

# El estrés en maestros de física ante la necesidad de impartir clases virtuales: La nueva realidad académica derivada de la pandemia de la COVID-19



Flavio César Romo Rojas<sup>1,2</sup>, César Mora<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada-Legaria del IPN, Av. Legaria 694, Col. Irrigación, 11500 Ciudad de México, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Capital Intelectual, Jesús María #101-3. Col Centro, CP 20000, Aguascalientes. México.

E-mail: flavio.romo@gmail.com

(Recibido el 22 de febrero de 2020, aceptado el 15 de mayo de 2020)

## Resumen

La presencia del coronavirus Coronavirus SARS-CoV-2, ha generado una pandemia de COVID-19 que ha alterado la normalidad alrededor del mundo. Sin una preparación estandarizada en el sector educativo para enfrentar esta nueva situación, los maestros de educación básica, y en especial para este estudio de educación secundaria de la materia de física, han tenido que afrontar los primeras semanas de clase con problemáticas relacionadas con el cumplimiento de los programas de física, el mantener la atención de los grupos y de los alumnos, el sacar provecho de los programas que la Secretaría de Educación Pública han puesto a disposición de los alumnos. Lo anterior plantea una situación estresante para los maestros, mismos que han no se dimensionan tanto en sus repercusiones inmediatas como mediatas tanto en la calidad de vida de los profesores, así como en la calidad educativa. En este trabajo se presentan los resultados de estudios realizados a profesores con el dispositivo MUSE 2®, mismo que arroja datos de la actividad cerebral a través de registros electroencefalográficos tanto en una línea basal, así como en situación de enseñanza virtual. Los metadatos obtenidos permiten arrojar gráficas que muestran en 3D de la actividad cerebral representada en modelos anatómicos del cerebro, mostrando las ondas cerebrales (delta, theta, alpha, beta, beta2, y gama) como significativas en patrones de estrés (en especial beta).

**Palabras clave:** Estrés, pandemia, coronavirus, COVID-19, enseñanza de la física, enseñanza virtual.

## Abstract

The presence of the Coronavirus SARS-CoV-2, has generated a COVID-19 pandemic that has altered normality around the world. Without a standardized preparation in the education sector to face this new situation, teachers of basic education, and especially for this study of secondary education of the subject of physics, have had to face the first weeks of class with problems related to compliance physics programs, maintaining the attention of groups and students, taking advantage of the programs that the Ministry of Public Education have made available to students. The foregoing poses a stressful situation for teachers, who are not measured both in their immediate and mediate repercussions on the quality of life of teachers, as well as on educational quality. In this paper, the results of studies carried out on teachers with the MUSE 2® device are presented, which provides data on brain activity through electroencephalographic recordings both in a baseline, as well as in virtual teaching situations. The metadata obtained allows the generation of graphs that show in 3D the brain activity represented in anatomical models of the brain, showing the brain waves (delta, theta, alpha, beta, beta2, and gamma) as significant in stress patterns (especially beta).

**Keywords:** Stress, pandemic, coronavirus, COVID-19, physics teaching, virtual teaching.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde el 17 de noviembre de 2019 con el caso cero presentado en la provincia de Hubei y que tuvo su brote endémico en la ciudad de Wuhan (ambas en China), pasando por la declaratoria emergencia de salud pública el 30 de enero de 2020 hasta la declaratoria de pandemia el 11 de marzo del mismo año (ambas por la Organización

Mundial de la Salud), la pandemia ha dejado graves secuelas no solo en los sistemas de salud nacionales, sino también en los sistemas educativos. México experimentó de manera oficial el cierre de las escuelas en todo el país el 23 de marzo de 2020, misma situación que permanece hasta el mes de septiembre sin que se avizore en fechas próximas la apertura generalizada. Ante esta situación, el 24 de agosto

se reanudaron clases del ciclo 2020-2021 aunque en una modalidad virtual.

Una pandemia la define la Organización Mundial de la Salud como “la propagación mundial de una nueva enfermedad” [1]. El coronavirus identificado por el Comité Internacional de Taxonomía de los Virus como SRAS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus 2) causante del síndrome respiratorio agudo severo) ocasiona la enfermedad nombrada por la Organización Mundial de la Salud como COVID-19 (COronaVirus Disease 2019) [2].

Ante esta situación emergente, los países aplicaron medidas de contención para evitar una propagación del virus que pusiera en alto riesgo a sus poblaciones. Para el caso de México, una de las acciones lo fue la cancelación de clases presenciales el país el 23 de marzo de 2020, misma situación que permanece hasta el mes de septiembre sin que se avizore en fechas próximas la apertura generalizada. Ante esta situación, el 24 de agosto se reanudaron clases del ciclo 2020-2021 aunque en una modalidad virtual.

## II. CLASES VIRTUALES

México experimentó de manera oficial el cierre de las escuelas en todo el país el 23 de marzo de 2020, misma situación que permanece hasta el mes de septiembre sin que se avizore en fechas próximas la apertura generalizada.

Ante esta situación, el 24 de agosto se reanudaron clases del ciclo 2020-2021 aunque en una modalidad virtual. Sin una preparación estandarizada en el sector educativo para enfrentar esta nueva situación, los maestros de educación básica, y en especial para este estudio de educación secundaria de la materia de física, han tenido que afrontar los primeras semanas de clase con problemáticas relacionadas con el cumplimiento de los programas de física, el mantener la atención de los grupos y de los alumnos, el sacar provecho de los programas que la Secretaría de Educación Pública han puesto a disposición de los alumnos.

## III. ESTRÉS

De acuerdo con McEwen (citado por Daneri, 2012), se puede definir al estrés como una respuesta tanto fisiológica como conductual que una persona puede generar ante la presencia de una amenaza, real o ficticia, a su integridad física y/o psicológica [3].

La respuesta fisiológica y conductual tiene los correlatos a nivel sistema nervioso autónomo, en el equilibrio homeostático que brindan los sistemas parasimpático y simpático, y en arousal (continuum pasividad ↔ actividad, relacionado con la excitación cortical y el estado de alerta) [4, 5]: Sensaciones → Amígdala → Hipotálamo → Sistema parasimpático → genera tranquilidad y paz Sensaciones → Amígdala →

Hipotálamo → Sistema simpático → genera excitación y prepara al organismo para atacar o huir. En dichos circuitos, los sistemas sensoriales, la amígdala y el hipotálamo juegan papeles esenciales para el equilibrio homeostático y la respuesta en situaciones de estrés. Es de notar de manera importante, que la misma secuencia inicial de los dos circuitos anteriores tienen la misma ruta que los procesos cognitivos para propiciar el aprendizaje [5]: Sensaciones → Amígdala → Hipotálamo → Hipocampo → Motivación → Atención → Memoria → Aprendizaje.

Situaciones de estrés que de manera repetida liberarán cortisol teniendo efectos negativos en las estructuras cerebrales que se encuentren comprometidas dentro del proceso de neurodesarrollo, tales como el hipocampo, la corteza frontal y la amígdala [6].

Ese estado de falta de armonía homeostática produce una respuesta adaptativa vinculante a respuestas fisiológicas y cognitivas/conductuales, detonadas por altos niveles tanto de glucocorticoides como de catecolaminas, enfocadas al restablecimiento de la estabilidad homeostática [7]. Por su parte, Ayala identifica 4 tipos de estrés [8]:

- 1) Estrés físico: por ejemplo, aquel derivado de traumas físicos o térmicos, cirugías o infecciones
- 2) Estrés psicológico: por ejemplo, aquel derivado de conflictos interpersonales, problemas psicosociales o laborales, dificultades académicas o exámenes evaluación de desempeño académico.
- 3) Metabólicos: por ejemplo, aquel derivado de deshidratación, hemorragias, o hipoglucemia
- 4) Estrés farmacológico: por ejemplo, aquel derivado de uso de drogas como la cocaína o las anfetaminas, o el craving o síndrome de abstinencia.

Asimismo, de acuerdo con la propuesta de Hans Selye que llama el Síndrome General de Adaptación -SGA- (también referenciado por Ayala) se distingue tres fases de respuesta al estrés:

- 1) Alarma o reacción,
- 2) resistencia o adaptación, y
- 3) descomposición o agotamiento.

La alarma o reacción, así como a adaptación son fases funcionales para la supervivencia, mientras que la descomposición propicia cuadros patológicos de estrés agudo (puntual e intenso en un periodo corto de tiempo), de estrés crónico (de baja intensidad, pero transversal en un periodo de tiempo prolongado), y estrés mortal (con colapso en cualquiera de los sistemas –nervioso, endocrino, inmunológico– y propiciando un proceso de metástasis) [7, 8].

El sistema de regulación del estrés está identificado en su correlato fisiológico (o sustrato neuroanatómico) como el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, es el mismo que el sistema antirrefuerzo (que se opone al sistema de refuerzo) [9, 10, 11]. Además del correlato fisiológico, la actividad electroencefalográfica se identifica por medio de las ondas cerebrales de la siguiente manera: Actividad no consciente: -Gamma ( $\gamma$ ) (alta actividad cerebral): Altos niveles de ansiedad.

#### IV. ACTIVIDAD ELÉCTRICA CEREBRAL Y LA ELECTROENCEFALOGRAFÍA

El cerebro presenta actividad eléctrica que de manera constante cambia de acuerdo con fenómenos de activación cerebral correlacionados con factores externos e internos del individuo. Un electroencefalograma (EEG) es una medida de los cambios periódicos de dicha actividad eléctrica cerebral según el estado de la conciencia del sujeto, clasificándose en ondas delta, o por su representación en el alfabeto griego como  $\delta$ ; ondas theta, o  $\theta$ ; ondas alfa, o  $\alpha$ ; ondas beta, o  $\beta$ ) y ondas gamma, o  $\gamma$  [12].

Para detectar y registrar la actividad microeléctrica del cerebro, se utilizan electrodos que se ubican en puntos preestablecidos de acuerdo al sistema 10-20, para que de esta manera un equipo de electroencefalografía pueda registrar la impedancia (o resistencia que presentan cada uno de los electrodos al pasar por ellos la corriente añadiendo la capacitancia propia del sistema) siendo de entre 300 y 5,000 ohmios por todos los electrodos. De esta manera, es posible identificar y predecir un nivel inconsciente de actividad cognitiva (que se registra entre las ondas delta y theta) así como a nivel consciente (ondas alfa, beta y gamma). Por tal motivo, el registro de la actividad eléctrica cerebral por medio de los registros de EEG es una herramienta adecuada para medir la actividad cognitiva humana ya que responde con un buen nivel de sensibilidad a la estimulación interna y externa brindando así un indicador objetivo de la función cerebral y el nivel de actividad [12].

#### V. METODOLOGÍA

Para la investigación a desarrollar, se considera la hipótesis que se pondrá a prueba de que la implementación de clases virtuales ha propiciado situaciones de estrés a profesores del Instituto Guadalupe Victoria, en la ciudad de Aguascalientes, en México. Para lo anterior, se hace necesario:

- Aplicar una encuesta sobre los factores que más le generan estrés ante la necesidad de impartir clases de manera virtual, es decir, los estresores (método cualitativo).
- Evaluar el nivel de actividad electroencefalográfica de los profesores ante una situación sin estimulación cognitiva para obtener los registros EEG para su línea basal (método cuantitativo).
- Evaluar el nivel de actividad electroencefalográfica de los profesores al momento de impartir clases virtuales (método cuantitativo).

Se ha optado usar un dispositivo como interfaz cerebro-computadora por medio de equipo de electroencefalograma Muse 2®, lo cual plantea la realización de una investigación cuantitativa.

Para la obtención de las señales se utilizó una interfaz cerebro- máquina no invasiva InterAxon Muse, de 4

electrodos (un electrodo de referencia) ubicados sobre las locaciones TP9, AF7, AF8 y TP10, según el estándar 10-20 (Muse, 2018) [13].



**FIGURA 1.** Diadema con sensores cerebrales Muse 2® colocado sobre un modelo anatómico del cerebro humano.

Los softwares de análisis de datos recabados por el dispositivo Muse 2® que serán utilizados, son los siguientes:

1. Mind Monitor®: Software de análisis de metadatos a través de OSC Streaming en formato CSV en protocolo buffer de texto sin formato, grabándose los datos aproximadamente cada segundo. Dichos metadatos pueden ser graficados en los siguientes valores [14]:

-Absoluto: los valores de las ondas cerebrales son potencias de banda absolutas, basadas en el logaritmo de la densidad espectral de potencia (PSD) de los datos de EEG para cada canal.

-Espectrograma: el espectrograma muestra datos de frecuencia discretos trazados a lo largo del tiempo, los valores de frecuencia discretos se encuentran en una escala logarítmica. Estos se calculan utilizando una Transformada Rápida de Fourier (FFT) de los RAW data, con una ventana de Hamming. Los valores bajos se muestran en azules, los medios en verdes y los valores altos en rojos. Los valores son los mismos que se usan en el gráfico de frecuencia discreta.

2. Opti Brain®: Este software permite graficar los datos obtenidos del dispositivo MUSE 2® y graficarlos en 3D para obtener Estudios de Mapeo Cerebral, también conocidas como Electroencefalografía cuantitativa (QEEG) y con una línea de tiempo de hasta 60 segundos, en una representación del cerebro en tercera dimensión.

Mediante un algoritmo patentado por Optiherence, mostrando patrones de actividad cerebral según valores de

ondas cerebrales de banda absolutas [15]. demás miembros de la familia: 2 profesores.

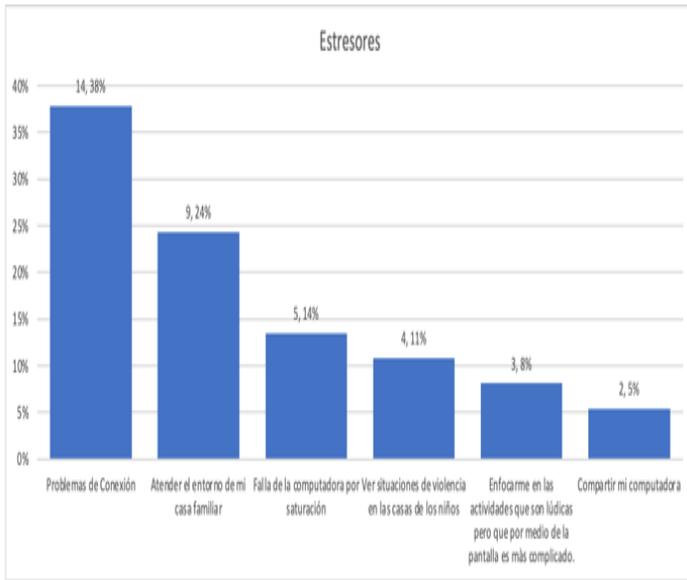


FIGURA 2. Estresores identificados por frecuencia en la muestra.

Datos de actividad eléctrica cerebral (cuantitativa): Se obtuvieron datos por medio del dispositivo MUSE 2® a todos los participantes, transduciéndolos dichos a los Software Mind Monitor® y Opti Brain®.

Con los datos obtenidos de la muestra, se realizó un análisis estadístico para observar las ondas alfa y ondas beta de todos los participantes, para lo cual se utilizó una gráfica de Box plot para identificar el comportamiento estadístico de las ondas alfa y beta en línea basal, y las mismas ondas al momento de impartir la videoclase.

Se identifica que la muestra tiene una menor actividad tanto en ondas alfa como en ondas beta en la línea basal, a comparación de las mismas ondas al momento de impartir la videoclase, como se muestra en la figura 3.

Al utilizar el software Opti Brain®, se pudo observar de manera individual la actividad eléctrica cerebral de los participantes, mostrándose de uno de ellos en la figura 4.

En la Figura 4 se puede observar en el recuadro de la izquierda (Axial image) dos hileras de imágenes del cerebro visto desde arriba, siendo la primera hilera “Basal line” los registros de las ondas cerebrales theta, alfa, beta-1 y beta-2 en su estado basal, observándose colores naranja y amarillo (mostrando actividad) en ondas theta en el lóbulo prefrontal izquierdo (zona de las funciones ejecutivas más racionales) mientras que se observan tonos más uniformes de color verde (menor actividad) en ondas alfa, así como colores azules (casi nula actividad) en ondas beta-1 y beta-2.

Sin embargo, en la hilera de “Protocol” que muestra la actividad electroencefalográfica al momento de impartir clases, se observan colores naranjas y rojos (mayor actividad) en el lóbulo prefrontal derecho (zona de las funciones ejecutivas más emocionales) en ondas beta-1 y beta-2.

Presencia de ondas alfa y beta en línea basal y en video clase del total de la muestra

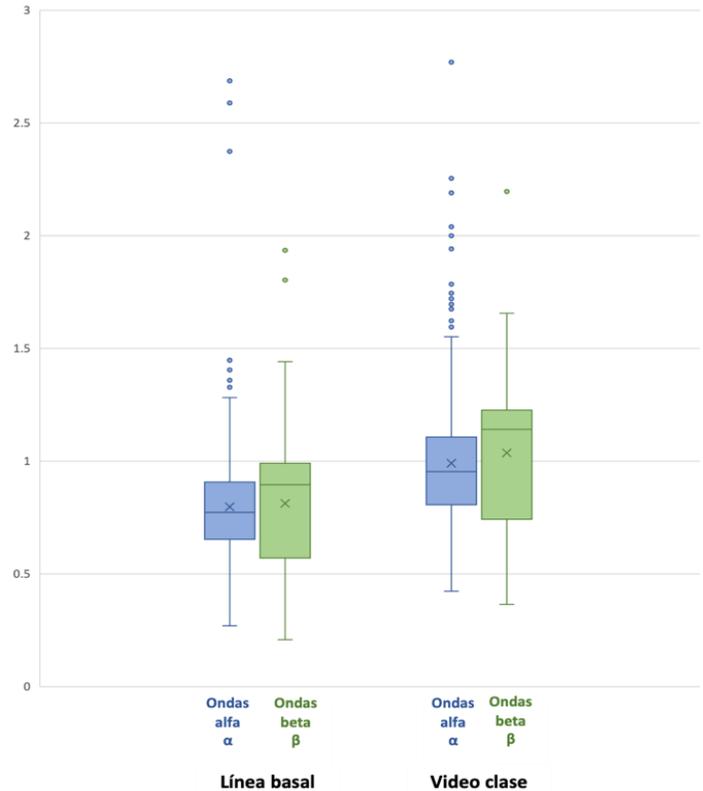


FIGURA 3. Box plot comparativo entre las ondas alfa y ondas beta presentadas en la muestra en dos situaciones: línea basal y videoclase.

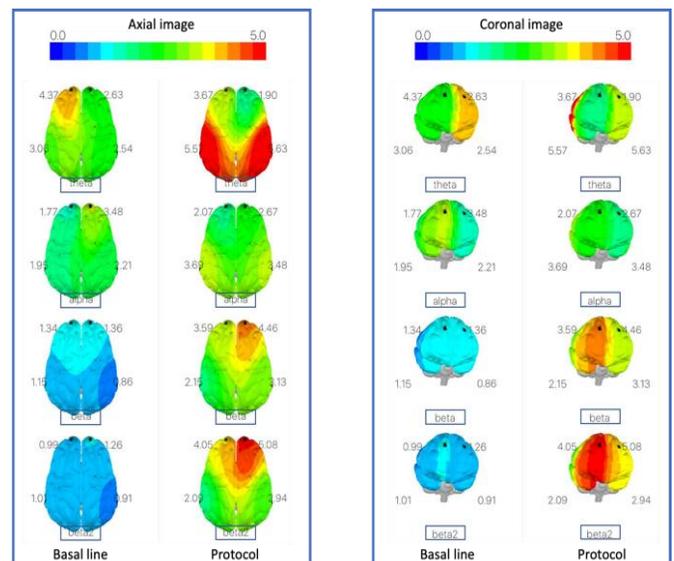
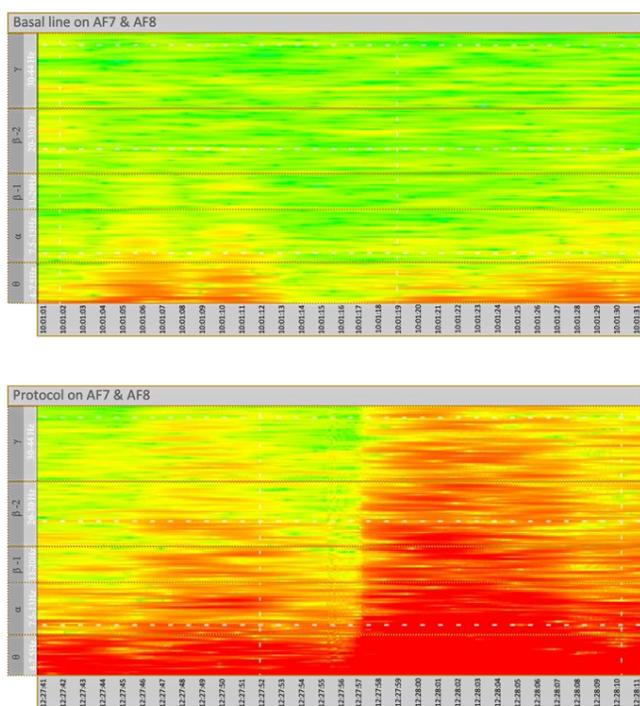


FIGURA 4. Mapa cerebral o Electroencefalografía Cuantitativa (QEEG) de un participante.

En el recuadro de la derecha (Coronal image) se muestran los mismos datos, pero vistos de frente para una mayor apreciación de presencia de ondas beta-1 y beta-2 en el lóbulo prefrontal derecho al momento de impartir clases virtuales por el sujeto de prueba.

Por otro lado, se utilizó nuevamente el software Mind Monitor® para, por medio de la Transformada Rápida de Fourier (FFT)  $f(x)=a_0+\sum_{n=1}^{\infty}(a_n \cos[\frac{2\pi}{L}nx]+b_n \sin[\frac{2\pi}{L}nx])$  obtener la imagen de cada uno de los participantes en línea basal y al momento de impartir la videoclase, como se muestra en la figura 5.



**FIGURA 5.** Espectrogramas de un sujeto en estas imágenes se registraron la actividad electroencefalográfica de otro sujeto.

La imagen del primer espectrograma representa medio minuto de toma de actividad electroencefalográfica de los electrodos colocados en los lóbulos prefrontales de uno de los participantes en línea basal, donde se puede observar en colores azules y verdes la poca presencia de actividad en ondas alfa, beta-1, beta-2 y gamma, y por otro lado presentando colores rojos de actividad en ondas theta. La imagen del segundo espectrograma representa medio minuto del mismo sujeto al momento de impartir clases en línea, mostrando una actividad significativa de ondas alfa y beta-1 entre las 12:27:41 y las 12:27:56, sin embargo, a las 12:27:57 se presentó una pérdida de conexión a internet, por lo que en dicho momento se observa una abrupta presencia de ondas beta-2 y gamma.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba realizada a 14 profesores del Instituto Guadalupe Victoria, se observaron diferencias significativas en las actividades eléctricas cerebrales en los participantes entre una situación sin mayor carga cognitiva (para establecer la línea basal) y la impartición de las videoclases.

Con dichas informaciones, se puede inferir que existe una relación entre los niveles de estrés que presentan los profesores al momento de impartir clases en dicha modalidad, siendo los problemas de conectividad los más significativos.

## REFERENCIAS

- [1] World Health Organization. (2019), [https://www.who.int/csr/disease/swineflu/frequently\\_asked\\_questions/pandemic/es/](https://www.who.int/csr/disease/swineflu/frequently_asked_questions/pandemic/es/). Consultado el 23 de enero de 2020.
- [2] World Health Organization. (2019), [https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it). Consultado el 23 de enero de 2020.
- [3] Daneri, M., *Psicobiología del estrés* [Trabajo práctico]. Biología del comportamiento – 090. Facultad de biología. Universidad de Buenos Aires. (2012), Recuperado de: [http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios\\_catedras/electivas/090\\_comportamiento/material/tp\\_estres.pdf](http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/electivas/090_comportamiento/material/tp_estres.pdf).
- [4] Bigutti, A., *Atlas ilustrado de anatomía*, (Susaeta, Madrid, 2003).
- [5] García, J., *Fundamentos del aprendizaje*, (Trillas, México, D. F., 2008).
- [6] Castorina, J. & Carretero, M., *Desarrollo cognitivo y educación I: Los inicios del conocimiento*, (Paidós, Buenos Aires, 2012).
- [7] Daneri, M., *Psicobiología del estrés Trabajo práctico*, Biología del comportamiento – 090. Facultad de biología. Universidad de Buenos Aires. (2012). Recuperado de: [http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios\\_catedras/electivas/090\\_comportamiento/material/tp\\_estres.pdf](http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/electivas/090_comportamiento/material/tp_estres.pdf).
- [8] Ayala, E., *Psiconeuroinmunología. Interrelación entre los sistemas nervioso, endocrino e inmunitario*, *Offarm* **28**, 110-116 (2009). Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-psiconeuroinmunologia-interrelacion-entre-los-sistemas-13141338>.
- [9] Gómez, B. & Escobar, A., *La psiconeuroinmunología: bases de la relación entre los sistemas nerviosos*, *Revista de la Facultad de Medicina UNAM* **45**, 22-29 (2002). Recuperado de: <http://www.ejournal.unam.mx/rfm/no45-1/RFM45107.pdf>.
- [10] Nogareda, S., *Fisiología del estrés*, Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España - Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España. Recuperado de:

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_355.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_355.pdf)  
[11] Sapolsky, R., *Why zebras don't get ulcers*, (H. Freeman / Henry Holt and Company, LLC., New York, 2004).  
[12] Iriarte, J., *Manual de Neurofisiología Clínica*, (Editorial Médica Panamericana, Madrid, 2013).

[13] Muse, *Muse 2*. (2018), Recuperado de: <https://choosemuse.com/es/>.  
[14] Clutterbuck, J., *Mind Monitor*, (Versión 2.2.0) [Aplicación Móvil]. (2015). Descargado de: <https://apps.apple.com/mx/app/mind-monitor/id988527143>.  
[15] Optihence, *Opti Brain*, (Versión 3.8) [Aplicación Móvil]. (2020). Descargado de: <https://apps.apple.com/mx/app/opti-brain/id1029982015>.