



## MEDICIONES FISIOLÓGICAS EN EL AULA MEDIANTE TÉCNICAS DE NEUROCIENCIAS PARA LA GENERACIÓN DE UN NUEVO CONOCIMIENTO EN LOS DOCENTES

**Arturo Corona Ferreira**  
Universidad Virtual del Estado de Michoacán

**María de los Ángeles López Ortega**  
Universidad Virtual del Estado de Michoacán

**Jesús Adrián Sevilla Azuara**  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

---

**Área temática:** Educación superior y ciencia, tecnología e innovación.

**Línea temática:** Educación superior y sociedad del conocimiento: procesos innovadores.

**Tipo de ponencia:** Reportes parcial.

---

### **Resumen:**

Cuando se habla hoy en día en el uso de las TIC en el salón de clase se focaliza el uso de estos recursos para organizar contenidos y crear contextos de interacción, sin embargo los desarrollos actuales permiten tener acceso a nuevos tipos de recursos tecnológicos, tal es el caso de los dispositivos Brain Computer Interface (BCI), los cuales permiten realizar lectura de la actividad cerebral y así abrir paso a nuevas formas de comprensión de lo que sucede mentalmente por medio de la lectura de las señales fisiológicas producidas por la interacción en su contexto y con otros sujetos. El objetivo de esta investigación es explorar las implicaciones y retos del uso de técnicas de neurociencias dentro del salón de clase, para proponer a los docentes nuevos modelos de interpretación acerca de lo que sucede en el cerebro de los estudiantes mientras están presentes en una clase de corte tradicional.

**Palabras clave:** Neurociencia, técnicas de medición, educación superior, educación presencial.

## Introducción

Hoy en día uno de los objetivos que el ser humano se ha establecido es el entender cómo aprendemos, mediante el uso de las habilidades, capacidades y experiencias de vida diferentes, lo que sumado nos da seres únicos; la neurociencia está revolucionando la manera de entender el comportamiento humano y lo más importante el descubrir cómo se aprende, como almacena información en el cerebro y principalmente cuales son los procesos biológicos que facilitan el aprendizaje (Gómez, M y Vázquez, E. 2018).

Cuando se habla de aprendizaje, lo primero que viene a nuestra mente es el escenario de un salón de clase donde tienen encuentro un maestro y sus alumnos; Dweck y Master (2009) plantea que, la mayoría de las definiciones de aprendizaje implican un cambio en el conocimiento de un individuo, así como en la capacidad para realizar una habilidad o participar en una actividad con otros individuos. Por lo cual se puede sustenta que los alumnos al ingresar de manera voluntaria a un recinto o aula, lo realizan con el fin de propiciar cambios en los conocimientos con que ingresan, donde la velocidad con que realicen este cambio estará sujeta a las capacidades individuales de cada individuo.

El lugar donde éstas se manifiestan las emociones es el cerebro humano, el cual es un órgano biológico y social que se encarga de todas las funciones y procesos relacionados con el pensamiento, la intuición, la imaginación, la lúdica, la acción, la escritura, las emociones, así como la conciencia, el cual puede modificar las conexiones entre neuronas y producir nuevas neuronas (Velásquez Burgos y otros, 2009).

Hoy en día se identifica de manera evidente que las emociones desempeñan un papel fundamental en los procesos de fondo como la motivación para el aprendizaje, así como también en la resolución de problemas y la toma de decisiones en cada momento. Las emociones representan el timón que dirige el pensamiento de los alumnos, y es el recurso que les ayuda a recuperar información y recuerdos que son relevantes para el tema o problema en cuestión dentro de un curso o clase (Immordino-Yang y Fischer, 2009).

Dado que las emociones se exteriorizan y no pueden medirse de forma directa, las técnicas de neurociencias han ayudado a identificar cuando éstas se manifiestan mediante la identificación y medición de las señales fisiológicas, donde este tipo de mediciones actualmente es posible hacerse mediante recursos de forma natural, sin hacer sentir conectado ni observado a un sujeto, para detectar los cambios de señales fisiológicas (Martínez, 2016).

Lo más importante para un educador es entender a las neurociencias como una forma de conocer de manera más amplia al cerebro, el cómo es, cómo aprende, cómo procesa, registra, conserva y evoca una información, para que a partir de este nuevo conocimiento pueda mejorar las propuestas y experiencias de aprendizaje que se dan en el aula (Gildardo en Falconi y otros, 2017).

Los desarrollos tecnológicos recientes permiten el contar con herramientas de lectura de actividad fisiológica, tal es el caso de los electroencefalografía (EEG) los cuales han sido mejorados en tres formas relevantes: el costo es menor, se puede usar un número menor de electrodos y los electrodos secos son tan efectivos como los húmedos (Mills et al, 2017).

El desafío de este proyecto de investigación es darle a conocer a los docentes un medio por el cual pueda conocer como reaccionan sus alumnos a los estímulos de aprendizaje dentro del aula y conocer de manera clara y cuantificada si los alumnos al asistir a la clase logran mantener niveles de atención relevantes al proporcionar la cantidad de estímulos emocionales y con ello se logra detonar los procesos de aprendizaje e iniciar el aprendizaje prescrito por el plan de estudios. Es aquí donde surge una serie de preguntas ¿Qué estímulos son los que realmente funcionan para activar el aprendizaje? ¿Cómo puede un docente visualizar los estímulos de aprendizaje? Al identificar un docente como funcionan los estímulos, logra tener un nuevo nivel de conocimiento acerca de su práctica docente en particular, sin embargo, esto ¿Cómo cambia su sistema de creencias para la práctica docente?

### **Objetivo general**

Interpretar la lectura de señales fisiológicas en alumnos en cursos de corte tradicional para interpretar la eficiencia de las didácticas docentes.

### **Objetivos específicos**

- Construir un sistema de visualización donde se correlacione la actividad docente y las señales fisiológicas
- Construir un sistema portátil de captura de datos fisiológicos en formato digital.
- Crear datasets estandarizados de las señales fisiológicas en formato CSV.

### **Desarrollo**

Donde se argumente el enfoque teórico y metodológico que da sustento a la investigación y se discutan los resultados obtenidos, en relación con dicho sustento y con los objetivos del estudio.

Immordino-Yang (2008) ha expresado que para profundizar en el entendimiento biológico del cerebro, el hombre ha desarrollado la neurociencia; como una disciplina científica enfocada a la visión celular y sistemática del sistema nervioso, sin embargo afirma esta misma autora, se requieren procesos de estudio más específicos dentro de la extensión de las neurociencias, es así que se acuña el término neurociencia cognitiva desde finales de 1970, con el fin de explorar realmente los procesos de aprendizaje desde la perspectiva de la naturaleza humana a través de la neurociencia.

Belaune (2018) describe que las neurociencias en la práctica pedagógica se pueden abordar desde tres enfoques distintos, esto es: las neurociencias como factores que potencian al cerebro para el aprendizaje, las neurociencias del cerebro social y las neurociencias para el entendimiento de la expresión de emociones y sentimientos; donde ésta última será precisamente el área que se abordará con el trabajo de investigación de tesis, se empleará la lectura de la actividad cerebral producida por las emociones.

Immordino-Yang y Damasio (2011) expresan que al analizar los procesos de fisiológicos que se producen por el pensamiento emocional de un alumno dentro de un salón de clase, se puede llegar primeramente a exhibir las evidencias que esbozan una descripción de lo que realmente sucede en el sujeto alumno, bajo una fundamentación neurobiológica esto con la esperanza de formular una mejor comprensión de las relaciones neurobiológicas, estos resultados proporcionan una nueva base para la innovación en el diseño de entornos de aprendizaje ya sean presencial o virtual.

La lectura de la actividad de señales cerebrales mediante el uso de instrumentos EEG, es una práctica cada vez más común que se realiza mediante el de tecnologías Brain-Computer-Interfacing (BCI). En la actualidad existen en el mercado de dispositivos de bajo costo, los cuales son EEG inalámbricos, donde estos abre la posibilidad para la comunidad de investigación de todo el mundo (Das et al, 2014).

Un estudio de validez ha demostrado que los datos derivados de un sistema BCI inalámbricos de un solo canal de la marca NeuroSky modelo Mindwave son comparables al EEG registrado en equipos convencionales de laboratorio. El mismo estudio ha evaluado la confiabilidad de este sistema el análisis de prueba confiable en su sensor para la lectura de las bandas de frecuencia delta, theta, alfa y beta (Rogers, J. 2016).

Para esta investigación el BCI marca Neurosky modelo Mindwave, que lee la actividad en le lóbulo frontal, donde los datos de la actividad cerebral son leídos por un solo sensor EEG seco de un canal, el cual se ubica en la frente por encima de las cejas, donde a esta zona se le conoce como ubicación FPI del sistema internacional 10-20 de colocación de electrodos extracraneales. Este dispositivo permite leer las señales fisiológicas alfa, beta, teta, delta y gama y apartir de ellas construir las señales de atención y meditación mediante los recursos de software proporcionados por la API de desarrollo del fabricante.

El recurso Mindwave al capturar las señales fisiológicas, las envía a un equipo de cómputo común, mediante el componente de software como thinkgear, que mantiene el enlace de comunicación; adicional a ello se requiere de un software para el almacenaje y organización de datos, que para este caso se empleará el neuroexperimenter, el cual permite almacenar los datos en formato CSV de las señales alfa, beta, delta, teta y gama además de los niveles de atención y meditación, para estos dos último los recolecta en una escala de 0 a 100.

Alberca y Borrueco (2018) sustentan que los procesos de aprendizaje comienzan por la percepción de estímulos ambientales, así como la interacción con el entorno, de los cuales algunos de eso elementos llamarán la atención de los alumnos y acaparán gran parte de los recursos neuronales disponibles. Las mismas autoras declaran que que el lóbulo frontal es la región cerebral que nos distingue como humanos y se relaciona con la organización y orquestación de los distintos procesos cognitivos, e implica, entre otras funciones ejecutivas, la capacidad de planificación de la conducta, controlar la atención, inhibir conductas inapropiadas, mantener información, manipularla y comportarse en función de esta. Lo sustentado por estas autoras permite entender que el dispositivo BCI Mindwave es suficiente para realizar un estudio de las señales fisiológicos producidas por los alumnos en un salón de clase, ya que se focaliza en el lóbulo frontal a realizar las lecturas de las señales alfa, gama, beta, delta y teta.

Las señales gamma y beta son sido asociadas con la representación de la atención, la percepción y la cognición; dichas señales en su conjunto son reacciones fisiológicas en niveles de atención, este tipo de actividad cerebral es asociada a actividades humanas como escuchar, leer y hablar, donde son las actividades comunes que realiza un alumno dentro de un salón de clase. La atención es entonces elemento clave, ya que es el estado deseado para mantener a un alumno. Es importante también reconocer que existe el estado no deseado de un alumno, el cual también será considerado como parámetro a medir y este se manifiesta cuando su condición sea de estado de meditación, el cual denotará un alejamiento de la atención y estimulará otras partes cerebrales haciendo su pensamiento ajeno al de interés para el momento de clase; para este tipo de situación serán consideradas las señales teta y alfa como las más influyentes fisiológicamente hablando (Henríquez, 2014).

La atención desempeña un importante papel en diferentes aspectos de la vida del hombre, se puede definir como un proceso discriminativo y complejo que acompaña todo el procesamiento cognitivo, responsable de filtrar información e ir asignando los recursos para permitir la adaptación interna del organismo en relación a las demandas externas , presenta fases entre las que podemos destacar la fase de orientación, selección y sostenimiento. (Temoche, 2014).

De acuerdo con Ramos-Galarza y otros, (2017) la atención ha sido estudiada en diversos contextos, como el el déficit de atención, en adultos con daño cerebral adquirido, en estudios longitudinales de su proceso evolutivo y mecanismos cerebrales, pero el estudio de los niveles de atención en estudiantes universitarios mediante el empleo de técnicas EEG dentro de un salón de clase es un contexto que todavía se encuentra en desarrollo teórico y en estado de construcción de evidencia empírica, por tal motivo las propuestas del estudio de los procesos atencionales en estudiantes universitarios aportan un grado de relevancia.

## Metodología

La investigación se se está realizando bajo el paradigma cualitativo, el cual de acuerdo con Arenas y Torres (2018) busca explorar el conjunto de significados, construcciones, percepciones, concepciones, discursos y representaciones sociales e individuales sobre los procesos de enseñanza- aprendizaje y su interpretación por medio de técnicas de neurociencias.

Asimismo, desde la metodología cualitativa se pretende comprender e interpretar realidades complejas y diversas, considerando las realidades como un sistema que interactúa y se transforma en relación con otros.

La investigación que actualmente se ha abordado permite explicar la realidad como un entramado heterogéneo de procesos y dinámicas, donde el salón de clase como tal es el entorno de aprendizaje, el cual está influenciado por emociones por parte de alumnos y docentes, las cuales detonan relaciones personal en un espacio físico con recursos. El entramado heterogéneo de emociones, procesos cognitivos, no son perceptibles a simple vista, más sin embargo son imposibles de eliminar de un proceso de enseñanza y aprendizaje, siendo así que el medir las señales fisiológicas que detonan las emociones e impulsan los

procesos cognitivos y los cuales habitualmente no se miden permiten formular elementos escasamente considerados para comprender procesos de aprendizaje en un curso tradicional.

La investigación actual busca abrir la posibilidad de transformar el pensamiento en una capacidad de influir o potenciar la realidad de los docente, ya que al medir los procesos no visibles en los entornos de aprendizaje de un aula tradicional, se puede llevar a un nuevo nivel de conocimiento para mejorar la práctica docente mediante un nuevo conocimiento y entendimiento de los alumnos. La medición se realiza mediante el empleo de técnicas e instrumentos de electroencefalografía; además se considera también el empleo de software libre como el neuroexperimenter para la construcción de modelos de datos mediante la adquisición, organización y analítica de datos.

## Resultados

Primeramente, se seleccionó un grupo de estudio, dentro de la División Académica de Informática y sistemas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, donde para este caso se consideró el curso de programación de base de datos.

Para lograr la adquisición de los datos fisiológicos de cada alumno, se procedió a solicitar la autorización de los alumnos para leerles su actividad cerebral, donde todos accedieron voluntariamente a participar en el estudio. De la totalidad de los estudiantes del curso, se seleccionaron 6 estudiantes al azar como muestra para realizar las pruebas (3 hombres y 3 mujeres).

Los datos obtenidos durante 5 minutos de lectura produjeron 3300 datos de cada alumno, donde el total de los 6 alumnos produjo 19800 datos, los cuales se almacenan en formato CSV por medio del software Neuroexperimenter.

Adicional a la toma de datos de las señales fisiológicas de cada alumno, se hicieron anotaciones complementarias de observaciones de las acciones realizadas por el profesor y se correlacionan con los resultados de la señal fisiológica. Dichas anotaciones se sincronizaron en tiempo junto con los datos fisiológicos de los alumnos.

En el estudio se generaron conjuntos de 300 datos de las señales de atención y meditación por cada alumnos considerado en el estudio, los cuales representaron en rangos de 0 a 100, bajo esta estructura de manera general se llegaron a tener los niveles de atención y meditación.

Con el fin de enfocarse con los valores de las lecturas de atención y meditación, del total de las lecturas, solo se consideraron los valores relevantes, los que fueron superiores a 50 unidades y se descartaron los valores menores a 50 unidades al considerarse valores débiles en su significado como relevancia para el estudio. Como resultado se identificó que las mujeres tuvieron un balance representativo entre los niveles de atención y meditación con valor superior a 50, como se muestra en la tabla 1:

**Tabla 1:** Valores promedio de forma individual y grupal entre hombre y mujeres evaluados en un curso tradicional.

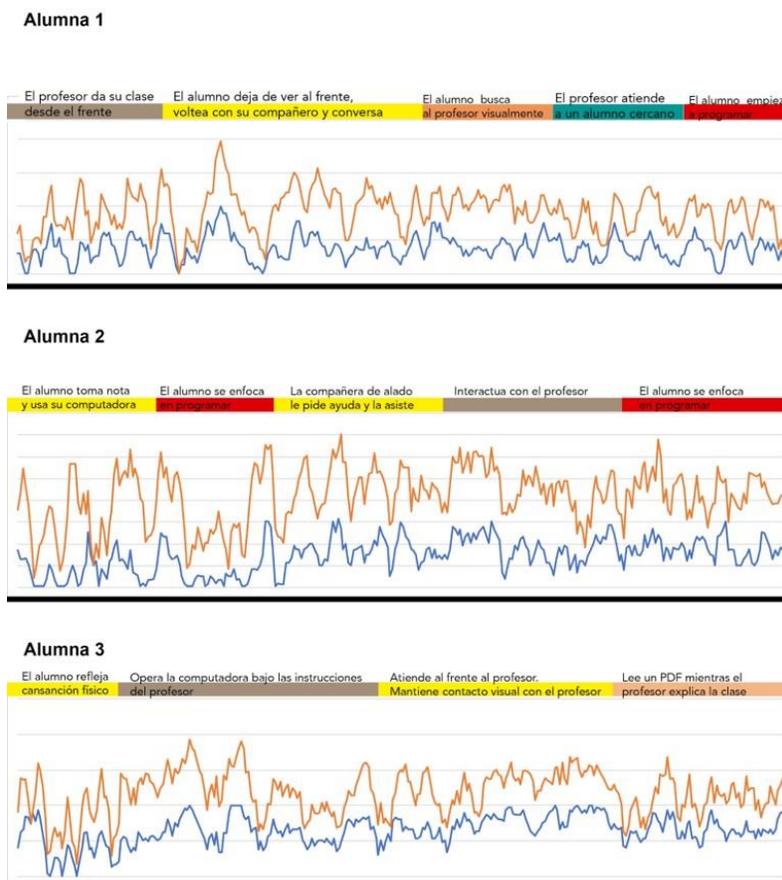
ESTUDIANTE	HOMBRES		MUJER	
	ATENCIÓN	MEDIACIÓN	ATENCIÓN	MEDIACIÓN
1	45	49	38	54
2	21	65	28	54
3	36	23	65	53
VALOR PROMEDIO	34	46	44	54

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realizó la construcción de series de tiempo donde se le dio seguimiento a los niveles de atención y meditación en correlación con los eventos representativos que realizaba el profesor de forma directa o indirecta a cada alumno, las cuales presentan de color azul los niveles de atención y de color naranja los niveles de meditación.

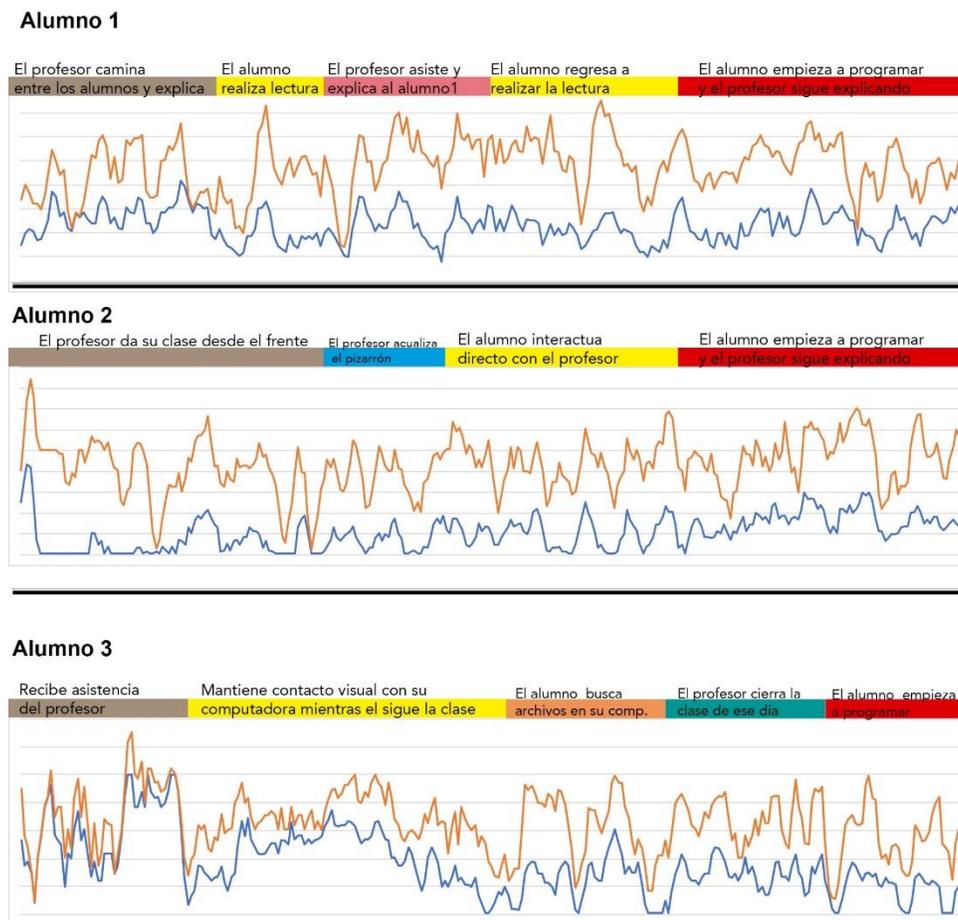
En cada serie de tiempo se presentan las actividades del profesor como se muestran en las figuras 1 y 2, las cuales fueron organizadas con base a las observaciones y se sincronizó en tiempo con los niveles de atención y meditación

**Figura 1:** Lectura de señales cerebrales de la muestra de mujeres durante un período de 5 minutos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2: Lectura de señales cerebrales de la muestra de hombres durante un período de 5 minutos



Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

En este ejercicio de investigación, permiten abrir una ventana hacia el interior de cada alumno, a fin de hacer visible a los docentes y administrativos detalles acerca de los procesos que suceden a nivel fisiológico al interior de los estudiantes, para convertir la actividad cerebral en información relevante que da un nuevo sustento acerca de los procesos, dando una nueva concepción acerca de lo que sucede en un aula tradicional.

Los productos reflejados representan un avance parcial del total del ejercicio de investigación, sin embargo dejan en claro la posibilidad de crear nuevas propuestas para que los docentes comprendan mediante técnicas de neurociencias que sucede en el aula y distinguir como las articulaciones de sus estrategias didácticas funcionan de manera individual y grupal en sus estudiantes.

De manera general eventos identificados en ambos sexos que causaron un deterioro de la atención fueron cuando el profesor tuvo una lejanía física, así como el comentar sobre ciertos casos específicos; de igual manera cuando el profesor atendía dudas directas a un alumno, los niveles de atención se vieron afectados.

En los resultados destacaron los alumnos 1 y 3 tanto del del sexo masculino como del sexo femenino que así lo demostraron durante la toma de datos. Cabe recalcar que las actividades de lecturas de documentos PDF dentro del salón de clase fueron detonantes para que los alumnos perdieran atención e iniciaran incrementos en las tendencias de meditación, lo que llevó a un decremento sostenido los valores de atención.

También se identificó que los alumnos que estuvieron en mejores niveles de atención fueron aquellos que realizaron tareas específicas como preguntar, responder, programar, así como atender a información nueva en el pizarrón.

En la figura 2, la cual agrupa las series de tiempo de los alumnos de sexo masculino, se identifica al alumno 2, el cual presenta ausencia de atención cuando el profesor habla al frente. Mientras que cuando el profesor camina entre los alumnos, el alumno 1 demuestra balanceado nivel de atención y meditación, mientras que el alumno 3 del mismo grupo es el que presenta una mayor eficiencia de su nivel de atención, las sin embargo las mujeres de manera individual y grupal demuestran tener mejor desempeño de su nivel de atención.

Las actividades que más llevaron a que los alumnos perdieran intensidad de atención fueron las lecturas de documentos PDF, así como actividades discursivas por parte del profesor frente al grupo. Sin embargo, cuando la actividad discursiva se realizaba entre los alumnos era menor la pérdida de niveles de atención.

Ahora bien, los cambios destacados de ritmo en las lecturas de atención fueron causa de las interrupciones de compañeros, llevando a disparar la en los niveles de meditación.

Los resultados de las figuras 1 y 2 fueron presentados al docente de la clase, cual llegó a un estado de reflexión y en un futuro se le evaluarán sus procesos de enseñanza-aprendizaje en un grupo distinto para contrastar si se tuvo cambio de estrategias, así como la validación de un mejor desempeño de sus alumnos en sus procesos fisiológicos y su disponibilidad de niveles de atención dentro del salón de clase.

En conclusión es posible analizar las respuestas fisiológicas en un alumno dentro del salón de clase para describir lo que sucede en el sujeto desde el punto de vista emocional, sin llegar a sacar al alumno de su contexto real, por lo tanto los resultados de esta prueba piloto proporcionan una nueva base apoyar a los docentes a entender que sucede en el aula y la efectividad de sus estrategias didácticas dentro del salón de clase.

## Referencias

Cómez, M., Vázquez, E (2018). ¿Qué son las neurociencias? TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río, 5(9). <https://doi.org/10.29057/estr.v5i9.2976>

Arenas, E., Torres, G. (2018). El reto de la investigación cualitativa en psicología: alcances para un cambio paradigmático en la universidad. Rev Yachay, 7(1), 484-489.

- Dweck, C., Master, A. (2009). Self-Theories and Motivation. Students' Beliefs about intelligence. Colection. Handobook of Motivation at School. Routledge
- Velásquez Burgos, B., & Remolina de Cleves, N., & Calle Márquez, M. (2009). EL CEREBRO QUE APRENDE. *Tabula Rasa*, (11), 329-347.
- Immordino-Yang, M. H., & Fischer, K. W. (2009, in press). Neuroscience bases of learning. In V. G. Aukrust (Ed.), *International Encyclopedia of Education*, 3rd Edition, Section on Learning and Cognition. Oxford, England: Elsevier.
- Martínez, R. (2016). Diseño de un sistema de detección y clasificación de cambios emocionales basado en el análisis de señales fisiológicas no intrusivas. Departamento Ingeniería de Sistemas y Automática. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Bilbao. Universidad del País Vasco.
- Falconi, A., Alajo, A., Cueva, M., Mendoza, R. Ramírez, S. y Palma, E. (2017). Las neurociencias. Una visión de su aplicación en la educación. *Revista Órbita Pedagógica* 4(1), 61-74.
- Mills, C., Fridman, I., Soussou, W., Waghay, D., Olney, A., y D'Mello, S.K. (2017). Put your thinking cap on: detecting cognitive load using EEG during learning. *LAK*. 80-89.
- Immordino-Yang, M. (2008). *The Jossey-Bass reader on the brain and learning*. San Francisco, CA, US: Jossey-Bass, Jossey-Bass Education Teamxxi.
- Belaune, V. (2018). Neurociencia y aprendizaje. Libro electrónico UGEL. Publicado en LinkedIn slideshare. url. <https://es.slideshare.net/YESSICACORREAMARTINEZ/neurociencia-y-aprendizaje-86248706>. publicado el 16 de ene. de 2018. Fecha de recuperación 12 de mayo del 2018.
- Immordino-Yang, M. H. y Damasio, A. (2011). We Feel, Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education. *LEARNING Landscapes*, 5 (1), 115-131. Recuperado el 2 de Noviembre de 2018, de [http:// www.learninglandscapes.ca/images/documents/11-no9-final-1r-2.pdf](http://www.learninglandscapes.ca/images/documents/11-no9-final-1r-2.pdf).
- R. Das, D. Chatterjee, D. Das, A. Sinharay, and A. Sinha (2014). Cognitive Load Measurement - A Methodology to Compare Low Cost Commercial EEG Devices. in *Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI, 2014 International Conference on. IEEE, 2014, pp. 1188-1194).*
- Rogers, J. M., Johnstone, S. J., Aminov, A., Donnelly, J. & Wilson, P. H. (2016). Test-retest reliability of a single-channel, wireless EEG system. *International Journal of Psychophysiology*, 106 87-96.
- Alberca, E. y Borrueco, M. (2018). Aprendizaje: el cerebro en el aula. *Ciencia e innovación docente en el aprendizaje de lenguas extranjeras*. Ediciones Egregius. 30-40
- Henríquez, C (2014). Memoria de Trabajo de Fin de Máster Estudio de Técnicas de análisis y clasificación de señales EEG en el contexto de Sistemas BCI (Brain Computer Interface). Master Universitario en Investigación e Innovación en TIC. Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior. Departamento de Ingeniería Informática, pp 17-19.
- Temoche, F (2014). Libro electrónico NEUROCIENCIA COGNITIVA. Neurociencia: la ciencia del sistema nervioso. Descargado de [https://es.scribd.com/document/235167245/](https://es.scribd.com/document/235167245/Neurociencia-Cognitiva-Dr-Francisco-L-Temoche-Ruiz)
- Neurociencia-Cognitiva-Dr-Francisco-L-Temoche-Ruiz. Recuperado el día 26 de noviembre del 2018.
- Ramos-Galarza, C., Paredes, L., Andrade, S., Santillán, W. y González, L (2017). Sistemas de Atención Focalizada, Sostenida y Selectiva en Universitarios de Quito-Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Neurología* 25(1-3):34-38