

Estudio de caso sobre tratamiento del trastorno de estrés postraumático mediante neurofeedback

Case study on treatment of post-traumatic stress disorder using neurofeedback

Artículo de investigación

Recibido: 22/02/2023 – Aprobado: 16/05/2023 - Publicado: 30/06/2023

ISSN - 2619-6336

DOI: <https://doi.org/10.30554/tempuspsi.6.2.4813.2023>

Volumen 6-2 2023

**Alejandro Londoño Valencia
José Fernando Vélez Trejos
Mónica Paulina Cuervo Rodríguez**

Resumen

La técnica del Neurofeedback se ha centrado en la modificación de patrones de ondas cerebrales para el tratamiento de patologías psicológicas de diversas etiologías. Este artículo presenta la experiencia de los investigadores en la aplicación de esta técnica en un caso de Trastorno de estrés postraumático en una mujer adulta. En la selección del caso se tuvieron la participación voluntaria de la persona, inexistencia de tratamiento previo y cumplimiento de criterios diagnósticos necesarios para configurar el cuadro psicopatológico. Se trabajó con la consultante durante cinco sesiones de intervención y tres de seguimiento, bajo un diseño pretest – posttest. Se observaron cambios cuantitativos en los registros de ondas cerebrales Beta y Theta, así como cualitativos en la disminución de la sintomatología asociada al trastorno.

Palabras clave: neurofeedback, trastorno de estrés postraumático, ondas cerebrales Beta y Theta, caso clínico.

Abstract

The Neurofeedback technique has focused on the modification of brain wave patterns for the treatment of psychological pathologies of various etiologies. This article presents the researchers' experience in the application of this technique in a case of post-traumatic stress disorder in an adult woman. In the selection of the case there was the voluntary participation of the person, the absence of previous treatment and compliance with the necessary diagnostic criteria to configure the psychopathological picture. Researchers worked with the consultant during five intervention sessions and three follow-up sessions, under a pretest - posttest design. Quantitative changes were observed in the Beta and Theta brain wave recordings, as well as qualitative changes in the reduction of symptoms associated with the disorder.

Keywords: neurofeedback, Post-traumatic stress disorder, Beta and Theta brainwaves, clinical case.

Estudio de caso sobre tratamiento del trastorno de estrés postraumático mediante neurofeedback

Para citar este artículo

Londoño, A., Vélez, J.F y Cuervo, M. P. (2023). Estudio de caso sobre tratamiento del trastorno de estrés postraumático mediante neurofeedback Tempus psicológico, 6(2), 27-45. <https://doi.org/10.30554/tempuspsi.6.2.4813.2023>

Alejandro Londoño Valencia¹
José Fernando Vélez Trejos²
Mónica Paulina Cuervo Rodríguez³

¹ Universidad de Manizales. Correo: alejandro.londono@umanizales.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8437-4098>

² Universidad de Manizales. Correo: josefer@umanizales.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9188-9527>

³ Mediccol IPS. Correo: monicacuervo2013@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7823-9985>

Introducción

En los estudios sobre Trastorno de Estrés Postraumático (TEPT) en el contexto latinoamericano, se observa que gran parte de los consultantes no acuden a los servicios de salud, debido a que consideran que su sintomatología puede ser manejada por sí mismos. Generalmente se acude a los amigos, la familia, el vecino o al médico, teniendo en cuenta que acudir al psicólogo en la cultura latina es una conducta no instaurada, a diferencia de otras en la que se considera atípico no haber acudido a este tipo de profesional al menos una vez (Soler, 2019).

Cornejo (2021) reseña que generalmente se asiste a terapia cuando los recursos conductuales, cognitivos y estrategias para afrontar el trastorno, se han agotado. A los 24 años de edad se registra la edad promedio de inicio de la sintomatología en la población general de aparición en el 1,8% de los casos y se registra una prevalencia del Trastorno del 0,8% en hombres y del 2,5% en mujeres según datos del FES – Fundación para la Educación y el Desarrollo Social en el año 2003 y el Ministerio de Protección Social de Colombia – MPS (2015) también entidad contratante de dicho estudio. De igual manera el MPS en su más reciente encuesta nacional de Salud Mental, informa que entre 5.889 adultos que oscilaban entre 18 y 44 años de edad promedio, el 41,4 % había vivenciado por lo menos un evento de tipo traumático y el 3,3% de este porcentaje se encontraba en riesgo de hacer o desarrollar el trastorno con todas sus características. De acuerdo con un estudio realizado en el año 2013 por la OMS en 21 países, se encontró que más del 10% de las personas encuestadas fueron testigos de actos violentos, estimando que alrededor del 3,6% de la población mundial ha sufrido TEPT en el último año.

Luego de la exposición a un evento traumático, es posible desarrollar un TEPT, que genera en el individuo una disfunción cognitiva, al igual que afecta el entorno social, cultural y laboral. Como se menciona en el trabajo de Herrera y Cañas, este “produce cambios drásticos en las personas no solo a nivel psicológico debido a un acto violento, sino por los cambios cerebrales/fisiológicos que se experimentan y que inciden en problemas de salud mental y deterioro cognitivo” (2020, p. 311). Las autoras sostienen que mantener la respuesta estresora tiene el potencial de producir cambios estructurales y funcionales en el sistema nervioso, que puede finalmente readaptarse si la situación se resuelve o se aprende a afrontar.

El método de intervención utilizado en esta investigación fue la técnica terapéutica del Neurofeedback la cual se deriva de la aplicación de los principios de la psicofisiología, entendida como “el estudio de la relación entre los factores fisiológicos y los factores psicológicos o conductuales” (Rodas, 2009, p. 73). El neurofeedback a su vez se deriva del biofeedback que según Choliz y Capafons (1990) es “... un procedimiento consistente en suministrar información psicofísica que en condiciones normales el sujeto no puede disponer, con la intención de que al poseer dicha información el sujeto pueda modificar dichas variables orgánicas” (p. 396). Por tanto el objetivo de la Técnica del Neurofeedback será generar cambios permanentes en la respuesta fisiológica, emocional y conductual del sujeto, específicamente en sus patrones de ondas cerebrales mediante protocolos que permitan

al sujeto observarlos, de manera que la información obtenida le permita efectuar modificaciones voluntarias de los registros mediante una retroalimentación constante.

A través de la aplicación de la técnica del Neurofeedback, el sujeto capta la información gráfica que representa sus ondas cerebrales y busca modificarlo a voluntad para acercarse a un criterio previamente establecido por el profesional tratante. De acuerdo con Gaviria et al. (2014) “se apoya en equipos, diseñados con el fin de que el paciente pueda detectar los cambios que se producen en la respuesta fisiológica seleccionada y, mediante procesos de condicionamiento clásico u operante, aprenda a modificar los valores de dicha señal” (p. 18).

En la medida en que las sesiones avanzan, los principios del condicionamiento operante se aplican (Carrobbles, 1987), al suministrar un refuerzo positivo (que puede ser una imagen, sonido o mensaje verbal pregrabado), siempre que va alcanzado el criterio. Algunos de los objetivos que se pretenden alcanzar con esta técnica son el aprendizaje del control de las respuestas fisiológicas, el mantenimiento de la voluntariedad de dicho control y la eliminación de la dependencia del aparato de neuroretroalimentación conservando el control voluntario.

En el Neurofeedback pueden registrarse cinco tipos de ondas cerebrales, de acuerdo con Hammond (2011).

- Gamma (30 Hz en adelante): Asociadas con profundos estados de concentración y con la interconexión de información procedente de diversas áreas cerebrales.
- Beta (13 a 29 Hz): Asociadas con los estados de vigilia y de actividad consciente.
- Alfa (8 a 12 Hz): Asociadas con estados de relajación sin pérdida de la conciencia.
- Theta (4 a 7 Hz): Asociadas con estados de relajación en la frontera entre la vigilia y sueño.
- Delta (0,5 a 3,5 Hz): Asociadas con un estado de sueño profundo.

Una amplia variedad de estudios sobre el tratamiento de patologías evidencian la efectividad de esta técnica, como los de Scheinost et al. (2013), Dreis et al. (2015), Zilverstand et al. (2015) y Benioudakis et al. (2016) para trastornos de ansiedad; los trabajos de Ghosh et al. (2014), Mohan et al. (2015), Kirsch et al. (2015) y Lackner et al. (2015) sobre alcoholismo; las investigaciones de Linden (2014), Choobforoushzadeh et al. (2015), Rajeswaran y John (2016) y Sacchet y Gotlib (2016) en el campo de la depresión; los de Arns et al. (2009), Liu et al. (2010), Steiner et al. (2014) y Ali et al. (2015) acerca del TDAH; y los resultados de Schabus et al. (2013), Kinreich et al. (2014) y Vafaei et al. (2015) en torno a trastornos del sueño. Específicamente, para el caso del TEPT se encuentran estudios recientes de importancia como el de Chiba et al. (2019) quienes reportan una mejora significativa y menos índice de abandono de los pacientes diagnosticados con el trastorno en comparación con las terapias de exposición; Steingrimsson et al. (2020) que informan disminución de pensamientos suicidas, reducción de la medicación psicotrópica y mejoramiento de las funciones ejecutivas; Nicholson et al. (2020) quienes informan sobre efectos terapéuticos positivos asociados al restablecimiento de conexiones neuronales luego de aplicar protocolos de neurofeedback; Rogel et al. (2020) que concluyen que en niños con edades entre 6 y 13 años el entrenamiento con un protocolo de Neurofeedback permiten el mejoramiento del aprendizaje, aumento de la autoeficacia y desarrollo de mejores relaciones sociales; y, Askovic et al. (2020) quienes reportan una mejora del rendimiento conductual y una normalización del control cognitivo en adultos a quienes se les ha intervenido con neurofeedback.

Es de anotar que, para el presente estudio, se escogieron las ondas beta y theta intervenidas

mediante la ubicación de una conexión monopolar en el punto T6 por la proximidad anatómica entre los lóbulos temporal, occipital y parietal. Dicha localización fue elegida a partir de la teoría de las unidades funcionales de Luria (1988) y la concordancia con el área de integración descrita por Cardinalli (2007) quien explica que:

la función de la corteza de asociación parietotemporooccipital es la de integrar los datos que llegan a través de las diferentes áreas sensoriales primarias y secundarias. Cumple también la función de transferencia de información de las áreas correspondientes a un sentido hacia otro... desempeña un papel esencial en la transformación de la percepción concreta en pensamiento abstracto, en la organización de esquemas internos y en la memorización de la experiencia organizada. (pp. 454-455)

Descripción del caso

Mujer de 22 años, a quien se nominará con el seudónimo Ángela, estado civil unión libre, con un hijo, estudiante universitaria, residente en la ciudad de Pereira (Colombia). Durante la evaluación inicial se determina que no tiene diagnóstico ni tratamiento previos. Describe que hace 10 años durante un viaje familiar fue retenida por la guerrilla por aproximadamente 2 horas, junto con su familia y un grupo numeroso de personas cuando se dirigían a un paseo en una zona rural. Durante ese tiempo fueron interrogados de manera agresiva por los miembros del grupo armado ilegal, observando cuando un señor padre de otra de las familias retenidas, fue golpeado y secuestrado, temiendo ella misma por su integridad física, la seguridad personal y de su familia. Posteriormente, se enteraron de que, este rapto, se trataba de un secuestro extorsivo. En la actualidad teme desplazarse por vía terrestre, cuando debe hacerlo, presenta respuestas fisiológicas incontrolables como sudoración excesiva, taquipnea y taquicardia, siendo acompañadas de hipervigilancia y una sensación permanente de que “algo malo va a suceder”. Este tipo de manifestaciones también se hacen presentes cuando se expone a estímulos sensitivos como olor a leña quemada o a gasolina, debido a que durante la situación traumática experimentada, percibió estos mismos olores en el ambiente, por lo que se deduce que se produjo un condicionamiento clásico que desencadena la respuesta desadaptativa.

Se entrega a Ángela el consentimiento informado el cual firma luego de ser explicadas las condiciones del tratamiento con la técnica del neurofeedback, de acuerdo con los parámetros éticos del trabajo con personas que exige la APA (2010).

Método

Se elige un diseño cuasi-experimental pretest-posttest, el cual posibilita la verificación de la evolución del caso en el tiempo de ejecución y al momento de terminar la intervención, todo esto en cinco etapas como estructura del proceso de investigación.

Se encuentra que Ángela no tenía aun un diagnóstico clínico de TEPT efectuado por psicólogo o psiquiatra a partir de los criterios establecidos en el DSM 5 (APA, 2013) y se determina que la consultante no tenía historial de encontrarse bajo tratamiento farmacológico, teniendo en cuenta que

se constituirían ellos en variables intervinientes que pudiesen haber alterado los resultados de la intervención. Por ende, la entrevista inicial semiestructurada se realizó en la primera etapa de esta investigación, la cual se basó fundamentalmente en la evaluación general de la consultante a partir de los criterios diagnósticos del DSM 5 para el TEPT.

Complementar los datos cualitativos clínicos obtenidos durante la primera etapa, fue el comienzo de la segunda, donde la aplicación de la escala de trauma DTS de Davidson (Bobes et al., 1999) fue el instrumento elegido para la aplicación, evaluando esta prueba de tamizaje la gravedad y la frecuencia de los síntomas ansiosos de los sujetos con diagnóstico de TEPT en una escala de 0 a 4. Seguidamente se determinó una línea de base, la cual presentaba una medición de las ondas cerebrales beta y theta en el punto T6 de acuerdo con el sistema internacional de colocación de electrodos (Talamillo, 2011) durante un minuto con un aparato H003 Multicanal I-330-C2 y bajo condiciones ambientales controladas, de tal manera que se pudiese establecer las mediciones de dichas ondas en estado de reposo, expresadas en milivoltios (mV). La decisión de aplicar el protocolo solo en el punto T6 se basó en análisis de otros trabajos que concluyeron con resultados exitosos en dicha localización, como los de Thompson y Thompson (2019), Cheonga y Kooa (2021) y Pranger (2022), en los que se evidencia la importancia de dicha ubicación como zona integradora de la información de los lóbulos cerebrales. La medición de la línea de base y las posteriores sesiones de intervención, se realizaron con los ojos abiertos con el fin de garantizar las mismas condiciones durante todo el proceso y se le instruyó para que durante el proceso de registro efectuara la recuperación de memorias asociadas al acontecimiento traumático.

Por espacio de una sesión y con una hora de intensidad, se inicia la tercera etapa con el entrenamiento a la consultante en la técnica de Neurofeedback. En esta se resolvían inquietudes y se orientaba a Ángela en la ejecución óptima de la técnica, con la instrucción de mantener los ojos abiertos, recuperar las memorias asociadas al acontecimiento traumático y posteriormente imaginar situaciones agradables hasta lograr la activación del estímulo indicador del alcance del criterio, calibrándose al mismo tiempo el equipo por parte de los investigadores.

Con una duración de 20 minutos de trabajo efectivo en la que se efectuaba la retroalimentación con la aparición paulatina de la imagen reforzante que indicaba el logro del criterio, se concreta la cuarta etapa, constituida por 5 sesiones de intervención directa con la Técnica de Neurofeedback durante cinco semanas. La disminución de ondas Beta y el aumento de ondas theta, fue la hipótesis propuesta para la intervención, esperándose que con este criterio se redujera la frecuencia y la gravedad de las manifestaciones clínicas del TEPT en Ángela, favoreciendo la aparición de estados de relajación.

La quinta etapa, se llevó a cabo en 3 sesiones de seguimiento, con una duración de tres semanas y tres momentos de medición, cada uno con una duración de 60 segundos.

La consolidación de los datos obtenidos a efectuar el pretest mediante la reevaluación de los criterios diagnósticos del DSM-5, una nueva aplicación de la escala de trauma DTS de Davidson y el análisis de toda la información, con el fin de determinar la manera cómo se desarrolló la intervención y poder retroalimentar a la consultante al concluir el proceso.

Diseño

El diseño general del proceso se puede representar de la siguiente manera:

O1-E-X1-X2-X3-X4-X5-S1-S2-S3-O2

Tabla 1.
Diseño del proceso de intervención con neurofeedback.

Paso	Acciones
O1	Etapas 1 y 2 - pretest con evaluación clínica, aplicación de la escala de trauma de Davidson y línea de base.
E	Etapas 3 - Sesión de entrenamiento en etapa 3
X1 a X5	Etapas 4 - Sesiones de intervención con neurofeedback
S1 a S3:	Etapas 5 - Sesiones de seguimiento
O2:	Postest - con revaloración clínica y segunda aplicación de la escala de trauma de Davidson

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de la información se empleó la técnica de Porcentaje de datos no solapados (PND) que de acuerdo con Sanz y García-Vera (2015) consiste en que:

...el porcentaje de datos de la fase de tratamiento que excede al dato más extremo de la LB, y se calcula contando el número de datos de la fase de tratamiento que superan (por encima en las medidas funcionales o por debajo en las medidas disfuncionales) al dato más extremo de la LB (el más alto en las medidas funcionales o el más bajo en las medidas disfuncionales) y dividiendo este número por el número total de datos en la fase de tratamiento. (p. 170)

Resultados

En la Tabla 2 pueden apreciarse los resultados iniciales de la evaluación de la consultante.

Tabla 2.
Resultados pretest (etapas 1 y 2) con evaluación de criterios diagnósticos de acuerdo con el DSM-5 y aplicación de la escala de trauma de Davidson.

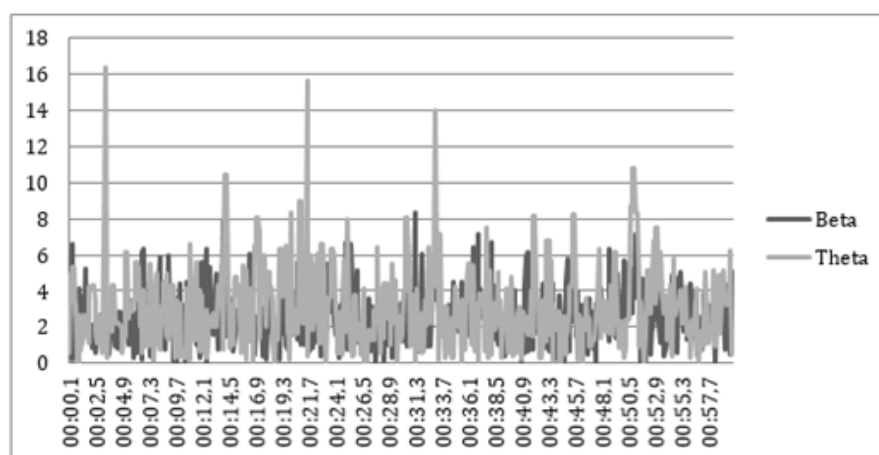
Criterios DSM-5 para TEPT	
Criterio	Numerales
A	1
B	1, 2, 3 y 4
C	1 y 2
D	2 y 4
E	2, 4 y 5
F	Cumple
G	Cumple
H	Cumple
Escala DTS Davidson	
Pretest	

Frecuencia	Gravedad
2,8	3,1

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo pueden apreciarse en la Figura 1 los resultados de la toma de la línea base durante un minuto como complemento de la segunda etapa.

Figura 1.
Registro de la línea de base.



Fuente: Elaboración propia.

Los picos más altos de la figura 1 coinciden con momentos en los que Ángela realizó inhalaciones profundas que influyeron sobre el registro. A pesar de ello, no se consideraron como artefactos (nombre técnico en neurofeedback para posibles variables intervinientes) que alteraran de manera significativa las mediciones de las ondas, de tal modo que el registro fue considerado válido como línea de base.

De acuerdo con Peñate et al. (2014) es importante tener en cuenta varias consideraciones acerca del control de posibles variables intervinientes en el proceso de intervención con este tipo de técnica, sin embargo, se resalta la necesidad de efectuar un entrenamiento previo que permita al consultante comprender el funcionamiento de la técnica y reducir la frustración en las etapas iniciales.

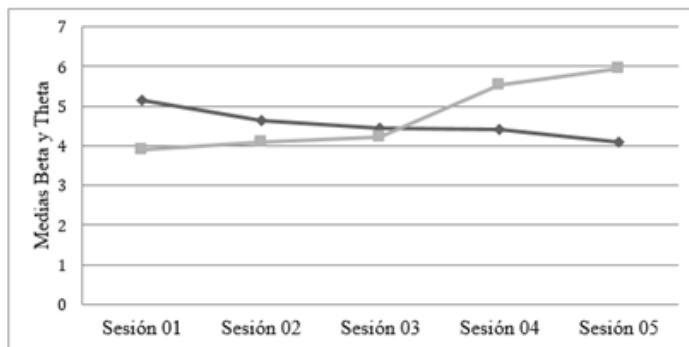
Partiendo de las líneas de base tomadas para Beta (2,565833933 mV) y Theta (3,132486638 mV) en la tercera etapa (de entrenamiento) se le indica a Ángela que debe tratar de disminuir las primeras y aumentar las segundas al estar conectada al equipo H003 Multicanal I-330-C2, de modo que cada vez que logre hacerlo aparecerá en la pantalla un fragmento de una gran imagen que debe completar en el menor tiempo posible y que se acompaña también cada logro con la emisión de un sonido suave. La consultante debe tratar de identificar las acciones a nivel cognitivo que le permiten alcanzar el criterio y repetirlas para aumentar la frecuencia de logros. Tanto el fragmento de la imagen como el sonido actúan como refuerzo positivo de acuerdo con los principios del condicionamiento operante. Al aplicar el protocolo en el punto T6 se pretende que la modificación del patrón de ondas cerebrales en esta ubicación temporoparietooccipital disminuya la hipervigilancia

y las manifestaciones de ansiedad asociadas al trastorno y aumente la capacidad de relajarse y de alcanzar un estado de bienestar general. Protocolos e intervenciones similares han sido aplicados en los trabajos de Egner y Gruzeliar (2003), Vernon et al. (2003), Egner et al. (2004), Studer et al. (2014) y Mohammadi et al. (2015).

La duración de las sesiones posteriores (ver figura 2) en la cuarta etapa se estableció en 20 minutos con el fin de evitar el cansancio a nivel cognitivo y la disminución de aciertos con la consecuente frustración de la consultante. De igual forma, se cambió de manera periódica la configuración del equipo, en la medida en que Ángela alcanzaba mayor cantidad de logros, aumentando la exigencia del protocolo (Campbell, 2004) para lograr una consolidación de la retroalimentación. Así mismo se le orientó para que en las situaciones cotidianas, ante la presencia de algún síntoma del TEPT, aplicara las estrategias cognitivas que hubiese identificado como efectivas para el logro del criterio, con el fin de contrarrestarlo.

Figura 2.

Medias de cada onda (Beta en negro y Theta en gris) en mV por sesión.



Fuente: elaboración propia.

Puede apreciarse en la tabla 3 los resultados de la media obtenida para cada onda durante las 5 sesiones de la etapa 4 (de intervención) de acuerdo con el criterio de disminuir Beta y aumentar Theta.

Tabla 3.

Media de ondas en sesiones de observación.

	Beta	Theta
Sesión 01	5,159807905	3,894902319
Sesión 02	4,625311361	4,088455903
Sesión 03	4,456276851	4,205807125
Sesión 04	4,400877476	5,526571514
Sesión 05	4,100877476	5,939417103

Fuente: elaboración propia.

Para la quinta etapa se diseñó una estrategia dividida en tres momentos consecutivos: medición inicial, autoestimulación encubierta y retroalimentación, todas ellas con una duración de un minuto. En la primera de ellas (medición inicial) se efectuó la medición del registro de ondas cerebrales Beta y Theta en estado de reposo. En la segunda (autoestimulación encubierta) se le solicitó a Ángela que recordara lo más vívidamente posible el evento traumático, tomando en el mismo momento el respectivo registro de ondas. En el tercer y último momento se le solicitó que aplicara la estrategia de retroalimentación que identificó en las etapas 3 y 4 con el fin de disminuir la respuesta ansiosa. Los resultados de esta fase se pueden apreciar en la tabla 4.

Tabla 4.

Registro de ondas en fase de seguimiento.

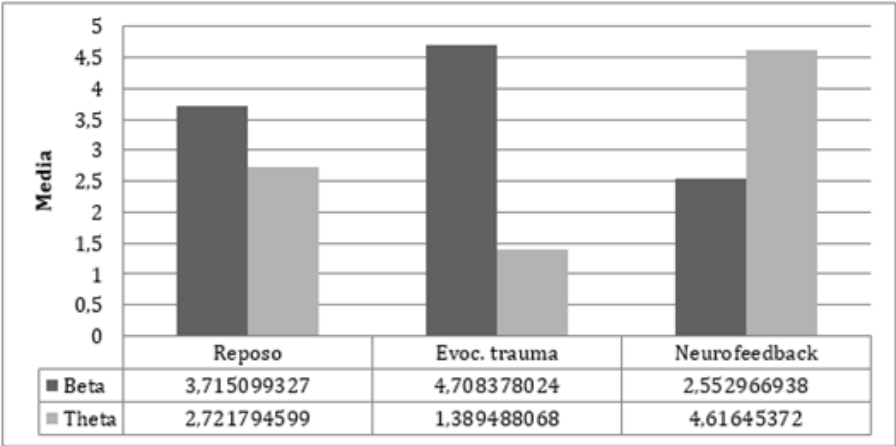
Seguimiento 1		
	Beta	Theta
Reposo	3,715099327	2,721794599
Evoc. trauma	4,708378024	1,389488068
Neurofeedback	2,552966938	4,61645372
Seguimiento 2		
	Beta	Theta
Reposo	4,169195015	3,154300673
Evoc. trauma	5,141287529	1,752019515
Neurofeedback	3,001364105	5,098219745
Seguimiento 3		
	Beta	Theta
Reposo	3,7046028	2,747319428
Evoc. trauma	4,720352993	1,444549233
Neurofeedback	2,573600961	4,640245596

Fuente: elaboración propia.

Se puede apreciar mejor lo sucedido durante las tres sesiones de seguimiento en las figuras 3, 4 y 5.

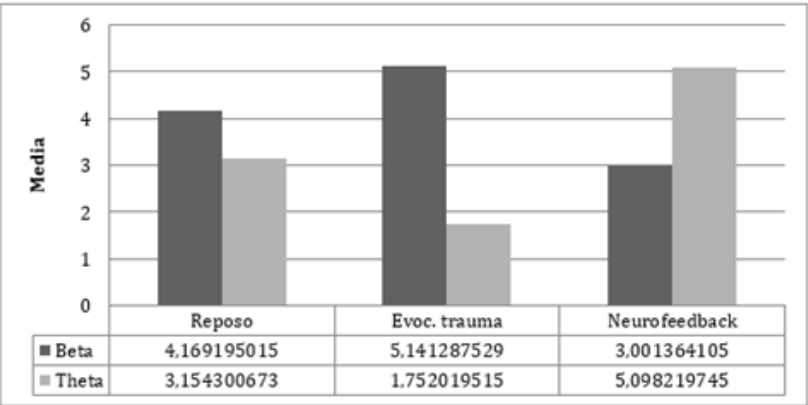
Figura 3.

Medias de ondas - Seguimiento 1.



Fuente: elaboración propia.

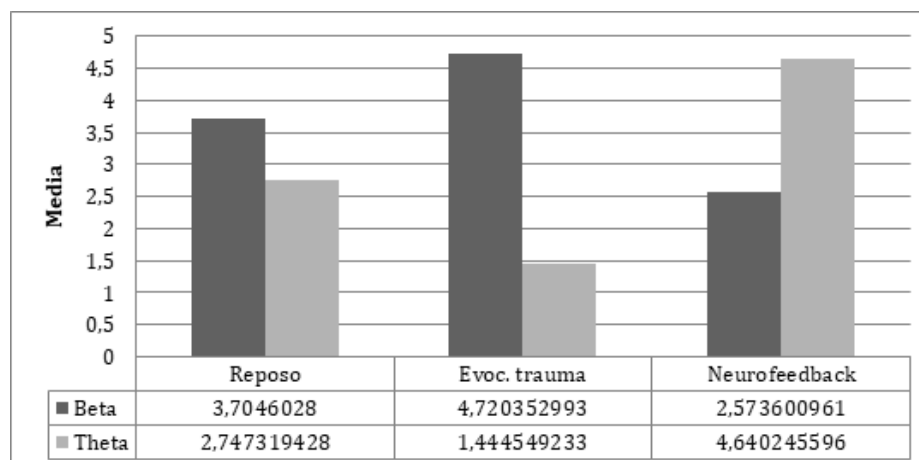
Figura 4.
Medias de ondas - Seguimiento 2.



Fuente: elaboración propia.

Figura 5.

Medias de ondas - Seguimiento 3



Fuente: elaboración propia.

Aplicando la fórmula de la técnica estadística de análisis del porcentaje de datos no solapados partiendo de las medias de la línea de base, se obtuvieron los resultados que se pueden apreciar en la tabla 5.

Tabla 5.

PND de ondas Beta y Theta.

Dato máximo LB Beta	8,354123116
PND de Beta - Sesión 1	88,29%
PND de Beta - Sesión 2	92,70%
PND de Beta - Sesión 3	93,99%
PND de Beta - Sesión 4	94,67%
PND de Beta - Sesión 5	95,44%

Dato mínimo LB Theta	0,003796997
PND de Theta - Sesión 1	100,00%
PND de Theta - Sesión 2	100,00%

PND de Theta - Sesión 3	100,00%
PND de Theta - Sesión 4	100,00%
PND de Theta - Sesión 5	100,00%

Interpretación

PND = % de datos no solapados

LB = Línea de base

Tratamiento inefectivo < 50%

Efectividad dudosa 50% a 69%

Tratamiento muy efectivo 70% o superior

Fuente: elaboración propia.

El análisis de los resultados indica que la disminución de las ondas Beta y el aumento de las ondas Theta logrado durante las sesiones de la etapa 4, fueron muy significativos y la evolución de los mismos indicaría que el tratamiento tuvo un buen nivel de efectividad.

Discusión

A partir de la quinta fase, en la que se obtiene la verificación de los resultados obtenidos luego de la aplicación de todo el proceso, se puede notar cómo en los tres seguimientos se evidencia el mismo tipo de comportamiento de las ondas Beta y Theta. En los tres momentos en la fase de medición inicial, las ondas Beta se encuentran por encima de las Theta, lo cual corresponde a una medición en estado de vigilia. Para el momento de la autoestimulación cognitiva, en el cual se realiza la evocación del evento traumático, se muestra un aumento en las ondas Beta y una disminución de las ondas Theta, lo cual coincide con el patrón esperado para un estado de hipervigilancia y ansiedad, acompañado con una reducción de la relajación de la persona. Para el tercer y último momento correspondiente a la retroalimentación o neurofeedback, es claro el comportamiento totalmente opuesto al del momento inmediatamente anterior, puesto que las ondas Beta se reducen y las ondas Theta aumentan en gran medida, evidenciando una disminución de la hipervigilancia y un aumento del estado de relajación.

Finalmente, durante el posttest, se reevalúa a Ángela en relación con la presencia de criterios diagnósticos del DSM-5 y la escala de trauma DTS de Davidson hallando los siguientes resultados:

Tabla 6.

Resultados posttest de la escala de trauma de Davidson y criterios diagnósticos de acuerdo con el DSM-5.

Escala DTS Davidson

Posttest

Frecuencia	Gravedad
0,8	0,6

Criterios DSM-5**para TEPT**

Criterio	Numerales
A	No cumple
B	No cumple
C	No cumple
D	No cumple
E	No cumple
F	No cumple
G	No cumple
H	No cumple

Fuente: elaboración propia.

Partiendo del análisis de los datos arrojados durante todo el seguimiento del caso de Ángela, el logro del criterio de modificación de las ondas Beta y Theta mediante el entrenamiento e intervención con la técnica del neurofeedback, así como su capacidad para reducir la hipervigilancia y las manifestaciones de ansiedad propias de la psicopatología, aumentando al mismo tiempo su estado de bienestar, permite inferir que el tratamiento ha sido efectivo, confirmándose así la hipótesis de trabajo.

A partir de los resultados obtenidos en el pretest y en el postest de la escala de trauma de Davidson se puede concluir que, existió una disminución del 62,5% en la gravedad de los síntomas y de un 50% de la frecuencia de estos. Por otro lado, la evaluación clínica final, a partir del DSM-5 arroja como resultado que actualmente no se cumplen los criterios diagnósticos asociados a la psicopatología, razón por la cual no debería considerarse actualmente como un diagnóstico asociado al caso.

Conclusiones

No existe un consenso absoluto en la comunidad científica que utiliza la técnica del neurofeedback, en torno al número mínimo o máximo de sesiones que se debe aplicar para alcanzar resultados óptimos en diferentes psicopatologías, como puede verse en los trabajos de múltiples autores como Hillard et al. (2013), Enriquez-Gepperta et al. (2014), Gruzelier, Thompson et al. (2014), Gruzelier, Holmes et al. (2014), Arns et al. (2014), Karch et al. (2015) y Saini y Agarwal (2015). Así las cosas, el haber alcanzado logros significativos en nueve sesiones mediante el protocolo establecido para el proceso de investigación, no es indicador de que este sea el número óptimo para el tratamiento de la psicopatología.

Teniendo en cuenta que en el diseño y en la metodología se dispuso un control riguroso sobre elementos medioambientales que pudiesen interferir con el proceso, constituyéndose en variables intervinientes, también existen particularidades propias de cada sujeto que pueden influir positiva o negativamente sobre los resultados finales de la intervención con la técnica del neurofeedback, como la estructura cognitiva, el grado de flexibilidad en los procesos de adaptación y aprendizaje, la fisiología y la experiencia previa.

Se le indicó a Ángela que la estrategia cognitiva aprendida, debería ser utilizada en su cotidianidad, permitiéndole alcanzar el criterio en los momentos en los cuales se desencadenara alguna

manifestación del TEPT, lo que probablemente favoreció el logro de los resultados en pocas sesiones, conclusión a la que solo se llegó durante la fase de análisis de los resultados arrojados por el proceso. Se propone desarrollar una investigación en ese sentido, de tal manera que pudiesen evaluarse dos grupos sometidos a la técnica del neurofeedback, uno de ellos sin instruir su aplicación cotidiana ni la conexión a ningún equipo y otro que sí lo haga, con el fin de tener un criterio de comparación válido.

Las cifras asociadas a las diferentes mediciones realizadas durante las nueve sesiones de neurofeedback, permiten inferir que se dio un paulatino incremento en la capacidad de Ángela para controlar de manera voluntaria sus ondas cerebrales Beta y Theta, a partir del criterio meta presentado. Ello coincide con la disminución de los síntomas asociados al TEPT que se apreciaron en la comparación de los resultados de pretest y posttest. Esto también se ve sustentado al analizar los resultados de la figura 5, ya que el comportamiento de las ondas Beta y Theta muestra el comportamiento esperado. Así, al estar las ondas Beta asociadas con el estado de vigilia, que se transforma en hipervigilancia al realizar evocación del evento traumático, se observa un incremento de la frecuencia de un 27,4% sobre la medición en estado de reposo y una posterior reducción del 69,5% sobre esta misma medición durante la etapa de retroalimentación realizada por Ángela, lo que indica la reducción de la atención sobre el estresor evocado. Por su parte, las ondas Theta, asociadas al estado de relajación, muestran una disminución en la frecuencia del 52,6% durante el momento de la evocación del evento traumático con respecto al estado de reposo y un aumento del 68,9% durante la etapa de retroalimentación, lo que indica un aumento en los niveles de relajación al aplicar la técnica.

Para validar el protocolo de manera que se pueda aplicar a la población en general, debe plantearse un estudio con una muestra significativa, en el que puedan valorarse los resultados de la misma, observando con cuidado el control riguroso de variables intervinientes y verificando si se presentan cambios positivos en la mayoría de los sujetos. En caso de demostrarse que se logra el control psicofisiológico y la mejoría de la sintomatología en esa eventual muestra, podría implementarse su aplicación terapéutica generalizada.

Existen múltiples posibilidades que permiten aplicar protocolos similares, pero con conexiones que permitan la medición en otros puntos del cerebro, por ejemplo, en el giro prefrontal que se relaciona con el desempeño en funciones ejecutivas (Ardila y Rosselli, 2007) de manera que pudiese establecerse si la modificación de las ondas cerebrales en ellos genera algún tipo de cambio beneficioso en este tipo de trastorno.

Referencias

- Ali, Y., Mahmud, N. A. y Samaneh, R. (2015). Current advances in neurofeedback techniques for the treatment of ADHD. *Biomedical & Pharmacology Journal*, 8, 165-77.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*. American psychiatric publishing.
- Ardila, A. y Rosselli, M. (2007) *Neuropsicología clínica*. Editorial El Manual Moderno.
- Arns, M., Feddema, I. y Kenemans, J. L. (2014). Differential effects of theta/beta and SMR neurofeedback in ADHD on sleep onset latency. *Front. Hum. Neurosci.*, 8:1019. doi: 10.3389/fnhum.2014.01019
- Arns, M., de Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M. y Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *Clinical EEG and neuroscience*, 40(3), 180-189.
- Askovic, M., Watters, A. J., Coello, M., Aroche, J., Harris, A. W. y Kropotov, J. (2020). Evaluation of neurofeedback for posttraumatic stress disorder related to refugee experiences using self-report and cognitive ERP measures. *Clinical EEG and Neuroscience*, 51(2), 79-86.
- Benioudakis, E., Kountzaki, S., Batzou, K., Markogiannaki, K., Seliniotaki, T., Darakis, E., Saridaki, M., Vergoti, A. y Nestoros, J. N. (2016). Can Neurofeedback Decrease Anxiety and Fear in Cancer Patients? A Case Study. *Postępy Psychiatrii i Neurologii*, 25(1), 59-65.
- Bobes, J., Bascarán, M., González, M., Bousoño, M., Calcedo, A., Hormaechea, J. y Wallace, D. (1999). *Traducción de la escala de trauma de Jonathan Davidson*. <http://www.uniovi.es/psiquiatria/familias/auxiliar/DTS-Davidson.pdf>
- Campbell, D. (2004). *USE3 Physiolab software guide*. J&J Engineering, Inc. <http://www.jjengineering.com/PhysiolabSoftwareGuide.pdf>
- Carrobbles, J. A. (1987). *Biofeedback: autocontrol de funciones biológicas y trastornos psicósomáticos*. Martínez Roca.
- Cardinalli, D. (2007). *Neurociencia aplicada*. Panamericana.
- Cheonga, C. C. y Kooa, K. Y. (2021). Case Report: Neurofeedback to deal with Behavior Difficulties. *APJNT Journal*, 19.
- Chiba, T., Kanazawa, T., Koizumi, A., Ide, K., Taschereau-Dumouchel, V., Boku, S. ... y Kawato, M. (2019). Current status of neurofeedback for post-traumatic stress disorder: a systematic review and the possibility of decoded neurofeedback. *Frontiers in human neuroscience*, 13, 233.
- Chóliz, M. y Capafóns, A. (1990). Revisión conceptual del biofeedback. *Análisis y modificación de conducta*, 16(49), 395-416.
- Choobforoushzadeh, A., Neshat-Doost, H. T., Molavi, H. y Abedi, M. R. (2015). Effect of neurofeedback training on depression and fatigue in patients with multiple sclerosis. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 40(1), 1-8.
- Cornejo Troche, O. M. (2021). Terapia breve centrada en soluciones en un caso de trastorno de estrés postraumático. *Ajayu Órgano de Difusión Científica del Departamento de Psicología UC BSP*, 19(1), 160-194. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-21612021000100006&lng=es&tlng=es
- Dreis, S., Gouger, A., Perez, E., Russo, M., Fitzsimmons, M. A. y Jones, M. S. (2015). Using Neurofeedback to Lower Anxiety Symptoms Using Individualized qEEG Protocols: A Pilot Study. *NeuroRegulation*, 2(3), 137-148.
- Egner, T. y Gruzeliar, J. (2003). Ecological validity of neurofeedback: modulation of slow wave EEG enhances musical performance. *Neuroreport*, 14(9), 1221-1224.
- Egnar, T., Zech, T. F. y Gruzelier, J. H. (2004). The effects of neurofeedback training on the spectral topography of the electroencephalogram. *Clinical Neurophysiology*, 115(11), 2452-2460.
- Enriquez-Gepperta, S., Huster, R., Scharfenort, R., Mokom, Z., Zimmermann, J. y Herrmann, C. (2014). Modulation of frontal-midline theta by neurofeedback. *Biological Psychology*, 95, 59-69.
- Gaviria L., J., Calderón Delgado, L. y Barrera Valencia, M. (2014). ¿Es efectivo el entrenamiento en

- Neurofeedback para el tratamiento del TDAH? Resultados a partir de una revisión sistemática. *CES Psicología*, 7(1), 16-34.
- Ghosh, T., Jahan, M., y Singh, A. R. (2014). The efficacy of electroencephalogram neurofeedback training in cognition, anxiety, and depression in alcohol dependence syndrome: A case study. *Industrial psychiatry journal*, 23(2), 166.
- Gruzelier, J. H., Holmes, P., Hirst, L., Rahman, S., van Run, C. y Leach, J. (2014). Replication of elite music performance enhancement following alpha/theta neurofeedback and application to novice performance and improvisation with SMR benefits. *Biological Psychology*, 95, 96-107.
- Gruzelier, J. H., Thompson, T., Redding, E., Brandt, R. y Steffert, T. (2014). Application of alpha/theta neurofeedback and heart rate variability training to young contemporary dancers: State anxiety and creativity. *International Journal of Psychophysiology*, 93, 105-111.
- Hammond, D. C. (2011). What is neurofeedback: an update? *Journal of Neurotherapy*, 15, 305-336.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Herrera, M. E. J. y Cañas Betancur, D.C. (2020). El estrés postraumático como precursor de daños en salud mental y cognición en víctimas de violencia. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 16(2), 311-323. <https://doi.org/10.15332/22563067.6297>
- Hillard, B., El-Baz, A., Sears, L., Tasman, A. y Sokhadze, E. (2013). Neurofeedback Training Aimed to Improve Focused Attention and Alertness in Children With ADHD: A Study of Relative Power of EEG Rhythms Using Custom-Made Software Application. *Clinical EEG and Neuroscience*, 44(3), 193-202.
- Karch, S., Keeser, D., Paolini, M., Hümmel, S., Konrad, J., Kirsch, V., Koller, G., Kupka, M., Blautzik, J. y Pogarell, O. (2015). Real-time fMRI neurofeedback: application in patients with substance use disorder. *Pharmacopsychiatry*, 48(6), A26.
- Kinreich, S., Podlipsky, I., Jamshy, S., Intrator, N. y Hendler, T. (2014). Neural dynamics necessary and sufficient for transition into pre-sleep induced by EEG NeuroFeedback. *Neuroimage*, 97, 19-28.
- Kirsch, M., Gruber, I., Ruf, M., Kiefer, F., y Kirsch, P. (2015). Real-time functional magnetic resonance imaging neurofeedback can reduce striatal cue-reactivity to alcohol stimuli. *Addiction biology*, 21, 982-992.
- Lackner, N., Unterrainer, H. F., Skliris, D., Wood, G., Wallner-Liebmann, S. J., Neuper, C. y Gruzelier, J. H. (2015). The effectiveness of visual short-time neurofeedback on brain activity and clinical characteristics in alcohol use disorders: practical issues and results. *Clinical EEG and Neuroscience*, 1-8, DOI: 10.1177/1550059415605686.
- Linden, D. E. (2014). Neurofeedback and networks of depression. *Dialogues in clinical neuroscience*, 16(1), 103.
- Liu, T., Wang, J., Chen, Y., Wang, R. y Song, M. (2013). Neurofeedback Treatment Experimental Study for ADHD by Using the Brain-Computer Interface neurofeedback system. In *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*. May 26-31, 2012, Beijing, China, 1537-1540.
- Luria, A. (1988). *El cerebro en acción*. Martínez-Roca.
- Ministerio de la Protección Social, Colciencias, Pontificia Universidad Javeriana y Datos, procesos y tecnología SAS (2015). *Encuesta Nacional de salud mental 2015*. Javegraf.
- Mohammadi, M. R., Malmir, N., Khaleghi, A. y Aminiorani, M. (2015). Comparison of Sensorimotor Rhythm (SMR) and Beta Training on Selective Attention and Symptoms in Children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): A Trend Report. *Iranian Journal of psychiatry*, 10(3), 165-174.
- Mohan, R., Rajeshwaren, J., Murthy, P., Nandakumar, D. N. y Thennarasu, K. (2015). Stress-Does Brain and Mind Matter-EEG Neurofeedback Training in Alcohol Dependence Syndrome. *Int J Neurorehabilitation*, 2(187), 2376-0281.
- Nicholson, A. A., Ros, T., Densmore, M., Frewen, P. A., Neufeld, R. W., Théberge, J., ... y Lanius, R. A. (2020). A randomized, controlled trial of alpha-rhythm EEG neurofeedback in posttraumatic stress disorder: A preliminary investigation showing evidence of decreased PTSD symptoms and restored default mode and salience network connectivity using fMRI. *NeuroImage: Clinical*, 28, 102490.

- Peñate, W., Roca-Sánchez, M. J., y del Pino-Sedeño, T. (2014). Los nuevos desarrollos tecnológicos aplicados al tratamiento psicológico. *Acta Colombiana de Psicología*, 17(2), 91-101.
- Pranger, L. M. (2022). *Two Case Studies of EEG Patterns for Borderline Personality Disorder and Related Theory of Mind* [Doctoral dissertation, Adler University].
- Rajeswaran, J. y John, J. P. (2016). Efficacy of Eeg Neurofeedback Training on Functional Networks in Patients with Depression—An F Mri Study. *Global Journal For Research Analysis*, 4(5), 248-251.
- Rodas, R. (2009). *Análisis conductual aplicado*. Centro de ediciones Universidad de Manizales.
- Rogel, A., Loomis, A. M., Hamlin, E., Hodgdon, H., Spinazzola, J. y van der Kolk, B. (2020). The impact of neurofeedback training on children with developmental trauma: A randomized controlled study. *Psychological Trauma: Theory, Research, Practice, and Policy*, 12(8), 918.
- Sacchet, M. D. y Gotlib, I. H. (2016). Neurofeedback training for major depressive disorder: recent developments and future directions. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 16(9), 1003-1005.
- Saini, N. y Agarwal, R. (2015). Neurofeedback as an Intervention for Brain Abilities Enhancement. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, 4(5), 1884-1886.
- Sanz, J. y García-Vera, M. P. (2015). Técnicas para el análisis de diseños de caso único en la práctica clínica: ejemplos de aplicación en el tratamiento de víctimas de atentados terroristas. *Clínica y Salud*, 26, 167-180.
- Schabus, M., Griessenberger, H., Heib, D., Lechinger, J., y Hoedlmoser, K. (2013). Non-pharmacological treatment of primary insomnia using sensorimotor-rhythm neurofeedback. *Sleep Medicine*, 14, e260-e261.
- Scheinost, D., Stoica, T., Saksa, J., Papademetris, X., Constable, R. T., Pittenger, C. y Hampson, M. (2013). Orbitofrontal cortex neurofeedback produces lasting changes in contamination anxiety and resting-state connectivity. *Translational Psychiatry*, 3, e250.
- Soler, R. (2019). ¿Porque no vamos al Psicólogo? https://www.cuerpomente.com/blogs/ramon-soler/no-vamos-al-psicologo-tres-excusas-comunes_5441
- Steiner, N. J., Frenette, E. C., Rene, K. M., Brennan, R. T. y Perrin, E. C. (2014). In-school neurofeedback training for ADHD: sustained improvements from a randomized control trial. *Pediatrics*, peds-2013.
- Steingrimsson, S., Bilonic, G., Ekelund, A. C., Larson, T., Stadig, I., Svensson, M. ... y Bernhardsson, S. (2020). Electroencephalography-based neurofeedback as treatment for post-traumatic stress disorder: A systematic review and meta-analysis. *European Psychiatry*, 63(1)
- Studer, P., Kratz, O., Gevensleben, H., Rothenberger, A., Moll, G. Hautzinger, M. y Heinrich, H. (2014). Slow cortical potential and theta/beta neurofeedback training in adults: effects on attentional processes and motor system excitability. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 1-13.
- Talamillo, T. (2011). Manual básico para enfermeros en electroencefalografía. *Enfermería docente*, 94, 29-33.
- Thompson, L. y Thompson, M. (2019). A quarter century immersed in neurofeedback. *Neurofeedback: The First Fifty Years*, 453.
- Vafaei, E., Hosseini, M. S. K. y Shushtarian, S. M. M. (2015, November). Developing a fuzzy theta alpha neurofeedback for treatment of pre-sleep disorders. In *2015 22nd Iranian Conference on Biomedical Engineering (ICBME)*, 30-33.
- Vernon, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C., Sheri, A. y Gruzelier, J. (2003). The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. *International Journal of Psychophysiology*, 47(1), 75-85.
- Zilverstand, A., Sorger, B., Sarkheil, P. y Goebel, R. (2015). fMRI neurofeedback facilitates anxiety regulation in females with spider phobia. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 9, A148.