

Módulo de realidad virtual con electroencefalograma (VRM-EEG01), para apoyar el diagnóstico del estrés laboral en cargos administrativos

Virtual reality module with electroencephalogram (VRM-EEG01), to support the diagnosis of work stress in administrative positions

Francisco Moreno Arrieta¹, Álvaro Sánchez Gonzáles¹.

¹Instructores investigadores del SENA regional Sucre, Grupo de investigación "Investigadores Sucreños"

Contacto: E-mail: asanchezg@sena.edu.co

El comportamiento de las ondas cerebrales humanas puede describir estados de concentración, creatividad, descanso entre otros factores. Este proyecto busca determinar una correlación entre los estímulos generados por un sistema simulado en realidad virtual, y la predisposición al estrés en personas de cargos administrativos.

Resumen

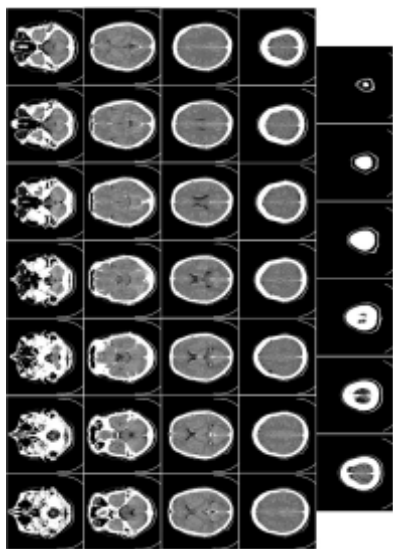
Este proyecto pretende determinar la respuesta de las ondas cerebrales alpha, beta, gamma y tetha, haciendo uso de un electroencefalograma portable (EEG) de cuatro canales, cuando un trabajador del área administrativa se expone a ciertos estímulos que simulan situaciones laborales cotidianas. Por tanto, si existen experiencias significativas respecto al ambiente laboral (las cuales pueden estar asociadas a estrés laboral), entonces se espera que exista una respuesta cerebral a estos estímulos externos, los cuales pueden ser imágenes o sonidos, tales como grupos de personas, voces hablando al mismo tiempo, el sonido insistente de un teléfono o un teclado digitando rápidamente. Todos estos estímulos pueden ser simulados y replicados fácilmente gracias a realidad virtual, y equipos diseñados para tal fin, relativamente fáciles de conseguir a precios accesibles. Estos equipos tienen la particularidad de ser inmersivos y engañar a la mente humana a tal punto que pueden construir situaciones virtuales que asumimos como reales, debido a que existen imágenes y sonidos, sincronizados con el movimiento, en una realidad tridimensional. Este proyecto busca unir resultados de tres campos de la ciencia: Salud ocupacional, realidad virtual y neuropsicología, para determinar la predisposición de una persona a tener reacciones a nivel cerebral o fisiológico que se puedan relacionar con el estrés laboral.

Palabras clave: EEG, realidad virtual, estrés laboral.

Abstract

This project aims to determine the response of alpha, beta, gamma and tetha brain waves, using a four-channel portable electroencephalogram (EEG) when a worker in the administrative area is exposed to certain stimuli that simulate everyday work situations. Therefore, if there are significant experiences regarding the work environment (which may be associated with work stress), then it is expected that there is a brain response to these external stimuli, which can be images or sounds, such as groups of people, voices speaking at the same time, the insistent sound of a telephone or keyboard typing rapidly. All these stimuli can be easily simulated and replicated thanks to virtual reality, and equipment designed for this purpose, relatively easy to obtain at affordable prices. These devices have the particularity of being immersive and fooling the human mind to the point that they can "build" virtual situations that we assume as real, because there are images and sounds, synchronized with movement, in a three-dimensional reality. This project seeks to unite results from three fields of science: Occupational health, virtual reality and neuropsychology, to determine the predisposition of a person to have reactions at the brain or physiological level that can be related to work stress.

Key words: EEG, virtual reality, work stress.



Introducción

El cerebro humano es el órgano más complejo estudiado en toda la naturaleza; un grupo de células dedicadas exclusivamente a analizar información proveniente del mundo exterior, compararla con experiencias previas, hacer una correlación para la toma de decisiones y finalmente crear nuevos recuerdos. En otras palabras, el cerebro es como una máquina de relacionar conocimientos, entre más fuerte sean los conocimientos previos, más fuerte será también la respuesta, y entre más significativas sean estas experiencias, más fuertes serán las conexiones entre las neuronas (sinapsis), lo que significa que existirá un recuerdo mucho más arraigado, y que tendrá un mayor impacto en nuestras respuestas a ciertos estímulos.

Es necesario en este punto aclarar que no existen respuestas espontáneas en la mente humana, sino que, teniendo una capacidad tan grande de hacer relaciones entre estímulos, recuerdos y acción, nuestros actos ya están determinados de una forma inconsciente. Sin embargo, no podemos decir que ya esto condena a las personas a actuar de una misma manera siempre, sino que tenemos la capacidad de auto analizarnos para mejorar nuestra conducta, reforzando las experiencias a que estimulen respuestas positivas.

Actualmente, el estrés asociado a causas laborales es un fenómeno que afecta a un alto porcentaje de los trabajadores generando consecuencias a nivel personal, familiar, profesional, psicosocial y económico. El estrés laboral es una enfermedad profesional, que desencadena a su vez otro de tipo de afecciones en la salud como estados de ansiedad y depresión, infarto del miocardio y otras urgencias cardiovasculares, hipertensión arterial (Serrano *et al.*, 2009), enfermedad ácido péptica severa o colon irritable. De acuerdo a cifras del Ministerio de Protección Social, en el año 2009 se diagnosticaron 6.783 enfermedades profesionales en Colombia para una población afiliada de 7.036.017 trabajadores inscritos en 442.379 empresas. (Colombia, 1994).

Por otra parte, el uso de la realidad virtual como un entorno de simulación para recrear situaciones diarias de trabajo, permiten duplicar las reacciones de los pacientes ante situaciones cotidianas de trabajo, para hacer seguimiento de las variables físicas asociadas al estrés laboral, tales como ritmo cardíaco, presión arterial, alteración de patrones de ondas cerebrales como Teth (4 - 8 Hz), Alfa (8 - 12 Hz), Beta (12 - 25 Hz) y Gamma (25 - 45 Hz) (Camargo *et al.*, 2016). Cada una de ellas juega un papel importante en el momento de determinar los estados de concentración, creatividad y sueño profundo. De acuerdo al comportamiento de cada una de estas, se pueden deducir los estados de concentración o enfoque que tiene un individuo al enfrentar ciertas situaciones que en nuestro caso son simuladas, a través de un equipo de realidad virtual (Suh & Prophet, 2018).

En este proyecto nos enfocamos en estas tres variables, estímulo, experiencia previa (recuerdo), y respuesta al estímulo, como factores que determinan una predisposición a tener síntomas de estrés laboral, que pueden ser reconocidos a través de las variaciones de las ondas cerebrales. Estas pueden ser medidas a través de equipos EEG. Mientras que los estímulos pueden ser simulados a través de dispositivos inmersivos de realidad virtual, tales como los visores que generan escenas en un formato 3D, creando a su vez situaciones que parecen reales y que la mente asume como verdad.

Materiales y Métodos

Para el desarrollo del proyecto se optó por seleccionar unas gafas de realidad virtual autónomas, es decir, que no requieren de un

Figura 2. Dispositivo Oculus



Fuente: Elaboración propia

cable de conexión a un computador, sino que tiene su propio sistema operativo embebido permitiendo que se pueden cargar escenas creadas para las simulaciones de situaciones laborales. El dispositivo seleccionado fue de la marca *Oculus*, con 64 Gb de memoria interna.

Para hacer las mediciones de dichas ondas se utiliza un EEG portable de la marca **Emotiv**, que es marca líder en el mundo en el diseño y fabricación de estos dispositivos, además se desarrolla un software especializado para el registro y análisis de los datos. En la Figura 3 se puede ver el dispositivo EGG, y en la Figura 4 se indica cómo se debe usar acoplado a la cabeza con la distribución de cinco electrodos para mediciones.

Figura 3. EEG portable



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 7. Ubicación de cinco electrodos para mediciones de ondas cerebrales.

AF3: Lóbulo frontal izquierdo.
AF4: Lóbulo frontal derecho.
T7: Lóbulo temporal izquierdo.
T8: Lóbulo temporal derecho.
Pz: Lóbulo parental.



Fuente: Elaboración propia

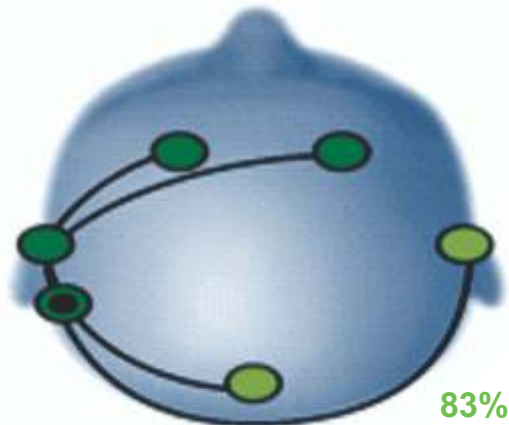
Adicionalmente en el proyecto se utilizaron cámaras de 360°, ideales para crear experiencias inmersivas, tomando un guion definido y creado cuidadosamente por un equipo de trabajo, enfocado aspectos psicológicos asociados a situaciones de estrés laboral. Con esta cámara se graba una sesión

de trabajo en una oficina de atención al cliente que puede simular situaciones cotidianas, estas escenas son diseñadas con el fin de determinar las respuestas de las ondas cerebrales, y encontrar cambios de comportamiento de éstas ante las situaciones anteriormente descritas. De esta forma, si existe predisposición de estrés laboral se hará notorio en el EEG.

Resultados

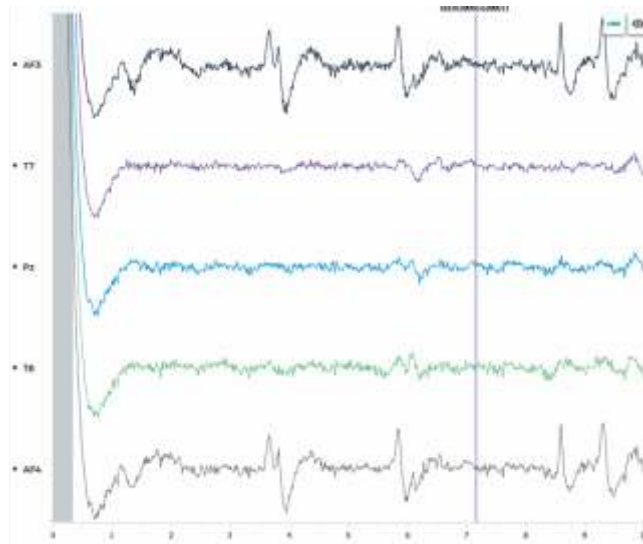
Al realizar las calibraciones respectivas del EEG, como se muestra en la Gráfica 7, se puede obtener un muestreo de diversos estados de intensidad de señal, que pueden afectar la calidad de las lecturas en los electrodos, se recomienda utilizar un margen superior al 95% para tener señales óptimas.

Figura 4. Posicionamiento de electrodos en los diferentes módulos cerebrales



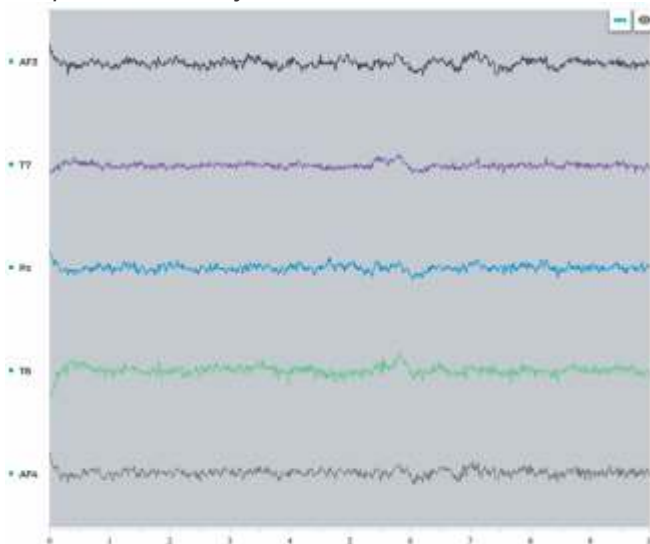
Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los electrodos genera señales independientes, correspondientes a los diferentes lóbulos definidos anteriormente, AF3, AF4, T7, T8, PZ, estos son impulsos eléctricos en el orden de microvoltios, que el cerebro genera y se reflejan en la piel, y son llamadas señales electromiográficas (EMG). De estas señales, las de mayor actividad correspondieron a AF4 y AF3, es decir, lóbulos frontal derecho e izquierdo respectivamente, esto se debe a que esta parte del cerebro funciona como la encargada de tomar la información de todas las demás estructuras y coordinarlas para actuar de forma conjunta. Por lo tanto su actividad es mucho más amplia, y esto se refleja en las lecturas.

Gráfica 8. Posicionamiento de electrodos del EEG.

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la gráfica, la amplitud y la interacción de estos es completamente superior, por lo tanto, su análisis es de especial atención. En cuanto a los estados mentales como relajación, creatividad, atención y estrés también pueden ser visualizados a través de las lecturas de estos patrones. En la siguiente gráfica tenemos la muestra de un sujeto en estado de relajación con los ojos cerrados.

Gráfica 9. Lectura de ondas cerebrales de una persona completamente relajada

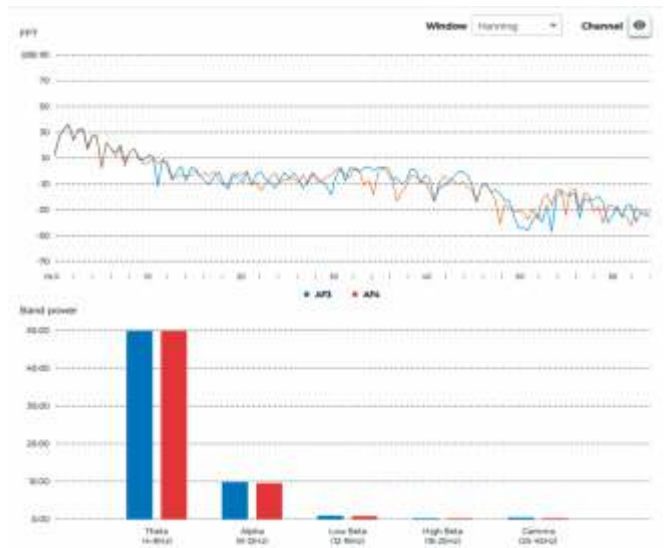
Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 9 se puede apreciar que, aún los lóbulos frontales tienen una actividad mínima, al hacer análisis de estos resultados en el espectro de las frecuencias, enfocándonos en el lóbulo frontal AF3, tenemos que todas las

ondas Theta, Alpha, Beta y Gamma se encuentran en estado de reposo, sin embargo, como veremos a continuación, al cambiar las situaciones, cambian completamente los patrones. En situaciones de trabajo rutinario, y frente a las situaciones que una persona maneja de forma cotidiana y en las que se siente cómodo.

Gráfica 10. Ondas cerebrales (Theta Alpha, Beta y Gamma) de una persona completamente relajada.

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 11. Ondas cerebrales en situaciones de trabajo rutinario

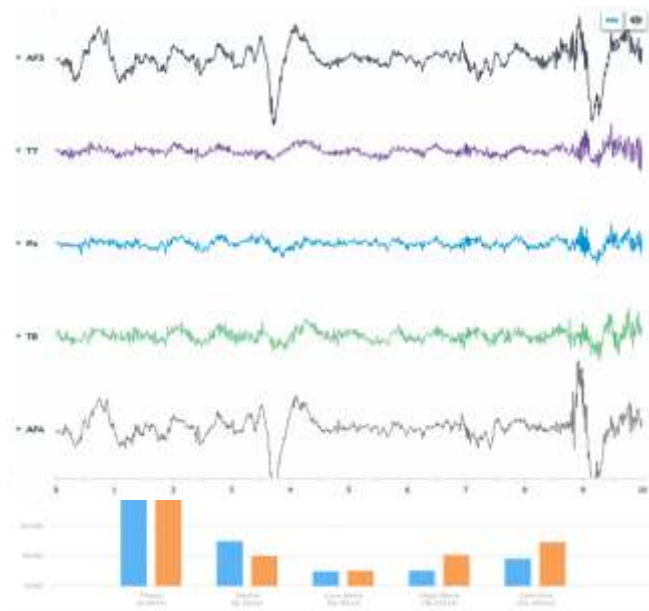
Fuente: Elaboración propia

En este caso se puede apreciar un cambio significativo en el patrón de comportamiento de las ondas Theta y Alpha, predominando las primeras, que son de gran importancia en los

procesos de aprendizaje y memoria, y predominan cuando se tiene gran concentración, cuando el individuo tiene una “desconexión” con el mundo exterior. Por lo que se asume que en los procesos donde se cuenta con gran experiencia, existe un estado de relajación, por la confianza que genera conocer las rutinas de trabajo y la tranquilidad de conocer los resultados de las acciones. En el caso de las ondas Alpha, predominan cuando el Sistema Nervioso Central se encuentra en reposo, relajado pero despierto y atento (Rueda, 2013).

Sin embargo, cuando el individuo se enfrenta a situaciones en las que no conoce el resultado se observa un cambio considerable en el patrón de las ondas cerebrales en todos los lóbulos, por ejemplo, cuando se le hacen preguntas a las que no conoce su respuesta, o se le hacen solicitudes que no puede responder, se tienen patrones como los que se muestran en la siguiente gráfica.

Gráfica 12. Comportamiento de ondas cerebrales cuando el individuo se enfrenta a situaciones que no conoce



Fuente: Elaboración propia

En este caso se nota una alteración en los patrones de todos los electrodos, sin embargo, esta variación se pudo apreciar mucho mejor en el dominio de las frecuencias, donde se aprecia un aumento en el espectro de todas las

ondas, en especial las ondas beta de baja y alta frecuencia: Beta 2 (de 15-22 Hz), esto implica que el Sistema Nervioso Central se encuentra comprometido en una tarea. Beta 3 (de 22-30 Hz) indica que el Sistema Nervioso Central se encuentra concentrado en cogniciones altamente complejas, o integrando nuevas experiencias. Lo anterior puede significar un estado de ansiedad o excitación como sería el caso de Individuos que padecen de un Trastorno de Ansiedad Generalizada. Además se activan las ondas gamma cuando el cerebro está dedicado a resolver problemas complejos, tales como tareas relacionados con las matemáticas.

De esto se puede deducir que al enfrentarse a situaciones desconocidas, se generan actividades cerebrales asociadas a procesos de alta frecuencia, lo cual dentro de periodos de corto tiempo promueve procesos de aprendizaje complejo, pero que si se extienden de manera continua deriva en problemas graves de ansiedad y estrés.

Referencias Bibliográficas

- Camargo, A., Urrea, C., & Mongui, J. (2016). Medición de Patrones de Actividad Cerebral Registrados con el Equipo de EEG Emotiv-Epoc, como Indicador de Engaño en Estudiantes Universitarios. In 2016. Fundación Universitaria los Libertadores.
- Colombia, Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 115. Congreso de la República de Colombia, 50. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Rueda, A. R. (2013). Interfaz cerebro computador mediante la clasificación de señales electroencefalográficas. Pontificia Universidad Javeriana.
- Serrano, M. A. R., Moya Albiol, L., & Salvador, A. (2009). Estrés laboral y salud: Indicadores cardiovasculares y endocrinos TT - Work stress and health: Cardiovascular and endocrine indicators. An. Psicol, 25(1), 150–159. <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-61511>
- Suh, A., & Prophet, J. (2018). The state of immersive technology research: A literature analysis. Computers in Human Behavior, 86, 77–90. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.019>