Universidad de San Buenaventura-Sede Medellín. Docente Investigadora de la Institución Universitaria CESMAG, adscrita al Grupo de Investigación Estudios Clínicos y Sociales USB. E-mail: iccano@iucsmag.edu.co. ORCID: 0000-0002-1559-699X. Pasto, Nariño, Colombia.

⁵ Estudiante de semillero EDUPSI, auxiliar del proyecto de investigación Desarrollo de un Sistema Biométrico Sistematizado para la Medición de la Ansiedad a partir de la Voz. E-mail: yuramera@hotmail.com.



PHYSIOLOGICAL MEASUREMENTS OF ANXIETY: ADVANCES AND POSSIBILITIES

ABSTRACT

The evaluation of anxiety is a subject of search relevance due to the high prevalence and current incidence of this disorder and to the affectation evidenced in the diverse areas of performance. The purpose of this review article is to give an account of the progress in the development of physiological techniques for the evaluation of anxiety, especially those that involve voice analysis. As for the method followed for conducting the review of scientific articles, included those dealing with the implementation of physiological techniques in the assessment of anxiety, which could demonstrate the validity of these; given the scarcity offered in this respect, articles that showed correlates between measurements with subjective and physiological tests were selected, focusing the final quest on those that account for the measurement of anxiety from the voice. For the online search the EBSCO, Science Direct and Scopus platforms were used, selecting articles and reviews that included the related terms of *anxiety correlates*, *physiological correlates and anxiety*, *anxiety or emotional speech recognition*, *voice recognition*, *fear*, without time limit of the publications, given the low number of articles collected. The results offer valuable information regarding the current developments in the psychophysiological measurement of anxiety and the importance of the use of correlates for the validity of the results. As for the studies of anxiety from the voice, no empirical evidence is found that allows to validate the results with other correlates of physiological and psychological measures.

Keywords: Anxiety, fear, physiological psychology, voice recognition.

MEDIÇÕES FISIOLÓGICAS DA ANSIEDADE: AVANÇOS E POSSIBILIDADES

RESUMO

A avaliação da ansiedade é um assunto de relevância investigativa devido à alta prevalência e incidência atual desse transtorno e à afetação evidenciada nas diferentes áreas de atuação. O objetivo deste artigo de revisão foi analisar os avanços no desenvolvimento de técnicas fisiológicas para a avaliação da ansiedade, especialmente aquelas que envolvem a análise da voz. Em relação ao método seguido para realizar a revisão de artigos científicos, foram incluídos aqueles que se referiam à implementação de técnicas fisiológicas na avaliação da ansiedade, que poderiam evidenciar a validade destas; devido à escassez oferecida a esse respeito, foram selecionados artigos que apresentaram correlações entre medidas com testes subjetivos e fisiológicos, enfocando a busca final naqueles que responderam pela medida da ansiedade a partir da voz. Para a pesquisa on-line, foram utilizadas plataformas EBSCO, ScienceDirect e Scopus, selecionando artigos e revisões que incluíam os termos relacionados *anxiety correlates*, *physiological correlates and anxiety*, *anxiety or emotional speech recognition*, *voice recognition*, *fear*, sem limite de tempo das publicações, dado o baixo número de artigos recolhidos. Os resultados ofereceram informações valiosas sobre os desenvolvimentos atuais na medida psicofisiológica da ansiedade e a importância do uso de correlatos para a validade dos resultados. Em relação aos estudos de ansiedade a partir da voz, não foram encontradas evidências empíricas que permitam validar os resultados com outros correlatos de medidas fisiológicas e psicológicas.

Palavras-chave: Ansiedade, medo, psicologia fisiológica, reconhecimento de voz.



INTRODUCCIÓN

La ansiedad es una reacción emocional que implica angustia, tensión, aprehensión, nerviosismo y preocupación, además de activación del sistema nervioso autónomo (Pollans, Spielberger & Worden, 1984), lo que engloba aspectos fisiológicos y cognitivos (Cano-Vindel & Miguel-Tobal, 1999). Este estado de temor está acompañado por signos somáticos indicativos de una hiperactividad del sistema nervioso vegetativo (Martínez, 2015). Se presenta cuando el individuo anticipa una amenaza, con reacciones más intensas, frecuentes y persistentes si la amenaza tiene mayor probabilidad de ocurrencia (Chorot & Sandín, 1995; Pollants, Spielberger & Worden, 1984). La angustia es un síntoma que predomina en la persona ansiosa, despliega varias manifestaciones sintomatológicas ante la percepción de una situación de peligro (Fuentes, González, García-Viniegras, Herrera, Pérez & Terry, 2014). Las personas, en general, experimentan ansiedad en diferentes momentos de su experiencia humana; caracterizada por una sensación de aprensión imprecisa, incierta y que genera malestar psicológico, acompañada generalmente de síntomas fisiológicos como cefalea, diaforesis, taquicardia, opresión torácica o malestar epigástrico. Esta experiencia caracteriza una condición clínica normal, constituyéndose en una señal de alerta que anticipa un peligro inminente y advierte al individuo sobre la necesidad de generar estrategias para afrontar dicho peligro o amenaza (Kaplan, Sadock & Sandock, 2009). Se considera que la ansiedad es patológica cuando dificulta la funcionalidad del sujeto en sus diferentes áreas de desempeño, limita su autonomía y se incrementa el nivel de angustia y predisposición negativa, asociándose a niveles sustanciales de incapacidad (Korten, Ormel, Oldehinkel, Pini, Ustun & VonKorff, 1994). Así, cuando esta emoción se vuelve patológica, entorpece el proceso normal de enfrentamiento (Álvarez, González & Matos, 2018).

La prevalencia e incidencia de la ansiedad en el mundo, es alta. Los porcentajes estimados de prevalencia-año y prevalencia-vida para los trastor-

nos de ansiedad, fueron de un 10,6% y un 16,6% respectivamente (Goldner, Hsu, L., Somers & Waraich, 2006; p 10). Según Baxter, Blore, Flaxman, Norman, Scott, Vos & Whiteford (2014), se estima que en el año 2010, aproximadamente 272.2 millones de personas presentaron trastornos de ansiedad, siendo mayor en las mujeres con 5,2% de prevalencia en comparación con 2,8% en hombres. En Oceanía, Asia Central, América Latina, África y el Caribe, la proporción de la ansiedad por sexo es menos pronunciada (aproximadamente dos hombres por cada tres mujeres). Tanto para hombres como para mujeres, la prevalencia aumenta de forma notoria entre los 10 y 19 años de edad y alcanza su punto máximo entre los 20 y 34 años. Para los niños y adolescentes (0-19 años) fue de 2,4%, para los adultos en edad laboral de 5% (20-64 años) y un 3,7% para los adultos mayores de 65 años. Los trastornos de ansiedad son más comunes en países en proceso de postconflicto y países occidentales con altos ingresos económicos (Baxter et al., 2014).

En un país latinoamericano como Perú, se encontró que los trastornos de ansiedad fueron más frecuentes que otros 17 trastornos mentales evaluados, presentando un 14,9%. También la edad de inicio fue más temprana para los trastornos de ansiedad (15 años) que para los demás trastornos (Fiestas & Piazza, 2014). En Colombia la prevalencia es más alta. En el último estudio de salud mental, se reporta que el 50,5% de las personas presenta por lo menos 4 problemas referidos en las sub-escalas de ansiedad, según el cuestionario de autoreporte de síntomas utilizado. La proporción por sexo fue mayor en las mujeres, con 58,7%, que en los hombres, quienes presentaron un 39,0% (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015).

Así, la ansiedad puede presentarse como un trastorno primario o secundario en asociación con otros problemas psicológicos, médicos, uso de medicación o sustancias psicoactivas (Cernea, 2016; Christopher & Sharpley, 2016; Fardin, Ahmadiani, Alizadeh, Khomand, & Maroufi, 2014; Navas & Vargas, 2012), esto hace que tengan mayor prevalen-



cia e incidencia que otros problemas psicológicos y generen más incapacidad. Los diferentes tipos de ansiedad son considerados tan inhabilitantes como cualquier otra enfermedad física o crónica, dado su curso recurrente o, incluso, crónico (Ministerio de Sanidad y Consumo, 2007). La alta prevalencia y nivel de incapacitación de la enfermedad generan un alto impacto en el alcance de metas personales, las actividades familiares sociales o de trabajo. Además, representa un alto costo en salud y en el sector productivo para las empresas. En Colombia, un 52,9% de las personas entre 18 y 44 años presentan síntomas de ansiedad (Ministerio de Salud y Protección Social, 2015).

Los altos niveles de prevalencia e incidencia evidencia que la sobrecarga laboral y las exigencias marcadas por los estereotipos generados en la globalización actual, hace que la sociedad incrementa los niveles de autoexigencia, tensión, fatiga y, por ende, ansiedad en las personas. En este sentido, es fundamental comprender los niveles óptimos o funcionales de la ansiedad. La posible presencia de ansiedad patológica podría orientar una forma de prevención de problemas mayores y mantenimiento de la salud, lo cual ha sido de interés para diversas disciplinas. Cada vez se investiga más sobre métodos que puedan ofrecer más precisión y confiabilidad en las evaluaciones de la ansiedad en diferentes ámbitos; se encuentran estudios que se enfocan en validar pruebas psicológicas utilizadas para la valoración de la ansiedad a partir de la autopercepción de las personas que puedan presentarla de forma situacional o como una patología (Cabañero, Martínez, Perpiña & Richart, 2011). Al tener en cuenta que para comprender la ansiedad se requiere evaluar tanto sus respuestas cognitivas y conductuales como las fisiológicas (Lang, 1978), diversos estudios han involucrado la medición de correlatos fisiológicos de la ansiedad de personas sanas o con diagnóstico de la patología, en situaciones reales y simuladas (Guirado, et al. 1995), utilizando diversos tipos de medidas biológicas como electroencefalogramas, presión arterial, frecuencia cardíaca, respiración, temperatura de la piel, entre otras (Iwata, 1988; Yoshida, 1990,

Nachreiner, 1999; Ohsuga, Shimono & Terashita, 2009; Bando, Oiwa, Okamoto & Nozawa, 2018;). En años recientes, se presenta el análisis de la voz como propuesta de evaluación de las emociones, entre ellas la ansiedad (Haddad, Ratley, Smith & Walter, 2002; Kotropoulos & Ververidis, 2006).

Dichos estudios se han realizado con el fin de ampliar el conocimiento sobre el tema, hacer más práctica, objetiva y económica en tiempo y costos la evaluación, de modo que pueda ser utilizada en diferentes áreas de desempeño. No obstante, la amplia variación de las respuestas fisiológicas de las personas según sus experiencias previas, el género, la edad, como su nivel de consciencia sobre sus propios cambios autonómicos (Orr & Roth, 2000), hace necesario orientar los estudios a la búsqueda de estrategias de medición que ofrezcan resultados más objetivos y puedan ser validados mediante la existencia de correlatos de diferentes niveles de respuesta de la ansiedad.

A partir de los años 70, se originó la medición de la ansiedad observable desde los cambios fisiológicos de conductancia electrodermal de la piel, la frecuencia cardíaca y la respiración (Lader & Marks, 1971; Labrum & Morrow, 1978). Años después, se iniciaron los estudios de correlatos psicológicos y fisiológicos entre la ansiedad estado y la respuesta galvánica y frecuencia cardíaca (Báez Conde, Dallos & Orozco, 2009; Drewett & Lewis, 2006), que siguen siendo objeto de interés en investigaciones más actuales (Hemingway, Minehart, Petrusa, Phitayakorn & Pian-Smith, 2015), que incluyen también correlatos neuronales (Chang et al., 2015), temperatura facial (Bando, Nozawa, Oiwa, & Okamoto, 2018) y la voz (Bojanic, Delic, & Secujski, 2014).

Por su parte, Giedke y Heimann (1981), presentaron hallazgos experimentales que mostraron que el estado emocional de ansiedad generalmente está relacionado con la activación fisiológica medida en fluctuaciones espontáneas y con la tasa de habituación de la respuesta orientadora de la respuesta galvánica de la piel (RSG). Por su parte, Gros, Hawk, Moscovitch (2009) examinaron los



procesos afectivos de ansiedad social (SA) a través de la modulación emocional del reflejo de sobresalto con estudiantes de alto y bajo rango de ansiedad social, quienes vieron imágenes agradables, neutrales y desagradables y se presentaron sondeos acústicos de sobresalto durante las imágenes y el intervalo entre ensayos. El sobresalto se potenció durante los estímulos desagradables en comparación con los agradables, pero esta modulación de la valencia no varió de manera confiable entre los grupos o los estímulos socialmente relevantes e irrelevantes. Sin embargo, cuando los participantes se clasificaron en función de los temores de hablar en público en lugar de los síntomas generales de la Ansiedad social, el grupo de miedo alto demostró una modulación de la valencia confiable, mientras que los del grupo de bajo miedo no lo hicieron. Estos hallazgos se interpretan dentro del contexto de la literatura más amplia que sugiere que la especificidad del miedo en Ansiedad social puede influir en la reactividad psicofisiológica.

Los resultados sugieren que las medidas fisiológicas pueden ser una forma confiable de medición de la ansiedad de personas expuestas a situaciones consideradas estresantes o amenazantes para ellas. El objetivo del presente artículo de revisión es dar cuenta de los avances y tendencias de desarrollo de técnicas fisiológicas para la evaluación de la ansiedad, especialmente aquellas que involucran el análisis de la voz, pues ofrecen una alternativa novedosa que va más allá del uso de pruebas de alto componente subjetivo. Profundizar en este aspecto, es importante en la medida en que se fortalece el cuerpo teórico referente a la medición de emociones y amplía la visión de la evaluación de la ansiedad desde una mirada interdisciplinaria que puede favorecer la labor de diferentes profesionales en distintos campos ocupacionales. Los resultados pueden ofrecer información valiosa a quienes se encuentran desarrollando herramientas tecnológicas para la comprensión de las emociones humanas y para facilitar la comunicación por medios interpersonales y masivos. Así mismo, permite ampliar la visión de profesionales en el campo de la salud en cuanto a los diversos recursos de

evaluación que pueden ser utilizados en áreas clínicas y de la salud, en la neurociencia social, el área jurídica y el desarrollo humano, al beneficiar por igual el ejercicio de la psicología en la línea de la evaluación psicológica. Ello cumple con un papel social en la medida que disminuye el tiempo de las evaluaciones y, por supuesto, de los diagnósticos y, además, contribuye a aumentar la objetividad en las mismas. El interés inicial del artículo, fue realizar un estado del arte frente a los desarrollos actuales de medición de la ansiedad, específicamente las propuestas de medición de la ansiedad a partir de la voz, dado que forma parte del proyecto de investigación interdisciplinario denominado: *Desarrollo de un sistema biométrico automatizado de voz para la medición de la ansiedad a partir de correlatos psicológicos (IDARE) y fisiológicos (tasa cardiaca, respiración y tasa galvánica).*

METODOLOGÍA

Los artículos de revisión constituyen un método de investigación temática que es riguroso, explícito y reproducible, con criterios de inclusión y exclusión definidos con anterioridad, para la detección, análisis crítico y síntesis de los estudios previamente realizados alrededor del tema, con el fin de responder a una pregunta específica de investigación. El estudio realizado fue de tipo descriptivo, el cual tuvo como finalidad evidenciar las características y dimensiones específicas del fenómeno estudiado. El diseño fue no experimental transversal, el cual pretendió establecer la medición y el análisis del fenómeno en un solo momento y luego de su ocurrencia. Los primeros términos de búsqueda utilizados fueron: *anxiety and "speech recognition", emotional and "speech recognition" y "speech recognition"*; sin límite de tiempo, autor o contexto. Posteriormente, debido al bajo número de artículos encontrados, se tomó la decisión de ampliar el artículo de revisión a la medición fisiológica de la ansiedad y se utilizaron los términos: *"physiological correlates" and anxiety, anxiety or "heart rate", "respiratory frequency" y "skin conductance level"*, desde el año 2000.



Para realizar esta revisión, se definieron varios criterios de exclusión e inclusión esenciales. Los artículos debían: *i*) incluir mediciones fisiológicas (por ejemplo, se excluyeron publicaciones que trataran sólo mediciones subjetivas a través de autoinformes); *ii*) dado que esta investigación se enmarca en la ansiedad, los artículos retenidos debían tratar sobre la misma, fuese considerada, desde algunos modelos, patológica o no, como en el caso de los estudios con referencia a ansiedad estado o estrés patológico; *iii*) finalmente, todas las publicaciones debían corresponder a artículos científicos publicados entre los años 2000 a 2017.

Reflejando los criterios antes mencionados, se combinaron con las palabras clave indicadas, para formar oraciones de búsqueda. Se ensayaron muchas combinaciones con el fin de rescatar la mayor cantidad de estudios posibles, dada la escasa evidencia empírica al respecto; así entonces, la búsqueda fue más inclusiva que exclusiva, por ello la inserción de artículos que hacían referencia a términos que por algunos autores podían representar respuestas fisiológicas similares a las de ansiedad, como en el caso del estrés o estudios que incluyeran muestras no patológicas o incluso actores.

La búsqueda en línea de las publicaciones científicas se llevó a cabo utilizando las plataformas *EBSCO*, *ScienceDirect* y *SCOPUS*, que incluye las bases de datos electrónicas relevantes sobre psicología y psicofisiología, con el fin de asegurar la inclusión de todas las revistas pertinentes e investigaciones empíricas del caso.

DESARROLLO

Búsqueda de correlatos fisiológicos y psicológicos de la ansiedad

Las manifestaciones de ansiedad involucran cambios conductuales, cognoscitivos y fisiológicos. Desde la década de los setenta del siglo XX, se ha notado que la ansiedad puede observarse en cam-

bios en la conductividad, cognitivos, como tasa cardiaca, conductancia electrodérmica de la piel o respiración, entre otros (Lader & Marks, 1971; Labrum & Morrow, 1978, Baéz, Conde, Dallos & Orozco, 2009; Hemingway, Mineahart, Petrusa, Phintayakorn & Pian-Smith, 2015). Los investigadores han tratado de establecer la coherencia de las mediciones de los síntomas (subjetivos) y los signos (objetivos) de la ansiedad, utilizando diversas herramientas; algunos han evaluado la ansiedad en profesionales de salud hospitalaria, utilizando el sensor de respuesta galvánica de la piel (GSR) unido a la muñeca de forma conjunta con el inventario de ansiedad Estado-Rasgo -*State-Trait Anxiety* (STAI)- (Hemingway, Minehart, Petrusa, Phitayankon & Pian-Smith, 2015). Otros evaluaron un paciente con trastorno de pánico con agorafobia, a partir de la presión arterial (sistólica y diastólica), la frecuencia cardiaca y medidas de autoreporte (Drewett & Lewis, 2006).

En el estudio realizado por Hollocks, Howlin, Khondoker, Papadopoulos y Simonoff (2014), se investigó la correlación fisiológica con la ansiedad en una muestra de niños y adolescentes con trastorno del espectro autista (ASD), los parámetros fueron: frecuencia cardíaca, variabilidad del ritmo cardíaco y cortisol salival. Los resultados mostraron que una reducción de la frecuencia cardíaca y de la capacidad de respuesta al cortisol, aumentaba significativamente los síntomas de ansiedad. También se han utilizado pruebas de conductancia eléctrica de la piel (SCL) y entrevista psiquiátrica con el fin de darle validez de criterio a la prueba de ansiedad estado y rasgo (STAI) (Báez, Conde, Dallos & Orozco, 2009).

También se ha estudiado la excitación autonómica en relación con la mirada en la ansiedad social, evaluando la mirada directa o evitada, sus movimientos oculares, ritmo cardíaco (HR) y las respuestas de conductancia de la piel (SCR). Los grupos no difirieron en su comportamiento visual con respecto a la mirada directa frente a la mirada evitada, pero las mujeres socialmente ansiosas tendieron a fijar la región ocular del rostro presentado más tiempo que las de media y baja ansiedad



social. Además, respondieron a la mirada directa con una aceleración cardíaca más pronunciada. Este hallazgo fisiológico indica que la mirada directa puede ser una característica relevante para el miedo de las personas socialmente ansiosas en la interacción social (Alpers, Mühlberger, Pauli, Wieser, 2009).

En una búsqueda más amplia de correlatos fisiológicos y psicológicos de la ansiedad, Torres-Nolasco, Castillo-Nava, Cerezo-Reséndiz, Coronado-Álvarez y Hernández-Pozo (2009) realizaron una medición de la ansiedad con la combinación de pruebas de evaluación verbal, conductual y fisiológica, en la cual encontraron que a mayor ansiedad reportada por las personas, presentaron mayor sensibilidad a eventos potencialmente estresantes, con un valor de la presión diastólica en el post-test, menor en las personas ansiosas. En ese mismo sentido, encontraron vinculación de los índices de interferencia negativos en la prueba conductual con los cambios sistólicos; así, ante el mayor sesgo perceptual ansioso, se presentó mayor discrepancia a la baja entre la presión sistólica pre y postest.

En otros estudios, no se ha investigado propiamente la ansiedad en su componente patológico, pero han involucrado una valoración fisiológica de los estados de estrés, aspecto vinculado a lo que se considera ansiedad estado. Con el fin de establecer la relación o diferenciación de las respuestas de estrés fisiológico con las de estrés psicológico, algunos han evaluado a personas sanas de una organización laboral a partir del nivel de cortisol, tomado con muestras de saliva, y el estrés psicológico, medido con la escala de impacto del evento (IES) (Hansen, Hogh, Mikkelsen & Persson, 2012). Otros han analizado las desactivaciones y activaciones de los correlatos neurales de las reacciones de personas en situaciones de estrés en comparación con los resultados de mediciones anteriores (Chang, Derntl, Eickhoff, Fox, Gur, Kogler & Müller, 2015). Según los resultados de estos estudios, las medidas fisiológicas utilizadas permiten establecer, de forma confiable, los efectos o reacciones que las personas tienen a los diferentes eventos o

estímulos, así como el riesgo que se presenta de que las reacciones de estrés puedan hacerse crónicas y generar problemas de salud.

En general, los resultados de dichos estudios ofrecen información poco determinante, pues en algunos casos se manifiesta relación casi lineal entre las medidas subjetivas y algunas medidas fisiológicas como la presión arterial, pero no en otras. Aunque en estudios de caso se muestra la variabilidad de las respuestas fisiológicas de un individuo, el tomar un caso único no permite comprender a fondo el tema o generalizar la información a otros casos. Los estudios no son reproducidos, esto no posibilita un análisis profundo de la consistencia y constancia de los resultados en la misma o diferente población. Tampoco se combinan en un mismo estudio, las evaluaciones de respuestas fisiológicas de forma conjunta con la percepción subjetiva, para complementar los análisis y entender la variabilidad individual o colectiva de la ansiedad a nivel fisiológico.

Reconocimiento de emociones a partir del habla

Investigadores de diversas disciplinas trabajan en el desarrollo de herramientas que permitan medir emociones a partir de la voz. Los artículos sobre patrones de procesamiento de señal de voz, reportados por *Scopus* entre el año 2000 y el 2017, son 195, pasando de 7 publicaciones en el año 2000 a 12 en el 2017, siendo el 2013 el año de mayor número de artículos, con 30. Aunque las investigaciones no se centran solamente en el estudio de ansiedad sino que también incluyen una amplia gama de emociones, se evidencia que el reconocimiento de éstas a través del habla, es un área que está atrayendo cada vez más la atención de los ingenieros, pues a través de ella los seres humanos expresan diversas emociones. Esto constituye un aspecto esencial en la comunicación, porque las personas suelen interpretar los mensajes más por la expresión emocional del emisor que por el contenido.

Los estudios de *Emotional Speech Recognition*



(ESR) evalúan diversos estados emocionales: alegría, ira, depresión, shock, ironía, tristeza, ansiedad, entre otros, con mediciones de la voz natural y semi-natural; es decir, simulada y provocada bajo condiciones de estrés (Celments & Cummings, 1995; Torres-Nolasco et al., 2009), correlacionándolas con respuestas fisiológicas medidas con electrocardiograma, espirometría, conductancia electrodérmica, electroglotografía o psicológicas. Estos estudios se han realizado con personas de diversos idiomas: inglés (Aparna, & Wanare, 2014), alemán (Khanna & Kumar, 2014; Burkhardt, Paeschke, Rolfes, Sendlmeier & Weiss, 2005), japonés (De Gelder, Hiramatsu, Hiramoto, Imai, Koizumi, Sato & Tanaka, 2011), serbio (Dordevic, Jovicic, Kasic & Rajkovic, 2004), danés (Engberg & Hansen, 1996). Los estudios con sujetos hispanoparlantes, son más bien escasos (Cairns & Hansen, 1994).

En cuanto al análisis, se han presentado distintas técnicas que caracterizan diversos estados emocionales, diferentes niveles de segmentación y procedimientos de extracción. Los estudios varían en sus propuestas de análisis, así como en la explicación de estas variaciones en razón de las particularidades de las personas, la cultura o el idioma. Aunque a nivel básico, las reacciones emocionales generan alteraciones en la voz y fonación humana (Kotropoulos & Ververidis, 2006), el estudio de estas alteraciones se realiza con diferentes métodos.

Los marcadores físicos de las emociones presentes en la voz, son diversos; autores como Kotropoulos y Ververidis (2006), por ejemplo, incluye el *Pitch* (tono), también conocido como forma de onda de la glotis, es producido por la vibración de las cuerdas vocales, contiene información del estado emocional, porque su frecuencia depende de la tensión mecánica de las cuerdas vocales y de la presión de la corriente de aire que proviene desde la tráquea. Las características más utilizadas son la frecuencia de *pitch* o F_0 , que es la frecuencia con la cual vibran las cuerdas vocales, y la velocidad del caudal de aire en la glotis al momento de la apertura de las cuerdas vocales. Los investigadores han

asociado bajas velocidades de volumen de aire con emociones como ira o disgusto (Bonafonte, Marino, Moreno & Nogueiras, 2001) y velocidades más altas con alegría o sorpresa (Kotropoulos & Ververidis, 2006). De la misma manera, los autores Kotropoulos y Ververidis (2006) mencionan como una característica importante, que podría contener información de la emoción en la voz, la forma de onda en la glotis durante un periodo de *pitch*, la cual ha sido poco estudiada.

El operador de energía *Teager* se utiliza para analizar el número de armónicos producidos por las no linealidades del flujo de aire en el tracto vocal, éste es particularmente alto y genera vórtices cerca de la zona de las cuerdas vocales falsas, en estado de enojo o estrés (Kotropolis & Veveridis, 2006).

Algunas de las características asociadas a la forma del tracto vocal que son modificadas por el estado emocional, incluyen: las formantes, que son una representación de las resonancias del tracto vocal; el área de sección transversal cuando el tracto vocal es modelado como una serie de tubos, sin pérdidas, concatenados, y los coeficientes derivados de transformaciones de frecuencia (Kotropolis & Ververidis, 2006).

Kotropoulos y Ververidis (2006) también han considerado en gran medida la intensidad de la señal del discurso; la tasa del discurso, que es calculada como la duración inversa de la parte hablada del discurso, determinada por la presencia de pulsos de tonos (Dellaert, Polzin, Waibel, 1996; Banse & Scherer, 1996); y los coeficientes ceps-trales en frecuencias-mel (MFCC por sus siglas en inglés), ya que explotan la respuesta en frecuencia del oído humano, proveyendo una mejor respuesta que las bandas de frecuencia (Davis & Mermelstein, 1980).

El trabajo de Dandare y Wanare (2014), se orienta al reconocimiento de la emoción en el discurso humano de modo que permita que una computadora reconozca los estados emocionales igual que como hace un humano; la eficiencia de este



tipo de sistemas depende de las características extraídas y del clasificador utilizado para la detección de las emociones. El sistema propuesto pretende la identificación de estados emocionales básicos en la voz humana. Estos investigadores, utilizaron una base de datos de diversas emociones en inglés, describieron y compararon las metodologías *Learning Vector Quantization Neural Network* (LVQ NN), *Multiclass Support Vector Machine* (SVM) y una combinación de ellas para el reconocimiento emocional. Encontraron que la selección adecuada de las características a extraer, aumenta la eficiencia del sistema; así mismo, eligieron y probaron la extracción de los coeficientes MFCC y la energía de las muestras de audio provenientes de la base de datos utilizada.

Por otro lado, Tisljár-Szbó (2014) investigó cómo se afectan las atribuciones emocionales que un escucha realiza de una persona al modificar sistemáticamente el lapso de las pausas en un discurso originalmente grabado con una emoción neutra, al hacer esto con personas que hablaban el mismo y diferente idioma (alemán y húngaro). Encontró que la longitud de las pausas influía en el escucha al atribuir un estado emocional al locutor; las pausas tuvieron un efecto significativo, principalmente en las escalas de evaluación: triste, feliz, asustado y positivo. Se observó también, que el efecto de las pausas no fue influenciado por el idioma en el que se escuchaba al locutor; sin embargo, los escuchas de habla alemana calificaron, en general, a los locutores húngaros como más enojados, tristes, sorprendidos, asustados y acalorados, y como menos positivos de lo que evaluaron a los escuchas húngaros. Esta diferencia en evaluación puede provenir de parámetros del discurso como: volumen, tono y melodía, haciendo efecto, la aparición de estos factores comunes, en las evaluaciones de los escuchas austriacos.

A pesar de los resultados anteriores, se ha notado que los estudios que manipulan frases, que generalmente pronuncian actores, tienen como ventaja que las muestras de voz son de calidad controlada con emociones intensas y los cambios

pueden ser bien observados y medidos. Sin embargo, tienen como desventaja que pueden diferir en características propias del discurso; por ejemplo, en pausa, acentuación, errores del habla, comparado con los que ocurren en la vida real (Juslin & Scherer, 2005).

Otros investigadores utilizaron modelos dimensionales para realizar un mapeo de emociones en espacio 2D, en el que las coordenadas son la activación y evaluación involucradas en el estado emocional (Fernández-Martínez, López-Lebona, Lucas-Cuesta, Lutfi & Montero, 2013), ampliando el campo de aplicación del reconocimiento de emociones básicas en el habla. Con la extracción de conjuntos de características que clasifican como prosódicas (obtención de *pitch* y energía) y cepstrales (MFCC), analizaron grabaciones de expresiones emocionales actuadas por tres hombres y tres mujeres en estados básicos emocionales: la ira, la alegría, el miedo, la tristeza, y neutral (Bojanic, Delic & Secujski, 2014).

De manera contraria a los enfoques estándar basados en el modelo categorial de las emociones que alcanzan bajo rendimiento, probablemente debido a la modelización de las emociones como estados afectivos distintos e independientes, los modelos circunplejos dimensionales de las emociones utilizan regresión de mínimos cuadrados parcial (PLS por sus siglas en inglés), tratan de etiquetar automáticamente el corpus en términos de la excitación y valencia en una escala continua en un dominio bidimensional. Un modelo de regresión PLS optimizado de acuerdo con características específicas y entrenado por actores en idioma italiano, sugiere una manera de etiquetar automáticamente el corpus en términos de excitación y valencia, para una base de datos de oraciones con contenido emocional controlado (Basile, Bozzali, Costantini, Di Natale, Mencattini Mencattini, Martinelli & Todisco, 2014).

Un método recientemente desarrollado, es el de ensamble empírico y descomposición de modos (EEMD por sus siglas en inglés), que está destinado a eliminar el modo de emoción mezclado



presente en el modelo, originalmente planteado, de descomposición de modo empírico (EMD). La ventaja del método EEMD, es su capacidad de descomponer una señal de voz emocional compleja, en una serie de funciones de modos emocionales intrínsecas (IMFE) (Qi & Qin, 2014).

Pueden encontrarse, también, modelos computacionales de jerarquía inversa para el reconocimiento dinámico de expresiones en la interacción humano-computadora. Sobol-Shikler (2009) analizó una gran cantidad de emociones y estados mentales de expresiones no verbales en el habla. El modelo combinó la aplicación del procesamiento de señal, aprendizaje de máquina y métodos de votación en la implementación y validación. El modelo representa eventos del discurso paralingüístico usando abstracciones temporales obtenidas de diferentes disciplinas como la musicología, ingeniería y lingüística. El trabajo adapta la premisa de que las características emocionales no son entidades aisladas, sino que parte de una interacción y deben ser analizadas en este contexto. Entre las características vocales utilizadas se cuentan: frecuencia fundamental, energía, contenido espectral, propiedades armónicas y tasa del discurso, entre otras. Esta investigación es un paso importante hacia soluciones integrales en señales de inteligencia social corporativa para una amplia variedad de aplicaciones y para la investigación multidisciplinaria (Sobol-Shikler, 2009).

Los modelos anteriores toman la evaluación de la ansiedad como un componente dentro de un grupo de emociones. Son pocos los estudios orientados específicamente a la identificación de la ansiedad. En cuanto al análisis de los estados de ansiedad a partir de la voz, se introducen alteraciones en la duración e intensidad de los sonidos de voz, la distribución de la frecuencia fundamental o *pitch*, la ubicación de las formantes, el espectro de la glotis y la estructura espectral de la voz representada mediante los coeficientes cepstrales mel-frecuencia (MFCC). Haddad, Ratley, Smith & Walter (2002) analizaron directamente aspectos no lineales del proceso de producción de la voz en

estado de ansiedad, representándolos mediante el operador *Teager Energy Operator* (TEO), y utilizando análisis de bandas de frecuencias críticas.

CONCLUSIONES

En cuanto a la medición de la ansiedad, las respuestas fisiológicas encontradas pueden considerarse un elemento de criterio adicional y complementario al diagnóstico con el uso de pruebas subjetivas.

Se evidencia que la evaluación de emociones utilizando métodos psicofisiológicos, permite aproximaciones más objetivas y efectivas frente a los fenómenos estudiados.

Las investigaciones han correlacionado medidas fisiológicas con psicológicas, pero se han obtenido resultados poco consistentes, debido a la baja replicabilidad y a la frecuente utilización de metodologías de caso único, lo que puede restar en términos de validez externa.

El reconocimiento de los estados emocionales a partir de la voz, es un tema de investigación actual con propuestas de análisis de datos diversas y con una amplia gama de funcionalidad en el contexto.

No se encuentra evidencia empírica que permita validar la medición a partir del análisis de la voz con otros correlatos de medidas fisiológicas y psicológicas.



REFERENCIAS

- Alpers, G.W.; Mühlberger, A.; Pauli, P. & Wieser, M.J. (January, 2009). Is eye to eye contact really threatening and avoided in social anxiety?—An eye-tracking and psychophysiology study. *Journal of Anxiety Disorders*, 23(1), 93-100.
- Álvarez Vázquez, B.; González Gacel, F. & Matos Trevín, G. (enero-febrero, 2018). Ansiedad y depresión en pacientes con tratamiento dialítico incluidos en el plan de trasplante renal. *MULTIMED*, 22(1), 26-38. Recuperado de <http://www.revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/776/1104>
- Aparna, M. & Wanare, P. (July, 2014). Human emotion recognition from speech. *International Journal Emerging. Technology Advanced Engineering*, 4(7), 74 –78.
- Báez, A.; Conde, C.; Dallos, M. & Orozco, L. (2009). Aportes fisiológicos a la validez de criterio y constructo del diagnóstico de ansiedad según entrevista psiquiátrica y el State-Trait Anxiety Inventory (STAI) en una muestra de estudiantes universitarios colombianos. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 38(2), 262-278.
- Bando, S.; Oiwa, K.; Okamoto, R. & Nozawa, A. (June, 2018). Blind source extraction of longterm physiological signals from facial thermal images. *Artificial Life and Robotics*, 23(2), 218–224. <https://doi.org/10.1007/s10015-017-0423-9>
- Banase, R. & Scherer, K. (April, 1996). Acoustic profiles in vocal emotion expression. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70(3), 614-636.
- Basile, B.; Bozzali, M.; Costantini, G.; Di Natale, C.; Martinelli, E.; Mencattini, A. & Todisco, M. (June, 2014). Speech emotion recognition using amplitude modulation parameters and a combined feature selection procedure. *Knowledge-Based Systems*, 63, 68–81. doi:10.1016/j.knsys.2014.03.019
- Baxter, A. J.; Blore, J.; Flaxman, A. D.; Norman, R. E.; Scott, K. M.; Vos, T. & Whiteford, H. A. (December, 2014). The regional distribution of anxiety disorders: implications for the Global Burden of Disease Study, 2010. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 23(4), 422–438.
- Bojanic, M.; Delic, V. & Secujski, M. (September, 2014). Relevance of the types and the statistical properties of features in the recognition of basic emotions in speech. *Facta Universitatis - Series: Electronics and Energetics*, 27(3), 425–433. doi:10.2298/FUEE1403425B
- Bonafonte, A.; Marino, B.; Moreno, A. & Nogueiras, A. (September, 2001). Speech emotion recognition using hidden Markov models. In *7a. European Conference on Speech Communication and Technology*. Eurospeech, Denmark.
- Burkhardt, F.; Rolfes, M.; Sendlmeier, W.; Paeschke, A. & Weiss, B. (September, 2005). A database of german emotional speech. *Interspeech*, 5, 1517-1520.
- Cabañero, M.J.; Martínez, I.; Perpiña, J. & Richart, M. (julio-agosto, 2011). Validez de contenido de versión corta de la subescala del Cuestionario State-Trait Anxiety Inventory (STAI). *Revista Latino-Americana Enfermagem*, 19(4), 1-6.
- Cairns, D. & Hansen, J. (December, 1994). Nonlinear analysis and classification of speech under stressed conditions. *Journal Acoustical Society American*, 96(6), 3992-3400.
- Cano-Vindel, A. & Miguel-Tobal, J. (January, 1999). Evaluación de la ansiedad desde un enfoque interactivo y multidimensional: El Inventario de Situaciones y Respuestas de Ansiedad (ISRA). *Psicología Contemporánea*, 6(1), 14-21.
- Celments, M. & Cummings, K. (July, 1995). Analysis of the glottal excitation of emotionally styled and stressed speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 98(1), 88-98.



- Cernea, S. C. (April, 2016). Prevalence of depression, anxiety and cognitive impairment in patients with type 2 diabetes from the central part of Romania. *Acta Medica Marisiensis*, 62(2), 209-216.
- Chang, A.; Derntl, B.; Eickhoff, S.; Fox, P.; Gur, R.; Kogler, L. & Müller, V. (October, 2015). Psychosocial versus physiological stress - Meta-analyses on deactivations and activations of the neural correlates of stress reactions. *Neuroimage*, 119, 235-251.
- Chorot, P. & Sandín, B. (1995). Concepto y categorización de los trastornos de ansiedad. En A. B. Belloch, B. Sandín & F. Ramos (Eds.). *Manual de psicopatología* (pp. 253-280). Madrid: McGraw-Hill.
- Christopher, F. & Sharpley, B.V. (Jun, 2016). Prevalence and structure of anxiety-depression in an Australian community sample. *Archives of Psychiatry and Psychotherapy*, 18(2) 29-39.
- Dandare, S. & Wanare, A. (July, 2014). Human emotion recognition from speech. *Journal of Engineering Research and Applications*, 4(7), 74-78.
- Davis, S. & Mermelstein, P. (August, 1980). Comparison of parametric representations for monosyllabic word recognition in continuously spoken sentences. *IEEE transactions on Acoustics, Speech, and signal processing*, 28(4), 357-366.
- Dellaert, F.; Polzin, T. & Waibel, A. (October, 1996). Recognizing emotion in speech. In *Proceeding of fourth International Conference Spoken Language Processing (ICSLP '96)*. Philadelphia, USA.
- De Gelder, B.; Hiramatsu, S.; Hiramoto, E.; Imai, H.; Koizumi, A.; Sato, T. & Tanaka, A. (September, 2011). The effects of anxiety on the interpretation of emotion in the face-voice pairs. *Experimental Brain Research*, 213(2-3), 275-282. Doi: 10.1007/s00221-011-2668-1
- Dordevic, M.; Jovicic, S.; Kasic, A. & Rajkovic, M. (2004). Serbian Emotional Speech Database (GEES). *Design, Processing and Evaluation, Proc. SPECOM*, 77-81.
- Engberg, I. S. & Hansen, A. V. (1996). Documentation of the Danish Emotional Speech database (DES). Center for Person Kommunikation. Recovered from <http://kom.aau.dk/~tb/speech/Emotions/des.pdf>
- Fardin, A. M.; Ahmadiani, S.; Alizadeh, N.; Khomand, P. & Maroufi, A. (March, 2014). Prevalence and quality of anxiety in patients with epilepsy. *Epilepsy & Behavior*, 32, 34-37.
- Giedke, H. & Heimann, H. (1981). Psychophysiology of anxiety, fear and phobia. *Progress in Neuro-Psychopharmacology*, 5 (2), 167-17.
- Gros, D.F.; Hawk, L.W. & Moscovitch, D. (August, 2009). The psychophysiology of social anxiety: Emotional modulation of the startle reflex during socially-relevant and -irrelevant pictures. *International Journal of Psychophysiology*, 73(2), 207-211.
- Guirado, P.; Carrasco, C.; González-Bono, E.; Miquel, M.; Martínez-Sanchis, S.; Salvador, A. & Suay, F. (enero-diciembre, 1995). Ansiedad y respuestas electrofisiológicas a una tarea de estrés mental tras un ejercicio aeróbico máximo. *Revista de Psicología del Deporte*, 4(2), 19-29. Recuperado de <http://www.rpd-online.com/article/view/57/57>
- Fernández-Martínez, F.; López-Lebona, L.; Lucas-Cuesta, J. M.; Lutfi, S.L. & Montero, J. M. (September, 2013). A Satisfaction-based Model for Affect Recognition from Conversational Features in Spoken Dialog Systems. *Speech Communications*, 55(7-8), 825-840.
- Fiestas, F. & Piazza, M. (enero, 2014). Prevalencia anual de trastornos y uso de servicios de salud mental en el Perú: resultados del estudio mundial de salud mental 2005. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 31(1), 30-38.



- Fuentes Sosa, R.; García-Viniegras, C.R.; González Llana, M.; Herrera Pacheco, M.; Pérez Cernuda, C. & Terry Pérez, E. (2014). Caracterización de la ansiedad en adolescentes y jóvenes con hiperhidrosis primaria. *Revista del Hospital Psiquiátrico de la Habana*, 11(1). Recuperado de http://www.revistahph.sld.cu/rev_nro1-2014/hph_orig2.html
- Goldner, E.M.; Hsu, L.; Somers, J.M. & Waraich, P. (February, 2006). Prevalence and incidence studies of anxiety disorders: A Systematic review of the literature. *Canadian Journal Psychiatry*, 51(2), 100–113.
- Haddad, D.; Ratley, R.; Smith, M. & Walter, S. (2002). *Investigation and evaluation of voice stress analysis technology* (Final Report, NCJ Number: 193832). Washington, D.C.: National Institute of Justice.
- Hansen, A.; Høgh, A.; Mikkelsen, E. & Persson, R. (July, 2012). Exposure to negative acts at work, psychological stress reactions and physiological stress response. *Journal of Psychosomatic Research*, 73(1), 47–52.
- Hemingway, M.W.; Minehart, R.D.; Petrusa E.; Phitayakorn, R. & Pian-Smith, M.C. (January, 2015). Relationship between physiologic and psychological measures of autonomic activation in operating room teams during a simulated airway emergency. *The American Journal of Surgery*, 209(1), 86–92. doi: 10.1016/j.amjsurg.2014.08.036. Epub 2014 Oct 22.
- Hollocks, M. J.; Howlin, P.; Khondoker, M.; Papadopoulos, A. S. & Simonoff, E. (August, 2014). Differences in HPA-axis and heart rate responsiveness to psychosocial stress in children with autism spectrum disorders with and without co-morbid anxiety. *Psychoneuroendocrinology*, 46(1), 32–45.
- Iwata, H. (January, 1988). Quantitative evaluation of mental work by thermography. *Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers*, 24, 107–111.
- Juslin, P. N. & Scherer, K. R. (2005). Vocal expression of affect. In J. A. Harrigan, R. Rosenthal & K. R. Scherer (Eds.). *The new handbook of methods in nonverbal behavior research* (pp. 65 – 135). Oxford: Oxford University Press.
- Kaplan, H.; Sadock, V. & Sandcock, B. (2009). *Sinopsis de psiquiatría* (10ª ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Khanna, P. & Kumar, S. M. (August, 2014). Emotion profiling: Ingredient for rule based emotion recognition engine. *Global Journal of Computer Science and Technology: F Graphics & Vision*, 14(3), 13–23.
- Korten, A.; Oldehinkel, T.; Ormel, J.; Pini, S.; Ustun, T.B. & VonKorff, M. (December, 1994). Common mental disorders and disability across cultures. Results from the WHO collaborative study on psychological problems in general health care. *JAMA*, 1994, 272(22), 1741–1748.
- Kotropoulos, C. & Ververidis, D. (September, 2006). Emotional speech recognition: Resources, features and methods. *Speech Communication*, 48(9), 1162–1181. doi:10.1016/j.specom.2006.04.003
- Labrum, A. H. & Morrow, G. R. (February, 1978). The relationship between psychological and physiological measures of anxiety. *Psychological Medicine*, 8(1), 95–101. Doi: 10.1017/S0033291700006668
- Lader, M. & Marks, I. (1971). The physiology of anxiety. In M. Lader & I. Marks (Eds.), *Clinical Anxiety* (1a. ed., pp. 124–144). Doi: 10.1016/B978-0-433-19000-4.50011-9
- Lang, P. (1978). Anxiety: toward a psychophysiological definition. In H.S. Akiskal & W.L. Webb (Eds.), *Psychiatric diagnosis: exploration of biological criteria* (pp. 365–389). New York: Spectrum.
- Lewis, E. & Drewett, F. (February, 2006). Psychophysiological correlates of anxiety: A single-case study. *Journal of Anxiety Disorders*, 20(6), 829–835.



- Martínez Hurtado, M. (2015). *Urgencias psiquiátricas*. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2015). Sistema nacional de estudios y encuestas poblacionales para la salud: Encuesta nacional de salud mental 2015 (tomo I). Colombia. Recuperado de http://www.visiondiweb.com/insight/lecturas/Encuesta_Nacional_de_Salud_Mental_Tomo_I.pdf
- Ministerio de Sanidad y Consumo. (2007). Estrategia en Salud Mental del Sistema Nacional de Salud. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo. Recuperado de https://www.msccbs.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/excelencia/salud_mental/ESTRATEGIA_SALUD_MENTAL_SNS_PAG_WEB.pdf
- Nachreiner, F. (April, 1999). International standards on mental workload the ISO 10-075 series. *Ind Health*, 37(2), 125–133.
- Navas, W. & Vargas, J. (January, 2012). Trastornos de ansiedad: revisión dirigida para atención primaria. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 69(604), 497-507.
- Ohsuga, M.; Terashita, H.; Shimono, F. (January-December, 1993). Towards the assessment of mental workload using autonomic indices. *Transactions of the Society of Instrument and Control Engineer*, 29(8), 979–986.
- Orr, S.P. & Roth, W.T. (December, 2000). Psychophysiological assessment: clinical implications for PTSD. *Journal Affective Disorders*, 61(3), 225–240.
- Pollans, C.; Spielberger, Ch. & Worden, T. (1984). *Tensión y ansiedad*. México: Harper & Row Latinoamericana S.A. de C.V.
- Qi, Y. & Qin, Y. (March, 2014). EEMD-based speaker automatic emotional recognition in Chinese Mandarin. *Applied Mathematics and Information Sciences*, 8(2), 617–624. doi:10.12785/amis/080219
- Sobol-Shikler, T. (2009). *Analysis of affective expression in speech* (Technical Report, 740). Retrieved from <http://128.232.0.20/techreports/UCAM-CL-TR-740.pdf>
- Tisljár-Szbó, E. (2014). *Investigation of speech features of emotional states and of altered states of consciousness* (PhD thesis booklet). University of Technology and Economics. Budapest.
- Torres-Nolasco, M.; Castillo-Nava, P.; Cerezo-Reséndiz, S.; Coronado-Álvarez, O. & Hernández-Pozo, M. (enero-abril, 2009). Relación entre promedio escolar y tres indicadores de ansiedad en estudiantes de medicina *Universitas Psychologica*, 8(1) 69-86.
- Yoshida, T. (January-December, 1990). The measurement of EEG frequency-fluctuation and evaluation of comfortableness. *The Journal of the Acoustical Society of Japan*, 46(11), 914–919.