

## Actividad electrofisiológica cerebral y habilidad lectora en alumnos de la carrera de Medicina de la FAMEN-UJED Campus Durango

### Brain Electrophysiological activity and reading ability at Medical students of FAMEN-UJED, Campus Durango

PEREZ-GONZALEZ, Ivonne<sup>2</sup> †, RIOS-VALLES, Jose Alejandro<sup>1,2\*</sup>, SALAS-NAME, Sagrario Lizeth<sup>2</sup> y SOTO-RIVERA, Jesús Abraham<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango. Instituto de Investigación Científica

<sup>2</sup> Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Psicología y Terapia de la Comunicación Humana

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Ivonne, Perez-Gonzalez* / ORC ID: 0000-0002-5010-230X, Researcher ID Thomson: X-8722-2018, CVU CONACYT ID: 954229

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Jose Alejandro, Rios-Valles* / ORC ID: 0000-0002-8407-3017, Researcher ID Thomson: X-3209-2018, CVU CONACYT ID: 313266

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Sagrario Lizeth, Salas-Name* / ORC ID: 0000-0002-1282-626X, Researcher ID Thomson: X-8722-2018, CVU CONACYT ID: 639389

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Jesús Abraham, Soto-Rivera* / ORC ID: 0000-0001-6688-2032, Researcher ID Thomson: X-9360-2018, CVU CONACYT ID: 640176

Recibido 06 de Julio, 2018; Aceptado 13 de Agosto, 2018

#### Resumen

Es de gran importancia el papel que juega la actividad cerebral en la lectura. El objetivo es identificar la correlación entre el promedio de la actividad cerebral cuantitativa y la habilidad lectora, en estudiantes de Medicina de la FAMEN-UJED, campus Durango. La investigación fue exploratoria, no experimental, observacional y transversal con análisis descriptivo y correlacional, de una muestra de 288 estudiantes de medicina de la FAMEN-UJED, seleccionados con un 95% de confiabilidad de un universo de 1139 alumnos, evaluados con electroencefalografía cuantitativa, y la Batería Neuropsicológica Breve en Español (NEUROPSI). Se encontró correlación estadísticamente significativa, negativa, muy débil, entre el voltaje registrado en FP1, FP2 y T3, con la habilidad lectora. Concluyéndose que la electroencefalografía cuantitativa permite identificar a estudiantes con habilidad lectora deficiente, dando la oportunidad de establecer estrategias tempranas de atención educativa que optimicen esta habilidad para impactar positivamente el desarrollo neurocognitivo y profesional.

**Actividad cerebral electroencefalograma, Habilidad lectora**

#### Abstract

The role played by brain activity in reading is of great importance. The objective is to identify the correlation between the average of the quantitative brain activity and the reading ability, in Medicine students of the FAMEN-UJED, Campus Durango. The research was exploratory, non-experimental, observational and cross-sectional with descriptive and correlational analysis of a sample of 288 FAMEN-UJED medical students, selected with a 95% reliability of a universe of 1139 students, evaluated with quantitative electroencephalography, and the Brief Neuropsychological Battery in Spanish (NEUROPSI). A statistically significant, negative, very weak correlation was found between the voltage registered in FP1, FP2 and T3, with the reading ability. It was concluded that quantitative electroencephalography allows identifying students with poor reading ability, giving the opportunity to establish early strategies of educational attention that optimize this ability to positively impact the neurocognitive and professional development.

**Brain activity, Electroencephalogram, Reading ability**

**Citación:** PEREZ-GONZALEZ, Ivonne, RIOS-VALLES, Jose Alejandro, SALAS-NAME, Sagrario Lizeth y SOTO-RIVERA, Jesús Abraham. Actividad electrofisiológica cerebral y habilidad lectora en alumnos de la carrera de Medicina de la FAMEN-UJED Campus Durango. Revista de Educación Técnica 2018, 2-5: 29-40

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: alexriva@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

**Introducción**

La capacidad para aprender es una habilidad de suma importancia para el desarrollo neurocognitivo, y es justamente el cerebro el principal encargado de los procesos del aprendizaje (Ríos Valles, Barragán Ledesma, Flores Saucedo, Vázquez Soto, & Hernández Reyes, 2010). Las neurociencias muestran que el aprendizaje del lenguaje escrito es dependiente de un conjunto de procesos perceptivos y cerebrales desarrollados por las estrategias psicopedagógicas y el ambiente cultural (Bravo Valdivieso, 2016).

En todo ser humano, la lectura es indispensable para cualquier ámbito de su vida, ya que gracias a ella es posible acceder a la cultura, a la información y al conocimiento.

Como actividad escolar es considerada un objetivo, y una vía por la cual se puede llegar al aprendizaje (Trujillo Gutierrez, Zárate Ortiz, & Lozano Rodriguez, 2013). La lectura posee una base psico-fisiológica cerebral que activa simultáneamente un gran número de áreas cerebrales (Regueiro Rodríguez, 2011) las cuales realizan funciones a través de procesos fisiológicos y cognitivos que están unidos (De la Peza, Rodríguez Torres, Hernández Unzueta, & Rubio, 2014) mediante conexiones intelectuales y neuronales (López-Escribano, 2009).

El electroencefalograma es un instrumento mediante el cual se registra la actividad cerebral; (Morillo, 2005), su análisis cuantitativo permite relacionar cambios de esta actividad con funciones cognitivas y conductuales; y cuenta con buena resolución temporal que puede proporcionar la actividad eléctrica incluso hasta en milisegundos. (González Garrido & Matute, 2013).

El punto de interés del presente trabajo es conocer la relación existente entre la actividad cerebral y la habilidad lectora en estudiantes de medicina, ya que se puede considerar que la identificación oportuna, mediante electroencefalografía cuantitativa, podrá permitir establecer la necesidad de operar estrategias de atención educativa que optimicen esta habilidad e impacten positivamente en el desarrollo neurocognitivo y profesional.

**Justificación**

A lo largo del desarrollo de la práctica profesional, todo estudiante se vera inmerso en diferentes disciplinas que lo llevaran a la necesidad de realizar y leer textos, los cuales debiera tener la capacidad de comprender. (Muñoz Calvo, Muñoz Muñoz, García González, & Granado Labrada, 2013), ya que como ejemplo, en el caso de los estudiantes de medicina sería incongruente que pudieran leer una historia clínica, pero no la comprendan o interpreten correctamente, en ello radica la importancia de que los estudiantes tengan un buen nivel en el desempeño de las habilidades lectoras (Ramírez Restrepo, 2006).

Leer consiste en transformar los signos gráficos de un texto en sonidos, o en significados; y para que esto suceda, se deben realizar complejas operaciones cognitivas (Cuetos Vega, 2012). Cualquier tarea cognitiva realiza determinadas demandas en el cerebro que se llevan a cabo a través de cambios en la actividad neuronal (López-Escribano, 2009), la cual implica la interconexión de distintas áreas para la funcionalidad de procesos complejos tales como la lectura, la escritura etc. (Risueño & Iris, 2008). Por su parte, Collins y Rourke consideran en alguna forma que la anormalidad neurobiológica es el origen de problemas en el aprendizaje (Collins & Rourke, 2003), por ello el papel que juega el buen funcionamiento neurológico es de suma importancia para la eficiencia de las funciones mentales. Ahora bien, al ser la actividad cerebral quien sustenta los procesos del aprendizaje, al tratar de conocer las características electrofisiológicas cerebrales que se presentan en la población estudiantil universitaria, es considerable apoyarse en evaluar esta actividad desde el enfoque neurofisiológico; una de las opciones a considerar para evaluar la actividad bioeléctrica cerebral es el electroencefalograma.

Es así como de acuerdo con los resultados obtenidos, se llegara al conocimiento sobre si la habilidad lectora podría ser considerada o no como un factor influyente en la eficiencia terminal mostrada en el Anuario Estadístico de la UJED; y a partir de ahí saber en qué medida es necesaria la puesta en marcha de la creación e implementación de programas de intervención los cuales estén orientados a la estimulación neuronal, de tal manera que impacten positivamente en la mejora de esta habilidad.

## Problema

Hoy en día, se sabe de la importancia de la conectividad funcional de redes neuronales generadas en diferentes áreas cerebrales en la percepción y los procesos cognitivos, los cuales, podrían verse afectados ante la existencia de una posible alteración en la conectividad funcional de estas redes neuronales (Sporns, Tononi, & Edelman, 2000), en ocasiones, estas conexiones presentan dificultad para establecerse debido a alteraciones de tipo neurobiológico (Cuetos Vega, 1998).

Dentro de estos procesos cognitivos se encuentra la lectura, de la cual, su eficiencia es indispensable en cualquier nivel educativo, ya que en palabras de Carreiras una de las fuentes más importantes de información se presenta en forma de texto (Carreiras, 2012); sin embargo, actualmente los universitarios presentan serias deficiencias en aspectos de habilidades de lectura, sobre todo los de reciente ingreso a la universidad (Calderón-Ibáñez & Quijano Peñuela, 2010), influyendo negativamente en su desempeño durante su formación académica. Por su parte, De la Peza y colaboradores realizaron un estudio en el que aseguran que los alumnos universitarios, tienen un nivel bajo en la competencia para la lectura y la escritura (De la Peza, Rodríguez Torres, Hernández Unzueta, & Rubio, 2014).

Así pues, es considerable plantear a la habilidad lectora como un posible factor ante el fenómeno de la eficiencia terminal, ya que referente a ello, datos mostrados en el Anuario Estadístico de la Universidad Juárez del Estado de Durango, dan a conocer el porcentaje de eficiencia terminal en la carrera de medicina de la Facultad de Medicina y Nutrición (FAMEN) de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), ya que en el año 2015, tanto en el semestre "A" como en el semestre "B", se encontró un indicador del 40% (Departamento de Estadística Institucional, 2015); y en lo que respecta al año 2016 en el semestre "A" se encontró un indicador del 35%, mientras que en el semestre "B" se presentó un indicador de 38% de eficiencia terminal en los estudiantes de dicha institución académica. (Departamento de Estadística Institucional, 2016)

## Pregunta de investigación

¿Cuál es la correlación existente entre el promedio de la actividad cerebral cuantitativa y la habilidad lectora evaluada con la Batería Neuropsicológica Breve en español (NEUROPSI), en estudiantes de Medicina de la FAMEN-UJED, campus Durango?

## Hipótesis

Existe correlación entre la actividad cerebral y la habilidad lectora.

## Objetivos

### Objetivo General

Identificar la correlación existente entre el promedio de la actividad cerebral cuantitativa y la habilidad lectora evaluada con la Batería Neuropsicológica Breve en español (NEUROPSI), en estudiantes de Medicina de la FAMEN-UJED, campus Durango.

### Objetivos específicos

- Determinar el número de participantes con habilidad lectora eficiente.
- Establecer el número de participantes con habilidad lectora no eficiente.
- Conocer la media general del promedio de la amplitud de la actividad cerebral de cada área del registro electroencefalográfico.
- Identificar la media general del promedio de la frecuencia de la actividad cerebral de los distintos ritmos de cada área de registro electroencefalográfico.

## Marco Teórico

### Los procesos mentales

Los procesos mentales son sistemas funcionales complejos que no están localizados en áreas precisas del cerebro, sino que son realizados a través de la participación de grupos de estructuras que trabajan conjuntamente, realizando una aportación particular a la organización de estos sistemas.

Se identifican tres unidades funcionales del cerebro, la primera es la encargada de regular el tono y la vigilia, considerada esencial para que los procesos mentales humanos sigan su curso, la segunda es la unidad para recibir, analizar y almacenar información, encargada de la recepción de estímulos, su codificación y almacenaje de la información, y la tercera es la que se encarga de programar, regular y verificar la actividad. (Luria, 1979)

### La lectura, un sistema cerebral

En la lectura participa principalmente el hemisferio cerebral izquierdo (Flórez Lozano, 2015). Las primeras áreas cerebrales que se activan durante su proceso son las visuales (Lacámara Ferrer, 2016), las cuales reciben, registran y dirigen las imágenes observadas (Sousa, 2014); así pues, al ser proyectadas las imágenes en la retina, estas se dirigen primeramente a la corteza visual primaria y enseguida son trasladadas al área visual secundaria, donde se decodifica la información visual más compleja, interpretando los grafemas de las letras; enseguida, la información se transfiere al giro angular, en el cual se produce un intercambio sensorial viso-auditivo, produciendo la transformación grafema-fonema (Martínez Alvarez, 2016).

Posteriormente, esta nueva información se transmite al área de Wernicke, situada en la parte posterior del lóbulo temporal posterior, área donde se reconocen las palabras y se interpretan los significados (Miguel Pérez, 2017).

El hemisferio derecho es considerado el centro de facultades viso-espaciales no verbales, actividades ejercidas por los lóbulos frontal y temporal.

Entre sus capacidades se encuentra la espacial y perceptiva, de igual manera se especializa en sensaciones, prosodia y habilidades visuales (Gómez Guardado, 2013), facultades implicadas en el proceso lector.

### Áreas neuroanatómicas implicadas en la lectura

La corteza visual implica áreas cerebrales específicas diferenciadas: el área visual primaria, determinada por el área estriada 17, y el área visual secundaria por las áreas periestriada y paraestriada 18 y 19 respectivamente, que se relacionan con el proceso lector gracias a la conexión con el área terciaria parietal correspondiente al área 39 de Brodmann, y la terciaria temporal, que corresponde al área 37 de Brodmann. (Rojas G, 2013)

El área de broca (44 de Brodmann) ubicada en la corteza prefrontal lateral posterior y la premotora, recibe la información en ayuda con el área motora, del cerebelo, los ganglios basales y la corteza sensitiva para leer en voz alta (Miguel Pérez, 2017)

Concretamente, el proceso lector implica funciones visoespaciales y oculomotrices, pertenecientes a las áreas de asociación y áreas motoras del lóbulo frontal (Martín-Lobo, 2003). La integración de estas áreas con las áreas de Broca y de Wernicke permiten interpretar los espacios, así como la orientación espacial; aspectos importantes en el proceso lector para la identificación de cada fonema. La interrelación de las áreas ya mencionadas permiten también interpretar globalmente el texto, posibilitando la identificación de fonemas, sílabas, palabras y frases; asimismo la asociación con áreas fronto-temporales permite el reconocimiento semántico de los símbolos gráficos (Rojas G, 2013). Por su parte, Buriticá-Ramírez y Pimienta- Jiménez refieren que la corteza frontopolar está vinculada con procesos cognitivos de alta complejidad. (Buriticá Ramírez & Pimienta-Jiménez, 2007)

### La lectura en función

En la actualidad, la definición sobre lectura o competencia lectora aparece como algo complejo y multidimensional (Solé, 2012). Por su parte, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), define a la competencia lectora como la capacidad para comprender y analizar los textos escritos, con la finalidad de lograr los objetivos personales, desarrollando sus conocimientos y poniéndolos en práctica en la vida cotidiana (OCDE, 2006).

Ahora bien, se debe considerar que la comprensión se da en función de la estructura, el contenido, la claridad y la coherencia del texto, así como en función de nuestros conocimientos y creencias, pero principalmente, se comprende mediante las estrategias que utilizamos; de igual manera, involucra inferir, interpretar, integrar lo que se aprende con el conocimiento que se tiene y comprobar la comprensión; y finalmente se debe elaborar la información, recapitarla, integrarla, sintetizarla y ampliarla cuando sea necesario (Solé, 2012).

Respecto a ello, Velásquez Rivera y colaboradores mencionan que los resultados obtenidos mediante una prueba estructurada de comprensión lectora aplicada en alumnos del área de humanidades y ciencias de la salud en tres universidades evidencian que estos estudiantes presentan un nivel bajo de comprensión lectora en la tarea de lectura que les fue propuesta (Velásquez Rivera, Cornejo Valderrama, & Roco Videla, 2008).

### El estudio electroencefalográfico

El electroencefalograma (EEG) es un estudio neurofisiológico no invasivo (García-Alix & Quero, 2012) fácil de realizar, y sin ninguna contraindicación médica (Alducin Castillo, Yáñez Suárez, & Brust Carmona, 2016).

El EEG se ha convertido en un estudio de gran importancia que evalúa clínicamente la epilepsia y otras alteraciones en el sistema nervioso central (Ramos-Argüelles, Morales, Egozcue, R.M, & M.T, 2009); este consiste en el registro de la actividad eléctrica producida por las células cerebrales (Uribe Uribe, 2006), captándola desde el exterior y sin intervención interna y directa sobre el cerebro mediante electrodos fijados en el cuero cabelludo (De la Torre Díaz, y otros, 2014), cuya colocación recomendada es de acuerdo al Sistema Internacional denominado 10-20 (Uribe Uribe, 2006).

### Electroencefalograma cuantitativo (qEEG)

El electroencefalograma cuantitativo (qEEG) es asistido por computadoras para analizar la frecuencia y la amplitud de las ondas del EEG (Sanitaria, 2007).

Las medidas cuantitativas del qEEG miden de una manera mas exacta la amplitud y frecuencia de las oscilaciones de un conjunto neural en tiempo real, con ello se podrán identificar sutiles cambios en los tipos y patrones de la actividad eléctrica, y ser contrastados para fines de diagnóstico, tratamiento y rehabilitación (Galicía Alvarado, Flores Ávalos, Sánchez Quezada, Yáñez Suárez, & Brust-Carmona, 2016).

### La actividad de registro del EEG

La actividad registrada en el electroencefalograma son ondas de amplitud expresada en microvoltios (uV), y frecuencia variable expresada en Hertz (Hz). Así pues, los patrones compuestos por esta actividad, al igual que su tipología regional y de cada hemisferio se examinan mediante análisis visual (García-Alix & Quero, 2012). Las ondas en el EEG se clasifican de acuerdo con su frecuencia, en cuatro bandas que son Delta, Theta, Alfa y Beta; así como también de acuerdo a su morfología y amplitud; esta última determinada por la medición y comparación de la distancia entre la línea base y el pico de la onda expresada en microvoltios (uV) (Martínez Barros & Trout Guardiola, 2006). En el estado de vigilia-reposo (ojos cerrados) la actividad cerebral comienza a sincronizarse en ondas con patrones característicos, presentando ondas de baja amplitud y alta frecuencia. (Silverthorn, 2008)

Referente al tema, en una investigación realizada sobre la actividad cerebral en alumnos del primer semestre del área de la salud se pudo observar que el 29% de los participantes con menor desempeño escolar presentaron actividad lenta, en el rango Delta (Ríos Valles, Barragán Ledesma, Flores Saucedo, Vázquez Soto, & Hernández Reyes, 2010).

### Características de los diferentes ritmos cerebrales

El ritmo Delta comprende las frecuencias de entre 0,5 a 3 hertz (Uribe Uribe, 2006), su aparición en el adulto debe ser considerada anormal (Martínez Barros & Trout Guardiola, 2006) y no se espera registrar en personas despiertas con los ojos cerrados (Morillo, 2005).

La banda Theta tiene una frecuencia de 4-7 Hz; es propia de niños entre tres meses y 5 años, así como durante la hiperventilación y fatiga (Martínez Barros & Trout Guardiola, 2006), distribuyéndose en todas las áreas con mayor amplitud en la región fronto-centro-temporal bilateral. Esta actividad es de bajo a moderado voltaje y no supera los 100 microvoltios (Morillo, 2005).

En palabras de Uribe Uribe, esta banda no debería aparecer en estado basal, no obstante, en algunos adultos normales sin trastornos neurológicos este ritmo existe en registro de reposo, especialmente en áreas temporales. Por su parte, el ritmo Alfa comprende a las frecuencias de entre 8 y 13 Hz, su voltaje es de 25 a 100 microvoltios (Uribe Uribe, 2006), su distribución es occipital y se bloquea con la abertura palpebral (Martínez Barros & Trout Guardiola, 2006), se obtiene en grados de relajación y en reposo durante la vigilia con ojos cerrados (Sutil Martín, 2013).

El ritmo Beta se refiere a las frecuencias de entre 14 y 30 Hz, se encuentra sobre las áreas frontales y temporales (Uribe Uribe, 2006), es considerada de bajo voltaje, ya que es menor de 50 microvoltios, y por lo general no supera más de 15 microvoltios (Morillo, 2005). Las bandas Delta y Theta son consideradas actividades lentas, mientras que las bandas Alfa y Beta se conocen como actividades rápidas. (Ricardo Garcell & Rueda Medina, 2009)

### ¿Que es la Bateria Neuropsicológica Breve en Español (NEUROPSI)?

La Bateria Neuropsicológica en Español (NEUROPSI) es un instrumento de evaluación neuropsicológica breve, objetivo y confiable, con el cuál se pueden evaluar funciones cognitivas. El tiempo para su aplicación es aproximadamente de 20 a 25 minutos en población sin alteraciones cognitivas, y de 35 a 40 minutos en población con trastornos cognoscitivos. Presenta una confiabilidad global test-retest de 0.87, y la confiabilidad entre examinadores fue de 0.89 a 0.95. Cabe mencionar que NEUROPSI es una Bateria desarrollada y estandarizada en México. El sistema de calificación aporta datos cuantitativos y cualitativos. Los datos crudos se cuantifican y se convierten a puntajes normalizados.

Este sistema permite obtener un puntaje total y un perfil individual de funciones cognoscitivas; el perfil señala las habilidades e inhabilidades del sujeto en cada una de las áreas cognoscitivas que se evalúan y considerando la escolaridad y la edad del sujeto se puede clasificar la ejecución del sujeto en: normales; alteraciones leves o limítrofes; alteraciones moderadas y alteraciones severas. (Ostrosky-Ortíz, Ardila, & Mónica, s/f)

### Metodología de Investigación

La investigación realizada fue de tipo exploratoria, no experimental, observacional y transversal con análisis estadístico descriptivo y correlacional. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionada con un 95% de confiabilidad. Para la realización de la presente investigación se utilizaron dos instrumentos: la Bateria Neuropsicológica Breve en Español (NEUROPSI) de la Dra Feggy Ostrosky Solís, Alfredo Ardila y Mónica Roselli, usada para la evaluación de la lectura; y para la evaluación del registro de la actividad cerebral se utilizó el electroencefalógrafo cuantitativo digital NEURON-SPECTRUM.

En la qEEG se emplearon 19 electrodos colocados sobre el cuero cabelludo, de los cuales 1 se utilizó como tierra física, 2 como referencia y 16 se emplearon para el registro de la actividad cerebral. Dichos electrodos fueron colocados de acuerdo al Sistema Internacional 10-20.

De dichos instrumentos se tomaron en total de 35 variables de estudio, de las cuales para el estudio de la actividad cerebral con la qEEG se analizaron 16 variables que corresponden al promedio del voltaje del poder absoluto (Total Power en  $\mu V^2$ ) de los ritmos registrados en cada electrodo; 16 corresponden a los datos del promedio de la frecuencia (Hz) registrada en cada electrodo; 2 corresponden a las variables sexo y edad; y 1 a la variable simple de lectura, en donde el puntaje mínimo posible es 0 y el puntaje máximo posible es 3. En función del universo de estudio de 1139 estudiantes, se definió una muestra estadísticamente confiable de 288 participantes pertenecientes a semestres del primero al décimo, seleccionados con un nivel de confiabilidad del 95%.

Para el análisis estadístico de las características de la población estudiada se emplearon medidas de tendencia central y dispersión; y para el análisis de la actividad cerebral y la habilidad lectora se utilizó la media y correlación de Pearson.

### Procedimiento

Fueron invitados a participar en el estudio un total de 1139 alumnos de la carrera de medicina de la Facultad de Medicina y Nutrición de la Universidad Juárez del Estado de Durango, perteneciente a la ciudad de Victoria de Durango, Dgo, México; a los cuales se les dio a conocer que las evaluaciones a realizar son no invasivas de acuerdo con las Normas Generales de la Salud. Del total del universo de estudio aceptaron participar 352 estudiantes, de los cuales solo 288 fueron evaluados integralmente, esto derivado de criterios de inclusión tales como: ser alumno de la carrera de medicina del primero al décimo semestre de la FAMEN-UJED Durango y haber firmado la carta de consentimiento informado; criterios de exclusión como: participantes con antecedentes de alteraciones neurológicas, psiquiátricas y/o psicológicas; y criterios de eliminación tales como: alumnos que deseen dar por terminada su participación en cualquier momento de la evaluación y hayan proporcionado información incompleta. La participación de los alumnos fue voluntaria previa firma de consentimiento. El periodo del desarrollo de este proyecto tuvo inicio en el mes de Agosto del 2013 y su culminación fue en el mes de Julio del 2016.

La evaluación mediante el electroencefalógrafo fue realizado durante la vigilia en estado de reposo con ojos cerrados; de igual manera, para su realización se les pidió a los alumnos el aseo exhaustivo del cuero cabelludo craneal y la deprivación parcial del sueño a partir de las 4:00 a.m. el mismo día del estudio. Una vez recolectada la información, los datos fueron procesados con el programa Microsoft Excel para su análisis estadístico.

### Resultados

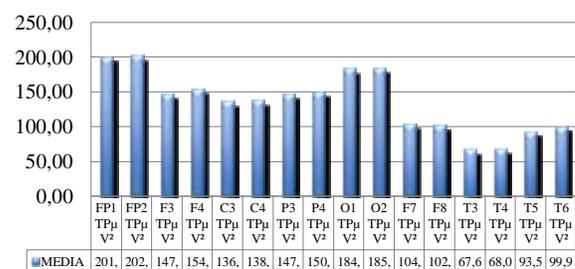
La muestra estuvo conformada por un total de 288 alumnos, pertenecientes a distintos semestres (del primero al décimo) de la carrera de medicina de la FAMEN-UJED, de los cuales 162 (56.25%) son del sexo femenino, y 126 (43.75%) del sexo masculino.

Se calculó la confiabilidad de los instrumentos de forma integral mediante el Alfa de Cronbach, la cual dio como resultado 0.92. De acuerdo con los resultados obtenidos, la edad de los participantes se encontró en un rango de 18 a 43 años. La media, así como la moda de la edad, fueron de 22 años, la mediana fue 21 y la desviación estándar fue 2.

De los resultados obtenidos de la evaluación acerca de las habilidades lectoras en los 288 estudiantes mediante NEUROPSI, se obtuvo una media de 2.8, la moda y mediana de 3.0, la desviación estándar fue de 0.5, el máximo de 3.0, y el mínimo de 0.0.

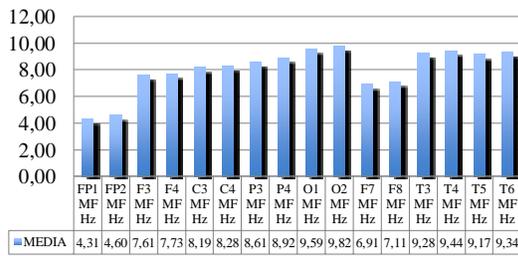
Dentro de los datos recabados en la variable lectura según el puntaje de NEUROPSI breve en español, 2 alumnos (0.69%) obtuvieron el valor de 0 y 6 (2.08%) el valor de 1, que en datos normativos de la prueba se encuentran dentro del valor severo; asimismo 26 (9.02%) alumnos obtuvieron el valor de 2, que se encuentran dentro del valor moderado; y 254 (88.19%) alumnos el valor de 3, posicionándolos en valor normal.

En cuanto a la media general del promedio de la amplitud (Total Power) de la actividad cerebral de cada una de las áreas de registro de la muestra estudiada se observó el valor mínimo de 67.6 uV en T3, y el valor máximo de 202.54 uV en FP2. Para el análisis a detalle ver gráfica 1.



**Gráfica 1** Media general del promedio de la amplitud

En cuanto a la media general del promedio de la frecuencia (Medium Frecuency) en cada área de registro de la muestra estudiada, se observó el valor mínimo de 4.31 Hz en FP1 que corresponde a la banda Theta, y el valor máximo de 9.82 Hz en O2, que corresponde a la banda Alpha. Para observar a detalle ver gráfica 2.



**Gráfica 2** Media general del promedio de la frecuencia de la actividad cerebral

Al realizar un análisis correlacional de la lectura con actividad cerebral, en cuanto a amplitud (TP  $\mu V^2$ ) se encontró correlación significativa, negativa, muy débil con FP1, FP2 y T3.

En cuanto a frecuencia no se encontró correlación alguna con la variable lectura. Para observar a detalle ver tabla 1.

	FP1TP $\mu V$	FP2TP $\mu V$	T3TP $\mu V$
Correlación de Pearson	-.130*	-.203**	-.134*
Sig. (bilateral)	.027	.001	.022
N	288	288	288
**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).			
*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).			

**Tabla 1** Correlación de Pearson. Actividad cerebral y lectura

**Análisis y conclusión**

Se puede concluir que los estudiantes de la carrera de medicina de la FAMEN-UJED tienen una habilidad lectora eficiente, ya que el mayor porcentaje de ellos se encuentra dentro de los valores normales según la prueba con la que fueron evaluados.

Estos resultados difieren con la bibliografía consultada, ya que De la Peza y colaboradores en un estudio que realizaron aseguran que los alumnos universitarios tienen un nivel bajo en la competencia para la lectura. (De la Peza, Rodríguez Torres, Hernández Unzueta, & Rubio, 2014).

En cuanto a los resultados de la media general del promedio del voltaje de la actividad cerebral, se observa que la mayoría de los valores encontrados en la muestra estudiada rebasan los 100  $\mu V^2$  de amplitud, valores considerados altos de acuerdo a la literatura consultada referente al electroencefalograma convencional, no obstante, debido a que en el historial clínico de los pacientes evaluados no se encontraron datos de participantes con antecedentes de afecciones o padecimientos neurológicos, no es considerable determinar como parámetros fuera de lo normal; y por otra parte, los valores mostrados en la presente investigación hacen referencia a la actividad cerebral registrada mediante qEEG, y al hacer una exhaustiva búsqueda de información al respecto, no se encontró bibliografía que hablara sobre ello.

Estos datos podrían permitir considerar la posibilidad de tener parámetros neurofisiológicos que puedan ser normales en la población general.

Debido a ello, se presenta la necesidad de la realización de nuevos estudios que permitan definir estas condiciones.

Por otra parte, los resultados obtenidos de la media general del promedio de la frecuencia de cada una de las áreas de registro muestran predominio de la actividad de la banda Alfa, encontrándose en áreas occipitales, centrales, parietales y temporales; esto considerado normal, ya que respaldado por Martínez Barros y colaboradores su distribución es occipital (Martínez Barros & Trout Guardiola, 2006), aunque no es infrecuente observarla en la región temporo-parieto-occipital de manera bilateral (Morillo, 2005); y según Sutil Martín estas ondas se obtienen en grados de relajación y en reposo durante la vigilia con ojos cerrados (Sutil Martín, 2013).

Cabe mencionar que también se encontró actividad de la banda Theta en algunas regiones. Referente a ello, Morillo menciona que esta banda no debería aparecer en estado basal, sin embargo, en algunos adultos normales sin trastornos neurológicos conocidos, existe ritmo theta en el registro de estado de reposo. (Morillo, 2005)

Ahora bien, Martín-Lobo menciona que en el lóbulo frontal se encuentran las áreas de asociación y áreas motoras, de las cuales son pertenecientes las funciones visoespaciales y oculomotrices, funciones implicadas en el proceso lector (Martín-Lobo, 2003); y por su parte, Gómez Guardado refiere que el hemisferio derecho es integrador, centro de facultades visoespaciales no verbales, ejercidas por los lóbulos frontal y temporal (Gómez Guardado, 2013). De igual manera, la amplitud encontrada en T3 coincide con lo mencionado por Miguel Pérez de que en esta área se reconocen las palabras y se interpretan los significados. (Miguel Pérez, 2017)

En el análisis correlacional de la habilidad lectora y actividad cerebral la evidencia de lo encontrado en FP1, FP2 y T3 coincide con lo referido por Buriticá Ramirez y Pimienta-Jimenez quienes mencionan que estas áreas se vinculan con procesos cognitivos de alta complejidad. (Buriticá Ramírez & Pimienta-Jiménez, 2007)

Es así como los datos obtenidos en la presente investigación, nos dan a conocer que aunque a manera muy débil pero con un alto nivel de significancia existe correlación entre la actividad cerebral y la habilidad lectora, es decir, que a mayor habilidad lectora, existe menor voltaje ( $\mu V^2$ ), específicamente en las áreas frontopolares de ambos hemisferios, así como en el área temporal del hemisferio izquierdo. Esta información se encuentra en concordancia con Silverthorn, quien menciona que en el estado de vigilia-reposo (ojos cerrados) la actividad cerebral comienza a sincronizarse en ondas con patrones característicos, presentando ondas de baja amplitud (Silverthorn, 2008).

Ahora bien, a partir de los hallazgos obtenidos a través de la evaluación con la electroencefalografía cuantitativa, se puede considerar a este como un instrumento que sería de gran ayuda para lograr identificar a estudiantes que presentan una habilidad lectora deficiente, especialmente en aquellos que son de ingreso reciente a la educación superior, ya que referente a ello, Calderon Ibañez y Quijano Peñuela mencionan que actualmente los universitarios presentan serias deficiencias en aspectos de habilidades de lectura, sobre todo estudiantes de reciente ingreso a la universidad (Calderón-Ibañez & Quijano Peñuela, 2010).

Así pues, al ser identificados estos estudiantes, sería pertinente considerar la puesta en marcha de un plan de intervención a través de la estimulación neuronal, que les permita lograr un buen desempeño a lo largo de su práctica profesional.

Actualmente en este tema aún queda mucho por hacer y descubrir, ya que la complejidad del proceso lector aun es considerada un enigma que posiblemente solo podrán resolver las neurociencias en medida del conocimiento que se vaya adquiriendo experimentalmente de las funciones y áreas implicadas en la lectura (Ruiz de Zarobe & Leyre, 2011). Respecto a ello, y una vez ya evaluadas en promedio todas las bandas del qEEG en conjunto, sería de gran interés que en futuras investigaciones se considerara la evaluación específica de cada una de las bandas de frecuencia de los diferentes puntos de registro de la actividad cerebral, ya que con ello se tendría la posibilidad de obtener información aún más relevante acerca del funcionamiento neurofisiológico que pueda presentarse en los distintos procesos cognitivos.

### Agradecimiento

Se agradece al Instituto de Investigación Científica de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED) así como a la Facultad de Medicina y Nutrición de la Universidad Juárez del Estado de Durango por las facilidades brindadas para que se llevara a cabo el presente proyecto.

### Referencias

- Alducin Castillo, J., Yáñez Suárez, O., & Brust Carmona, H. (Diciembre de 2016). Análisis electroencefalográfico de la conectividad funcional en habituación por teoría de gráficas. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 37(3), 181-200. doi:<http://dx.doi.org/10.17488/rmib.37.3.3>
- Bravo Valdivieso, L. (2016). El aprendizaje del lenguaje escrito y las ciencias de la lectura. Un límite entre psicología cognitiva, las neurociencias y la educación. *Límite*, 11(36), 50-59. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/836/83646546005.pdf>

- Buriticá Ramírez, E., & Pimienta-Jiménez, H. (2007). Corteza frontopolar humana: área 10. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 39(1), 127-142. Obtenido de [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012005342007000100010](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012005342007000100010)
- Calderón-Ibáñez, A., & Quijano Peñuela, J. (2010). Características de comprensión lectora en estudiantes universitarios. *Revista Estudios Socio-jurídicos*, 12(1), 337-364. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/esju/v12n1/v12n1a15.pdf>
- Carreiras, M. (2012). Lectura y dislexia: un viaje desde la Neurociencia. *Participacion Educativa*, 1(1), 19-27. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?id=8VIDCQAAQBAJ&dq=Lectura+y+dislexia:+un+viaje+desde+la+Neurociencia&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.mx/books?id=8VIDCQAAQBAJ&dq=Lectura+y+dislexia:+un+viaje+desde+la+Neurociencia&source=gbs_navlinks_s)
- Collins, D. W., & Rourke, B. P. (2003). Learning-disabled Brains: A Review of the Literature. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25, 1011-1034.
- Cuetos Vega, F. (1998). *Evaluación y Rehabilitación de las Afasias*. España: Editorial Médica Panamericana.
- Cuetos Vega, F. (2012). *Neurociencia del lenguaje*. Madrid, España: Editorial Medica Panamericana.
- De la Peza, M. d., Rodríguez Torres, L. R., Hernández Unzueta, I., & Rubio, R. (2014). Evaluación de competencias de lectoescritura en alumnos de primer ingreso a la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. *Argumentos*, 27(74), 119-153. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/595/59532371006.pdf>
- De la Torre Díaz, J., Urribarri Bilbao, G., Cortina, A., Triviño Mosquera, M., García García, E., Torralba, F., . . . Núñez Partido, J. P. (2014). *Neurociencia, neuroética y bioética*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- Departamento de Estadística Institucional. (2016). *Anuario Estadístico 2015 Universidad Juárez del Estado de Durango*.
- Departamento de Estadística Institucional. (2016). *Anuario Estadístico 2016 Universidad Juárez del Estado de Durango*.
- Flórez Lozano, J. A. (2015). *Felicidad, salud y longevidad* (Primera ed.). (C. Universitario, Ed.) España: Editorial Club Universitario. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?id=nUdJDgAAQBAJ&dq=Felicidad,+salud+y+longevidad&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.mx/books?id=nUdJDgAAQBAJ&dq=Felicidad,+salud+y+longevidad&source=gbs_navlinks_s)
- Galicia Alvarado, M., Flores Ávalos, B., Sánchez Quezada, A., Yáñez Suárez, Ó., & Brust-Carmona, H. (2016). Correlación del funcionamiento ejecutivo y la potencia absoluta del EEG en niños. *Salud Mental*, 39(5), 267-274. doi:10.17711/SM.0185-3325.2016.031
- García-Alix, A., & Quero, J. (2012). Estudios complementarios: evaluación neurológica del recién nacido. En A. García-Alix, & J. Quero, *Evaluación neurológica del recién nacido*. Díaz de Santos.
- Gómez Guardado, B. (2013). *Lateralidad cerebral y zurderia: desarrollo y neurorehabilitación* (Primera ed.). (B. Gomez Guardado, Ed.) Estados Unidos: Palibrio LLC. Obtenido de [https://books.google.com.mx/books?id=OOYTAgAAQBAJ&dq=Lateralidad+cerebral+y+zurderia:+desarrollo+y+neurorehabilitaci%C3%B3n&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.mx/books?id=OOYTAgAAQBAJ&dq=Lateralidad+cerebral+y+zurderia:+desarrollo+y+neurorehabilitaci%C3%B3n&source=gbs_navlinks_s)
- González Garrido, A. A., & Matute, E. (2013). *Cerebro y drogas* (Primera ed.). México : Manual Moderno.
- Lacámara Ferrer, J. M. (2016). *Relación entre eficacia en los movimiento sacádicos y proceso lector en estudiantes de curriculum específico en la educación* (Primera ed.). España: Área de Innovación y Desarrollo, S.L. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/DidInnEdu.2016.10>
- López-Escribano, C. (Marzo de 2009). Aportaciones de la neurociencia al aprendizaje y tratamiento educativo de la lectura. *Aula*, 15(1). Obtenido de <http://revistas.usal.es/index.php/0214-3402/article/view/8942>

- Luria, A. R. (1979). *El cerebro en acción* (Segunda ed.). (F. Coll, Ed.) Barcelona, España: Fontanella S.A.
- Martínez Alvarez, I. (2016). Procesos y programas neuropsicológicos para la lectura. En M.-L. Pilar, *Procesos y programas de nerupsicología educativa* (págs. 1-225). Secretaría General Técnica.
- Martínez Barros, M. I., & Trout Guardiola, G. O. (2006). Conceptos básicos de electroencefalografía. *Dialnet, III*(1), 18-23.
- Martín-Lobo, M. P. (2003). *La lectura. Procesos neuropsicológicos de aprendizaje, dificultades, programas de intervención y análisis de casos*. Barcelona, España: Lebrón.
- Miguel Pérez, V. (2017). *Funcionalidad visual y programa de entrenamiento oculo motor para la mejora de la velocidad y comprensión de lectura*. (S. G. Técnica, Ed.) Madrid: Ministerio de educación cultura y deporte-EDUCAC.
- Morillo, L. E. (2005). Análisis visual del electroencefalograma. En A. Velásquez Torres, & L. Palacios Sánchez, *Actividades integradoras del aprendizaje por sistemas, AIAS del sistema nervioso* (págs. 172-186). Colombia: Universidad del Rosario. doi:doi.org/10.12804/tm9789587388657
- Muñoz Calvo, E. M., Muñoz Muñoz, L. M., García González, M. C., & Granado Labrada, L. A. (2013). La comprensión lectora de textos científicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Humanidades Médicas, 13*(3), 772-804. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-81202013000300013](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202013000300013)
- OCDE. (2006). *PISA 2006, marco de la evaluación, conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura*. Recuperado el 18 de marzo de 2018, de Assessment scientific, Mathematics, Reading, and science, problem Solving Knowledge and Skills: <https://www.oecd.org/pisa/39732471.pdf>
- Ostrosky-Ortíz, F., Ardila, A., & Mónica, R. (s/f). *NEUROPSI Evaluación Neuropsicológica Breve en Español Manual e Instructivo*. Ciudad de México, México: Publigenio S.A de C.V.
- Ramírez Restrepo, L. M. (2006). Desarrollo de habilidades lectoras en estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de. *Archivos de Medicina (Col)*(12), 7-14. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2738/273820362002.pdf>
- Ramos-Argüelles, F., Morales, G., Egozcue, S., R.M, P., & M.T, A. (2009). Técnicas básicas de electroencefalografía: principios y aplicaciones clínicas. *Anales Sis San Navarra, 32*(3), 69-82. Obtenido de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272009000600006](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600006)
- Regueiro Rodríguez, M. L. (2011). La compleja y rica relación entre el texto y el tipo de lectura. En Y. Ruiz de Zarobe, L. Ruiz de Zarobe, Y. Ruiz de Zarobe, & R. d. Leyre (Edits.), *La lectura en lengua extranjera* (págs. 1-272). España: Portal Editions.
- Ricardo Garcell, J., & Rueda Medina, W. (2009). Electroencefalograma y potenciales relacionados con eventos en el trastorno obsesivo compulsivo. *Salud Mental, 32*(2), 173-181.
- Ríos Valles, J. A., Barragán Ledesma, L. E., Flores Saucedo, M. P., Vázquez Soto, M. A., & Hernández Reyes, M. (Julio-diciembre de 2010). Actividad cerebral en estudiantes de medicina del 10° ciclo. *Revista Iberoamericana de las Ciencias de la Salud, 1*(2), 1-16. Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-ActividadCerebralEnEstudiantesDeMedicinaDe110Ciclo-5045742.pdf>
- Risueño, A., & Iris, M. (2008). *Trastornos específicos del aprendizaje* (Tercera ed.). Buenos Aires: Bonum.
- Rojas G, A. (2013). Áreas del cerebro que participan en el proceso de lectura literal en sordos señantes: un caso de estudio. *Revista Chilena de Audiología, 12*, 21-31. doi: 10.5354/0719-4692.2013.29528
- Ruiz de Zarobe, Y., & Leyre, R. d. (2011). *La lectura en lengua extranjera* (Primera ed.). (Y. Ruiz de Zarobe, & R. d. Leyre, Edits.) España: Portal Editions S.L.

Sanitaria, I. d. (2007). *Electroencefalografía cuantitativa (mapeo cerebral)*. Buenos Aires: Documentos de Evaluación de Tecnologías Sanitarias.

Silverthorn, D. U. (2008). *Fisiología humana, un enfoque integrado* (cuarta ed.). (P. education, Ed.) Buenos Aires, Argentina: Ed. Médica Panamericana.

Solé, I. (2012). Competencia lectora y aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*(59), 43-61.

Sousa, D. A. (2014). *Neurociencia educativa: mente, cerebro y educación* (Primera ed.). (D. A. Sousa, Ed.) España: NARCEA, S.A. DE EDUCACIONES. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=jZZuBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Neurociencia+educativa&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi5jK2Y6ZjYAhWm14MKHeUJARAQ6AEIKDAA#v=onepage&q=Neurociencia%20educativa&f=false>

Sporns, O., Tononi, G., & Edelman, G. (Mayo de 2000). Connectivity and complexity: the relationship between neuroanatomy and brain dynamics. *Neural Networks*, 13((8-9)), 909-922. doi:10.1016/S0893-6080(00)00053-8

Sutil Martín, L. (2013). *Neurociencia, empresa y marketing* (Primera ed.). Madrid, España: ESIC EDITORIAL.

Trujillo Gutierrez, S., Zárate Ortíz, J. F., & Lozano Rodriguez, A. La competencia de comprensión lectora en estudiantes de nivel medio superior. *Revista de Investigación Educativa de la Escuela de Graduados en Educación*, 4(7), 55-60.

Uribe Uribe, C. S. (2006). Electroencefalografía en neurocirugía. En C. E. Navarro Restrepo, *Neurocirugía para médicos generales* (Primera ed., págs. 1-765). Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.

Velásquez Rivera, M., Cornejo Valderrama, C., & Roco Videla, A. (2008). Evaluación de la competencia lectora en estudiantes de primer año de carreras del área humanista y carreras del área de la salud en tres universidades del consejo de rectores. *Estudios Pedagógicos*, 34(1), 123-138. doi:10.4067/S0718-07052008000100007.