

ANÁLISIS DE ONDAS NEURONALES: UN ESTUDIO PREVIO PARA TERAPIA PSICOLÓGICA SIN FÁRMACOS

Nestor Antonio Flores Martínez
Co autor: Valentín Guzmán Ramos

UANL-FCFM

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

Resumen:

El presente estudio se realizó con jóvenes en la etapa de desarrollo (emocional, fisiológico y racional), sin distinción de género y en condiciones óptimas de salud, todos pertenecientes al ámbito universitario. Los registros de datos son válidos comparativamente con registros médicos, el rango de los datos se ve condicionado por la personalidad del paciente y en pequeña medida, por la sensibilidad de los circuitos electrónicos usados. Se muestra una correlación entre el comportamiento neuronal y el desarrollo psicológico de cada persona, estableciendo un modelo de cuantificación tanto de valores eléctricos como de ámbitos emocionales, generando una caracterización del estado de actividad cerebral y de control para dicho estado.

Palabras claves:

ondas neuronales, memoria, lóbulo frontal, ruido blanco, electroencefalografía

Introducción

Es evidente que las palabras, melodías y ruidos que escuchamos interfieren en nuestras emociones, personalidad y estado anímico, pero una correcta interrogante es analizar cuánto y en qué sentido nos afectan. Existen diversas prácticas (grupales y/o personales) que aprovechan esta respuesta del ser humano a los estímulos para conllevar un estado de armonía físico-mental, como son el yoga, la meditación, la musicoterapia, la bailoterapia, etc.; por el contrario, los niveles de estrés y ansiedad presentes en la gente de la sociedad moderna, no solo entorpecen la interacción social, sino que disminuyen la calidad de vida, del trabajo, del uso del tiempo y de la toma de decisiones. Por ejemplo, los sujetos depresivos que son constantemente sometidos a tratamientos farmacológicos para controlar dicho mal, de forma que se puede controlar su estado anímico conociendo el comportamiento del cerebro de dichos pacientes, viendo anomalías y patrones.

Al mismo tiempo, hay ciertos sonidos que generan una respuesta válida y observable sobre las emociones cuyos archivos de sonido no generan una habituación o sensibilización si se expone al paciente a los mismos sonidos en repetidas ocasiones, a diferencia de otros tipos de sonidos como los tonos puros o el ruido blanco [1]. En el caso de este estudio, se buscó que el paciente solo tuviera que escuchar cada sonido una única vez, de forma que si la prueba resultaba insatisfactoria se rechazaba y se buscaba a un nuevo paciente que cumpliera con las condiciones establecidas.

A pesar de los diversos sistemas existentes para mejorar la memoria y controlar las emociones, son pocos los que realmente llevan una investigación previa para tratar de forma diversa los problemas de cada paciente (muchas veces, debido a cuestiones de tiempo y equipo). A futuro, esto es lo que se planea hacer, con base en el presente estudio, corroborar que puede ser un método aplicable a la psicología y hacer un estudio personalizado en una cantidad razonable de pacientes.

Antecedentes

Se hizo un estudio sobre cómo los estímulos emocionales negativos o positivos influyen en la memoria prospectiva que está en relación con procesos cognitivos, además de su relación con un heterogéneo grupo de patologías y tópicos de la problemática social —esquizofrenia [2], [3], [4], [5]; esclerosis múltiple [6]; Parkinson [7]; SIDA [8]; retraso mental [9]; ingesta de alcohol [10] y métodos anticonceptivos [11].

Los archivos de ‘ruido blanco’ que escucharon los pacientes fueron tomados de fuentes gratuitas de Internet, son referentes a la naturaleza, lo cual puede sustituir en la investigación el uso del IAPS. Se aduce que los sonidos naturales pueden inducir similares respuestas emocionales que los estímulos visuales utilizados en la elaboración del Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS por sus siglas en inglés) [12].

La preparación de los procesos que se llevan a cabo de forma consciente, implican un incremento en la actividad cerebral que interfieren con los procesos cognitivos, de memoria y de aprendizaje [13]. Algunos estudios informan de que el estado de ánimo positivo incrementa los procesos de planificación, importantes para la correcta ejecución de la intención [14].

Materiales y métodos

Usando electrodos médicos en un acomodo longitudinal bipolar, en estilo de montaje a larga distancia, justo por encima de la zona nasion [15]. En el caso de las mujeres, se requirió que estas estuvieran sin maquillaje ya que afecta a la comunicación del biovoltaje de la piel hacia los electrodos.

La zona donde se colocaron los electrodos es la más próxima al lóbulo frontal, encargado de controlar la inteligencia, la memoria, la personalidad (incluidas las emociones) [16]. La finalidad es estudiar el cambio en la interacción neuronal cuando se somete al paciente a sonidos que alteraran sus emociones de forma positiva, generando un estado de calma y, de preparación para aceptar y codificar información.

Se usaron tres archivos de sonido de ruido blanco, cuyos datos de ‘tono’ [17] (Pitch en inglés) y pulsos por minuto (BPM por sus siglas en inglés) son conocidos por medio de un programa gratuito, cuidando que estos valores tengan ciertas diferencias notorias entre ellos.

Se usó otro programa gratuito con la finalidad de obtener el mapeo de las frecuencias mostrando una gráfica de todo el comportamiento del sonido, observando cómo cada archivo tiene un comportamiento caótico en sus frecuencias, estableciéndolos como ruido blanco sonoro.

Por medio de una laptop y un par de audífonos que cubrían por completo la región del oído, se comunicaron los sonidos a los pacientes. No se hizo distinción de género ni de edad (excepto porque debían estar en el rango de la etapa de crecimiento: 13 a 21 en mujeres, 16 a 24 en hombres); ninguno de los pacientes es fumador, ni sufren problemas cardiacos ni de sobrepeso, sin

problemas neuropsicológicos (en específico: ansiedad, depresión, manía, aislamiento social).

Todos los datos eran recogidos por electrodos médicos que a su vez estaban conectado con un filtro paso banda que convertía toda la señal eléctrica en corriente directa, que a su vez, tenía integrado un amplificador de señal eléctrica de 100x.

Los datos se comunicaban por medio de un programa de la compañía del multímetro, generando un registro completo durante todo el tiempo de la prueba, de forma que se analizaban en la computadora directamente.

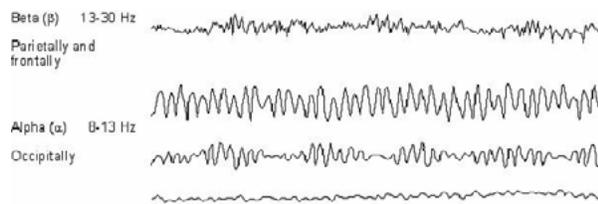


Figura 1. Registro de ondas alfa y beta de la actividad cerebral, tomadas durante un electroencefalograma [20].



Figura 2. Sección de un registro de ondas alfa, en la región T6-T4, de un varón (aunque en este estudio no se hace distinción de género) [21].



Figura 3. Sección de un registro de ondas co-concurrentes del ritmo alfa, en la región en la región Fp1-F3 [21].

Se mantuvo a los pacientes alejados del ruido, en un espacio agradable al cuerpo y de forma que se sintieran seguros. Algunos de ellos se mantuvieron con los ojos cerrados (cuidando que esto no afectara en las mediciones) y otros observando fijamente una pantalla blanca, esto con la finalidad de no generar estrés, ansiedad o cualquier otro estado de ánimo que invalidara las pruebas. Cada paciente elegía con ojos cerrados o con vista a un punto fijo según se sintiera mejor, además de que se controló un tiempo máximo para no generar pensamientos de mucha actividad eléctrica.

Toda la red neuronal mantiene una actividad constante con un cierto ritmo basal característico, las modificaciones a dicho ritmo se presentan en el electroencefalograma (EEG). La alteración de la sincronización del EEG entre las regiones cerebrales, se ha detectado en estados morbosos como esquizofrenia, depresión y trastornos del aprendizaje [18].

Los canales de comunicación neuronal quedan cargados eléctricamente (o iónicamente) sin interactuar, de forma que cuando se repasaban dichas redes los recuerdos se presentan en la mente, así que una irregularidad en dichas redes puede generar un cambio en la secuencia de recuerdos y aprendizajes, dichas señales (a nivel psicológico) se interpretan como preferencias del organismo por cierto tipo de eventos, que suelen ser controlados por el inconsciente, pero por medio de dichos ejercicios adecuados (en este caso, someter al sujeto a dichos sonidos) generan un comportamiento en el consciente que altera el orden de la mente inconsciente [19].

Resultados y discusión

Los patrones reflejados en las muestras con los pacientes son similares a los patrones que se tienen de los libros y artículos médicos. Para corroborar dicha información, se comparan los datos de máximo voltaje y mínimo voltaje, en los lapsos aproximados de tiempos en que se obtienen las ondas alfa (ritmo alfa, ondas co-concurrentes, ondas wicket para individuos relajados), ondas beta (en estado de vigilia).

Los valores en voltaje fueron pasando por los diferentes tipos de ondas alfa –actividad cerebral positiva y creativa [20]- (y esporádicamente en las ondas beta – para estadios de tensión en el cerebro10-) a lo largo de las diferentes pruebas, dependiendo del paciente (cuyas causas para entrar en estado de tensión no se estudian ni observan en este trabajo). Esto se puede asegurar por los valores sumamente próximos de las amplitudes obtenidas en las pruebas, comparándoles con los valores en los datos de libros médicos.

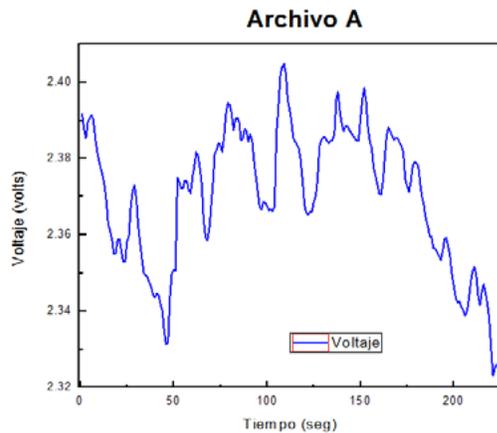


Figura 4. Como se puede observar, la gráfica del Archivo A del ruido blanco, concuerda con el tipo de registro de la fig. 2. Nota: los voltajes que aparecen ahí, están montados en una señal base que requieren el amplificador y el filtro paso-banda para funcionar.

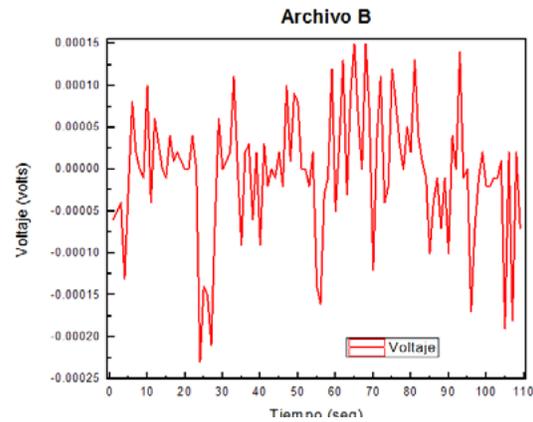


Figura 5. El gráfico en rojo, muestra un registro con un comportamiento algo similar al mostrado en la figura 3, corroborando la validez de la toma de datos para Archivo B. Nota: los voltajes que aparecen ahí, están montados en una señal base que requieren el amplificador y el filtro paso-banda para funcionar

Nota: Todas las tablas que presentan datos médicos válidos están en escala de 100x, para hacer la comparación con el circuito con filtro paso-banda y amplificador.

Tabla 1.1. Comparativa entre algunos de los datos experimentales y los teóricos para ondas wicket, para el Archivo A (nombre clave: Fuego)

Registro de datos experimentales: Archivo A			
Amp. (+)	74.7x10 ⁻⁴ V	Amplitud (-)	182.3.x10 ⁻⁴ V
Amp. (+)	67.3x10 ⁻⁴ V	Amplitud (-)	92.7x10 ⁻⁴ V
Amp. (+)	121.6x10 ⁻⁴ V	Amplitud (-)	85.4x10 ⁻⁴ V
Ondas Wicket [21]			
Amplitud: (60 a 200)x10 ⁻⁴ V		Frecuencia: 6Hz a 11Hz	
Nota: Se presenta en individuos relajados			

Tabla 2.1. Comparativa entre algunos de los datos experimentales y los teóricos para ondas wicket, para el Archivo B (nombre clave: Lluvia)

Registro de datos experimentales: Archivo B			
Amp. (+)	77.9x10 ⁻⁴ V	Amplitud (-)	77.1.x10 ⁻⁴ V
Amp. (+)	92.0x10 ⁻⁴ V	Amplitud (-)	106.0x10 ⁻⁴ V
Ondas Wicket [21]			
Amplitud: (60 a 200)x10 ⁻⁴ V		Frecuencia: 6Hz a 11Hz	
Se presenta en individuos relajados			

Tabla 2.2. Comparativa entre algunos los datos experimentales y los teóricos para ondas beta, para el Archivo B

Registro de datos experimentales: Archivo B			
Amp. (+)	24.67x10 ⁻⁴ V	Amplitud (-)	10.33.x10 ⁻⁴ V
Ondas beta [21]			
Amplitud: (10 a 20)x10 ⁻⁴ V		Frecuencia: 13Hz a 30Hz	
Ansiedad o tensión			

Tabla 3.1. Comparativa entre algunos de los datos experimentales y los teóricos para ritmo alfa, para el Archivo C (nombre clave: Bosque)

Registro de datos experimentales: Archivo C			
Amp. (+)	53.4x10 ⁻⁴ V	Amplitud (-)	50.6x10 ⁻⁴ V
Ritmo alfa [21]			
Amplitud: (50 a 60)x10 ⁻⁴ V		Frecuencia: 4Hz a 6Hz	
Solo ocurre con ojos cerrados			

Tabla 3.2. Comparativa entre algunos los datos experimentales y los teóricos para ondas *wicket*, para el Archivo C

Registro de datos experimentales: Archivo C			
Amp. (+)	$70.0 \times 10^{-4} \text{ V}$	Amplitud (-)	$110.0 \times 10^{-4} \text{ V}$
Amp. (+)	$129.7 \times 10^{-4} \text{ V}$	Amplitud (-)	$96.3 \times 10^{-4} \text{ V}$
Amp. (+)	$101.1 \times 10^{-4} \text{ V}$	Amplitud (-)	$104.9 \times 10^{-4} \text{ V}$
Ondas Wicket [21]			
Amplitud: $(60 \text{ a } 200) \times 10^{-4} \text{ V}$		Frecuencia: 6Hz a 11Hz	
Se presenta en individuos relajados			

Tabla 3.3. Comparativa entre algunos de los datos experimentales y los teóricos para ondas beta, del Archivo C

Registro de datos experimentales: Archivo C			
Amp. (+)	$21.5 \times 10^{-4} \text{ V}$	Amplitud (-)	$16.5 \times 10^{-4} \text{ V}$
Amp. (+)	$11.5 \times 10^{-4} \text{ V}$	Amplitud (-)	$14.5 \times 10^{-4} \text{ V}$
Ondas beta [21]			
Amplitud: $(10 \text{ a } 20) \times 10^{-4} \text{ V}$		Frecuencia: 13Hz a 30Hz	
Ansiedad o tensión			

Conclusiones

Después de hacer un análisis comparativo podemos decir que las pruebas realizadas en los pacientes (bajo las condiciones fisiológicas y psicológicas controladas en los mencionados), con el método usado y por medio de los materiales implicados; sí son válidas.

Los archivos de ruido blanco, son registros caóticos de frecuencia cuya finalidad es la de mantener a la mente en un estado relajado, no obstante algunos de los pacientes respondieron de forma negativa generando ligeros niveles de estrés, lo cual es de provecho para establecer un margen más amplio en el estudio de ondas cerebrales en estado de vigilia.

Como se esperaba no todos los pacientes respondieron de la misma manera al tratamiento, ni en el relajamiento que cada uno logro (cuantificado por medio de los voltajes) ni en el tiempo de respuesta a cada ruido blanco. Lo cual, en estudios futuros, impondría condiciones para estudiar adecuadamente que tipo de tratamiento puede surgir para diversos males.

Por medio de las pruebas se está estableciendo una base de estudio comparativa para futuras pruebas, que se pueden dividir en dos grupos (como primera instancia): gente con problemas cardiacos y gente con problemas neuropsicológicos. Con las bases que han quedado establecidas de este trabajo y de archivos médicos, se puede hacer una comparación con los registros de pacientes 'no sanos' para ver diferencias significativas y entrar a detalle sobre el tratamiento especializado que puede requerir un cierto grupo pequeño de pacientes o una sola persona.

Referencias

- [1] C. Martin-Soelch, M. Stöcklin, G. Damman, K. Opwiss & E. Seifritz. "Anxiety trait modules psychophysiological reactions, but not habituation processes related to affective auditory stimuli". *International Journal of Psychophysiology*. pp. 2006.
- R. C. K. Chan, Y. Wang, Z. Ma, X-H. Hong, Y. Yuan, X. Yu, A.
- [2] Li, D. Shum & Q-H. Gong. "Objective measures of prospective memory do not correlate with subjective complaints in schizophrenia". *Schizophrenia research*. vol. 103. pp. 229, 239. 2008.
- [3] E. W. Twamley, S. P. Woods, C. H. Zurhellen, M. Vertinski, J. M. Narvaez, B. T. Mausbach, T. L. Patterson & D. V. Jeste. "Neuropsychological substrates and everyday functioning implications of prospective memory impairment in schizophrenia". *Schizophrenia research*. vol. 106. pp. 42-49. 2008.
- [4] G. S. Ungvari, Y-T. Xiang, W-K. Tang & D. Shum. "Prospective memory and its correlates and predictors in schizophrenia: An extension of previous findings". *Archives of Clinical Neuropsychology*. vol. 23. pp. 613-622. 2008.
- [5] Y. Wang, R. C. K. Chan, J. Cui, Y. Deng, J. Huang, H. Li, C. Yan, T. Xu, Z. Ma, X. Hong, Z. Li, H. Shi & D. Shum. "Prospective memory in non-psychotic first-degree relatives of patients with schizophrenia". *Psychiatric Research*. vol. 179. pp. 285-290. 2010.
- [6] C. C. Adda, L. H. Castro, L. C. Além-Mar e Silva, M. L. de Manreza & R. Kashiara. "Prospective memory and mesial temporal epilepsy associated with hippocampal sclerosis". *Neuropsychologia*. vol. 46. pp. 1954-1964. 2008.
- [7] E. R. Foster, M. A. McDaniel, G. Repovs & T. Hershey. "Prospective memory in Parkinson disease across laboratory and self-reported every day performance". *Neuropsychology*. vol. 23. pp. 347-358. 2009.
- [8] S. P. Woods, L. M. Moran, C. L. Carey, M. S. Dawson, J. E. Iudicello, S. Gibson, Grant I & Atkinson JH. "Prospective memory in HIV infection: Is "remembering to remember" a unique predictor of self-reported medication management?" *Archives of Clinical Neuropsychology*. vol. 23. pp. 257-270. 2008.
- [9] J. J. G. Meilán, V. M. Salgado, J. M. Arana, J. Carro & C. Jenaro. "Entrenamiento cognitivo y mejora de la memoria prospectiva en jóvenes con retraso mental leve". *Revista de Investigación Educativa*. vol. 26. pp. 227-245. 2008.
- [10] T. Heffernan, R. Clark, J. Bartholomew, J. Ling & S. Stephens. "Does binge drinking in teenagers affect their everyday prospective memory?" *Drug and Alcohol Dependence*. vol. 109. pp. 73-78. 2010.
- [11] S. Matter & B. Meier. "Prospective memory affects satisfaction with the contraceptive pill". *Contraception*. vol. 78. pp. 120-124. 2008.
- [12] E. G. Fernández Abascal, P. Guerra, F. Martínez, F. J. Domínguez, M. Á. Muñoz, D. A. Egea, M. D. Martín, J. L. Mata, S. Rodríguez & J. Villa. "El sistema internacional de sonidos afectivos (IADS): Adaptación española". *Psicothema*. Oviedo, España. vol. 20. pp. 104-113. 2008.
- [13] F. Gordillo León, J. M. Arana Martínez, J. J. G. Meilán & L. Mestas Hernández. "Efecto de la emoción sobre la memoria prospectiva: un nuevo enfoque basado en procedimientos operantes". *Escritos de Psicología – Psychological Writings*. Málaga, España. vol. 3. pp. 40-47. 2010.
- [14] M. Oaksford, F. Morris, B. Grainger & J. M. G. Williams. "Mood, reasoning, and central executive processes". *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*. vol. 22. pp. 477-493. 1996.
- [15] R. Barea Navarro. "Tema 5 Electroencefalografía". *Instrumentación Biomédica*. Universidad de Alcalá, España. pp. 1-25.
- [16] D. Beltramone. Electroencefalografía (EEG).
- [17] R. Resnick, D. Halliday & K. S. Krane. Física. Grupo Editorial Patria. México, D.F. vol 1. Edición 5. 2009.
- [18] F. J. Guzmán de la Garza. Sincronización del electroencefalograma en respuesta a estímulos visuales coloreados. Tesis. Facultad de Medicina, Monterrey, Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 1999.
- [19] V. E. Frankl. Psicoanálisis y existencialismo: de la psicoterapia a la logoterapia. México, D.F. Fondo de Cultura Económica. 2010.
- [20] A. C. Guyton & J. E. Hall. Tratado de fisiología médica. México, D.F. McGraw-Hill Interamericana. vol. 1. Décima Edición. 2001.
- [21] M. Perassolo. Cómo leer un EEG (archivo en PDF). Hospital Carlos G. Durand, Buenos Aires, Argentina.

Datos de los autores:

Nestor Antonio Flores Martínez

Lic. en Física, UANL. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas.

Intereses: Neurociencia teórica y aplicada, física de ondas, neuropsicología, psicobiología

Valentín Guzmán Ramos, Dr.

Lic. en Física, UANL. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas UANL

Dirección del autor: Cd. Universitaria, N.L. CP. 66450. Profesor-investigador

Intereses: Láseres, optoelectrónica, Física médica, circuitos eléctricos