

# Avance en el registro de señales encefalográficas a través de una interfaz cerebro-ordenador en actividades académicas tradicionales para generar estrategias en el proceso de enseñanza

## Advance in the registration of encephalographic signals through a brain-computer interface in traditional academic activities to generate strategies in the teaching process

Luz Moreno <sup>1\*</sup>, César Peña <sup>2</sup>, Saury Thomas<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Programa de Administración de Empresas, Universidad de Pamplona

<sup>2</sup> Programa de Ingeniería Mecatrónica, Universidad de Pamplona

<sup>3</sup> Programa de Ingeniería Industrial, Universidad de Pamplona

<sup>1</sup> luz.moreno@unipamplona.edu.co, <sup>2</sup> cesarapc@unipamplona.edu.co, <sup>3</sup> saurythomas@unipamplona.edu.co

**Resumen**— En este artículo de avances, se evidencian algunos resultados, a través del uso de nuevas tecnologías, específicamente las interfaces cerebro-ordenador, con el registro de las neuroseñales o señales encefalográficas, aplicándose en estudiantes que atienden una clase tradicional, con el fin de identificar los niveles de atención, concentración, compromiso y estrés. A partir de allí se ve la necesidad de crear nuevas estrategias que mejoren los procesos de enseñanza, por lo que los autores plantean la justificación por la cual se podría hacer uso de las técnicas de mercadotecnia. Se esperan que estas técnicas puedan mejorar los niveles de atención de los estudiantes. Se pudo evidenciar de forma preliminar que el registro de neuroseñales permiten corroborar de forma cuantitativa las emociones que emite un alumno a la hora de recibir una clase.

**Palabras claves**— Neurociencias, Educación, Estrategias Didácticas, Emotiv Insight.

**Abstract**— In this paper of progress, some results are evidenced, through the use of new technologies, specifically brain-computer interfaces, with the registration of neuro-signals or encephalographic signals, applying to students who attend a traditional class, in order to identify the levels of attention, concentration, commitment and stress. From there is seen the need to create new strategies to improve teaching processes, so the authors raise the rationale by which they could make use of marketing techniques. It is hoped that these techniques can improve the levels of student attention. It was possible to demonstrate in a preliminary way that the registry of neuro-signals allows to quantitatively corroborate the emotions that a student emits at the time of receiving a class

**Keywords**— Neurosciences, Education, Teaching Strategies, Emotiv Insight.

### 1. Introducción

La educación ha sido un tema que por muchos años se ha venido investigando, son diversas las teorías que han nacido con el paso del tiempo respecto a la forma de educar, y actualmente han comenzado a involucrarse las diversas tecnologías, para mejorar los procesos de enseñanza, tal es esto, que las neurociencias han abarcado grandes factores que antes no se tenían en cuenta.

Sin embargo, existe un factor que no se ha tenido en cuenta para el mejoramiento de los procesos de

enseñanza y es la aplicación de las diferentes estrategias de la mercadotecnia, atendiendo a que la educación es un servicio, donde los clientes son padres y estudiantes, y por supuesto los ofertantes el Gobierno Nacional o las diversas Instituciones de educación de orden privado.

### 2. Metodología

La metodología empleada inicialmente en éste proyecto y la que hasta la fecha se ha utilizado, es de carácter exploratorio, a través del análisis de datos secundarios, con el fin de recopilar la información,

analizarla y determinar las ideas que han de desarrollarse, de tal modo, que posteriormente se comprueben y se obtengan resultados a través de la metodología descriptiva y causal.

Para el desarrollo de los experimentos, inicialmente se realiza la solicitud de permiso de ética ante la institución de educación superior objeto, posteriormente se realiza un consentimiento informado en donde se explica todos los detalles del experimento, así como también las aclaraciones acerca de los equipos y las herramientas que han de utilizarse y que por supuesto serán dadas a los participantes. Consecuente con lo anterior, se realizará la toma de datos a través de un dispositivo electrónico, que dará paso a la correlación de variables y al análisis de ellas.

### 3. Discusiones

La mercadotecnia es un término que se maneja constantemente en diferentes contextos, se puede utilizar desde las organizaciones, hasta en la política. Es un concepto que el AMA [1] define como "la actividad, conjunto de prácticas relevantes y procesos para crear, comunicar, liberar e intercambiar las ofertas que tengan valor para los clientes, los socios y para la sociedad en general"; es decir, busca dirigirse directamente al cliente, por lo que las empresas o quienes ofertan productos y/o servicios se encargan de mostrarles y entregarles valor agregado en las necesidades y deseos demandados, a partir de una serie de técnicas preestablecidas o estudiadas que permitirán la satisfacción del usuario final.

Dentro de la mercadotecnia, se encuentran las decisiones estratégicas ó los componentes de la mercadotecnia mix, que por supuesto buscan en conjunto complacer al cliente, En [2] se plantea que son cuatro decisiones, producto, precio, distribución y comunicación (publicidad) que se deben tener en cuenta para satisfacer al cliente; sin embargo se deben agregar otros componentes: las personas, los procesos y la evidencia física, donde sumaría siete, que deben tenerse en cuenta cuando se habla de servicios.

Por su parte, en el sector de la educación, quien se ha visto bastante cuestionado, por los resultados de las pruebas PISA, que se encuentran lejos de los 500 puntos que es el máximo puntaje que se puede alcanzar, pues se obtuvo un promedio de 390 puntos, con "13.459 estudiantes elegidos aleatoriamente por la OCDE, de

380 instituciones educativas (110 privadas y 270 públicas), que presentaron la prueba en mayo del 2015 en 28 departamentos del país". [3]; se podría decir que los docentes, las instituciones privadas y el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Educación Nacional son los ofertantes y que en ellos está seleccionar las estrategias más adecuadas, eficientes y eficaces para lograr incrementar el nivel en los estudiantes quienes serían los demandantes, como también lo serían sus padres.

La idea es que las diferentes personas, instituciones y entes gubernamentales busquen soluciones que permitan fortalecer la educación de los jóvenes y mejorar el nivel en tan importante medición.

Son múltiples los factores por los que los resultados de las pruebas Pisa no son lo deseados, de acuerdo al diario El País las causas son: la no independencia de los alumnos, poco esfuerzo por parte de ellos, poca atención y colaboración de los padres de familia, bajo nivel educativo de los padres y la falta de motivación de padres y docentes; éste último menciona que la responsabilidad la tiene el docente. [4]

Es común percibir a muchos profesores con métodos y técnicas de enseñanza relativamente antiguas. Los cambios en las generaciones son drásticas y no requieren que pasen muchos años para que sean notorias, es por eso que los docentes deben estar a la vanguardia de las diferentes formas de enseñar, pues de lo contrario seguirá la desconcentración y el aburrimiento reinando en los estudiantes, emociones negativas que no se pueden tener, dado es bien sabido que el mejor aprendizaje surge cuando las emociones positivas están presentes en una clase, foro o autoaprendizaje.

El estrés, el entusiasmo, la relajación, el interés y el compromiso tanto a corto como a largo plazo, son algunas de las emociones que se pueden medir por medio de una interfaz cerebro computador. En [5] y [6] presentan algunos ejemplos preliminares en los que se han medido en diferentes experimentos estas emociones durante clases magistrales por diferentes profesores a cargo de diferentes áreas.

Es así como el Emotiv Insight se ha convertido en un instrumento eficiente, que ha permitido capturar las ondas eléctricas que emite el cerebro, tanto así que ha sido utilizado para diferentes actividades como el control de silla de ruedas a través del dispositivo [7],

manejo de robots [8], análisis de material multimedia [9], entre otros.

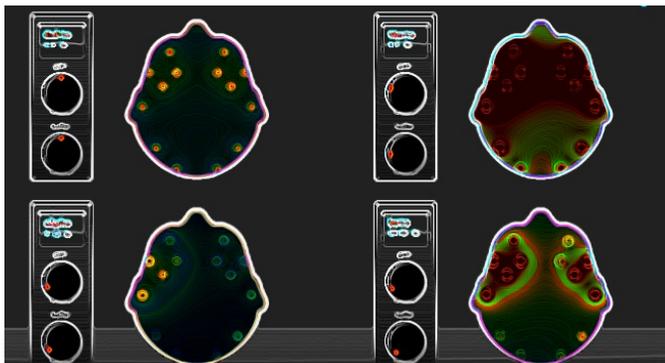
Existen dos versiones del Emotiv, el Insight y el EPOC. El Emotiv EPOC (figura 1) consta de 14 sensores y dos (2) referencias denominadas CRS y DRL, que le permiten al dispositivo tener un posicionamiento óptimo para obtener una mejor resolución espacial [10].



**Figura 1.** Interfaz de captura de señales encefalográficas Emotiv EPOC.

A partir de la ubicación de cada uno de los canales, el dispositivo captura las ondas cerebrales de acuerdo a las frecuencias que emite el cerebro que son Delta (1- 4 Hz), Theta (4- 7Hz), Alfa (7- 13 Hz) y Beta (13- 30 Hz) [11], tal como se puede evidenciar en la figura 2.

El Emotiv se ha convertido en un herramienta de captura de neuroseñales económica, práctica y muy útil a la hora de evaluar la consciencia no consciente.



**Figura 2.** Ubicación de los sensores y las señales EEG capturadas por el dispositivo Emotiv EPOC.

El dispositivo que concierne para éste estudio es el Emotiv Insight (figura 3), dada la facilidad y comodidad para la persona que se está evaluando, pues lee, captura

y procesa las señales eléctricas que emite el cerebro por medio de los cinco sensores que posee, de los cuales 2 de ellos son de referencia; los sensores, están elaborados a base de un polímero hidrófilo, haciendo énfasis en la medición de seis emociones: estrés, emoción, relajación, interés y compromiso tanto a corto como a largo plazo [12]. La facilidad de manejo de éste dispositivo está dada en que los sensores no requieren humedecerse, debido al material con el que se encuentra elaborado, además que permite mayor movimiento de la cabeza.



**Figura 3.** Interfaz de captura de señales encefalográficas Emotiv Insight.

El dispositivo tiene una duración aproximada de 4 horas de funcionamiento, sin embargo no es recomendable el uso de él, por extensos periodos, dado que la presión que ejercen los sensores sobre la cabeza de algunos usuarios, puede resultar levemente molesta. Otras situaciones que se deben tener en cuenta, son que el dispositivo no puede estar alejado receptor de la conexión bluetooth, de lo contrario se pierde la conectividad y no existe captura, ni registro de las señales eléctricas emitidas por el cerebro.

El uso de este tipo de interfaces permite el análisis de las neuroseñales de los usuarios realizando diversos tipos de actividades, que pueden ir desde escuchar música, bailar hasta incluso dormir, obviamente cumpliendo las restricciones mencionadas anteriormente. En este trabajo presenta la idea de utilizar las técnicas de la mercadotecnia que se suelen emplear para capturar y mantener la atención de los clientes cuando se están realizando ventas o procesos de publicidad en el campo de la educación. Es decir convertir las técnicas de la mercadotecnia en estrategias pedagógicas.

Un ejemplo de la posible aplicación de técnicas de la mercadotecnia en la educación puede ser la aplicación de la teoría del color a la hora de generar material didáctico como lo son las diapositivas proyectadas en clase. Desde el punto de vista de la mercadotecnia se sabe los clientes se hacen una idea de los productos en menos de minuto y medio e inmediatamente crean un punto de vista de ellos, tal como lo afirma el Instituto de Investigación del Color (*Institute for Color Research*). En un rango [62% a 90%] de los clientes se limita a tomar decisiones o formar opiniones de acuerdo *al color* [13]. “Algunas investigaciones mencionan que el color puede incrementar el reconocimiento de la marca hasta un 80%, acelerar el aprendizaje entre un 55% y un 78% e incrementar la comprensión en un 73%. Por si esto fuera poco, los anuncios en color son leídos un 42% más que los anuncios en blanco y negro” [13].

El componente de comunicación ó publicidad dentro del proceso de aprendizaje puede verse como la forma en la que se muestra y se vende el conocimiento (producto) a los estudiantes; muchos docentes (personas) actualmente utilizan las diapositivas durante las clases, sin embargo, son instrumentos que aún no llegan al cliente, todo lo contrario hacen que el proceso se convierta un poco más tedioso para él, tanto así que muchos duermen profundamente o se distraen lo suficiente como para no comprender en absoluto la temática que se está abordando. La idea que se propone es este trabajo es aplicar las técnicas de mercadotecnia de forma apropiada para cautivar y mantener la atención. En este caso se puede aplicar la combinación de colores ideales y ver desde un punto de vista cuantitativo (registro de neuroseñales) como es la respuesta de los estudiantes antes estos estímulos. Verificar que tanto afecta el empleo de estas técnicas en una clase.

#### 4. Prueba piloto y resultados preliminares

Con el fin de corroborar que el dispositivo de captura de señales encefalográficas puede servir como instrumento de obtención de medidas cuantitativas en la implementación de técnicas de mercadotecnia en actividades de educación, se propuso como prueba piloto la exposición de material didáctico en blanco y negro versus la exposición de material a color, en un usuario adulto. Cabe recalcar que esta prueba se considera solamente un punto de partida para iniciar el

estudio, se tiene proyectado realizar pruebas sobre grupo significativo de personas de diversas edades, condiciones socioeconómicas y perfiles profesionales con el fin de corroborar estadísticamente los resultados.

En primer lugar, antes de iniciar la prueba se realizan los procedimientos de calibración del equipo de captura de neuroseñales. Este consiste en ubicar correctamente los sensores hasta exista una buena conductividad, posteriormente se procede a realizar analizar las señales para realizar los procedimientos estándar de calibración con los ojos abiertos y con los ojos cerrados y de esta forma conocer los rangos de las señales emotivas de los usuarios (ver figura 4).

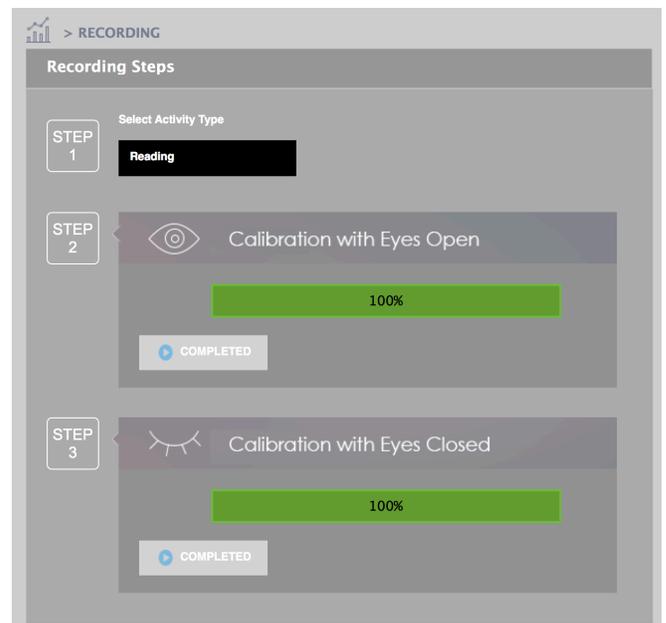
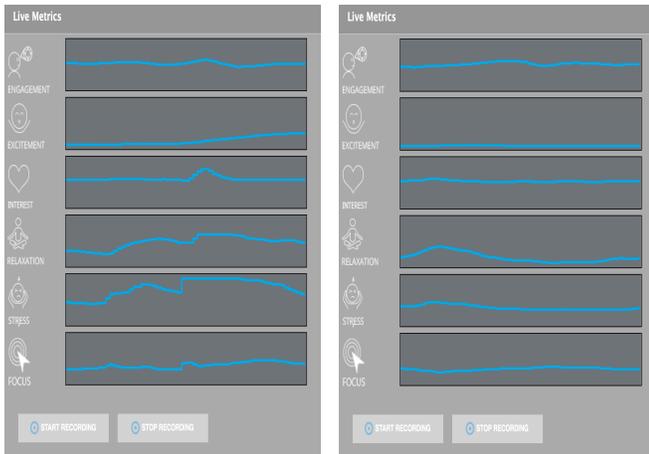


Figura 4. Calibración.

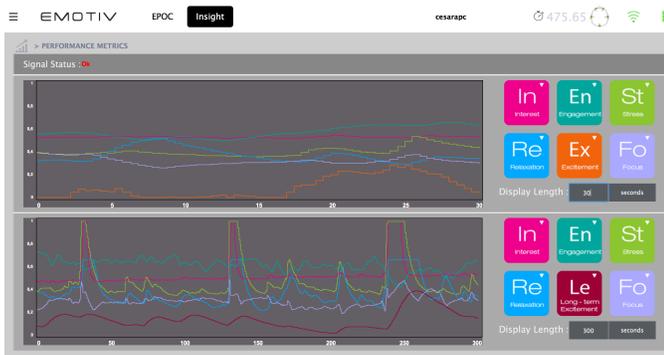
Una vez calibrados los equipos, se procede a aplicar técnicas de distracción sobre los usuarios con fin hacerlos habituar a los equipos, olvidando que están siendo examinados.

Este procedimiento suele tardar aproximadamente 15 minutos. En la figura 5 se puede apreciar una comparación entre los datos obtenidos al comenzar a usar el equipo y luego de habituarse, allí se puede apreciar las emociones que se pueden capturar, concentración, excitación, estrés, atención, compromiso e interés.



**Figura 5.** Estados emotivos iniciales y al habituarse al sistema.

En la figura 6, se puede apreciar la interfaz gráfica de la captura de neuroseñales, la cual está dividida en dos secciones. En la primera se suelen incluir escalas de tiempo pequeñas con el fin de identificar cambios a corto plazo (ventana de tiempo corta), mientras que en la segunda se deja una ventana de tiempo más larga para apreciar el comportamiento de las neuroseñales durante la totalidad del experimento.



**Figura 6.** Registro de estados emotivos.

Aplicando este procedimiento, se realizaron capturas de neuroseñales sobre el usuario mientras este examinaba el material didáctico en las dos versiones (blanco y negro vs color). Para no generar efectos residuales el contenido del material didáctico difería ligeramente (corresponden a la misma área, profundidad y dificultad), dado que si el usuario viera el mismo material los resultados emotivos se podrían alterar.

En la Tabla 1 se evidencian los resultados de la prueba piloto, donde se aprecia que el material didáctico a color logra un 4% más de compromiso del usuario al

igual que el entusiasmo. La concentración aumentó un 1% y el nivel de relajación se mantuvo constante. Estos resultados evidencian que pequeños cambios en la presentación de la información pueden generar repercusiones positivas en el estado emotivo de los usuarios. A partir de esta prueba piloto se propone como trabajo futuro.

Realizar un experimento con un volumen significativo de usuarios, dividiéndolo en dos grupos para aplicar la prueba con el mismo material y sacando conjeturas desde un punto de vista estadístico.

**Tabla 1.** Resultados experimentales.

Señal Emotiva	Material didáctico en blanco y negro	Material didáctico en Color
Compromiso	60%	64%
Entusiasmo	8%	12%
Relajación	35%	35%
Concentración	23%	24%

## 5. Conclusiones

- Las estrategias de mercadotecnia pueden ser utilizadas en los procesos de enseñanza, dado que éstas poseen las características de servicio ofertado que busca la satisfacción del cliente.
- Las neurociencias han demostrado que las técnicas de mercadotecnia son funcionales en la publicidad y en los materiales multimedia, de tal forma que se perciben las diferentes reacciones en los consumidores, por lo que pueden llegar a ser útiles a la hora de proporcionar soluciones en los procesos de enseñanza.
- El Emotiv Insight, es un dispositivo que puede utilizarse para la medición de neuroseñales emitidas por los estudiantes, dado que es práctico y económico.

## 6. Referencias

- [1] A. A. Marketing, "Definition of Marketing," Definition of Marketing, 2013. .
- [2] P. Kotler and G. Armstrong, Fundamentos de marketing, 8th ed. Prentice Hall, 2008.
- [3] El Tiempo, "Colombia avanzó en pruebas Pisa, pero sigue lejos de los mejores - Educación," El Tiempo, Bogotá, Dec-2016.
- [4] E. País, "5 razones por las que nos va mal en las pruebas Pisa," Bogotá, pp. 1–9, Sep-2016.

- [5] L. Moreno, C. Peña, M. Maestre, S. Caicedo, and A. Pardo, “Registro de Neuroseñales con una Interfaz Cerebro-Computador para Estimar el Nivel Estrés en un Estudiante durante una Clase Neurosignal Record with a Brain- Computer Interface to Estimate the Level of Stress in a Student During a Class,” vol. 13, no. 2, pp. 95–101, 2017.
- [6] C. Peña, S. Caicedo, L. Moreno, M. Maestre, and A. Pardo, “Use of a Low Cost Neurosignals Capture System to Show the Importance of Developing Didactic Activities Within a Class to Increase the Level of Student Engagement. ( Case Study ),” WSEAS Transaction on Computers, vol. 16, pp. 172–178, 2017.
- [7] P. Chowdhury and S. S. K. Shakim, “Cognitive Efficiency in Robot Control by Emotiv EPOC,” in 3rd International Conference on informatics, electronics & vision 2014, 2014, pp. 0–5.
- [8] J. F. Rubiano, C. A. Peña, and E. Martínez, “Avances en el desarrollo de una plataforma de control mental de un robot paralelo tipo delta,” in VII Congreso Bolivariano de Ingeniería Mecánica, 2012.
- [9] L. Á. Moreno Cueva, C. A. Peña Cortés, and H. González Sepúlveda, “Integración de un sistema de neuroseñales para detectar expresiones en el análisis de material multimedia,” Rev. Fac. Ing., vol. 24, no. 38, pp. 29–40, 2014.
- [10] A. . Torres, C. A. Reyes, L. Villaseñor, and J. Ramírez, “Análisis de Señales Electroencefalográficas para la Clasificación de Habla Imaginada,” Rev. Mex. Ing. Biomédica, vol. 34, no. 1, pp. 23–39, 2013.
- [11] R. Alegre, “Interfaz Mental Para El Control de Aplicaciones,” Universidad Politécnica de València, 2013.
- [12] T. H. E. Science, “Open Your Mind to Next Generation Brainwe EMOTIV Insight Introduction Vid,” 2017. [Online]. Available: <https://www.emotiv.com/insight/HARDWARE>.
- [13] J. D. Suarez, “El uso del color en la publicidad y el marketing,” 2010. [Online]. Available: <https://www.rinconpsicologia.com/2010/11/el-uso-del-color-en-la-publicidad-y-el.html>. [Accessed: 07-May-2018].