

Analysis of emotional variables with Brain-Computer Interface correlated with sleep indicators in scientific writing in higher education

Mauricio Rojas Contreras, Msc.¹, Cesar Augusto Peña Cortes, Phd²., Luz Angela Moreno, Msc.³

¹ Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia, mrojas@unipamplona.edu.co

² Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia, cesarapc@unipamplona.edu.co

³ Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia, luz.moreno@unipamplona.edu.co

Abstract— This study analyzes the indicators of emotional variables such as commitment, excitement, focus, interest, relaxation, and stress recorded through neuronsignals correlated with the level of sleep in scientific writing in higher education. Emotion cues testing and data recording were taken from a higher education teacher with a low-cost commercial brain-computer interface in an experiment in which a higher education teacher performs a science writing exercise. To record the sleep level data, a sensor from a commercial watch integrated into a sleep measurement app was used. The analysis of this type of signals allows generating recommendations regarding sleep habits in higher education teachers to improve scientific productivity in scientific writing activities.

Keywords—Neuronsignals, emotional variables, dream, scientific writing

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.467>

ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

Análisis de variables emotivas con Interfaz Cerebro-Computador correlacionadas con indicadores de sueño en la escritura científica en educación superior

Mauricio Rojas Contreras, Msc.¹, Cesar Augusto Peña Cortes, Phd²., Luz Angela Moreno, Msc.³

¹ Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia, mrojas@unipamplona.edu.co

² Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia, cesarapc@unipamplona.edu.co

³ Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia, luz.moreno@unipamplona.edu.co

Abstract— Este estudio analiza los indicadores de variables emotivas como el compromiso, excitación, foco, interés, relajación, estrés registradas a través de neuroseñales correlacionadas con el nivel de sueño en la escritura científica en educación superior. Las pruebas y registro de datos de señales emotivas se tomaron a un docente de educación superior con una interfaz cerebro-computador comercial de bajo costo en un experimento en el cual un docente de educación superior desarrolla un ejercicio de escritura científica. Para el registro de datos de nivel de sueño se utilizó un sensor de un reloj comercial integrada a una app de medición de sueño. El análisis de este tipo de señales permite generar recomendaciones en cuanto a los hábitos de sueño en los docentes de educación superior para mejorar la productividad científica en actividades de escritura científica.

Keywords—neuroseñales, variables emotivas, sueño, escritura científica.

I. INTRODUCCIÓN

Una interfaz cerebro computador (ICC) se define como un sistema de comunicación o control que se basa en ondas cerebrales (electroencefalograma - EEG) generadas conscientemente para controlar un mecanismo real o virtual [6]. Las ICC han evolucionado a través del tiempo y en forma complementaria se puede acceder a este tipo de dispositivos a precios razonables, entre los modelos que se encuentran en el mercado se encuentran MindFlex de Mattel [7], MindSet de NeuroSky [8], Muse de InteraXon [9] y el Emotiv Insight. El dispositivo Emotiv provee, además de las señales cerebrales medidas directamente de los sensores, seis medidas básicas de desempeño mental estimadas directamente a partir de la actividad cerebral: Compromiso, Interés, Excitación, Enfoque, Estrés y Relajación [10].

Las interfaces cerebro computador de bajo costo cada vez aumentan las aplicaciones en campos relacionados con productos diseñados con tecnologías emergentes y aplicaciones en el campo de la educación [20].

En este trabajo se pretende analizar el nivel de compromiso, interés, excitación, enfoque, estrés y relajación de un docente de educación superior en el proceso de escritura científica. Particularmente, la captura de las señales emotivas se hace en cuatro momentos específicos del proceso de escritura de un artículo científico, el primer momento coincide con el inicio de la escritura del resumen, el segundo momento corresponde a la finalización de la escritura del resumen, el

tercer momento coincide con el inicio de la escritura de los resultados y el cuarto momento corresponde a la finalización de la escritura de los resultados. Las medidas de las variables emotivas se capturan a través del dispositivo Emotiv Insight.

También, se analizan los indicadores de sueño del docente de los días previos al proceso de escritura del artículo científico, el registro de este tipo de indicadores se lleva a cabo con sensores integrados a una aplicación de software que gestiona la información de sueño a través de un dispositivo de tipo Apple watch. En forma particular, los niveles de sueño se miden a través del acelerómetro y el giroscopio, los cuales emiten señales que son recibidas en la aplicación sleep++. La anterior medición se realiza con el fin de establecer qué tipo de correlación existe entre los niveles de sueño y las variables emotivas en el proceso de escritura científica.

El artículo está organizado de la siguiente manera: En la sección 2, se presenta una visión general del proceso de captura de señales emotivas a través de un ICC; en la sección 3 se presenta la metodología empleada en este proyecto; en la sección 4 se describen los resultados de la investigación; finalmente, en la sección 5, se presentan las conclusiones del trabajo.

II. PROCESO DE CAPTURA DE SEÑALES EMOTIVAS A TRAVÉS DE UN ICC

El proceso de captura de señales emotivas se lleva a cabo a través del uso de dispositivos con interfaces ICC (Interfaz cerebro computador) los cuales procesan y capturan señales eléctricas emitidas por el cerebro permitiendo estimar algunos datos del usuario, dentro de los cuales se pueden destacar tres categorías: referencias emotivas, expresivas y algunos datos cognitivos. Debido a la disminución en el costo de estos dispositivos se han aumentado las investigaciones en distintas áreas como el marketing con el análisis de pautas publicitarias o en la educación para detectar problemas que tengan los estudiantes en su estilo de aprendizaje. Han sido de gran aceptación ya que proporciona información sobre la actividad cerebral inconsciente de la persona que es donde surge la mayoría de la toma de decisiones para llevar a cabo ciertas acciones.

En la fig.1 se observa el dispositivo Emotiv Insight que posee cinco sensores de polímero hidrófilo, que se refiere a que no debe ser humedecido para que las ondas se transmitan. Facilita las medidas básicas de desempeño mental en variables como: Compromiso, estrés, interés, foco, relajación y excitación. Adicionalmente, existen otras herramientas que incorporan el uso de un casco EPOC y Neurosky MindWave [10].



Fig. 1 Auriculares Emotiv Insight. Fuente: <https://www.emotiv.com/insight/>

Este dispositivo proporciona un software capaz de analizar seis 6 medidas de estado mental, las cuales se definen a continuación:

Interés

Grado de atracción o rechazo de la actividad que se está ejecutando.

Compromiso

Requiere los procesos de atención y concentración en conjunto y adicionalmente mide qué tan inmerso se encuentra el usuario en el experimento.

Estrés

Mide el grado de comodidad que se presenta en el experimento.

Relajación

Capacidad que tiene el cerebro de alcanzar un estado tranquilo.

Excitación

Grado de entusiasmo emocional y de alerta que se presenta mental y físicamente.

Concentración

Grado de atención que se mantiene en una tarea fijamente.

III. MÉTODOS

En forma específica, el procedimiento utilizado en este trabajo de investigación fue el siguiente:

Se tomaron medidas de las señales emotivas por medio de una interfaz cerebro-computador de 5 sensores de la marca Emotiv y de referencia Insigh, las medidas se tomaron en cuatro momentos del proceso de escritura de un artículo científico desarrollado por un docente de educación superior. Los cuatro momentos identificados corresponden al inicio y al final de la escritura del resumen, complementados con el inicio y el final de la escritura de los resultados.

En el experimento se hace necesario calibrar el dispositivo Emotiv Insight, por recomendación del fabricante para arrojar medidas más exactas, esto se hace indicándole al docente que se relaje, tome aire y por 60 segundos cierre los ojos.

En cada uno de los momentos descritos se tomaron registros de los niveles de las variables compromiso, excitación, foco, interés, relajación y estrés las cuales se capturan a través de la aplicación Emotiv Pro que tiene una interfaz a través de bluetooth con la interfaz Emotiv Insigh.

La captura de las señales emotivas por el dispositivo Emotiv Insigh se lleva a cabo a través de los sensores y posteriormente se registran en la app a través de comunicación por bluetooth. La app permite obtener los comportamientos de las ondas cerebrales identificadas por cada uno de los 5 sensores del dispositivo como se muestra en la fig. 2.

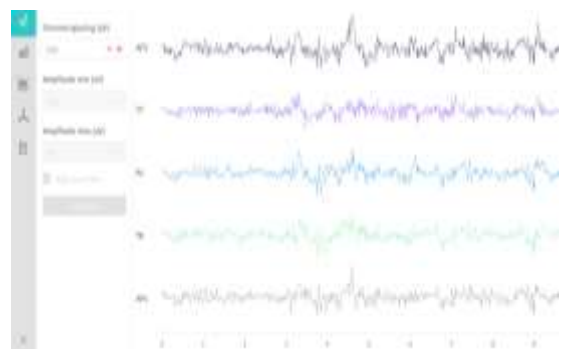


Fig. 2. Registro de ondas cerebrales a través de los sensores.

Por otro lado, en los días previos al registro de las señales emotivas se registró la captura de los indicadores de sueño del docente a través de los sensores de un reloj Apple Watch

series 3 integrado a la aplicación Sleep++ la cual permite registrar la duración del sueño durante la noche, la cantidad de sueño tranquilo, la cantidad de sueño inquieto y la cantidad de mejor sueño.

Posteriormente, se realizó el comparativo de las señales emotivas en los cuatro momentos y de igual manera el comparativo de los indicadores de sueño del docente en los dos días previos al registro de las señales emotivas.

Finalmente, se integraron los comparativos de los indicadores de sueño del docente en los dos días previos al registro de las señales emotivas con el comparativo de las señales emotivas.

IV. RESULTADOS

El experimento utilizado para la captura de señales emotivas a través de una interfaz cerebro-computador se configuró de la siguiente manera:

Se tomaron capturas de las neuroseñales a través del dispositivo emotiv insight en cuatro momentos del experimento; inicialmente se registró el nivel de las señales emotivas en una actividad diferente a la escritura científica durante un minuto previa a la escritura del resumen, posteriormente, en un segundo momento se registraron las medidas de las señales emotivas en la parte final de la escritura del resumen, en el tercer momento se tomó un registro de las señales emotivas en el instante de iniciar con la redacción de los resultados del artículo y finalmente se tomaron medidas emotivas al finalizar la escritura de los resultados.

Los valores alcanzados en el registro de las señales emotivas en el primer momento del experimento al iniciar la escritura del resumen se muestran en la fig.3.

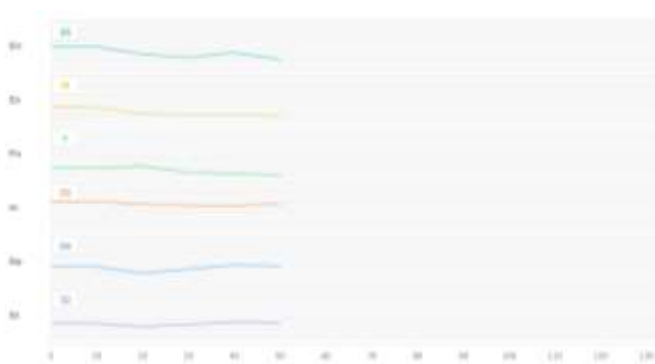


Fig. 3. Variables emotivas al iniciar la escritura del resumen

Como se puede observar, en el momento de iniciar a escribir el resumen se tiene un 25% de compromiso, 19% de excitación, 7% de foco, 55% de interés, 38% de relajación y 32% de estrés en promedio.

En el segundo momento del experimento, al terminar la escritura del resumen del artículo se registraron los valores mostrados en la fig. 4.

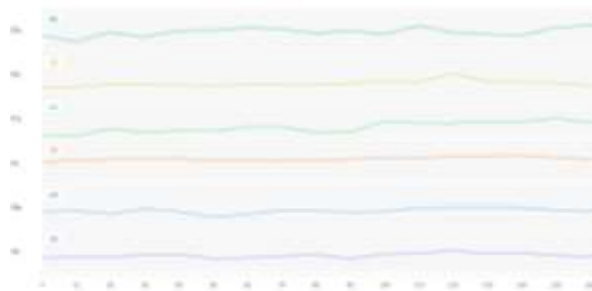


Fig. 4. Variables emotivas al terminar de escribir el resumen

Como se puede observar, en el momento de terminar de escribir el resumen se tiene un 56% de compromiso, 35% de excitación, 44% de foco, 73% de interés, 48% de relajación y 33% de estrés en promedio.

En el tercer momento del experimento, al iniciar la escritura de los resultados se registran los valores de las señales emotivas como se muestra en la fig. 5.

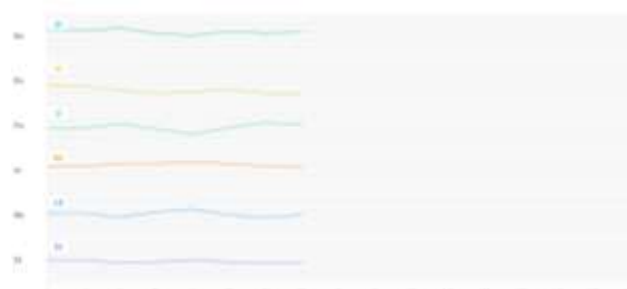


Fig. 5. Variables emotivas al iniciar la escritura de los resultados

Como se puede observar, en el momento de iniciar a escribir los resultados se tiene un 61% de compromiso, 18% de excitación, 51% de foco, 56% de interés, 48% de relajación y 39% de estrés en promedio.

En el cuarto momento del experimento, al terminar la escritura de los resultados se registran los valores de las señales emotivas como se muestra en la fig. 6.

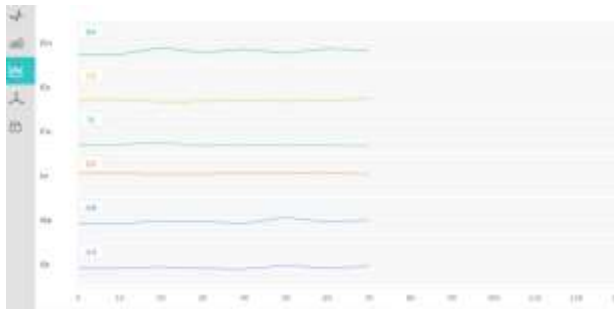


Fig. 6 Variables emotivas al terminar de escribir los resultados

Como se puede observar, en el momento de terminar de escribir los resultados del artículo se tiene un 34% de compromiso, 23% excitación, 15% de foco, 52% de interés, 48 de relajación y 42% de estrés en promedio.

A continuación, se muestra en la tabla 1, el comparativo de las señales emotivas en los cuatro momentos que se registraron.

Tabla 1. Comparativo de señales emotivas

	Com.	Exc.	Foco	Int.	Rel.	Str.
M1	25	19	7	55	38	32
M2	56	35	44	73	48	33
M3	61	18	51	56	48	39
M4	34	23	15	52	48	42

Por otro lado, en cuanto a los niveles y duración del sueño en los días previos a la escritura científica se pueden evidenciaron los siguientes datos:

En el día previo al registro de las señales emotivas en los tres primeros momentos se obtuvieron resultados del nivel de sueño como se muestra en la fig. 7.



Fig. 7 Datos de sueño de la toma de señales emotivas de los tres momentos iniciales

De acuerdo a la figura anterior, se puede identificar que el docente en la noche previa al registro de señales emotivas en los tres primeros momentos durmió durante 10 horas y 19 minutos, de los cuáles el 95% (9 horas 48 minutos) corresponde a sueño tranquilo y el 5% (31 minutos) a sueño inquieto. De igual manera, el mejor sueño correspondió al horario comprendido entre las 5:58 am y las 7:13 am (75 minutos).

De igual forma, se muestran los datos de sueño del día previo al registro de señales emotivas en el cuarto momento del experimento en la fig. 8.

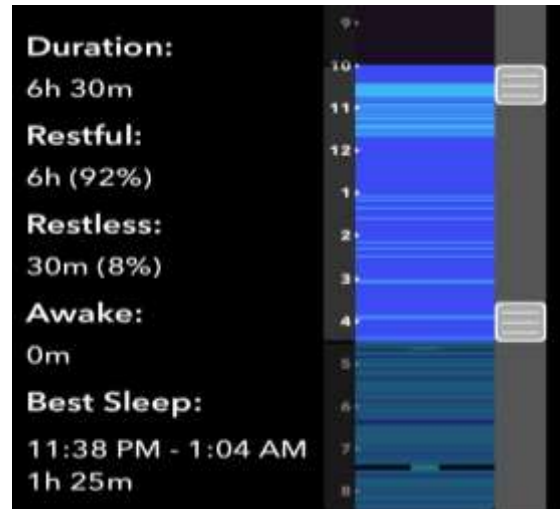


Fig. 8. Datos de sueño de la toma de señales emotivas del cuarto momento

De acuerdo a la figura anterior, se puede identificar que la noche previa al registro de las señales emotivas del cuarto momento del experimento el docente durmió durante 6 horas 30 minutos, de los cuales el 92% (6 horas) corresponde a sueño tranquilo y el 8% (30 minutos) corresponde a sueño inquieto. De igual manera, el mejor sueño correspondió al horario comprendido entre las 11:38 pm y las 1:04 am (85 minutos).

A continuación, se muestra en la tabla 2 el comparativo de los indicadores de sueño en los dos días previos al registro de señales emotivas.

Tabla 2. Comparativo de indicadores de sueño

	Duración	S. T.	S. I.	Mejor S
Día 1	619	588	31	75
Día 2	390	360	30	85

Como resultado del análisis comparativo del nivel de las variables emotivas integradas con los indicadores de sueño de un docente de educación superior en un experimento de escritura científica se pueden destacar los siguientes hallazgos:

- Cuando la cantidad de sueño en el día previo al registro de señales emotivas en el experimento las variables compromiso, foco, relajación tienden a aumentar en los tres momentos registrados.
- Cuando la cantidad de sueño en el día previo al registro de variables emotivas aumenta la variable interés tiende a aumentar.
- Cuando la cantidad de sueño en el día previo al registro de variables emotivas aumenta el nivel de estrés tiende a disminuir.

V. CONCLUSIONES

Los sistemas de Interfaz cerebro-computador (ICC) se han convertido en un mecanismo que hace parte de una estrategia para la verificación del nivel de las variables emotivas en experimentos de diferentes campos disciplinares. En forma particular, en este trabajo se evidenció la verificación del impacto de la integración de la utilización de sensores en el registro de los indicadores de sueño de un docente junto con el registro de señales emotivas a través de una interfaz cerebro-computador con el fin de identificar hallazgos que permitan mejorar la productividad en el proceso de escritura científica.

El registro de variables emotivas capturadas en este experimento permite inferir que hay evidencias en la relación entre la cantidad de sueño y la disminución del nivel de estrés lo que conlleva a aumentar la muestra y los experimentos para tener mayor certeza en este tipo de hallazgos.

El experimento desarrollado en el presente trabajo deja ver que el interés en el proceso de escritura científica guarda una relación que permite decir que hay una alta probabilidad cuando la cantidad de sueño en el día previo al registro de señales emotivas aumenta.

El uso de sistemas ICC en el proceso de verificación de niveles de variables emotivas en la interacción de usuarios con herramientas computacionales se convierte en un insumo de alta relevancia para analizar indicadores de usabilidad de las aplicaciones implementadas con tecnologías emergentes en el contexto de la industria 4.0.

REFERENCIAS

- [1] J. Barroso-Osuna, J. Cabero-Almenara, J. Gutierrez-Castillo. 2018. La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por estudiantes universitarios. Grado de aceptación de esta tecnología y motivación para su uso. Revista Mexicana de investigación educativa. Volumen 23 N. 79. México.
- [2] J. Flórez, S. Mateus. 2014. Objetos de aprendizaje con realidad aumentada para asignaturas de Ingeniería Informática. Revista Colombiana de Tecnologías de avanzada. Volumen 2 N. 24.
- [3] S. Hernández, B. Contreras, C.Torres, 2016. Desarrollo de libros electrónicos: "Taller Pedagógico". Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada. Volumen 1 N. 27.
- [4] R. Mendoza, M. Rojas, L. Esteban. 2016. Gestión de alcance en proyectos de desarrollo de videojuegos. Revista Colombiana de Tecnologías de avanzada. Volumen 1 N.27.
- [5] J.M. Gutiérrez y M.D.M. Fernández.2014. Applying augmented reality in engineering education to improve academic performance & student motivation. International Journal of Engineering Education, 30(3), pp. 625-635.
- [6] K. Holewa and A. Nawrocka, 2014, "Emotiv EPOC neuroheadset in brain-computer interface", Proceedings of the 2014 15th International Carpathian Control Conference (ICCC), pp. 149–152,May.
- [7] J. Katona, I. Farkas, P. Ujbanyi, A. Dukan y A. Kovari, 2014. "Evaluation of the NeuroSky MindFlex EEG headset brain waves data," in IEEE 12th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMi), pp. 91–94, <http://ieeexplore.ieee.org/document/6822382/https://doi.org/10.1109/CarpathianCC.2014.6843587>.
- [8] A. Fernández y M. Eid, 2013. "Read Go Go!: Towards real-time notification on readers' state of attention," in XXIV International Symposium on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT), pp. 1–6., <http://ieeexplore.ieee.org/document/6684047/>
- [9] W. A. Dijk, W. van der Velde, W. J. M. Kolkman, H. J. G. M. Crijns y K. I. Lie, "Integration of the Marquette ECG management system into the Department Information System using the European SCP-ECG Standard," Computers in Cardiology, 1995. [En línea]. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/document/482669/>
- [10] J. Corredor, C. Peña, A. Pardo. 2019. Evaluación de las emociones de usuarios en tareas con realimentación háptica utilizando el dispositivo Emotiv Insight INGE CUC, vol. 15, no. 1, pp. 9-16, 2019. DOI: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.15.1.2019.01>.
- [11] F. Navarro, A. Martínez, J.Martínez. 2019. Realidad virtual y Realidad aumentada. Desarrollo de aplicaciones. Editorial RA-MA. Ediciones de la U. Bogotá.
- [12] Johnson, L., Gago, D., Adams Becker, S., Estrada, V., & Martín, S. Perspectiva Tecnológica para la Educación en América Latina 2013-2018: Análisis Regional del informe Horizon NMC. Austin, Texas: The New Media Consortium. Obtenido de https://issuu.com/lredlich/docs/2013-2018_perspectivas_tecnologica/4
- [13] Kipper, G., & Rampolla, J. 2013. Chapter 2 - The Types of Augmented Reality. En Augmented Reality: An Emerging Technologies Guide to AR (págs. 29-50). Waltham, Massachusetts, USA: Elsevier, Inc. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781597497336000024>
- [14] Andreas D'unser, Lawrence Walker, Heather Horner, y Daniel Bentall. Creating interactive physics education books with augmented reality. En Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference, OzCHI '12, p'ag. 107–114, New York, NY, USA, 2012b. ACM. ISBN 978-1-4503-1438-1.
- [15] Tzung-Jin Lin, Henry Been-Lirn Duh, Nai Li, Hung-Yuan Wang, y Chin-Chung Tsai. An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. Computers & Education, 68(0):314 – 321, 2013. ISSN 0360-1315.
- [16] Jorge Martín-Gutiérrez, José Luis Saorín, Manuel Contero, Mariano Alcáiz, David C. Pérez-López, y Mario Ortega. Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. Computers & Graphics, 34(1):77 –91, 2010. ISSN 0097-8493.
- [17] Brett E. Shelton y Reed R. Stevens. Using coordination classes to interpret conceptual change in astronomical thinking. En Proceedings of the 6th International Conference on Learning Sciences, ICLS '04, p'ag. 634–634. International Society of the Learning Sciences, 2004.
- [18] T.-Y. Liu. A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking. Journal of Computer Assisted Learning, 25(6):515–527, 2009. ISSN 1365-2729.
- [19] M. Rojas, O. Portilla. 2019. Arquitectura para entornos virtuales de aprendizaje soportado en Universidad 4.0. XVII LACCEI International –

- Multiconferencie for Engineering, Education and technology. Jamaica. 2019.
- [20] M. Rojas, C. Peña, S. Cañas. 2020. Captura de neuroseñales con Interfaz Cerebro-Computador para estimar el nivel de variables emotivas en la usabilidad de libros con realidad aumentada. XVIII LACCEI International – Multiconferencie for Engineering, Education and technology. Argentina.