

# Student Stress Monitoring During the Conduct of an Academic Exam: Case Study Using Wearables Devices

Aura Polo, MSc.<sup>1</sup>, Jordan Guillot, Esp<sup>1</sup>, María Calle, PhD.<sup>2</sup> y Juan Sarmiento, Est<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad del Magdalena y Universidad del Norte, Colombia, [apolol@unimagdalena.edu.co](mailto:apolol@unimagdalena.edu.co), [jguillot@uninorte.edu.co](mailto:jguillot@uninorte.edu.co)

<sup>2</sup> Universidad del Norte, Colombia, [mcalle@uninorte.edu.co](mailto:mcalle@uninorte.edu.co)

<sup>3</sup> Universidad del Magdalena, Colombia, [juanpablodbz@gmail.com](mailto:juanpablodbz@gmail.com)

**Abstract**— *The objective of the work is to perform an organizational evaluation of the General Comptroller of the Republic of Colombia through the analysis of factors that are considered critical for its performance. For the construction of the instrument, critical factors were identified such as the organizational scheme, processes and procedures, information systems, adaptability, effectiveness and efficiency, which was validated by experts and determined its reliability by using the Cronbach alpha coefficient. The statistical analysis was carried out through a computational tool that allowed applying the Principal Component Analysis to reduce the dimensions and obtain the factors that facilitate the analysis of the information. From the statistical analysis of critical factors, the positive correlations that exist between them were evidenced, which allows establishing a set of conditions to evaluate the organization. Based on the results, it is concluded that through the use of a computational tool, it is possible to perform the analysis of factors considered critical for the improvement of the organization.*

**Keywords**- *Cronbach's Alpha, Analysis of Main Components Organizational Evaluation, Computational Tool*

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.477>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

# Monitoreo del Estrés Estudiantil Durante la Realización de un Examen Académico: Caso de Estudio Utilizando Dispositivos Wearables

Aura Polo, MSc.<sup>1</sup>, Jordan Guillot, Esp<sup>1</sup>, María Calle, PhD.<sup>2</sup> y Juan Sarmiento, Est<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Magdalena y Universidad del Norte, Colombia, apolol@unimagdalena.edu.co, jguillot@uninorte.edu.co

<sup>2</sup>Universidad del Norte, Colombia, mcalle@uninorte.edu.co

<sup>3</sup>Universidad del Magdalena, Colombia, juanpablodbz@gmail.com

**Resumen**– *El rendimiento académico de los estudiantes y su bienestar en general, se ven seriamente influenciados por la ansiedad presentada durante actividades académicas. Las evaluaciones son uno de los principales factores que generan estrés y ansiedad. Sin embargo, diferentes tipos de cuestionarios pueden impactar de forma diferente los niveles de estrés de los estudiantes. El presente trabajo presenta una propuesta para monitorear el nivel de estrés de estudiantes de pregrado durante dos tipos de examen escrito, utilizando dispositivos wearables. Fueron aplicadas pruebas de cognición y personalidad a un grupo de 20 estudiantes, de los cuales fueron seleccionados 2 con similares perfiles. Se realizaron pruebas utilizando la diadema EEG Emotiv Insight para los dos sujetos, con dos tipos de cuestionarios, uno de pregunta abierta y uno de pregunta cerrada. Los resultados muestran coherencia entre los registros obtenidos con el sistema propuesto y las pruebas psicológicas estandarizadas utilizadas para estudio del estrés.*

**Palabras clave**– *estrés académico, bio-realimentación, prueba evaluativa, Interfaces Cerebro Computador.*

## I. INTRODUCCIÓN

Obtener lecturas confiables de parámetros fisiológicos de forma continua y ubicua, es una necesidad que hoy día no se limita sólo al entorno hospitalario sino también a entornos en los cuales no es viable realizar mediciones con equipos clínicos convencionales y no se tienen ambientes controlados. Estas necesidades de monitoreo fisiológico continuo han dado pie al uso de soluciones basadas en dispositivos wearables y Redes Inalámbricas de Área Corporal WBAN [1]. Aplicaciones de este tipo se pueden encontrar en la medicina, para monitorear enfermedades crónicas [2] [3], asistir en la rehabilitación o controlar una prótesis; en el entretenimiento, para control de videojuegos [4], robots o drones; en el deporte y bienestar, para monitorear actividad física [5] y medir desempeño del deportista; y en la psicología y neurociencias, para bio-realimentación [6] [7], mejoramiento de desempeño cognitivo [8] [9], monitoreo y detección de estrés [10]. Este último es una condición que aqueja a la sociedad moderna al punto de llegar a ser considerado un problema de salud pública y ser llamado “la epidemia del siglo 21” con impactos sociales y económicos significativos [11] [12] [13].

Es de particular interés el estrés experimentado por los estudiantes de educación superior en torno a su vida académica. Existen evidencias que muestran un incremento en

los casos de bajo rendimiento académico, deserción estudiantil, afecciones de salud física y mental y de la demanda por servicios de consejería en las universidades [14] [15]. Uno de los principales detonantes de tensión estudiantil es la presentación de evaluaciones, también conocida como “ansiedad del examen” (test anxiety) [16], que es el estrés experimentado antes y/o durante un examen. Existen pruebas psicológicas avaladas para medir el nivel de ansiedad de sujetos antes de una situación estresante [17], pero en países en vía de desarrollo como Colombia, es poca la evidencia encontrada sobre los efectos de una evaluación en el nivel de estrés de los estudiantes que van a presentar un examen y mucho menos del uso de dispositivos wearables para obtener registro continuo de dichos niveles.

Existen en la literatura diferentes propuestas para medición de estrés utilizando dispositivos wearables. Un ejemplo utiliza una pulsera Empatica para medir variables como frecuencia cardíaca (FR), actividad humana y temperatura corporal [18]. En dicho estudio se utilizaron clasificadores basados en lógica difusa para detectar estrés social, de competición y estados normales. Otro trabajo implementó un sistema intra-auricular con sensores de aceleración, FR y temperatura [19]. Se obtienen resultados adecuados de detección de estrés, en comparación con un sistema de referencia. Sin embargo, es un sistema invasivo y no recomendable para aplicaciones donde se requieran registros de larga duración.

En este artículo se utiliza una diadema Emotiv Insight para recolectar información de actividad cerebral. Se hace un monitoreo de los niveles de estrés de estudiantes de pregrado del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Magdalena (Santa Marta – Colombia), durante la realización de dos tipos de pruebas. El artículo está organizado como sigue: la sección II presenta la metodología seguida para el desarrollo y prueba de la solución propuesta, la sección III muestra resultados obtenidos y discusión y la sección V: conclusiones.

## II. METODOLOGÍA

A continuación se describen los tipos de exámenes realizados y los métodos utilizados para el desarrollo experimental.

### A. Tipos de Exámenes y Recolección de Datos

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.477>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

Se tomó una muestra de 20 estudiantes del programa de ingeniería electrónica de la Universidad del Magdalena ubicada en la ciudad de Santa Marta, Colombia. Después de firmar el consentimiento informado, se les aplicó un cuestionario factorial de responsabilidad 16 pf-5 [14] con el apoyo de un experto de la unidad de Psicología de la Universidad. El resultado de esta prueba arroja los factores de conducta del sujeto para explicar el espectro de personalidad de cada uno. Con dicho resultado se seleccionan dos sujetos con rasgos de conducta similares.

Los dos sujetos se sometieron a dos tipos de exámenes. El primer tipo (Tipo I) es una prueba evaluativa con preguntas abiertas utilizado en la educación por objetivos. El segundo tipo (Tipo II) es un cuestionario de preguntas cerradas por competencia, con preguntas de selección múltiple con única respuesta. El cuestionario está basado en las pruebas estandarizadas nacionales de estado aplicadas en Colombia para educación superior (Saber Pro [20]).

El test IDARE (inventario de la ansiedad rasgos-estado) es utilizado en psicología para medición de ansiedad de rasgo y estado en adultos. La ansiedad de rasgo está relacionada con tendencias de la persona o con cómo se siente la mayor parte del tiempo, mientras que la ansiedad de estado es la ansiedad que se manifiesta circunstancialmente en un momento específico. En esta prueba se presentan al paciente 40 preguntas relacionadas con preocupación, nerviosismo, tensión y aprehensión. Utiliza una escala de 1 a 4, que representa cuatro opciones de casi nunca a casi siempre [21].

La prueba IDARE arroja un puntaje entre 20 y 90 para la ansiedad de rasgo y para la de estado. Los resultados de niveles de ansiedad están dados por rangos como sigue: bajo (<30), medio (30-40) y alto (>45) [21].

Ambos sujetos fueron evaluados con la prueba IDARE 20 minutos antes de realizar cada uno de los exámenes. Dicha prueba sirve para determinar los niveles de ansiedad de los sujetos antes de las pruebas. El primer tipo de examen se realizó en la semana 12 del semestre. En la semana 15, se realizó el segundo tipo de examen, cubriendo los mismos temas.

### B. Montaje experimental

El Emotiv Insight se utiliza para obtener registros de la actividad cerebral de los sujetos durante las pruebas realizadas. Esta es una diadema inalámbrica con 5 canales (EEG) electroencefalográficos (AF3, AF4, T7, T8 y Pz:), con una frecuencia de muestreo de 128Hz [reference for the Emotiv datasheet]. Este dispositivo tiene conectividad Bluetooth Smart 4.0, las mediciones son enviadas por esta vía inalámbrica a un computador.

Se desarrolló una aplicación de escritorio, donde se visualizan los registros de seis parámetros obtenidos de las librerías del Software Development Kit SDK del Emotiv Insight. Estos parámetros son mediciones de estados mentales generados a partir de las señales EEG puras captadas con los electrodos. Los datos capturados son almacenados, en un archivo de Microsoft Excel para su posterior análisis.

Ambos sujetos portaron el Emotiv durante la realización de los dos tipos de pruebas. La Fig. 1 muestra el montaje experimental utilizado.



Fig. 1 Montaje experimental utilizado para recolectar datos de cada sujeto.

En Fig. 2 se muestra una impresión de pantalla de la aplicación de escritorio desarrollada.

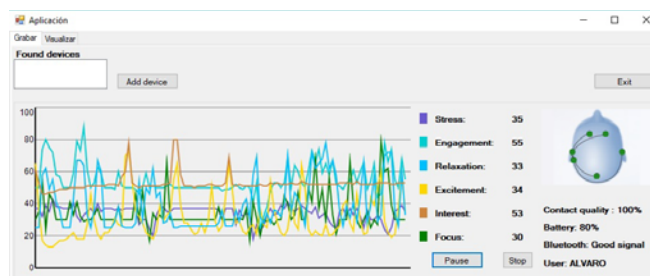


Fig. 2 Aplicación de escritorio desarrollada.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este trabajo busca obtener resultados preliminares que permitan realizar una exploración y establecer hipótesis en torno a futuros experimentos. Una vez emparejados la diadema Insight y el computador, se ejecuta la aplicación diseñada y se verifican el estado de la conexión Bluetooth y la calidad de los contactos de cada uno de los electrodos. Cuando se logra calidad de 100%, se inicia la grabación de los datos.

Una vez terminada la prueba se detiene la grabación, generando un archivo de valores separados por comas de extensión \*.csv. Los datos de estrés son graficados para cada sujeto. Igualmente se obtienen los valores de media, desviación estándar, máximos, mínimos y mediana. En Fig. 3 y Fig. 4 se observa claramente que ambos sujetos tardaron aproximadamente el doble de tiempo en responder la prueba de pregunta abierta (test tipo I), mucho menos que lo que les tomó responder la prueba de pregunta cerrada (test tipo II).

Fig. 3 muestra los picos más altos de nivel de estrés al comienzo y al final de la prueba tipo I para el sujeto 1,

especialmente al final, mostrando estabilidad en el intermedio de la prueba. En contraste, en Fig. 4 se observa que el sujeto 2 maneja fluctuaciones durante toda la prueba, con valores más altos al final.

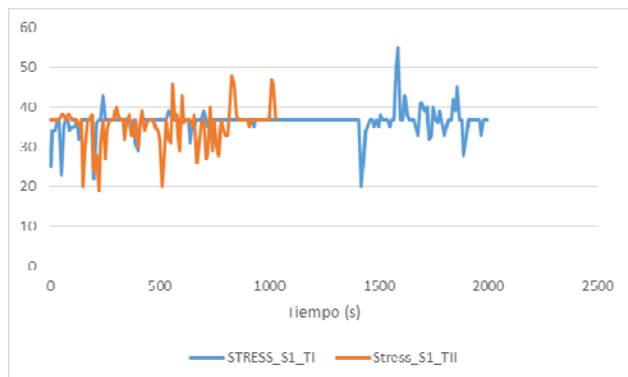


Fig. 3 Niveles de estrés para el sujeto 1 en el Test I (Stress\_S1\_TI) y en el Test II (Stress\_S1\_TII).

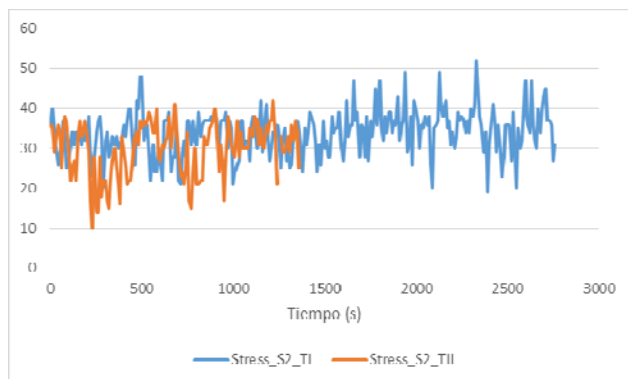


Fig. 4 Niveles de estrés para el sujeto 2 en el Test I (Stress\_S2\_TI) y en el Test II (Stress\_S2\_TII)

La tabla I muestra que, a pesar de no haber una diferencia significativa entre los valores medios de estrés presentados por ambos sujetos, el estrés ante el test tipo I tiende a ser mayor que ante el test tipo II. Esta diferencia se ve más marcada si se comparan los máximos alcanzados por cada sujeto para cada prueba, el test tipo I con respecto al tipo II marca una diferencia de 7 para el sujeto 1 y de 10 para el sujeto 2. Solamente en el sujeto 2 se observa un valor mínimo de 10 en el test tipo II, notablemente menor que el mínimo de 19 marcado en el test tipo I.

Igualmente se nota un claro incremento en la ansiedad para ambos sujetos ante el test tipo II, mostrando este resultado que aparentemente podría haber una mayor predisposición a enfrentarse a pruebas estandarizadas de pregunta cerrada, como las pruebas nacionales de estado

Sin embargo, la prueba IDARE es subjetiva y solo tiene en cuenta el momento previo a la realización del examen, por lo cual es importante resaltar que los resultados obtenidos con el monitoreo de las señales EEG reflejan estados mentales

fluctuantes durante la realización de la prueba y niveles más altos para la prueba tipo I.

TABLA II  
RESULTADOS IDARE Y CALIFICACIÓN DE PRUEBAS.

		Sujeto 1	Sujeto 2
<b>TEST TI</b>	Estado	63	58
	Rasgo	65	60
	Rango	ALTO	ALTO
	Calificación	3,5	4,6
<b>TEST TII</b>	Estado	87	81
	Rasgo	84	64
	Rango	ALTO	ALTO
	Calificación	2,5	5

#### IV. CONCLUSIÓN

Este artículo muestra una metodología novedosa para el monitoreo de niveles de estrés durante la realización de un examen en nivel de pregrado. Los resultados obtenidos permiten establecer inquietudes y posibles hipótesis para profundizar más en la generación de herramientas de bioalimentación útiles en la educación y psicología. El sistema propuesto basado en dispositivos wearables mostró tendencias de nivel de estrés más altas para el test Tipo I que para el Tipo II. Este resultado debe ser revisado realizando experimentos similares con mayor número de sujetos para poder realizar inferencias estadísticas sobre las medias.

Igualmente, como paso a seguir en esta investigación está la importante retroalimentación por parte de los expertos en psicología, con quienes se trabajará de la mano para establecer una comparación más clara entre los criterios subjetivos existentes y las mediciones objetivas que se puedan obtener con el sistema propuesto.

#### REFERENCIAS

- [1] A. Banerjee, S. Verma, P. Bagade, and S. K. S. Gupta, "Health-Dev: Model Based Development Pervasive Health Monitoring Systems," in 2012 Ninth International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, 2012, pp. 85–90.
- [2] A. Lioulemes et al., "A Survey of Sensing Modalities for Human Activity, Behavior, and Physiological Monitoring," in Proceedings of the 9th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments - PETRA '16, 2016, pp. 1–8.
- [3] S. Majumder, T. Mondal, and M. J. Deen, "Wearable Sensors for Remote Health Monitoring.," Sensors (Basel), vol. 17, no. 1, 2017.
- [4] F. Balducci, C. Grana, and R. Cucchiara, "Classification of Affective Data to Evaluate the Level Design in a Role-Playing Videogame," in 2015 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games), 2015, pp. 1–8.

- [5] Ajm. M. Seles, "Human Activity Monitoring System by Using Wearable Sensors," *Int. Conf. Eng. Trends Sci. Humanit.*
- [6] O. Sourina and Y. Liu, "A FRACTAL-BASED ALGORITHM OF EMOTION RECOGNITION FROM EEG USING AROUSAL-VALENCE MODEL."
- [7] C. Li, Z. Rusak, I. Horvath, A. Kooijman, and L. Ji, "Implementation and Validation of Engagement Monitoring in an Engagement Enhancing Rehabilitation System," *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, vol. 25, no. 6, pp. 726–738, Jun. 2017.
- [8] Z. Zhu, S. Ober, and R. Jafari, "Modeling and detecting student attention and interest level using wearable computers," in *2017 IEEE 14th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN)*, 2017, pp. 13–18.
- [9] S. Wang, J. Gwizdka, and W. A. Chaovalitwongse, "Using Wireless EEG Signals to Assess Memory Workload in the  $n$ -Back Task," *IEEE Trans. Human-Machine Syst.*, vol. 46, no. 3, pp. 424–435, Jun. 2016.
- [10] A. Baharum, L. X. Wee, S. H. Tanalol, and R. Hanapi, "Stress Monitoring with Mobile Application: Stress Catcher 2.0," *Ann. Adv. Sci. Vol 1 No 2 Ann. Adv. Sci.*, Jul. 2017.
- [11] George Fink, "Stress: The Health Epidemic of the 21st Century | SciTech Connect," *scitech connect, usa*, p. 1, Apr-2016.
- [12] Tom Meyers, "Stress: the health epidemic of the 21st century," *Executive Secretary*, 2017. [Online]. Available: <http://executivesecretary.com/stress-the-health-epidemic-of-the-21st-century/>. [Accessed: 16-Mar-2018].
- [13] "Stress A Major Health Problem in the U.S., Warns APA," *American Psychological Association*, 2007. [Online]. Available: <http://www.apa.org/news/press/releases/2007/10/stress.aspx>. [Accessed: 16-Mar-2018].
- [14] I. María and M. Monzón, "Estrés académico en estudiantes universitarios," vol. 25, no. 1, pp. 87–99, 2007.
- [15] M. A. P. Universidad Veracruzana. Instituto de Investigaciones Psicológicas., M. L. S. Sánchez, E. V. Cano, M. T. C. Méndez, P. H. Montiel, and F. V. García, *Psicología y salud.*, vol. 21, no. 1. Universidad Veracruzana, Instituto de Investigaciones Psicológicas, 2013.
- [16] R. M. Liebert and L. W. Morris, "Cognitive and Emotional Components of Test Anxiety: A Distinction and Some Initial Data," *Psychol. Rep.*, vol. 20, no. 3, pp. 975–978, Jun. 1967.
- [17] F. M. González llaneza, *INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN PSICOLÓGICA*. Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2007.
- [18] M. Sevil et al., "Social and competition stress detection with wristband physiological signals," in *2017 IEEE 14th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN)*, 2017, pp. 39–42.
- [19] M. Lueken, X. Feng, B. Venema, B. J. E. Misgeld, and S. Leonhardt, "Photoplethysmography-based in-ear sensor system for identification of increased stress arousal in everyday life," in *2017 IEEE 14th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN)*, 2017, pp. 83–86.
- [20] icfes, "Estructura general del examen Saber Pro - Icfes Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación," 2017. [Online]. Available: <http://www2.icfes.gov.co/estudiantes-y-padres/saber-pro-estudiantes/estructura-general-del-examen>. [Accessed: 14-Nov-2017].
- [21] Spielberger, C. D. and Díaz-Guerrero, R. 1975. *IDARE: Inventario de ansiedad, rasgo y estado. Manual e instructiv*, Ciudad de México: El Manual Moderno. [IDARE: State-Trait Anxiety Inventory. Manual]

**Digital Object Identifier:** (to be inserted by LACCEI).

**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).