

Titulillo: EFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO CON NEUROFEEDBACK

Efectividad del tratamiento con neurofeedback en trastornos del estado del ánimo, ansiedad  
y fibromialgia:  
Una revisión de literatura

Trabajo de grado para optar al título de psicólogas

Laura Barrera Ferro  
Estefanía Gómez Olivella  
Luisa Fernanda Prieto Lizarazo<sup>1</sup>  
Autoras

Oliver Müller  
Director

Mayo de 2013

Programa de Psicología  
Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud  
Universidad del Rosario

---

<sup>1</sup> Nota de autor: Esta revisión se realizó como trabajo de grado para optar al título de psicólogas, bajo la dirección del docente e investigador Oliver Müller.  
Envío de correspondencias a: barreraf.laura@ur.edu.co, gomez.estefania@ur.edu.co o a prieto.luisa@ur.edu.co

## Tabla de contenido

Resumen	3
Abstract	4
Introducción	5
Generalidades del Electroencefalograma	6
Oscilaciones	8
Orígenes del Neurofeedback	10
Áreas de aplicación	14
Protocolos	16
Criterios de evaluación metodológica	21
Trastornos del estado del ánimo (depresión, ira)	24
Trastornos de ansiedad (ansiedad y TOC)	25
Fibromialgia	26
Áreas de aplicación	27
Resultados	52
Discusión	59
Referencias	62

## **Efectividad del tratamiento con neurofeedback en trastornos del estado del ánimo y fibromialgia: Una revisión de literatura**

### **Resumen**

El neurofeedback es una técnica no invasiva en la que se pretende corregir, mediante condicionamiento operante, ondas cerebrales que se encuentren alteradas en el electroencefalograma. Desde 1967, se han conducido numerosas investigaciones relacionadas con los efectos de la técnica en el tratamiento de alteraciones psicológicas. Sin embargo, a la fecha no existen revisiones sistemáticas que reúnan los temas que serán aquí tratados. El aporte de este trabajo es la revisión de 56 artículos, publicados entre los años 1995 y 2013 y la evaluación metodológica de 29 estudios incluidos en la revisión. La búsqueda fue acotada a la efectividad del neurofeedback en el tratamiento de depresión, ansiedad, trastorno obsesivo compulsivo (TOC), ira y fibromialgia. Los hallazgos demuestran que el neurofeedback ha tenido resultados positivos en el tratamiento de estos trastornos, sin embargo, es una técnica que aún está en desarrollo, con unas bases teóricas no muy bien establecidas y cuyos resultados necesitan de diseños metodológicamente más sólidos que ratifiquen su validez.

**Palabras Claves:** Neurofeedback, fibromialgia, depresión, ansiedad, ira, trastorno obsesivo compulsivo.

**Abstract**

Neurofeedback is a non-invasive technique which aims at correcting, through operant conditioning, abnormal brain wave activity found in the electroencephalogram. Since 1967 numerous studies related to the effects of this technique in the treatment of psychological disorders have been conducted. Nonetheless, until now systematic revisions about the topics that will be studied here don't exist. The contribution of the present work is the revision of 56 papers, published in the period between 1995 to 2013 and the methodological evaluation of 29 studies included in the review. The research was centered on the effectiveness of neurofeedback in the treatment of depression, anxiety, obsessive compulsive disorder (OCD), anger and fibromyalgia. The findings show that neurofeedback produces positive outcomes in the treatment of such disorders, though it is a technique in development, with theoretical bases that are not well-established and which needs stronger methodological designs that could ratify its validity.

**Keywords:** Neurofeedback, fibromyalgia, depression, anxiety, anger, obsessive compulsive disorder.

## **Introducción**

El neurofeedback, es una técnica no invasiva usada para controlar la actividad de las ondas cerebrales, y aunque su surgimiento tuvo lugar hace relativamente poco, su uso se ha extendido con la creencia de que puede resultar efectivo para el tratamiento de diferentes trastornos psicológicos, e incluso para mejorar el rendimiento en diferentes áreas de individuos sin ningún trastorno o alteración.

Su uso más extendido parece ser en el tratamiento del trastorno con déficit de atención e hiperactividad (Gevensleben et al., 2009) y los trastornos del espectro autista (Coben et al., 2010), sin embargo, se ha empleado también en el tratamiento de adicciones, trastornos del sueño, epilepsia, trastornos del estado de ánimo, ansiedad y fibromialgia entre otros, como se discutirá más adelante.

A pesar de la popularidad que ha ido adquiriendo el método y el interés de muchos científicos y profesionales en este campo, aun se cuestionan diversos aspectos respecto a su efectividad a largo plazo, los efectos adversos que pueda tener y la calidad de los estudios llevados a cabo hasta ahora. Por esta razón, el presente trabajo pretende identificar a través de una revisión de la literatura, las generalidades del entrenamiento con neurofeedback, sus campos de aplicación y los estudios que se han realizado sobre su efectividad en el tratamiento de la fibromialgia, algunos trastornos de ansiedad y del estado de ánimo (depresión, trastorno obsesivo compulsivo e ira).

Con tal fin, fueron localizados artículos indexados en las bases de datos ISI Web of Knowledge y SCOPUS, con las palabras Neurofeedback, fibromialgia, depresión, ansiedad, ira, trastorno obsesivo compulsivo y revisados de acuerdo con las siguientes categorías: campos de aplicación, hipótesis de investigación, tipo de diseño, resultados, efectos a largo plazo, efectos colaterales y debilidades metodológicas.

## **Generalidades del Electroencefalograma**

El Electroencefalograma (EEG) es una técnica de medición de la actividad electrofisiológica global del encéfalo, registrada mediante macroelectrodos y una máquina denominada encefalógrafo. Los macroelectrodos son ubicados en distintas zonas dependiendo del tipo de EEG. Esta técnica permite registrar la suma de los sucesos eléctricos de toda la cabeza, incluyendo potenciales de acción y postsinápticos, y constituye una herramienta valiosa, ya que algunas de las ondas reflejadas están asociadas a determinados estados de consciencia y patologías cerebrales (Pinel, 2007).

Los electrodos son ubicados en el cuero cabelludo (EEG Estándar), en la superficie cortical (EEG Cortical) o de manera intracerebral (EEG de Profundidad), permitiendo medir y registrar la actividad eléctrica originaria de células piramidales de la corteza cerebral. El EEG permite hacer un análisis de los campos eléctricos cerebrales, gracias a la amplificación de las diferencias de potencial entre los electrodos receptores de señal (Ramos-Argüelles, Morales, Egozcue, Pabón y Alonso, 2009). En este punto, se considera importante hablar de uno de los orígenes de los voltajes generados al interior del cerebro, que son los potenciales postsinápticos. Estos son los voltajes que surgen en el momento en que los neurotransmisores se unen a los receptores en la membrana de la célula postsináptica, permitiendo que los canales iónicos se abran o cierren, lo que a su vez causa despolarización o hiperpolarización. El registro de los potenciales postsinápticos de grandes grupos de neuronas se denominan registros locales de potenciales de campo (Luck, 2005). Los potenciales postsinápticos pueden durar decenas o centenas de milisegundos. Están en gran parte reducidos al cuerpo celular y las dendritas, por lo que ocurren casi de manera instantánea. Bajo ciertas condiciones, los potenciales postsinápticos serán sumados, lo que

facilitará su medición a gran distancia, con los electrodos sobre el cuero cabelludo (Luck, 2005).

La modalidad de EEG más común es la estándar, que permite hacer una exploración indolora, no invasiva, de bajo coste y gran utilidad clínica. Los canales de registro permiten medir la diferencia de potencial entre dos electrodos; los montajes pueden ser bipolares o monopolares, y cada uno está constituido por la combinación de los pares de electrodos. Los montajes bipolares registran las diferencias entre dos electrodos ubicados en áreas en donde hay actividad cerebral, mientras que los monopolares miden las diferencias entre un electrodo ubicado en una zona en donde hay actividad cerebral y otra en donde no la hay o entre una zona activa y el promedio de todas o algunas regiones activas (Ramos-Argüelles et al., 2009)

Las ondas registradas dentro del EEG se clasifican de acuerdo con su frecuencia. Las ondas delta, tienen una frecuencia de 0,5 a 4 Hz; las ondas theta, de 4 a 8 Hz; las ondas alfa de 8 a 13 Hz; la frecuencia de las beta es de 13 a 30 Hz; y, por último, la de las ondas gamma es de 30 a 50 Hz ("Métodos de registro", s.f.).

Como se ha dicho hasta ahora, el EEG es una herramienta de medición muy útil que permite asociar estados de la consciencia y psicológicos con actividad eléctrica específica, permitiendo, además, registrar patrones anormales que darían cuenta de dificultades o patologías psicológicas. Es precisamente este el método en el que se basa el entrenamiento con neurofeedback, en la identificación de patrones anormales detectados en el EEG y su modificación mediante condicionamiento operante.

## Oscilaciones

Habiendo revisado los aspectos relacionados con el EEG, es importante ahora ahondar sobre lo que son las oscilaciones y el papel que juegan dentro de los patrones neurológicos; para comenzar es importante comprender lo que son:

Las fluctuaciones rítmicas de los potenciales postsinápticos de un grupo neuronal (potenciales de campo local) o de una región cortical (ECoG, electrocorticografía) y también el patrón de descarga rítmico de los potenciales de acción de una neurona o un grupo neuronal (Alegre et al., 2009, p. 45).

Siendo este proceso favorable para permitir la sincronización entre neuronas de un área cortical específica, la cual es importante en la sumación de potenciales postsinápticos de neuronas individuales, para que se cree una actividad electromagnética suficientemente fuerte que pueda ser medible en el cuero cabelludo. O a las áreas separadas entre sí, por medio de las cuales se puede favorecer la intercomunicación de las áreas (Uhlhaas, Rodríguez, Rotarska, Roux y Wolf, 2009), interviniendo tanto en las acciones cognitivas como en las perceptuales o motoras (Alegre et al., 2009).

Así mismo, dentro de la actividad oscilatoria se encuentra un aspecto central de las mismas que es la fase, la cual se refiere a la ubicación y el momento pico o valle en el cual se encuentra una oscilación específica, lo que permite la evaluación de la sincronización de la actividad neural (Klimesch, Freunberger, Sausen y Gruber, 2008).

Para el proceso perceptual (auditivo, visual, olfativo, etc.), las oscilaciones juegan el papel de integración de la información que es llevada por las neuronas, funcionando en la excitación o inhibición de la transmisión que se está generando (Alegre et al., 2009).

Así mismo esto se puede relacionar con la variedad de las funciones cognitivas y perceptuales, de la misma manera que proveen una estructura temporal que habilita el

alineamiento tanto en la amplitud como en las relaciones temporales de la activación pre-sináptica y postsináptica que determina cuando existe fortalecimiento o debilitamiento de las relaciones sinápticas (Uhlhaas et al., 2009).

De acuerdo a la frecuencia y amplitud de la oscilación, estudios realizados por Uhlhaas et al. (2009) mencionan que la actividad oscilatoria durante el estado de reposo es menor en la amplitud oscilatoria en las ondas delta y theta en niños a diferencia de los adultos en los cuales esta actividad se caracteriza por prominencias en ondas de tipo alfa medidos por electrodos en zonas occipitales; todos estos cambios que se van dando a través del desarrollo trascurren aproximadamente hasta los 30 años, principalmente en regiones posteriores para pasar luego a zonas frontales.

Frente a las diferencias en la sincronización neural durante el desarrollo, ésta se puede ver reflejada también en la actividad motora, ya que las oscilaciones beta se encuentran asociadas con la preparación y ejecución de comandos motores (Uhlhaas et al., 2009).

Como mencionan Rodríguez et al. (2009), la sincronización que se da dentro de la actividad oscilatoria es también un índice importante dentro de la maduración y la eficacia de los procesos neurales.

Adicionalmente, las oscilaciones cerebrales están directamente relacionadas con la estructura del sistema nervioso y con las características morfológicas de esta red; para ello es importante evaluar las interneuronas, la longitud de los axones, el número de sinapsis, la dinámica de la red neuronal y las oscilaciones que se generan (Alegre et al., 2009).

Dentro de las oscilaciones se encuentran dos tipos, las de alta y las de baja frecuencia; las primeras tienen su origen en pequeños grupos neuronales, mientras que el segundo grupo surge en grupos más grandes de neuronas. Estos dos tipos de oscilaciones

neuronales pueden darse en zonas corticales, aunque diversos estudios han demostrado que existe actividad talámica que también trabaja de manera oscilatoria (Alegre et al., 2009).

### **Orígenes del Neurofeedback**

Los orígenes del neurofeedback como tratamiento para desórdenes clínicos y mejoramiento de funciones psicológicas están directamente relacionados con la primera demostración de condicionamiento operante electroencefalográfico. En el contexto de la investigación sobre el sueño, Sterman y colaboradores condujeron una serie de estudios investigando la supresión aprendida de una respuesta de presión de palanca previamente recompensada con comida en gatos (Roth, Sterman y Clemente, 1967; Sterman y Egner y Wyrwicka, 1967; Sterman, Wyrwicka y Roth, 1969; Wyrwicka y Sterman, 1968; citados por Sterma y Egner, 2006).

Durante la supresión aprendida de esta respuesta, se observó la aparición de un ritmo electroencefalográfico particular sobre la corteza sensoriomotora, que se caracterizaba por una frecuencia de 12 a 20 Hz, a diferencia de los husos electroencefalográficos del sueño (con un pico espectral de 12 a 14 Hz) al que se le dio el nombre de ritmo sensoriomotor (SMR). Los investigadores decidieron estudiar este ritmo directamente, intentando aplicar el método de condicionamiento operante con el fin de ver si los gatos podían ser entrenados para producirlo voluntariamente, al hacerlo contingente con una recompensa comestible, lo cuál resultó en una consecución simple de la hazaña de autorregulación del EEG, relacionada con la producción del SMR, que estaba a su vez vinculado a la inmovilización corporal con explosiones regularmente precedidas por una reducción en el tono muscular (Sterman et al., 1969; Wyrwicka y Sterman, 1968; citados por Sterma y Egner, 2006).

En una circunstancia inesperada el laboratorio de Sterman fue comisionado para establecer 12 funciones de respuesta a un compuesto combustible altamente epileptogénico, que al ser empleado en los gatos previamente entrenados en el condicionamiento con SMR, desplegó en ellos umbrales convulsivos epilépticos significativamente elevados en comparación con los animales no entrenados, sugiriendo que en los del primer grupo el SMR había generado inoculación contra los ataques. Fue entonces cuando esta investigación se transpuso con éxito a los humanos y se encontró que la incidencia podía reducirse significativamente y en raras ocasiones los ataques llegaban a ser abolidos por completo.

Debido a su estrecha relación con los registros intracraneales en animales, la neurogénesis del SMR es bastante bien entendida; éste parece emanar del núcleo ventrobasal del tálamo (NVB) que se relaciona con la conducción de la información sensoriomotora aferente. Durante la producción del SMR condicionado, el patrón de disparos del NVB cambia de descargas rápidas y no rítmicas a rítmicas y sistemáticas, lo que se asocia con la supresión del paso de la información somatosensorial y la reducción del tono muscular (Howe y Sterman, 1972; citado por Sterma y Egner, 2006)

Así como resulta para aumentar el control de los pacientes con epilepsia sobre su sistema sensoriomotor, es útil para reducir las tendencias impulsivas de voluntarios sanos. Se ha demostrado también recientemente que el patrón electroencefalográfico del SMR está asociado con un aumento en el metabolismo del estriado, que tiene un importante rol en el manejo del tono motor y la fase de planeación de los movimientos y se encuentra en el complejo nuclear de los ganglios basales (Brodal, 1992; citado por Sterma y Egner, 2006). Este aumento se ha evidenciado al aplicar el entrenamiento a niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad, quienes han mejorado notablemente su desempeño en tests

para evaluar las funciones cognitivas (Egner y Gruzelier, 2001, 2004; Fuchs, Birbaumer, Lutzenberger, Gruzelier y Kaiser, 2003; Monastra, Monastra y George, 2002; Rossiter y LaVaque, 1995; citados por Sterma y Egner, 2006).

Para resumir lo anterior, el SMR refleja una actividad sincronizada de las oscilaciones talamocorticales que inician cuando se reducen los inputs propioceptivos al tálamo ventrobasal, lo que resulta de una reducción en el reflejo y tono muscular así como de la supresión del movimiento. Estos cambios se consolidan con el tiempo, y se estabilizan a través de la reducción de la activación y la relación de las oscilaciones electroencefalográficas deseadas con las seguidas recompensas.

### **Neurofeedback**

El neurofeedback o biofeedback electroencefalográfico es un tratamiento no invasivo para entrenar la capacidad de autorregulación sobre los patrones de actividad cerebral y por lo tanto sobre los estados mentales (Moriyama et al., 2012). Los cambios en los patrones de las ondas cerebrales electroencefalográficas se realizan mediante el condicionamiento operante, brindando al individuo información en tiempo real sobre su actividad cerebral (Lofthouse, Arnold y Hurt, 2012). Esto sucede cuando los individuos reciben estímulos negativos (para disminuir ondas cerebrales excesivas) o estímulos positivos (para aumentar ondas cerebrales deficitarias; Coben, Linden y Myers, 2010).

El proceso de medición de la actividad electrofisiológica del cerebro se realiza mediante un EEG. Las señales electrofisiológicas son recibidas por unos electrodos ubicados en determinados puntos del cuero cabelludo y posteriormente son ampliadas y filtradas en una variedad de bandas de frecuencia o longitudes de ondas (Fultz, 2009) que serán presentadas al individuo en formato visual, auditivo o combinado; aunque aun no se ha establecido con claridad cuál de estos resulta más efectivo, algunos autores sugieren que

los formatos visual y combinados son más convenientes que el auditivo (Vernon, Frinck y Gruzelier, 2004).

Ciertas características del EEG han sido asociadas a determinados estados psicológicos y las anomalías en estos patrones se relacionan con la presencia de algunos trastornos y déficits que pretenden ser modificadas con el neurofeedback. Dentro de estos trastornos se encuentran los trastornos del espectro autista y el trastorno por déficit de atención e hiperactividad que han sido dos de los más estudiados en este campo. Sin embargo, su aplicación se extiende a campos como la psicología forense, el consumo de sustancias psicoactivas y algunos autores proponen que mediante este tipo de entrenamiento es posible mejorar el rendimiento en diferentes actividades de la vida diaria (como la capacidad de concentración; Cobenet al., 2010; Gevensleben et al., 2009; Van Outsem, 2011).

En una sesión de entrenamiento por neurofeedback, el individuo se sienta frente a una pantalla en la que los estímulos son suministrados en un formato determinado (visual, auditivo y combinado) en forma de juego. Las personas usan sus propias ondas cerebrales para controlar la retroalimentación recibida sobre características específicas de las mismas, logrando cambios significativos en su EEG; para esto se debe cumplir un número de sesiones específico que dependerá del caso particular a tratar (Coben et al., 2010).

En cuanto a los protocolos, se habla por un lado de la selección específica de los refuerzos y de parámetros inhibitorios y sus frecuencias, y por otro del montaje particular usado en la aplicación del entrenamiento, es decir, la configuración y número específico de electrodos que deben ser usados para obtener la información electroencefalográfica.

Tradicionalmente, el neurofeedback es conducido con un único canal ya sea referencial

(monopolar) o secuencial (bipolar). La pregunta radica entonces en cuál montaje es más efectivo y por qué (Vernon et al., 2004).

La diferencia entre estos dos montajes es que el referencial brinda información sobre la magnitud de la actividad en un área específica, mientras que el otro permite obtener información adicional sobre la relación de la actividad cortical de dos áreas. Debido a que los dos montajes ofrecen información distinta, se encuentra que los dos son útiles y las investigaciones reportadas hasta ahora, han tenido resultados positivos tanto con el referencial como con el secuencial (Vernon et al., 2004).

Las sesiones de entrenamiento con neurofeedback pueden durar de 30 a 60 minutos cada una, dependiendo de las características del individuo y su capacidad de concentración. Con respecto a la frecuencia de éstas, se establece que pueden ser de una sesión por día a una por semana, con una media de dos a tres sesiones semanales; sin embargo hasta ahora no está claro si la frecuencia tiene una relación con la rapidez de los resultados positivos. Los cambios positivos en el EEG se ven reflejados con mínimo 20 sesiones y máximo 40, sin embargo, aún no se establece qué variable podría predecir el número de sesiones requeridas (Vernon et al., 2004).

### **Áreas de Aplicación del Neurofeedback**

Existen cada vez más aplicaciones del neurofeedback; al parecer, conforme aumenta el conocimiento de los científicos en torno a esta técnica, que crece en popularidad a través del tiempo, se va implementando en más y más campos.

Entre los usos más recurrentes de aplicación del neurofeedback podría citarse el tratamiento de la epilepsia, -primer uso clínico de esta técnica como lo mencionan Sterma y Egner (2006)- y el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (Fauzan y Nazaruddin, 2012; Gálvez, 2010; Gevensleben et al., 2009). Por su parte, los trastornos del

espectro autista también han sido tratados, buscando reducir la conectividad neural en zonas cerebrales en las que es excesiva, aumentarla en algunas en las que es demasiado baja y mejorar las habilidades de comunicación y socialización de los pacientes. (Coben, 2007; Coben et al., 2010; Karimi, Haghshenas y Rostami, 2011; Reid, Thompson y Thompson, 2009).

Su uso se ha extendido incluso a síndromes menos frecuentes como el de Tourette, en el que se ha implementado para disminuir la presencia de tics. Se ha empleado en el tratamiento de los problemas de sueño y también ha supuesto una herramienta para tratar a pacientes con fibromialgia y hasta con el incómodo ruido que algunos perciben persistentemente en sus oídos y que se conoce como tinnitus (Benvenuti, Buodo, Leone y Palomba, 2011; Bo, Crocetti y Stella, 2011; Bown, Colbert, Hammer y Iloi, 2011; Dursun, Dursun, Ermutlu, Karamurcel y Kayiran, 2010). Trastornos del estado de ánimo como la depresión o de ansiedad como los ataques de pánico también han sido tratados a través del neurofeedback y se está evaluando actualmente la posibilidad de emplearlo también en el área de la psicoterapia forense y los estudios de la conducta criminal (Hammond, 2005; Machado, Van Deusen y Rostami, 2011; Van Outsem, 2011).

El neurofeedback ha alcanzado tal relevancia, que existen en este momento diversas empresas cuyo trabajo se concentra en ofrecer productos y servicios basados en esta técnica. Estas empresas se especializan en campos específicos de aplicación y ofertan sus opciones a través de internet.

Es el caso de Innovaciones software y servicios (2004), cuya oferta se basa en servicios de terapia psicofisiológica; o de Psicoaprende (2012), que trabaja en el tratamiento de algunas adicciones, trastornos de ansiedad como el de estrés postraumático o el obsesivo compulsivo, trastornos del estado de ánimo como la depresión, el trastorno por

déficit de atención con hiperactividad, alteraciones severas del comportamiento como agresividad u oposicionismo, alteraciones del lenguaje o la memoria, dolor crónico y dificultades de sueño. Cabe citar también el caso de NeurobitSystems (2012), que se ocupa en mejorar la concentración, la creatividad, en aumentar la tolerancia al estrés e incrementar otras habilidades psíquicas. El de Neurofeedback Manizales (2012), que pretende mejorar el rendimiento general desde un enfoque de competencias cognitivas, afectivas, expresivas y de alto rendimiento. Finalmente, el de Emotiv (2012), se enfoca en lograr una mejora en la interacción entre las personas y la tecnología con el fin de contribuir en áreas como la psicología, la medicina, la seguridad, el arte y la robótica entre otros campos, utilizando juegos que permiten potenciar las habilidades de las personas y enfocarlas al manejo de los recursos tecnológicos.

Es posible entonces ver cómo los usos del neurofeedback, visibles en diversas áreas de la psicología, están ahora trascendiendo esta disciplina para incorporarse a otras, tal como lo aplica la empresa Emotiv (2012) y cómo su utilidad en la psicología aplicada no se restringe únicamente al funcionamiento humano patológico, sino también al mejoramiento de las capacidades y habilidades como lo plantea Neurofeedback Manizales (2012).

### **Protocolos**

***Protocolo Alfa-Theta.*** El protocolo Alfa-Theta fue desarrollado teniendo en cuenta las asociaciones entre la actividad alfa (8-12 Hz) y la relajación fenomenológica subjetiva por un lado, y la elevada actividad theta (4-8 Hz) en ciertos tipos de meditación y ensueño por el otro. El objetivo de este protocolo es entrenar a los sujetos en el aumento de las ondas theta sobre las alfa en un estado de vigilia, lo que permitirá alcanzar un estado de relajación profunda que generalmente es observado durante estados de inconciencia o sueño. Se ha documentado que este protocolo tiene efectos clínicos positivos en el

tratamiento del alcoholismo y el trastorno de estrés postraumático (Egner, Strawson y Gruzelier, 2002), sin embargo, también ha sido usado para el tratamiento de la depresión (Raymond, Varney, Parkinson y Gruzelier, 2005; Saxby y Peniston, 1995).

**Protocolo Beta.** Se ha propuesto que existe una relación entre la actividad beta (13-30 Hz) y las funciones motivacionales y ejecutivas, las cuales se ven afectadas en la depresión, por esto se ha sugerido que el incremento de la actividad beta en el hemisferio izquierdo puede contribuir en la disminución de síntomas depresivos. Es importante resaltar, que debido a la asociación que se ha hecho entre el incremento de beta 3 (23-38 Hz) y la ansiedad, el objetivo del protocolo es dentro de la banda beta, disminuir beta 3 y aumentar beta 1 (15-20 Hz). Teniendo en cuenta la relación ya mencionada entre beta y las funciones ejecutivas y motivacionales, y los posibles efectos de la actividad theta en la disminución de la actividad cerebral en general, ha sido propuesta la reducción de la actividad theta (4-8 Hz) en respecto a la beta (15-28 Hz) en la corteza prefrontal izquierda (Machado y van Deusen, 2011).

**Protocolo Asimetría Alfa.** El estudio del uso del protocolo de asimetría alfa en la reducción de los síntomas depresivos se remonta a 1984 cuando Robinson, Kubos, Starr, Rao y Pirce (citado en Baehr, Rosenfeld, Baehr y Earnest, 1999) encontraron que el daño en el lóbulo frontal izquierdo ocasionaba síntomas depresivos mientras que el daño en el lóbulo frontal derecho se relacionaba con los síntomas maníacos. Gracias a esto, Davidson propuso en 1995 (citado en Baehr et al., 1999) que el lóbulo frontal derecho está relacionado con la mediación de comportamiento evitativo o negativo, por lo tanto un daño en esta área ocasionaría síntomas maníacos; mientras que el lóbulo frontal izquierdo está relacionado con la mediación de afecto positivo, por lo que una lesión en esta área, generaría afecto negativo. Esto ha sido confirmado gracias al uso del EEG, en el que se

tiene en cuenta la magnitud de la actividad alfa como indicador inverso de activación cortical, es decir, la alta actividad alfa significaría baja activación cortical. Davidson y su grupo (citado en Baehr et al.) desarrollaron una medida de alfa con la fórmula  $A = \log(R) - \log(L)$ , midiendo la actividad de alfa del lóbulo frontal derecho e izquierdo en las posiciones F3 y F4. Los individuos normales suelen tener mayor puntaje A que los individuos deprimidos (Baehr et al., 1999). El objetivo del protocolo es entrenar al sujeto en la predominancia de la magnitud de alfa en la corteza prefrontal derecha (Machado y van Deusen, 2011).

***Sistema de baja energía de neurofeedback (LENS).*** Es un sistema de biofeedback electroencefalográfico que se utiliza en aplicaciones clínicas y de investigación en el tratamiento de disfunciones del sistema nervioso central. Utiliza señales electromagnéticas débiles para ayudar en la reorganización de la fisiología del cerebro, en lugar de únicamente mostrar los patrones de ondas cerebrales obtenidas en el EEG bajo frecuencias de 1 a 40 Hz, actuando principalmente en aquellos sitios donde los electrodos muestran alguna amplitud o variabilidad sobre la cual trabajar (Ochs, 2006b).

Este sistema funciona mediante la revisión continua de la actividad electroencefalográfica para después determinar los pequeños campos de frecuencia electromagnética que se compensan en varios ciclos por segundo. Los estímulos de retroalimentación se dan mediante la utilización de siete o menos electrodos en el lugar de tratamiento, durante solo un segundo por sitio. El estímulo que se da es más débil que el que el cerebro recibe cuando se sostiene un celular en la oreja (Ochs, 2006b).

***Sistema neuroterapéutico Flexyx registrado.*** Es una mezcla del EEG convencional con estimulación subumbral-fótica –enviada a través de los diodos situados en unas gafas portadas por el sujeto tratado- que surgió inicialmente con el objeto de tratar disfunciones

cognitivas y que últimamente se ha empleado para mejorar la calidad de vida de personas con lesiones cerebrales traumáticas (Kravitz, Esty, Katz y Fawcett, 2008).

Este sistema interactivo se basa en el electroencefalograma del paciente que utiliza un electrodo mono-polar con una banda de frecuencia de 0 a 30 Hz; utilizando la transformación rápida de Fourier para calcular la frecuencia dominante y así establecer la velocidad para la modulación de la frecuencia obtenida del feedback luminoso suministrado al paciente.

El Flexyx calcula las frecuencias electroencefalográficas dominantes del sujeto, quien no debe focalizar su atención en el feedback, ya que el estímulo no es perceptible y está diseñado para interferir vía lo visual en los tejidos del cerebro y estructuras relacionadas bajo mecanismos que aún no han sido explicados y que operan de manera inconsciente. Al tener la frecuencia dominante de la persona se establece la frecuencia de la estimulación, el efecto de arrastre mejora debido a que la frecuencia de estimulación sigue la dominante y mantiene una diferencia constante con ésta. Tanto la frecuencia dominante como la frecuencia de estimulación pueden ser aumentadas o disminuidas según sea necesario (Mueller, Donaldson, Nelson y Layman, 2001).

***Entrenamiento del ritmo sensoriomotor.*** Es un protocolo de neurofeedback de uso común que se asocia con una persona que está en quietud pero cuya mente permanece activa. (Kayiran, Dursun, Dursun, Ermutlu y Karamursel, 2010).

El SMR se origina en el núcleo ventrobasal del tálamo (NVB) que se relaciona con la conducción de la información sensoriomotora aferente. Durante la producción del SMR condicionado, el patrón de disparos del NVB cambia de descargas rápidas y no rítmicas a rítmicas y sistemáticas, lo que se asocia con la supresión del paso de la información somatosensorial y la reducción del tono muscular. Estos cambios se consolidan con el

tiempo y se estabilizan a partir de la reducción de la activación y la relación de las oscilaciones electroencefalográficas deseadas con las seguidas recompensas (Howe y Serman, 1972; citado por Sterma y Egner, 2006).

Así como resulta para aumentar el control de los pacientes con epilepsia sobre su sistema sensoriomotor, es útil para reducir las tendencias impulsivas de voluntarios sanos. Se ha demostrado también recientemente que el patrón electroencefalográfico del SMR está asociado con un aumento en el metabolismo del estriado, que tiene un importante rol en el manejo del tono motor y la fase de planeación de los movimientos y se encuentra en el complejo nuclear de los ganglios basales (Brodal, 1992; citado por Sterma y Egner, 2006); este aumento se ha evidenciado al aplicar el entrenamiento a niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad, quienes han mejorado notablemente su desempeño en tests para evaluar las funciones cognitivas (Egner y Gruzelier, 2001, 2004; Fuchs, Birbaumer, Lutzenberger, Gruzelier y Kaiser, 2003; Monastra, Monastra y George, 2002; Rossiter y LaVaque, 1995; citados por Sterma y Egner, 2006).

El protocolo se inicia con una muestra de electroencefalograma que se toma a partir de Cz. La señal es convertida y filtrada para extraer theta (4-7 Hz), SMR (12-15 Hz) y beta alta (22-30 Hz), siendo estas últimas inhibidas (Caro y Winter, 2011).

**Roshi.** Es un Protocolo de neurofeedback que toma mediciones por electroencefalograma en tiempo real de dos a cuatro canales en el que se presentan tanto estímulos luminosos como sonoros con un tiempo de respuesta de ocho a doce milisegundos, observando la respuesta electroencefalográfica y analizando esta información por medio de un sistema matemático de tipo fractal, para de esta manera responder a los

cambios dados en milisegundos; buscando llevar las ondas cerebrales hacia la flexibilidad (Overcash, 2005).

*Neurofeedback de un canal.* Es un Protocolo de neurofeedback mediante el cual se realiza el monitoreo y la influencia de tres rangos de frecuencia de ondas cerebrales de forma simultánea, con recompensas basadas en la amplitud de las ondas cerebrales para ser inhibidas o por debajo del umbral en un 10% o 20% del tiempo en dos rangos de frecuencia (bandas de inhibición) y siendo el umbral por encima de un rango de frecuencia de aproximadamente un 60% a 80% del tiempo (banda de recompensa). Todos los rangos se miden en hercios (Hz) (Jacobs, 2005).

### **Criterios de Evaluación Metodológica**

Dentro de todo proyecto de investigación es necesario revisar los criterios que rigen estas prácticas investigativas; de acuerdo con esto se realizará un pequeño bosquejo de los criterios primarios dentro de una investigación científica.

Por ende, es importante evaluar los tipos de estudio sobre los cuales se trabaja; entre ellos se encuentran los exploratorios, los cuales se realizan cuando el objetivo base de la investigación se encamina hacia la evaluación de una temática que no ha sido ampliamente explorada. Estos ayudan a incrementar el conocimiento que se tiene sobre aspectos poco abordados encontrando como finalidad la identificación relacional entre variables, criterios de posteriores labores investigativas sobre el tema y la determinación de alguna tendencia específica sobre lo encontrado (Hernández, Fernández y Baptista, 1991).

Los estudios descriptivos se enfocan como su nombre lo sugiere, en la descripción de situaciones, clarificando las propiedades principales de cualquier fenómeno que esté siendo sometido a algún tipo de análisis; dentro de este tipo de estudio es necesario que el

investigador se enfoque en el estudio de temáticas que hayan tenido un gran proceso de investigación, para poder llegar a responder las preguntas que surgen (Hernández et al., 1991).

Los estudios correlacionales basan su investigación en la medición de dos o mas variables, con el fin de evaluar si se encuentran o no relacionadas; y de esta manera llegar a comprender a partir del comportamiento de una que sucederá en la otra y viceversa (Hernández et al., 1991).

Los estudios explicativos buscan dar explicación a las causas de eventos sociales o físicos, evaluando todos los aspectos que los rodean; este tipo de investigación es considerado el más integral, ya que incluye a los otros estudios al evaluar cada una de las características integradas en los mismos (Hernández et al., 1991).

En cada uno de estos tipos de estudios se pueden llegar a utilizar diferentes tratamientos que serán encaminados a obtener datos más específicos dentro de la investigación (Hammond et al., 2002).

De acuerdo con esto es necesario que el grupo de investigación indague sobre la eficacia de los tratamientos que van a utilizar, es decir, si son necesarios dentro del estudio y suficientes en el mismo; también es necesario que se evalúe la utilidad clínica de la aplicación de éstos no solo en ambientes controlados sino también en el ambiente natural que rodea a los individuos (Hammond et al., 2002).

La eficacia en todos estos tratamientos está dada por los ensayos clínicos o los estudios de caso, para esto existe una jerarquía del poder científico que permite calcular la solidez de dichos ensayos; esta jerarquía está clasificada de la siguiente manera (Hammond et al., 2002):

Los de evidencia anecdótica, que es considerada sin valor científico en muchos casos, ya que valora únicamente a partir de un criterio observacional; sin embargo, estos pueden servir como medio para examinar la intervención en entornos un poco más controlados (Hammond et al., 2002). Los estudios de caso no controlados tienen una valoración científica débil, sin embargo, podría considerarse que este tipo de estudios tendría más validez si existiera mayor control tanto en las variables dependientes como independientes; así mismo, si incluyeran medidas pre y post (Hammond et al., 2002).

Los estudios de control histórico no incluyen dentro de su aplicación la utilización de control interno, ya que tener la información sobre la naturaleza y el curso de la enfermedad o trastorno es suficiente para saber de qué manera se va a comportar y cómo contrarrestar sus consecuencias (Hammond et al., 2002).

Los estudios observacionales son estudios de control que son prospectivos o retrospectivos, los cuales se realizan por una ubicación al azar tanto de los participantes como de los investigadores dentro del estudio; como también el método ciego en el cual el participante desconoce el grupo en el cual va a participar para evitar un sesgo dentro del mismo (Hammond et al., 2002).

Los estudios de lista de espera consisten en un diseño de control que es utilizado en el ambiente clínico, en el cual los participantes son asignados bien sea al grupo control o al grupo experimental dentro del estudio; pero esto es dado al azar por medio de una lista de espera (Hammond et al., 2002).

Los estudios de diseño de replicación intra-sujetos son aquellos en los cuales se realiza una medición inicial sin la utilización de ningún tipo de intervención; posterior a

esto se aplica un tratamiento y se realiza de nuevo la medición; finalmente se retira dicho tratamiento y se toma una nueva medición en la que se evalúa la diferencia entre la utilización o no del tratamiento (Hammond et al., 2002).

Los estudios de ciego único de asignación aleatoria consisten en no informar al paciente en qué grupo se va a encontrar, para de esta manera prevenir un sesgo dentro de la investigación, como también en asignar al paciente al azar al grupo control o experimental (Hammond et al., 2002).

Los estudios de doble ciego consisten en que tanto el experimentador como el participante no saben a qué grupo pertenece el participante, de tal manera que no se generen supuestos sobre resultados o sobre el modo de aplicar las pruebas lo cual evita la creación de sesgos dentro de la investigación (Hammond et al., 2002). Finalmente, se encuentran otros tipos de diseño en los cuales se citan diseños de ensayo clínico más sofisticados (Hammond et al., 2002).

#### Descripción de los Trastornos Revisados

***Trastornos depresivos.*** Los trastornos depresivos son las enfermedades de salud mental más comunes en la población en general, tienden a ser recurrentes y su curso se puede cronificar, razón por la cual su diagnóstico y tratamiento tempranos es de suma importancia (Baader et al., 2010). La depresión es un trastorno primario del estado del ánimo caracterizado por la presencia de afecto triste y/o reducción de interés por las cosas o actividades que antes se disfrutaban (McGuire y Chicoine, 2011). Estos trastornos pueden clasificarse en dos tipos: trastorno depresivo mayor o depresión mayor y trastorno distímico o distimia. El primero de ellos incluye síntomas que interfieren con las habilidades de los

individuos para trabajar, dormir, comer, estudiar y disfrutar actividades placenteras. En el trastorno distímico las personas experimentan síntomas depresivos (menos severos que en la depresión mayor) por al menos dos años; aunque estos síntomas no interfieren significativamente con el funcionamiento de la persona, impiden el desarrollo normal de sus actividades (National Institute of Mental Health, 2009).

***Trastornos de Ansiedad.*** De acuerdo con Dixon (2008) la ansiedad es un mecanismo de supervivencia del organismo y es una parte muy importante del comportamiento humano, sin embargo la intensificación de las respuestas de ansiedad puede generar una serie de problemas que interfieren con las áreas de ajuste del individuo. Estos problemas pueden reflejar estrategias aprendidas para enfrentar experiencias de la vida y se expresan en la manera en como las personas piensan, sienten y comportan; hay cinco tipos de trastornos de ansiedad: trastorno de ansiedad generalizada, trastorno de pánico, fobias, trastorno obsesivo compulsivo y trastorno de estrés postraumático. El trastorno de ansiedad generalizada está caracterizado por una preocupación irrealista y exagerada sobre diversos asuntos de la vida del individuo que tiene una larga duración y manifestaciones físicas. Por otro lado, el trastorno de pánico se refiere a ataques de pánico desencadenados sin razón aparente y en el que hay síntomas físicos tales como aumento de los latidos cardiacos, dolor de pecho, sudoración y temblor. En cuanto a las fobias, estas son miedos irracionales y pueden clasificarse en específicas o generalizadas (incluyendo situaciones). En el trastorno obsesivo compulsivo, la persona lleva a cabo actos rituales o rutinas (compulsión) para aliviar el malestar generado por pensamientos recurrentes (obsesión). Por último, en el trastorno de estrés postraumático eventos traumáticos son re-experimentados por las personas a través de flashbacks o pesadillas.

**Ira.** La ira es una emoción que se presenta como síntoma que compone diferentes diagnósticos en los que se destaca el déficit de atención por hiperactividad, el síndrome de conmoción cerebral, la depresión, el trastorno afectivo bipolar, las adicciones, la esquizofrenia, el trastorno de estrés post-traumático, entre otros (Hammond, 2010).

**Fibromialgia.** La fibromialgia es una condición médica de curso crónico y etiología incierta, que se caracteriza por la presencia de dolor musculoesquelético difuso y persistente, acompañado de una serie de síntomas diversos que incluyen fatiga, rigidez matutina, trastornos del sueño, ansiedad, depresión, parestesia, síndrome del intestino irritable, disfunciones cognitivas y especialmente, un aumento muy significativo en la sensibilidad en ciertos puntos anatómicos del cuerpo. (Kayiran, Dursun, Dursun, Ermutlu y Karamursel, 2010; Tovar, 2005).

Afecta del dos al cuatro por ciento de la población y se diagnostica predominantemente en mujeres adultas, aunque los hombres también pueden presentarla en una proporción mucho menor (por cada nueve mujeres hay un hombre diagnosticado); adicionalmente, es una condición que ya se encuentra presente en los niños (American College of Rheumatology, 2010; Pérez, Sesé, González y Palmer, 2010). Algunos de los factores que han mostrado tener influencia en el desarrollo de este síndrome son la presencia del mismo en algún familiar –factor genético-, baja presencia de serotonina y elevadas cantidades de sustancia P –factores bioquímicos-, alteraciones en el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal –factores metabólicos-, sensibilización central –factores neuroinmunológicos-y, finalmente, bajo colágeno –factores musculares- (Tovar, 2005).

Entre los tratamientos que suelen emplearse cabría citar inicialmente que pueden ser farmacológicos o no farmacológicos: en el primer grupo se encuentran entre otros las bajas dosis de medicamentos tricíclicos, los inhibidores duales de recaptación, algunos

antiepilépticos y finalmente, en caso de que los pacientes no respondan a ninguna otra medicación, se usan las benzodiazepinas. En el segundo grupo están los masajes, la terapia de relajación, la terapia física y como se mostrará en este trabajo, el tratamiento con neurofeedback. (American College of Rheumatology, 2010).

## **Resultados**

### **Descripción de Estudios según Áreas de Aplicación**

**Depresión.** Con respecto a la investigación de los efectos del neurofeedback en depresión, diferentes autores han realizado investigaciones que arrojan distintos resultados. Dentro de estos estudios está el realizado por Saxby y Peniston (1995) quienes realizaron una investigación en la que pretendían demostrar que la utilización del neurofeedback, con un protocolo alfa-theta disminuía los niveles de depresión, para lo cual se utilizó un estudio grupal de aplicación pre y post-test en la que participaron 14 sujetos (ocho hombres y seis mujeres) con historia de alcoholismo y depresión, esta última fue medida mediante el Inventario de Depresión de Beck. En los resultados se encontró una disminución significativa en los niveles de depresión en la medición post-test respecto a la pre-test, por lo cual es posible concluir que el entrenamiento con neurofeedback con el protocolo alfa-theta disminuye los niveles de depresión.

En 2005, Raymond, Varney, Parkinson y Gruzelier realizaron un estudio en el que evaluaron los efectos del entrenamiento con neurofeedback en la personalidad y estado de ánimo, usando también un protocolo alfa/theta. Este fue un estudio de único ciego, de control aleatorio de asignación en el que participaron 12 estudiantes de segundo año de medicina, quienes fueron divididos de manera aleatoria en el grupo control (que recibió tratamiento falso de neurofeedback) y el grupo experimental (que recibió el tratamiento real). Además del entrenamiento en neurofeedback, se hizo uso de la imagería guiada y

relajación. Con el fin de medir los aspectos relacionados con la personalidad, se aplicó el Withdrawal Scale of the Personality Syndrome Questionnaire antes y después del tratamiento, mientras que la prueba Perfil de los Estados del Ánimo fue aplicada antes y después de cada sesión. En los resultados no se evidenciaron cambios de la escala de personalidad en ninguno de los dos grupos. Sin embargo, se evidenciaron mejoras en la escala del estado de ánimo después del entrenamiento con neurofeedback, en el grupo experimental respecto al grupo control. Dentro de estos efectos están la sensación de mayor confianza, energía y mejor estado de ánimo.

Baehr, Rosenfeld y Baehr, en 1997, estudiaron los efectos del uso de un protocolo de asimetría alfa en la depresión. Éste fue un estudio descriptivo de caso sin control, en el que participaron dos sujetos, una mujer de 65 y otra de 40 años, diagnosticadas con depresión crónica y trastorno distímico, respectivamente. El Inventario Multifásico de la Personalidad de Minnesota (MMPI) fue administrado a los sujetos antes y después del entrenamiento para medir el funcionamiento emocional. Se considera importante mencionar, que los participantes fueron entrenados para usar ejercicios de respiración diafragmática y sugerencias autogénicas para facilitar la relajación, se sugirió la concentración en pensamientos agradables y no emocionales durante las sesiones. Los pacientes también estaban consumiendo medicamentos para la depresión. La intensidad del tratamiento por semana fue de una o dos sesiones, en las cuales recibieron 50% de entrenamiento con neurofeedback y 50% de psicoterapia. Los resultados mostraron que después del entrenamiento con neurofeedback usando el protocolo ALLAY, hubo disminución en los síntomas depresivos en ambos casos y un cambio en el MMPI que en los dos casos arrojó resultados normales después del tratamiento; en el primero, estos cambios se revaluaron cinco meses después de la aplicación del protocolo, encontrando que

se mantenían; en el segundo caso no se registran mediciones a largo plazo. Una de las conclusiones de los autores es que el tratamiento con neurofeedback puede ser efectivo si es usado con otros tratamientos de manera paralela. Esto puede deberse a los tratamientos paralelos que recibieron los participantes en el estudio, lo que podría cuestionar que los efectos en la disminución de los síntomas en realidad puedan ser atribuidos al entrenamiento con neurofeedback y no a alguna de las otras técnicas empleadas o a la medicación.

En 1999, Baehr, Rosenfeld, Baehr y Earnest llevaron a cabo otra investigación en la que pretendían demostrar que el incremento de la asimetría alfa disminuye los síntomas depresivos de pacientes con esta patología. Este también es un estudio descriptivo de caso sin control, y fue llevado a cabo con seis sujetos, cinco de los cuales fueron mujeres y cuyas edades oscilaban entre los 34 y 65 años y habían sido diagnosticadas con algún trastorno del estado de ánimo con síntomas depresivos y un hombre de 37 años, que había sido diagnosticado con trastorno distímico; dos de los sujetos habían participado en el estudio mencionado anteriormente, realizado por Baehr y colaboradores en 1997. El Inventario de Depresión de Beck y el MMPI, fueron suministrados a los sujetos antes y después de las sesiones de entrenamiento con neurofeedback. En este estudio los sujetos también recibieron entrenamiento en el uso de ejercicios de respiración diafragmática y sugerencias autogénicas, se sugirió la concentración en pensamientos placenteros y se usó imagería neutra. Los resultados evidenciaron disminución en los síntomas depresivos en cinco de los seis casos estudiados. En cuanto a los efectos a largo plazo, fueron evaluados por Baehr, Rosenfeld y Baehren un estudio realizado en 2001, encontrando que en tres de los seis sujetos evaluados en 1997, los cambios en la disminución de síntomas depresivos eran observables aún después de dos años, esto lo concluyeron mediante la aplicación del

Inventario de Depresión de Beck . En cuanto a los aspectos metodológicos del estudio, es necesario tener en cuenta el uso de otros tratamientos (psicoterapia y entrenamiento en relajación) antes, durante y después del entrenamiento con neurofeedback, así como los tratamientos farmacológicos recibidos al mismo tiempo.

Otro estudio en el que se planteó la utilidad del protocolo de asimetría alfa en la reducción de síntomas depresivos, fue el desarrollado por Earnest en 1999. Éste fue un estudio descriptivo de caso sin control, en el que la muestra estuvo compuesta por un sujeto femenino, de 14 años de edad con diagnóstico de trastorno distímico, quien al momento del estudio había recibido psicoterapia durante dos años, sin observarse resultados positivos. Después del entrenamiento con neurofeedback, se observó una reducción en los síntomas depresivos, esto fue evaluado con el Inventario de Depresión de Beck, que se administró antes y después del entrenamiento. Se considera importante resaltar que a lo largo de las sesiones de entrenamiento con neurofeedback, la paciente recibió psicoterapia; este puede ser anotado como un aspecto que posiblemente influyó en los resultados del estudio.

Una investigación con una muestra mayor fue desarrollada en 2011 por Choi, Chi, Chung, Kim, Ahn y Kim. Estos autores propusieron que el entrenamiento en neurofeedback con el protocolo de asimetría alfa, disminuía los síntomas en personas con depresión. Este fue un estudio descriptivo de lista de espera, cuya muestra estuvo conformada por 12 personas que cumplieron los criterios diagnósticos para depresión de acuerdo con el DSM-IV. A los participantes les fue aplicado el Inventario de Depresión de Hamilton, y se suministraron algunos cuestionarios de auto-reporte como la Escala de Estrés Diario, el Inventario de Depresión de Beck, el Cuestionario de Pensamientos Automáticos Positivos y el Cuestionario de Pensamientos Automáticos Negativos. También fueron evaluadas funciones cognitivas usando el Test de Fluidez Semántica y el Stroop. Los autores

encontraron que el entrenamiento con neurofeedback permitía incrementar la relativa actividad frontal izquierda y disminuir los síntomas depresivos, además de mejorar habilidades cognitivas.

Posteriormente en el estudio realizado por Baehr, Rosenfeld y Baehr (2001), se buscaba demostrar que el entrenamiento con neurofeedback usando un protocolo de asimetría alfa, reducía los síntomas asociados a la depresión a largo plazo, mediante un estudio de caso en el que se evaluaron tres participantes que habían estado en entrenamiento con neurofeedback e iban a ser valorados en uno, tres y cinco años respectivamente. De acuerdo a los resultados obtenidos se observó una disminución en los síntomas depresivos de los participantes, esta medición se realizó mediante la aplicación del Inventario de depresión de Beck. Dentro de las debilidades metodológicas es posible resaltar que no hubo medición pre-test para uno de los participantes; además de esto, la medición de los efectos del entrenamiento, fue realizada en diferentes momentos (uno, tres o cinco años después) a cada sujeto. Algunos continuaron recibiendo psicoterapia. Los autores concluyeron que el entrenamiento con neurofeedback mantenía la disminución de la sintomatología asociada a la depresión.

Seguido de esta investigación Hammond (2000), dentro de su investigación quiso mostrar que el entrenamiento con neurofeedback mediante el Roshi, era efectivo para disminuir los niveles de depresión; para este fin se utilizó un estudio de caso en el que se evaluó un paciente de 44 años de edad con eyaculación retardada y depresión. Este estudio arrojó como resultado una disminución en la sintomatología depresiva en los resultados pre y post-test tanto en el inventario de depresión de Beck como en el inventario de diagnóstico de la depresión; adicionalmente a largo plazo (6 meses) se encontraron resultados también

favorables. Como conclusión el autor menciona que el entrenamiento con neurofeedback mediante protocolo Roshi resulta efectivo en la disminución de la sintomatología depresiva.

En 2002, Putman realizó un estudio en el que pretendía estudiar si el entrenamiento con neurofeedback tenía efectos positivos en la reducción de síntomas ansiosos y depresivos, para esto se emplearon los protocolos SMR y beta. Este estudio, como la mayoría de los anteriores, fue un estudio descriptivo de caso sin control, se llevó a cabo con una paciente de 71 años de edad que recientemente había sufrido un accidente cerebrovascular, que había dejado dentro de sus secuelas alteraciones del estado de ánimo (depresión y ansiedad). Al final del tratamiento se observaron cambios en los niveles de ansiedad y depresión, pese a esto, no fueron estables; la paciente parecía experimentar estados de ánimo negativo como respuesta a estresores aparentemente poco significativos. Los cambios más significativos se dieron en otras áreas como el funcionamiento motor y lingüístico, sin embargo, no es posible afirmar que estos se atribuyan al entrenamiento con neurofeedback, pues paralelo a esto, la paciente recibió otro tipo de tratamientos tales como terapia física y manejo farmacológico. Se puede resaltar este último aspecto (múltiples tratamientos paralelos) como debilidad metodológica.

Johnston, Boehm, Healy, Goebel y Linden (2009) investigaron sobre la efectividad del entrenamiento con neurofeedback para la regulación emocional, mediante una aplicación grupal de aplicación pre y post-test. La muestra total estuvo conformada por 13 pacientes (cuatro hombres y nueve mujeres) entre 21 y 52 años de edad; sólo cinco de los sujetos recibieron entrenamiento con neurofeedback con resonancia magnética funcional. Para la valoración de estos pacientes se utilizaron las escalas de afecto positivo y negativo y se obtuvieron resultados positivos; la otra prueba que se realizó fue el perfil del estado de ánimo en la cual los resultados que se presentaron fueron también positivos. Sin embargo,

como dificultad metodológica se identifica el hecho de que no se incluyó en el análisis a los cinco participantes sino solo cuatro de ellos ya que uno presentó un aumento en la puntuación de la última prueba aplicada; así como el uso de imaginación a la par del entrenamiento con neurofeedback . Como conclusión se planteó que la utilidad de la RMF para la regulación emocional, mediante el neurofeedback resultaba efectiva.

Machado y van Deusen (2011) propusieron el uso de un nuevo protocolo de neurofeedback para la reducción de síntomas depresivos, en el que combinaron algunos de los protocolos más usados para el tratamiento de depresión con neurofeedback (asimetría alfa, el incremento de la relación beta-theta) y además propusieron el refuerzo de beta 1 (15-20 Hz) y la reducción de beta 3 (23-38 Hz). El objetivo del estudio fue encaminar la experiencia subjetiva y comportamiento hacia una valencia más positiva, mejorar las funciones cognitivas y motivacionales y reducir la ansiedad. Éste fue un estudio descriptivo de caso, sin control, en el que participó una mujer de 42 años de edad con diagnóstico reciente de depresión. En cuanto a la evaluación, se realizó al inicio mediante una entrevista dirigida; a lo largo del tratamiento, se empleó un cuestionario de autoevaluación para conocer la experiencia de la paciente y un mapa cerebral multisitio para saber si sus demandas eran satisfechas por el nuevo protocolo. En este caso, se encontró disminución de síntomas como ansiedad, irritabilidad, pensamientos negativos, pensamientos obsesivos, agitación, llanto frecuente y dificultades para dormir, sin embargo, este cambio se hizo más evidente al inicio de las sesiones, lo que puede sugerir un posible efecto placebo. Con el fin de corroborar la permanencia en los cambios obtenidos, se hizo contacto telefónico con la paciente un mes después encontrando que los cambios aun eran evidentes.

*Ansiedad.* En 2005 Overcash realizó un estudio para demostrar que el entrenamiento con neurofeedback usando el protocolo Roshi, disminuía el nivel de

ansiedad; este fue un estudio de caso único, en el que se valoró un niño de nueve años de edad con diagnóstico de ansiedad generalizada, trastorno por déficit de atención y dificultades cognitivas académicas. El niño fue evaluado mediante la prueba de valoración de la disminución en la respuesta glandular. Los resultados mostraron una disminución en la respuesta glandular del paciente, que se relaciona con el proceso de activación del sistema simpático que hace parte de la sintomatología ansiosa. Se considera pertinente resaltar, que en este estudio se usó el tratamiento Alpha-Stim paralelo al entrenamiento con neurofeedback, lo que pudo haber influido en la disminución de la respuesta glandular. Otra falla metodológica fue la ausencia de un instrumento psicométrico para medir los niveles de ansiedad. El autor concluye, que el entrenamiento con neurofeedback usando el protocolo Roshi, reduce los síntomas de ansiedad.

Otro estudio que resulta pertinente nombrar en el campo del estado de ánimo, es el realizado en por Gruzelier (en prensa). Este autor propuso que el entrenamiento con neurofeedback con los protocolos beta 1 (15-18 Hz) y SMR (12-15), tenía efectos positivos en el aumento de la calma en sujetos sanos. Las medidas para el protocolo beta1, fueron tomadas sobre el hemisferio izquierdo en F3 o C3. El estudio fue un estudio descriptivo de lista de espera, del que hizo parte una muestra de 22 estudiantes voluntarios, 12 de género femenino y 10 de género masculino con una edad promedio de 22,1 años y a quienes se aplicó una serie de tests para determinar que eran sujetos “sanos”. Fue suministrada la Thayer’s Activation/Deactivation-Adjectives Checklist antes y después de la aplicación de cada protocolo, esta lista estaba conformada por dos sub-escalas de tensión y energía y dos de desactivación: cansancio y calma. No hubo diferencias significativas antes del tratamiento en la subescala de calma, sin embargo, se observó un incremento en esta escala después del tratamiento, lo que sugiere que el protocolo SMR, tuvo efectos positivos en

este aspecto. En ambos protocolos se observó incremento en la escala de cansancio y una reducción de la subescala de energía, sin cambios en los sentimientos subjetivos de tensión.

En 2005, Michael, Krishnaswamy y Mohamed realizaron un estudio en el que pretendían demostrar que el entrenamiento en neurofeedback con un protocolo beta (15-20 Hz), generaba una disminución en los niveles de ansiedad de pacientes con infarto de miocardio o angina inestable. Las medidas de beta fueron tomadas sobre el hemisferio izquierdo en C3. Éste fue un estudio descriptivo grupal, con medición pre y post. Inicialmente fueron reclutados 115 pacientes a quienes se aplicó una primera escala (HADS), sin embargo, 65 participantes no aceptaron asistir a las sesiones de entrenamiento. El grupo experimental estuvo conformado por aquellos sujetos que asistieron de 3 a 5 sesiones. Los pacientes eran en su mayoría de género masculino, fueron remitidos por el cardiólogo y tenían diagnóstico de infarto al miocardio y angina inestable. Tanto a los participantes que recibieron el entrenamiento, como aquellos que desertaron, les fue aplicada la Escala de Depresión y Ansiedad Hospitalaria (HADS) antes y después del entrenamiento. En el caso del grupo que no recibió el entrenamiento, la escala fue aplicada tiempo después con el fin de comparar los resultados con el otro grupo. Al final del entrenamiento se encontraron niveles más altos de ansiedad en pacientes que no recibieron el tratamiento respecto a aquellos que sí lo hicieron. El uso de los puntajes obtenidos del grupo de que no aceptó recibir el entrenamiento, puede constituir una debilidad del estudio, ya que los resultados positivos en el grupo experimental pueden haberse visto influidos por las creencias positivas respecto a los efectos del neurofeedback en sus niveles de ansiedad (efecto placebo).

En este mismo año Jacobs (2005), dentro de su estudio buscaba demostrar que el entrenamiento con neurofeedback usando un protocolo de un solo canal de

neurofeedback, permitía mejorar los problemas de aprendizaje, atención, estado de ánimo, dificultades sociales y del desarrollo. Este fue un estudio de caso, en el que participaron dos sujetos, el primero de ellos con una edad de 15 años y a quien se había diagnosticado trastorno por déficit de atención e hiperactividad, trastorno afectivo bipolar y dificultades en las siguientes áreas: aprendizaje (lectura, matemáticas, habla y escritura), memoria de trabajo, memoria viso-espacial y velocidad de procesamiento. El segundo sujeto tenía 10 años de edad y había sido diagnosticado con trastorno por déficit de atención e hiperactividad, ansiedad, déficit social, organizacional y espacial; dificultad en establecimiento y mantenimiento de relaciones sociales. A los participantes les fue aplicada el SA-45, instrumento validado para la valoración de la sintomatología psiquiátrica. Los resultados de este estudio muestran que el entrenamiento con neurofeedback tuvo efectos positivos en ambos casos. En el primero de ellos, se evidenció una disminución de los síntomas asociados al trastorno afectivo/bipolar y en el segundo caso, los niveles de ansiedad fueron reducidos. El autor llega a la conclusión de que el entrenamiento con neurofeedback, es una herramienta útil para tratar alteraciones de aprendizaje, atención, estado de ánimo, dificultades sociales y del desarrollo.

Posteriormente, Kerson, Sherman y Kozlowski (2009) realizaron un estudio en el que buscaban demostrar que el entrenamiento con neurofeedback usando un protocolo de supresión de alfa y entrenamiento en simetría de alfa, influía en la disminución de los niveles de ansiedad. Este fue un estudio grupal de aplicación pre y post- test, en el que se valoraron ocho participantes, cinco mujeres y tres hombres con edades que oscilaban entre los 32 y 55 años. Para la valoración de estos pacientes se utilizaron el Inventario diario de ansiedad y el Inventario de rasgo-estado de ansiedad. Para la realización de esta investigación se realizaron tres programas de aplicación, el primero de la temperatura del

lóbulo de la oreja, el segundo la supresión de alfa y el tercero el entrenamiento en la simetría del alfa. En el primero de ellos de acuerdo a los resultados obtenidos a nivel grupal existió una reducción en el programa de la temperatura en el lóbulo de la oreja mediante biofeedback en la tercera medición posterior al entrenamiento con neurofeedback. En el segundo inventario se muestra que el entrenamiento con neurofeedback obtuvo como resultado una reducción en el seguimiento a seis meses en las pruebas STAI-S y STAI-T en comparación con las mediciones previas. Sin embargo, como debilidad metodológica se encuentra que la aplicación de tres tipos de entrenamiento de manera sucesiva puede generar un sesgo; ya que no se sabe realmente si es la unión de todos los tratamientos o alguno de ellos lo que resulta efectivo en la disminución de los síntomas, así como la utilización de medicación y asistencia a psicoterapia. Respecto a los resultados a largo plazo se puede observar que el entrenamiento con neurofeedback parece tener resultados favorables a largo plazo (seis meses) que se muestran en la disminución sintomática. Los autores concluyen que el entrenamiento con neurofeedback disminuye la sintomatología asociada a la ansiedad.

Finalmente, Faridnia, Shojaei y Rahimi (2012), buscaron evaluar la efectividad del entrenamiento con neurofeedback, con los protocolos SMR, disminución de alfa y theta, aumento de la actividad beta y decremento de la actividad alta de beta, para la disminución de los niveles de ansiedad subclínica; este, fue un estudio de diseño de lista de espera, en el que participaron veinte mujeres nadadoras, las cuales se dividieron en dos grupos (experimental y control). Para evaluar la intensidad de la ansiedad se utilizó la prueba de ansiedad para la competencia deportiva, la cual mostró diferencias significativas asociadas a la disminución de la sintomatología ansiosa. Esto permitió a los autores concluir que el entrenamiento con neurofeedback tiene repercusiones positivas en el auto-control y

aumento del nivel de competencia de los atletas. Sin embargo, la muestra estuvo conformada sólo por sujetos femeninos, lo cual puede ser señalado como debilidad metodológica.

***Trastorno obsesivo compulsivo.*** Otra de las aplicaciones del neurofeedback, se relaciona con el tratamiento del trastorno obsesivo compulsivo (TOC). Dentro de estas investigaciones está la realizada por Hammond que en 2003, llevo a cabo un estudio de caso, en el que participaron un hombre y una mujer con diagnóstico de trastorno obsesivo compulsivo y a quienes se administró la Escala Obsesivo Compulsivo de Yale-Brown (Y-Bocs) y la prueba Padua. Los hallazgos mostraron reducción de los síntomas en la aplicación pre y post-test de ambas pruebas para los dos sujetos. En ambos casos en las mediciones tomadas a largo plazo (13 y 15 meses) empleando las mismas escalas, mostraron persistencia de la disminución de los síntomas. Un aspecto que se considera pertinente resaltar, es que los pacientes tomaron medicamentos durante el entrenamiento, lo que pudo influir en los puntajes obtenidos. Como conclusión de esta investigación el autor menciona que el neurofeedback, puede constituir un nuevo tratamiento para el manejo de los síntomas asociados al (TOC).

Un año después Hammond (2004) llevó a cabo un estudio de caso en el que buscó demostrar que el entrenamiento con neurofeedback facilitaba la disminución de las obsesiones en un paciente de 23 años diagnosticado con TOC. Fueron empleadas las pruebas Y-Bocs y MMPI, cuyos resultados mostraron una reducción significativa en la aplicación pos-test, datos que concordaron con los auto-reportes brindados por el paciente. Ocho meses después, fue realizada una valoración en la que se encontró persistencia de los efectos positivos conseguidos. Finalmente, el autor concluye que el entrenamiento con neurofeedback contribuye en el tratamiento del TOC.

En 2011 Barzegary, Yaghubi y Rostami condujeron un estudio en el que, como en el caso anterior, pretendían demostrar que el neurofeedback era efectivo en el tratamiento del TOC. En este estudio se empleó un diseño semi-experimental con lista de espera, en el que participaron doce individuos que se distribuyeron de la siguiente manera: cuatro pacientes (dos hombres y dos mujeres) en el grupo de aplicación del neurofeedback; cuatro pacientes (dos hombres y dos mujeres) en el grupo con medicación y cuatro pacientes (dos hombres y dos mujeres) en el grupo de lista de espera. Fue administrado el inventario Padua, cuyos resultados fueron analizados mediante la prueba estadística de la U de Mann-Whitney, dicho análisis mostró una reducción significativa de las compulsiones en el grupo del neurofeedback en comparación con el de lista de espera; sin embargo, escasamente significativa entre el de neurofeedback y el que recibió medicación. En cuanto a las obsesiones se encontraron diferencias significativas entre el grupo al que se aplicó neurofeedback y el grupo de lista de espera y entre este último y el grupo que recibió medicación. Dentro de las debilidades metodológicas, puede resaltarse la escasa información disponible sobre los pacientes. Los autores concluyen que el método resulta útil para el manejo tanto de las obsesiones como de las compulsiones.

*Ira.* En 2010 Hammond (2010) llevó a cabo un estudio de caso con dos pacientes de 18 y 30 años que presentaban episodios de ira con autolesión. El propósito era evaluar si el entrenamiento con neurofeedback usando el protocolo LENS era efectivo para disminuir los niveles de ira. A las participantes se administró el Inventario de estado de la expresión de la ira 2. En los resultados se encontró que el paciente de 18 años evidenció diferencias significativas en la reducción de los niveles de ira. Sin embargo, el paciente de 30 años no mostró diferencias en su puntuación pre y post-test. Frente a los resultados el autor concluye que a pesar de que los resultados cuantitativos no resultan importantes frente al

planteamiento de la hipótesis, los resultados cualitativos dados mediante los auto-reportes muestran una disminución en la percepción subjetiva del paciente frente a síntomas asociados a la ira.

***Fibromialgia.*** En un estudio desarrollado por Mueller, Donaldson, Nelson y Layman (2001), se pretendía probar que los síntomas neurosomáticos de la fibromialgia podían reducirse a través de la estimulación basada en la actividad electroencefalográfica con el sistema neuroterapéutico Flexyx registrado (FNS). Con tal objetivo, efectuaron un diseño con pretest y postest, cuya muestra estuvo integrada por 30 pacientes, de los cuáles 27 eran mujeres y tres eran hombres y cuyas edades estaban en una media de 50 años; con condiciones médicas y psicológicas adicionales como anorexia, fatiga crónica, anginas, arterosclerosis, asma, diabetes, epilepsia, trastorno obsesivo compulsivo, depresión y ataques de pánico entre otras, y con medicación analgésica, psicotrópica y alternativa en muchos de los casos.

Las mediciones previas y posteriores al tratamiento se hicieron a través del Cuestionario Modificado de Impacto de la Fibromialgia (MFIQ), la Lista de verificación de síntomas 90 revisada (SCL-90-R) y la escala visual análoga de Jensen y Karoly, que se usó para que los participantes manifestaran la intensidad de cada uno de los síntomas. Es necesario tener en cuenta que toda la muestra inició recibiendo únicamente tratamiento con estimulación modulada por electroencefalograma (EDS) hasta que todos notaron mejorías en la claridad mental, el ánimo y el sueño, así como también una mayor facilidad para situar puntos específicos de dolor y una percepción más localizada de este; así pues, la única condición que siguió cambiando al introducir otras estrategias terapéuticas fue la intensidad del dolor percibido. Los cambios asociados con el funcionamiento físico y

psicológico de los pacientes se vieron acompañados por cambios en el electroencefalograma.

Teniendo en cuenta que algunos pacientes recibieron terapia física y masajes además del tratamiento con EDS, existiendo solo cinco pacientes que únicamente tomaron este último, se encontró que en todos los casos se redujo la fatiga, la falta de claridad mental, los problemas de sueño, la ansiedad y la depresión. En líneas generales, se encontraron cambios importantes en la intensidad del dolor percibido al interior de la muestra, en menor medida se disminuyó la fatiga y el cansancio.

Adicionalmente, se redujo en toda la muestra el consumo de medicación prescrita y no prescrita, aunque también se incrementó el de suplementos vitamínicos y minerales, preparaciones herbales y nutricionales. Se disminuyó el consumo de analgésicos y relajantes musculares, de sedantes, hipnóticos y antidepresivos, suspendiéndose incluso en algunos casos.

En relación con los efectos a largo plazo, todos los pacientes respondieron vía mail el MFIQ de tres a 18 meses después del tratamiento y se encontró que no hubo cambios significativos en cuanto al trabajo fuera de casa en el 60% de los casos, es decir que no hubo un impacto relevante en el aspecto ocupacional de la muestra. En cuanto a los síntomas, en general no empeoraron al suspender el tratamiento, siendo incluso reportadas muchas mejorías en la mayoría de los participantes, contando por ejemplo un aumento en las noches de buen descanso, de las habilidades para realizar actividades cotidianas y finalmente una mejoría generalizada desde que iniciaron el tratamiento hasta el momento del seguimiento que se promedió en 62% sobre el 100% que era el máximo de mejoría posible.

Este estudio exploratorio usó un tratamiento multimodal, de manera que no fue del todo claro que los efectos positivos que se encontraron en los pacientes hayan sido únicamente atribuibles al EDS.

Por otra parte y debido a la falta de recursos para invertir en investigación, la ausencia de bases teóricas identificada por los mismos autores, no es posible concluir que el EDS sea realmente efectivo para tratar a los pacientes con fibromialgia, aunque las evidencias preliminares muestran que puede ser sumamente útil.

Finalmente, es importante aclarar que no todos los pacientes recibieron el mismo número de sesiones con EDS, por lo tanto no podría identificarse un tiempo óptimo de tratamiento para la modificación de los patrones electroencefalográficos y además de esto, durante el tratamiento, los pacientes continuaron con sus medicaciones previas.

En lo que respecta a Kravitz, Esty, Katz y Fawcett (2006), quienes buscaban demostrar que el FNS era eficaz y seguro para tratar pacientes con fibromialgia, ellos desarrollaron un diseño de grupo control con tratamiento placebo, doble ciego y participantes asignados al azar, con una muestra de 58 pacientes -30 para el grupo experimental y 28 para el grupo control- cuyas edades variaban entre los 18 y los 64 años, sin condiciones médicas, psiquiátricas o legales adicionales.

Tras haber aplicado las escalas Clinical Global Impressions/Improvemental clínico (CGI) y al participante (PGI), la dolorimetría y el conteo de puntos sensibles, escalas de síntomas de la fibromialgia, el cuestionario de disfunciones en el sistema nervioso central, el FIQ, la lista de chequeo 90-r y la medición electroencefalográfica, se obtuvo la línea base. Los participantes del grupo control asistían a sesiones organizadas de la misma manera que aquellas de las que eran parte los del grupo experimental, con la presencia y uso de todos los equipos, exceptuando el suministro del feedback.

Después de la aplicación del tratamiento en el grupo experimental durante 22 sesiones se encontró que el CGI mejoró significativamente en los participantes que recibieron la aplicación del Flexyx más que el de quienes no lo recibieron, siendo esta medición efectuada durante la sesión 22 y una semana después que correspondía al seguimiento, al ser repetida la medición, no se mantuvo la mejoría.

Por otra parte no se encontraron diferencias significativas en la mejoría entre el grupo experimental y el control en la dolorimetría y el conteo de puntos sensibles, de modo que se concluyó que este tratamiento no era efectivo como única terapia utilizada para tratar la fibromialgia.

En cuanto a las debilidades del estudio, es preciso anotar que los pacientes de la muestra habían sido reclutados en dos lugares diferentes: 50 de ellos en Chevy Chase -25 para cada uno de los grupos del estudio- y los ocho restantes en Chicago –cinco asignados al grupo experimental y tres al grupo control-. Considerando que los síntomas de los pacientes reclutados en Chicago tenían una intensidad menor que la de los reportados por los de Chevy Chase, se estaría dando eventualmente una ventaja al grupo experimental, que contaba con más pacientes de Chicago que el grupo control.

Por otra parte, los participantes no suspendieron la medicación, de modo que el efecto de los fármacos también pudo influir en los resultados positivos obtenidos.

Finalmente, es importante resaltar que se reportó una amplia variedad de efectos colaterales, entre los cuáles se destacaban la ansiedad, el cansancio, la hiperactividad y una intensificación temporal de los síntomas que estaban siendo intervenidos.

Ochs (2006a) planteó una crítica a este estudio, según la cuál el hardware utilizado presentaba una importante falla, que al momento de la investigación no se conocía, que fue la principal causa del surgimiento de efectos colaterales en los participantes y que fue

visible solo tiempo después mediante diversos análisis técnicos. Sin embargo, reporta que en estudios anteriores, que habían empleado un modelo previo, los hallazgos habían resultado significativamente más positivos (Donaldson et al., 1998; Mueller et al., 2001; Ochs, 2006).

En cuanto a Larsen, Harrington y Hicks, (2006), condujeron un estudio retrospectivo con ciego del evaluador, con el fin de demostrar que el tratamiento con neurofeedback de baja intensidad (LENS), era efectivo para tratar un amplio espectro de condiciones neurosomáticas –incluyendo la fibromialgia- y que era capaz de modificar los parámetros encefalográficos de quienes las padecían. Adicionalmente, querían comprobar que el máximo efecto terapéutico era alcanzado durante las primeras sesiones.

La muestra estaba constituida por 100 pacientes, hombres y mujeres en cantidades muy similares, con edades comprendidas entre los seis y los 80 años y una amplia variedad de condiciones médicas, comórbidas en muchos casos con otras.

Considerando que lo único que los 100 pacientes de la muestra recibieron en común fueron las diez sesiones con LENS que en algunos casos se extendieron a 20, las hipótesis de los autores fueron confirmadas, puesto que se encontró que los síntomas asociados a condiciones relacionadas con el sistema nervioso se redujeron, de manera más significativa durante las primeras sesiones, pero continuando su mejoría durante el resto del tratamiento. Todas las categorías medidas respondieron favorablemente menos la de adicciones, pero la desorganización, los problemas cognitivos, atencionales, la fatiga, las dificultades de ánimo, el dolor, la ansiedad, el funcionamiento ejecutivo, los trastornos del sueño, los problemas de comportamiento y la flexibilidad sí mostraron cambios importantes, siendo de particular relevancia para el caso de la fibromialgia, los problemas cognitivos, de ánimo, ansiedad, fatiga y por supuesto el dolor.

La medida utilizada fue la escala de informe de síntomas subjetivos (SSRS) que se aplicaba cada sesión y que medía entre otras variables la fatiga, y adicionalmente las mediciones relativas a los patrones electroencefalográficos, tal como en los demás estudios.

Los autores supusieron que las mejorías se debían en una mayor medida al neurofeedback, sin embargo, los pacientes estaban recibiendo también su medicación, algunos suplementos vitamínicos y nutricionales y en algunos casos estimulación fotónica –un recurso de estimulación infrarroja para el dolor periférico y el síndrome de fatiga crónica-, de modo que no hay manera de estar plenamente seguros de que los resultados se expliquen a través del LENS.

No es posible diferenciar los pacientes con fibromialgia de los que presentaban otras afecciones; sin embargo, las medidas que competen a esta patología mejoraron de forma significativa.

Nelson et al. (2010) estaban interesados en comprobar que el LENS reducía el impacto global funcional negativo de la fibromialgia, el número de puntos sensibles y aumentaba la presión requerida para despertar el dolor en ellos, el umbral de calor y dolor en pruebas sensoriales cuantitativas –un indicador de la sensibilidad del sistema nervioso- y mejoraba las disfunciones cognitivas, fatiga, problemas de sueño, distrés global y niveles de depresión. Para ello crearon un diseño de grupo control con tratamiento placebo, doble ciego y asignación de los participantes al azar, cuya muestra estaba constituida por 34 pacientes: 33 mujeres y un hombre con edades que oscilaban entre los 38 y los 51 años y sin historial médico o psiquiátrico adicional.

El grupo control participaba en sesiones exactamente iguales a las del experimental, con el acondicionamiento de los equipos de forma idéntica; pero la estimulación electromagnética era suministrada únicamente a los del tratamiento activo.

Tras la aplicación de la intervención, se estableció que el grupo experimental reportó un decremento importante del dolor, la fatiga y las dificultades cognitivas durante las 22 sesiones de tratamiento activo, que se manifestaron de forma lineal, cambios no observados en el grupo control. Sin embargo, la administración del FIQ durante el seguimiento a los tres meses, mostró que el grupo experimental empeoró en la presentación de los síntomas respecto a la última medición efectuada al concluir el tratamiento, mientras que el grupo control siguió mejorando, algo que para el seguimiento de los seis meses cambió, ya que los pacientes del tratamiento activo volvieron a mejorar y ya las diferencias no fueron significativas.

Es importante anotar que no existieron diferencias entre grupos en el FIQ –medida principal del estudio- excepto en la medición efectuada durante el seguimiento a los tres meses de la finalización del tratamiento, en la que los pacientes del grupo control reportaron mayores mejorías que las de los participantes del experimental.

En ambos grupos se redujeron los puntos sensibles, el funcionamiento cognitivo reportado, la fatiga y el distrés global, para ningún grupo hubo cambios significativos en la ansiedad, los problemas de sueño, la depresión y la irritabilidad.

En cuanto a las posibles debilidades del estudio, sería importante resaltar el hecho de que la muestra haya estado constituida predominantemente por mujeres, lo cuál impide extender los resultados a ambos géneros; aunque esto refleja hasta cierto punto un sesgo general en la prevalencia de fibromialgia, cuyo diagnóstico suele asignarse más a mujeres. Así mismo, los autores plantean que las características sociodemográficas de la muestra eran muy homogéneas, por lo que en estudios posteriores sería necesario abarcar una diversidad mayor, y así evaluar la utilidad del tratamiento de una forma más global.

Finalmente, en la muestra había pacientes que estaban recibiendo tratamientos farmacológicos, de manera que no se puede atribuir el efecto positivo únicamente al tratamiento con LENS sin que exista seguridad de que no pueden también ser atribuidos a los medicamentos. A esto se suma la recomendación de los autores de no usar el LENS como única intervención para tratar a los pacientes con fibromialgia, pues las diferencias halladas entre grupos no fueron suficientes.

Kayiran, Dursun, Ermutlu, Dursun y Karamursel (2007) pretendían demostrar mediante un diseño de estudio de caso, que el tratamiento con neurofeedback con el protocolo del ritmo sensoriomotor (SMR) era una aplicación terapéutica efectiva para pacientes con fibromialgia. La muestra estaba constituida por tres pacientes: todas ellas mujeres, de 31, 32 y 33 años respectivamente y que aseguraron no estar recibiendo ningún tratamiento adicional a los analgésicos simples.

Las medidas utilizadas para establecer la línea base y posteriormente para evaluar los efectos del tratamiento fueron la Escala visual análoga del dolor y la fatiga, los inventarios de ansiedad y depresión de Hamilton, los de ansiedad y depresión de Beck y finalmente el SF-36.

Los hallazgos revelan que la mayoría de los síntomas se redujeron para las tres pacientes después de las diez sesiones de entrenamiento repartidas en grupos de 3 sesiones a la semana: el dolor musculoesquelético extendido, la rigidez matutina, los desórdenes del sueño, los dolores de cabeza, el síndrome del colon irritable y la fatiga crónica se resolvieron para el caso de la paciente uno. El dolor musculoesquelético extendido, la parestesia subjetiva y el síndrome femenino uretral en el caso de la paciente dos. Finalmente, el dolor musculoesquelético extendido, la rigidez matutina, los problemas de

sueño, el síndrome uretral femenino, los dolores de cabeza y la parestesia en las manos se redujeron para la tercera paciente.

En general se redujo la percepción de fatiga y dolor en los tres casos, también se encontró un importante progreso en los niveles de ansiedad y depresión. Las pacientes uno y dos mostraron mejorías en todas las subescalas de la SF-36, y finalmente se observó una tendencia de aumento en el SMR y un decremento importante en los valores de theta para todas las pacientes.

En otro estudio posterior llevado a cabo por los mismos autores: Kayiran, Dursun, Dursun, Ermutlu y Karamursel (2010), se pretendía demostrar que el neurofeedback resultaba efectivo para tratar los signos y síntomas de la fibromialgia, con una muestra más grande y empleando el mismo protocolo. Con tal fin, crearon un diseño con grupo control, ciego del evaluador y participantes asignados al azar, con una muestra constituida por 36 pacientes cuyas edades oscilaban entre los 16 y los 49 años.

Los participantes del grupo control recibieron un tratamiento con escitalopram –un inhibidor selectivo de la recaptación de la serotonina con pocos efectos colaterales que ha demostrado ser altamente efectivo para tratar esta afección- durante ocho semanas, mientras que los del experimental hicieron parte de un programa de entrenamiento con neurofeedback con el protocolo del SMR, por 20 sesiones durante cuatro semanas. Se encontró que ambos grupos tuvieron significativas mejorías en la sintomatología tanto física como psicológica, a través de mediciones efectuadas con diversas escalas entre las cuales se encontraban la visual analógica del dolor y la fatiga, la de depresión y ansiedad de Hamilton, la de depresión y ansiedad de Beck y el cuestionario de impacto de la fibromialgia (FIQ) entre otras.

Adicionalmente, se estableció que las mejorías en comparación con la línea base, comenzaron a manifestarse durante la segunda semana para los dos grupos, pero el máximo de eficacia terapéutica fue visible durante la cuarta semana para el grupo experimental y durante la octava para el grupo control. Habiendo medido la actividad electroencefalográfica, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a las amplitudes del ritmo electroencefalográfico de los participantes del grupo experimental, sin embargo, la proporción theta/SMR tuvo un decremento importante hacia la cuarta semana con respecto a la línea base.

Teniendo en cuenta que el seguimiento de los efectos del tratamiento se prolongó hasta la semana 24 y que los resultados positivos se mantuvieron en ambos grupos, pero que los índices del grupo experimental fueron significativamente más favorables que los del grupo control, los autores concluyeron que el neurofeedback era efectivo para tratar la fibromialgia. Sin embargo, existen algunas limitaciones en el estudio, como el hecho de que se encontraran tantas diferencias en el pre-test entre grupos detectadas en las mediciones efectuadas con escalas tales como HAS, HDS, BAS y en la sub-escala de funcionamiento social del SF- 36, que revelaban importantes diferencias en los niveles de ansiedad y depresión, siendo los del grupo control más elevados.

Lo anterior hace que los resultados no sean del todo confiables, algo que se complica aún más si se tiene en cuenta que debido al tamaño reducido de la muestra, las mediciones estadísticas podían verse afectadas, reservas planteadas por los autores mismos.

El estudio efectuado por Caro y Winter (2011) pretendía demostrar que el neurofeedback electroencefalográfico (también mediante el protocolo del SMR) mejoraba las habilidades atencionales y por consiguiente reducía la percepción del dolor en los pacientes con fibromialgia; o dicho de otra forma, que el funcionamiento mejorado del

sistema nervioso repercutía directamente en la experiencia de los síntomas somáticos. En el diseño –un estudio con grupo control- hicieron parte del grupo experimental 15 pacientes con dificultades atencionales y fibromialgia demostradas, 14 mujeres y un hombre con edades entre los 37 y los 84 años y con una gran variedad de condiciones médicas adicionales que incluían artritis, osteoporosis y desgarró del mango rotador entre otras. 63 pacientes también con fibromialgia -seleccionados de una base de datos históricos a nivel nacional- que habían recibido tratamiento médico pero no habían participado en el entrenamiento con neurofeedback sirvieron como grupo control.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los pacientes que recibieron el tratamiento con neurofeedback mejoraron significativamente su desempeño en las tareas de atención a estímulos visuales, pero no en las de estímulos auditivos, cuya línea base había sido previamente establecida a través de las pruebas de desempeño continuo visual y auditivo (CPT) aplicadas únicamente en el grupo experimental. Por otra parte, los síntomas relacionados con el dolor y la fatiga disminuyeron también, pero únicamente en el grupo experimental, pues en el grupo control no se dieron mejorías importantes.

Se encontraron una serie de correlaciones mediante las CPT visuales, todas ellas negativas y referidas específicamente al dolor producido por la fibromialgia: una de ellas con el índice de ADHD, otra con los errores de comisión y otra con el D-prime (índice de detección de estímulos). Una correlación adicional entre la fatiga y los errores de comisión fue establecida. Las mediciones finales fueron efectuadas después de 40 o más sesiones de entrenamiento y los hallazgos no fueron monitoreados tras la finalización del tratamiento. En términos de las debilidades metodológicas de este estudio, no existió pleno control por parte de los experimentadores en relación con la asignación de los pacientes a los dos grupos y la media de edades difirió notablemente entre los del grupo control -16 años

menores en promedio- y los del experimental, lo cual pudo haber influido en los resultados, restándoles confiabilidad.

### **Evaluación Sumatoria de los Estudios**

A continuación se mostrarán los resultados obtenidos de la revisión realizada. Primero se presentarán los relacionados con el entrenamiento con neurofeedback para el tratamiento de la depresión, en este apartado se hará una evaluación de los once estudios encontrados respecto a este tema.

De los cinco estudios que usaron un protocolo asimetría alfa (Baehr, et al., 1997; Baehr et al., 1999; Baehr et al., 2013; Choi et al., 2011; Earnest, 2008) para el tratamiento de la depresión, puede decirse que aunque en todos se observó algún efecto positivo, en el realizado por Baehr et al., en 1997, los autores resaltan la posible utilidad del tratamiento con neurofeedback, si se usa de manera paralela con otros tratamientos. También se encuentra otro estudio en el que uno de los cinco sujetos no obtiene beneficios del tratamiento (Baehr et al., 1999) y cuatro años después sólo tres sujetos mantienen los efectos del neurofeedback en sus síntomas depresivos.

En los dos estudios revisados en los que se empleó un protocolo alfa-theta para la disminución de síntomas depresivos (Raymond et al., 2005; Saxby y Peniston, 1995), se obtuvieron resultados positivos después del entrenamiento con neurofeedback.

El nuevo protocolo desarrollado por Machado y van Deusen (2011), que pretendía tomar los aspectos que consideraron más relevantes de los protocolos que hasta ahora han resultado más efectivos para el tratamiento de la depresión, tuvo efectos positivos en la disminución de estos síntomas.

La única investigación llevada a cabo para el tratamiento de la depresión con uso de un protocolo Roshi (Hammond, 2000), arrojó resultados positivos que lograron mantenerse a largo plazo.

El uso de los protocolos SMR (12-15 Hz) y Beta (15-18 Hz) para la reducción de la depresión empleado en el estudio realizado por Putman en 2008, no resultó tan efectivo, pues los cambios obtenidos en los niveles de depresión no fueron estables.

Sólo se encontró un estudio en el que se usó la resonancia magnética funcional para la regulación emocional (Johnston et al., 2009). Los resultados sugieren la utilidad de este método en dicho aspecto.

De acuerdo con lo anterior, es posible decir que de los once estudios revisados sobre el efecto del entrenamiento en neurofeedback, todos (excepto el llevado a cabo por Putman, 2008) reportaron resultados favorables del neurofeedback en el tratamiento de la depresión. El protocolo que hasta ahora ha sido más empleado y demostrado tener mayor influencia sobre el estado de ánimo, es el protocolo de asimetría alfa.

En cuanto a la eficacia dentro de la jerarquía de poder científico, es posible decir que la mayoría de los estudios revisados (siete de los once) fueron estudios descriptivos, de caso sin control (Baehr et al., 1997; Baehr et al., 1999; Baehr et al., 2001; Earnest, 2008; Hammond, 2000; Machado 2011; Putman, 2002). Sólo uno de los estudios fue de lista de espera (Choi et al., 2011); otro de los estudios fue de único ciego de control y aleatorio de asignación (Raymond et al., 2005) y los otros dos estudios grupales de aplicación pre y post (Johnston et al., 2009; Saxby y Peniston, 1995). De los siete estudios de caso sin control, seis mostraron resultados positivos. El estudio de lista de espera el de único ciego de control aleatorio de asignación y los grupales de aplicación pre y post también arrojaron resultados positivos. Aunque evidentemente la mayoría demostró una disminución de

síntomas depresivos con el entrenamiento en neurofeedback, muchos de estos eran estudios de caso sin control, lo que sugiere que en su mayoría tienen una evidencia científica débil, que podría mejorar si hubiese mayor control de variables dependientes e independientes.

Dentro de las debilidades metodológicas podría resaltarse el reducido tamaño de las muestras en todos los artículos revisados. Cuatro de los estudios revisaron un único caso, y la muestra más grande fue de 14 sujetos. Además de esto, la administración de otro tipo de tratamiento (entrenamiento en relajación, fármacos, psicoterapia, etc.) durante el entrenamiento con neurofeedback fue común, ésta fue una debilidad en siete de los once artículos revisados sobre depresión.

Por otro lado, se encontró que en una de las investigaciones llevada a cabo por (Baehr et al., 1999) participaron dos sujetos que ya habían recibido entrenamiento con neurofeedback (Baehr et al., 1997). El primer estudio reportó resultados positivos, sin embargo, se encontró que en el estudio de seguimiento realizado dos años más tarde, estos mismos sujetos tenían nuevamente síntomas depresivos, lo que sugiere que la efectividad del entrenamiento, al menos en el primer estudio no permitió mantener efectos positivos a largo plazo.

En el caso del estudio realizado por Johnston et al., (2009) se encontró que estos autores excluyeron del análisis a uno de los sujetos, pues mostró persistencia en los síntomas depresivos en la evaluación post-test.

En otra de las investigaciones, la medición pre-test no fue realizada a uno de los tres participantes (Baehr et al., 2001) y las mediciones para evaluar la efectividad a largo plazo, fueron realizadas en diferentes momentos a cada sujeto. Una última debilidad metodológica que resulta pertinente nombrar, es la de un estudio en el que la disminución de los síntomas

depresivos se generó en mayor medida al inicio del tratamiento, lo que puede reflejar la influencia del efecto placebo (Machado y van Deusen, 2011).

A continuación se presenta la evaluación de los seis artículos revisados sobre el entrenamiento con neurofeedback para la ansiedad.

En todos los estudios revisados fueron utilizados protocolos diferentes; El primer artículo pretendía disminuir los niveles de ansiedad usando el protocolo Roshí (Overcash, 2005). El segundo protocolo fue el beta y SMR, siendo solo el SMR beneficioso para el aumento de la calma en pacientes sanos (Gruzelier, en prensa). El tercer protocolo empleado fue el protocolo beta (Michael, Krishnaswamy y Mohamed, 2005). El cuarto protocolo utilizado fue el de un canal de respuesta de neurofeedback (Jacobs, 2005). El quinto, fue el de supresión de alfa y entrenamiento en simetría del alfa, que mostraron resultados positivos en la reducción de la ansiedad (Kerson, Sherman y Kozlowski, 2009). Y el último fue el de aumento de la actividad SMR y disminución del alfa y theta y el aumento de la actividad beta y el decremento de la actividad alta de beta; el uso de estos protocolos mostró reducción de los síntomas ansiosos, excepto el protocolo beta empleado en el estudio de Gruzelier (en prensa).

De acuerdo con lo anterior, es posible decir que en los seis estudios revisados sobre el efecto del entrenamiento en neurofeedback en la ansiedad, se evidenciaron resultados positivos de esta técnica.

En cuanto a la posición dentro de la jerarquía de poder científico, en dos de las investigaciones se empleó un estudio de caso único, dos estudios utilizaron la aplicación grupal pre y post-test y finalmente se encontraron dos estudios de diseño de lista de espera. Eso sugiere que la mayoría de los estudios poseen una débil evidencia científica.

Frente a las debilidades metodológicas es posible resaltar que tanto en el estudio realizado por Gruzelier (en prensa) como en el llevado a cabo por Jacobs (2005) se encontró como debilidad metodológica el tamaño de la muestra (dos sujetos) y el tipo de estudio empleado. En el artículo realizado por Overcash (2005) como debilidad metodológica se resalta la ausencia de una prueba psicométrica para la medición de la ansiedad. Por otro lado, en uno de los estudios realizados (Michael et al., 2005) se muestra como debilidad metodológica la utilización de los puntajes obtenidos por el grupo que no aceptó hacer parte del tratamiento, ya que los resultados obtenidos por el grupo experimental pueden haberse visto influidos por las creencias positivas respecto a los efectos del neurofeedback en los niveles de ansiedad, lo que puede causar un efecto placebo.

Tanto en el estudio realizado por Kerson et al. (2009) como el de Overcash (2005), la utilización de tres tipos de entrenamiento de manera sucesiva puede ser considerada una debilidad metodológica, ya que no se sabe realmente si la efectividad del entrenamiento surge a partir de la unión de todos los tratamientos o a partir de alguno de ellos. Finalmente, en el estudio elaborado por Faridnia et al. (2012) como debilidad metodológica se encuentra que únicamente se valoraron mujeres.

Por otro lado, en los estudios relacionados con el entrenamiento con neurofeedback para el manejo del trastorno obsesivo compulsivo, se revisaron tres artículos, los cuales utilizaron como protocolo de neurofeedback el electroencefalograma cuantitativo obteniendo resultados positivos en dos de ellos para el manejo de las compulsiones. Por otro lado el artículo revisado por Barzegary et al. (2011) se muestra resultados positivos del entrenamiento para el manejo de las compulsiones y frente a las obsesiones muestra que

esté ayuda a disminuir la sintomatología asociada. Lo que muestra un resultado positivo en los tres artículos para el manejo del trastorno obsesivo compulsivo.

Respecto a la posición dentro de la jerarquía de poder científico, en el cual dos de los estudios como método utilizaron estudio de caso y el otro un estudio semi-experimental con lista de espera, lo que sugiere que la mayoría de los estudios poseen una débil evidencia científica.

Frente a las debilidades metodológicas se encuentra que en el estudio realizado por Hammond (2003), uno de los pacientes a la par del entrenamiento con neurofeedback se encontraba tomando medicación lo que pudo afectar los puntajes obtenidos dentro de la investigación. Por otro lado en la investigación realizada por Hammond (2004) como debilidad se observa el tamaño de la muestra y el tipo de estudio que se utilizó. Finalmente se encuentra que en el estudio de Barzegary et al. (2011) que tanto el tamaño de la muestra y la poca información sobre los pacientes como debilidad metodológica.

Ahora bien, respecto al estudio revisado sobre la ira se encuentra como protocolo de investigación el LENS el cual muestra resultados positivos frente a la valoración cualitativa, sin embargo los resultados de orden cuantitativo no mostraron diferencia significativa.

Respecto a la eficacia dentro de la jerarquía de poder científico este estudio se llevó a cabo mediante el método de estudio de caso, el cual posee una débil evidencia científica.

De acuerdo a las debilidades metodológicas dentro del estudio se encuentra el tamaño de la muestra y el tipo de estudio que se utilizó.

En relación con la fibromialgia, se revisaron en total ocho artículos, siete de los cuales eran estudios y uno que correspondía a una serie de comentarios frente a uno de ellos. Dos de las investigaciones revisadas trabajaron con el protocolo del sistema

neuroterapéutico Flexyx (FNS), dos con el neurofeedback de baja intensidad (LENS) y tres con el protocolo del ritmo sensoriomotor (SMR).

Los artículos que describieron estudios realizados con el FNS, Mueller et al. (2001) y Kravitz et al. (2006), presentan hallazgos significativamente distintos, aunque en líneas generales, ambos concluyen que este método no puede considerarse efectivo aún. Mientras Mueller et al. (2001) plantean que es un tratamiento cuyas evidencias preliminares ameritan una investigación más exhaustiva y que genera efectos positivos a nivel de la reducción de ciertos síntomas, que además continúan mejorando tiempo después del tratamiento; Kravitz et al. (2006) encuentran una serie de efectos colaterales bastante importantes, siendo el único estudio en el que dichos efectos fueron reportados por los participantes y cuyas mejorías mínimas desaparecieron poco tiempo después de concluida la aplicación del neurofeedback.

Pese a las diferencias presentes entre estas investigaciones, como punto común, ambos estudios llevan a concluir que no es viable usar el Flexyx como único tratamiento para la fibromialgia. Como explicación para la aparición de efectos colaterales en el estudio efectuado por Kravitz et al. (2006), Ochs (2006a) afirma que fue una falla en el hardware la causante de los mismos, de modo que al no haber estado presente dicha falla en el estudio de Mueller et al. (2001), tampoco existieron estos efectos.

En cuanto a los estudios que emplearon el LENS (Larsen et al., 2006; Nelson et al., 2010), ambos reportan mejoras significativas en la presentación de los síntomas por parte de los pacientes; sin embargo, en el segundo caso, se encuentra que los efectos no perduraron a largo plazo y que de hecho las diferencias en la medida principal, que era el FIQ, no fueron significativas entre grupo control y grupo experimental, es decir, que aunque los pacientes mejoraron, no fue necesariamente por la aplicación del LENS. Los

autores de ambas investigaciones coinciden en que no es recomendable usar este método como único tratamiento.

En las investigaciones que emplearon el protocolo del SMR, (Caro y Winter, 2011; Kayiran et al., 2007 y 2010), se obtuvieron resultados positivos a nivel general, aunque en el último estudio, frente a los niveles atencionales, sólo mejoraron en tareas visuales mas no en las auditivas. En todo caso, la fatiga y el dolor sí se redujeron en todos los casos, e incluso la mejoría se mantuvo durante el seguimiento del estudio realizado por Kayiran et al. (2010), que fue el único de los tres que monitoreó los efectos a largo plazo.

En términos de la jerarquía de poder científico, se encontró que entre los siete estudios revisados uno era un diseño con pretest y posttest, dos eran diseños de grupo control con tratamiento placebo, doble ciego y participantes asignados al azar, uno era un estudio retrospectivo con ciego del evaluador, uno era diseño de grupo control, ciego del evaluador y participantes asignados al azar, otro era un diseño con grupo control únicamente y finalmente, uno era un estudio de caso. En relación con el tipo de diseño en concreto, se encuentra por ejemplo que en el estudio de Caro y Winter (2011), no existe claridad frente a la forma de asignación de los pacientes al grupo experimental, mientras que en el grupo control, la muestra está constituida por una serie de pacientes de una base de datos, cuyo tratamiento fue efectuado bastante tiempo atrás y cuyos criterios de selección no están descritos.

En el estudio de caso, realizado por Kayiran et al. (2007), la muestra no resulta significativa, al igual que la que se encuentra en Caro y Winter (2011), en la que solo hay 15 pacientes en el grupo experimental frente a 63 del grupo control.

La debilidad metodológica más frecuente, que se evidenció en cinco de los siete estudios revisados, fue que junto al tratamiento con neurofeedback, los pacientes o bien

recibían tratamientos adicionales tales como masajes o estimulación fotónica (Larsen et al., 2006; Mueller et al., 2001), o bien continuaban con su medicación previa (Kayiran et al., 2010; Kravitz et al., 2006; Nelson et al., 2010), de manera que no es posible asegurar que los beneficios obtenidos sean producto del NFB.

Otra situación recurrente fue encontrar que aunque las muestras fueron en general más grandes que las presentes en los estudios de los otros campos de aplicación, estaban constituidas predominantemente por mujeres, lo cual refleja la predominancia epidemiológica de género que se da en esta patología; además, las características sociodemográficas eran casi totalmente homogéneas, y varios autores resaltaron la importancia de evaluar la efectividad de los tratamientos en población con características más diversas (Caro y Winter, 2011; Kayiran et al., 2007; Mueller et al., 2001 y 2010; Nelson et al., 2010).

### **Discusión**

Como se mencionó anteriormente, el objetivo del presente trabajo fue realizar una revisión de la literatura relacionada con aspectos generales del entrenamiento con neurofeedback y su efectividad en el tratamiento de trastornos de ansiedad y del estado del ánimo y la fibromialgia; para lograrlo, se realizó una búsqueda en las bases de datos ISI y SCOPUS y posteriormente se seleccionaron 54 fuentes que sirvieron de base para desarrollar el presente escrito. De estas fuentes, 29 fueron estudios en los que se evaluó la efectividad del tratamiento en las dos áreas mencionadas anteriormente (once artículos de depresión, seis de ansiedad, tres de TOC, uno de ira, y ocho de fibromialgia), estos fueron revisados prestando especial atención a los aspectos metodológicos.

De acuerdo con la revisión realizada, se encuentra que en el tratamiento de depresión con neurofeedback, el protocolo de asimetría alfa es el que más se empleó; en la

mayoría de los estudios (diez de once) se reportaron efectos positivos del neurofeedback en la disminución de síntomas depresivos, sin embargo, siete de los once estudios revisados fueron descriptivos de caso sin control, lo que disminuye su posición en la jerarquía de poder científico. Además de esto, fueron encontradas otras debilidades metodológicas, como el uso de otros tratamientos paralelos al entrenamiento con neurofeedback, un posible efecto placebo reflejado en los resultados, la exclusión de sujetos en los resultados y falta de datos en la medición pretest.

En relación con la ansiedad, se encontró que los seis estudios revisados arrojaron resultados favorables para la reducción de la sintomatología ansiosa, sin embargo, el tipo de estudio empleado en los seis sugiere una débil evidencia científica: dos de los estudios emplearon un estudio de caso, dos grupales con pre y postest y los restantes fueron estudios con lista de espera. Otras debilidades metodológicas evidenciadas fueron el uso de tratamientos alternativos como medicamentos, sesgo de género y la ausencia del uso de instrumentos psicométricos para la medición de los síntomas.

En cuanto a los tres estudios sobre la efectividad del entrenamiento con neurofeedback en el trastorno obsesivo compulsivo, se encontró que dos de estos fueron estudios de caso y el otro un estudio experimental. En los tres se encontró que el neurofeedback tuvo efectos positivos. sin embargo, el tipo de estudios empleados los posiciona como estudios con débil evidencia científica. Dentro de las debilidades metodológicas se encontró el empleo de tratamientos paralelos al entrenamiento.

En cuanto al estudio de ira, en el cual se empleó un estudio de caso, no se evidenciaron resultados positivos a nivel cuantitativo.

En relación con la fibromialgia se encontró que los estudios con los resultados más favorables fueron los llevados a cabo a través del entrenamiento con el protocolo del SMR;

aunque los efectuados con el LENS y el FNS también arrojaban algunas mejoras, pero en menor medida, especialmente los que usaron este último protocolo. A nivel metodológico, la debilidad predominante, tal como sucede con los demás campos de aplicación revisados, es la utilización de tratamientos paralelos al neurofeedback; sin embargo, otras pueden ser la dificultad para establecer los criterios de asignación a los diferentes grupos, el predominio de poblaciones con características muy homogéneas, la presencia de efecto placebo, el alto grado de comorbilidad de la fibromialgia, que no siempre es tomado en cuenta al analizar los resultados, y la situación epidemiológicamente determinada de que las muestras estén predominantemente constituidas por mujeres.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, es posible afirmar que ninguno de los artículos revisados muestra resultados concluyentes sobre la efectividad del neurofeedback, en general, las muestras usadas son muy pequeñas y fue posible ver distintas fallas metodológicas en el desarrollo de los estudios.

En la mayoría se registraron resultados positivos, lo que permite concluir que el neurofeedback puede constituir una herramienta valiosa para el tratamiento de algunas alteraciones psicológicas, sin embargo, es necesario llevar a cabo investigaciones cuyas variables estén mucho más controladas y en las que se preste especial atención a los aspectos metodológicos que al final determinan la validez científica de los estudios.

Otro aspecto que tiene gran relevancia, es el tamaño de la muestra, futuras investigaciones podrían llevarse a cabo con muestras mayores y más diversas.

### Referencias

- Artieda, J., Alegre, M., Valencia, M., Urrestrarazu, E., Pérez, M., Nicolás, M... Iriarte, J. (2009). Oscilaciones cerebrales: papel fisiopatológico y terapéutico en algunas enfermedades neurológicas y psiquiátricas. *Anales del Sistema Sanitario Navarra*, 32(3), 45-60.
- Baader, T., Molina, J., Venezian, S., Rojas, C., Farías, R., Fierro, C. ... Mundt, C. (2012). Validación y utilidad de la encuesta PHQ-9 (PatientHealthQuestionnaire) en el diagnóstico de depresión en pacientes usuarios de atención primaria en Chile. *Revista Chilena de Neuro-psiquiatría*, 50(1), 10-22.
- Baehr, E., Rosenfeld, J. P. y Baehr, R. (1997). The clinical use of an Alpha Asymmetry Protocol in the neurofeedback treatment of depression. *Journal of Neurotherapy*, 2(3), 10-23. doi: 10.1300/J184v02n03\_02
- Baehr, E., Rosenfeld, J. P. y Baehr, R. (2001). Clinical use of an Alpha Asymmetry Neurofeedback Protocol in the treatment of mood disorders: Follow-up study one to five years post therapy. *Journal of Neurotherapy*, 4, 11-18.
- Baehr, E., Rosenfeld, J. P., Baehr, R. y Earnest, C. (1999). 8 - Clinical use of an alpha asymmetry neurofeedback protocol in the treatment of mood disorders. En R. E. James y A. Andrew (Eds.), *Introduction to quantitative EEG and neurofeedback* (pp. 181-201). San Diego: Academic Press.
- Barzegary, L., Yaghubi, H. y Rostami, R. (2011). The effect of QEEG- guided neurofeedback treatment in decreasing of OCD symptoms. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 30, 2659-2662.

- Caro, X. J. y Winter, E. F. (2011). EEG biofeedback treatment improves certain attention and somatic symptoms in fibromyalgia: A pilot study. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 36(3), 193-200. doi: 10.1007/s10484-011-9159-9
- Choi, S. W., Chi, S. E., Chung, S. Y., Kim, J. W., Ahn, C. Y. y Kim, H. T. (2011). Is alpha wave neurofeedback effective with randomized clinical trials in depression? A pilot study. *Neuropsychobiology*, 63(1), 43-51. doi: 10.1159/000322290
- Clauw, D. y Taylor-Moon, D. (2010). *Fibromialgia*. Recuperado de <http://www.arcarthritiscclinic.com/Documents/fibromyalgia-esp.pdf>
- Coben, R., Linden, M. y Myers, T. (2010). Neurofeedback for Autistic Spectrum Disorder: A Review of Literature. *Applied Psychophysiology y Biofeedback*, 35,83-105.
- Cynthia Kerson, C., Sherman, R. A. y Kozlowski, G.P.(2009). Alpha Suppression and Symmetry Training for Generalized Anxiety Symptoms. *Journal of Neurotherapy*, 13,146-155.
- Dias, A. M. y van Deusen, A. (2011). A New Neurofeedback Protocol for Depression. *Spanish Journal of Psychology*, 14(1), 374-384. doi: 10.5209/rev\_SJOP.2011.v14.n1.34
- Dixon, T. (2011). Understanding Anxiety Problems. Recuperado de <http://www.help-for.com/anxietyebook.pdf>
- Earnest, C. (1999). Single Case Study of EEG Asymmetry Biofeedback for Depression. *Journal of Neurotherapy*, 3(2), 28-35. doi: 10.1300/J184v03n02\_04
- Egner, T., Strawson, E. y Gruzelier, J.(2002). EEG signature and phenomenology of alpha/theta neurofeedback training versus mock feedback. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27(4), 261-270.
- Emotiv. (2013). Recuperado de <http://www.emotiv.com/>

- Faridnia, M., Shojaei, M. y Rahimi, A. (2012). The effect of neurofeedback training on the anxiety of elite female swimmers. *Annals of Biological Research*, 3, 1020-1028.
- Fultz, D. (2009). The Current Status of Behaviorism and Neurofeedback. *International Journal of Behavior Consultation and Therapy*, 5, 160-162.
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Vogel, C., Schlamp, D., Kratz, O. ... Heinrich, H. (2009). Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomised controlled clinical trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50, 780–789.
- Gruzelier, J. H. (en prensa). Differential effects on mood of 12–15 (SMR) and 15–18 (beta1) Hz neurofeedback. *International Journal of Psychophysiology*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.11.007>
- Hammond, D. C. (2000). Neurofeedback Treatment of Depression with the Roshi. *Journal of Neurotherapy*, 2, 45-56.
- Hammond, D. C. (2003). QEEG-guided neurofeedback in the treatment of obsessive compulsive disorder. *Journal of Neurotherapy*, 7, 25-52.
- Hammond, D. C. (2004). Treatment of the obsessional subtype of obsessive compulsive disorder with neurofeedback. *Biofeedback*, 32, 9-12.
- Hammond, D. C. (2010). LENS Neurofeedback Treatment of Anger: Preliminary Reports. *Journal of Neurotherapy*, 14, 162-169.
- Hammond, D. C., La Vaque, T., Lehrer, P., Matheson, D., Perry, J., Sherman, R. y Trudeau, V. (2002). Template for Developing Guidelines for the Evaluation of the Clinical Efficacy of Psychophysiological Interventions. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27(4), 273-281.

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1991). *Metodología de la investigación*. México DF: McGraw-Hill Interamericana de México.
- Innovaciones software y servicios. (2004). Neurofeedback y biofeedback. Recuperado de [http://innovacionessoftware.com/innova/index.php?option=com\\_content&task=blogcategory&id=22&Itemid=42](http://innovacionessoftware.com/innova/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=22&Itemid=42)
- Jacobs, E. H. (2005). Neurofeedback Treatment of Two Children with Learning, Attention, mood, Social, and Developmental Deficits. *Journal of Neurotherapy*, 9, 55-70.
- Johnston, S. J., Boehm, S. G., Healy, D., Goebel, R. y Linden, D. E. J. (2010). Neurofeedback: A promising tool for the self-regulation of emotion networks. *NeuroImage*, 49, 1066-1072
- Kayiran, S., Dursun, E., Dursun, N., Ermutlu, N. y Karamursel, S. (2010). Neurofeedback Intervention in Fibromyalgia Syndrome; a Randomized, Controlled, Rater Blind Clinical Trial. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 35(4), 293-302. doi: 10.1007/s10484.010.9135.9
- Kayiran, S., Dursun, E., Ermutlu, N., Dursun, N., y Karamursel, S. (2007). Neurofeedback in fibromyalgia syndrome. *Agri*, 19(3), 47-53.
- Klimesch, W., Freunberger, R., Sauseng, P., y Gruber, W. (2008). A short review of slow phase synchronization and memory: Evidence for control processes in different memory systems? *Brain Research*, 1235, 31-44. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2008.06.049>
- Kravitz, H. M., Esty, M. L., Katz, R. S. y Fawcett, J. (2006). Treatment of fibromyalgia syndrome using low-intensity neurofeedback with the flexyx neurotherapy system: A randomized controlled clinical trial. *Journal of Neurotherapy*, 10(2-3), 41-58. doi: 10.1300/J184v10n02\_03

- Larsen, S., Harrington, K. y Hicks, S. (2006). The LENS (Low Energy Neurofeedback System): A Clinical Outcomes Study on One Hundred Patients at Stone Mountain Center, New York. *Journal of Neurotherapy*, 10(2-3), 69-78. doi: 10.1300/J184v10n02\_06
- Lofthouse, N., Arnold, E. y Hurt, E. (2012). Current Status of Neurofeedback for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Current Psychiatry Reports*, 14 (5), 536-542.
- Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. Cambridge, MA, EE. UU.: MIT Press.
- McGuire, D. y Chicoine, B. (2010). Bienestar mental en los adultos con síndrome de Down. Recuperado de [http://www.dincat.cat/bienestar-mental-en-los-adultos-con-s%C3%ADndrome-de-down-\\_95605](http://www.dincat.cat/bienestar-mental-en-los-adultos-con-s%C3%ADndrome-de-down-_95605)
- Métodos de registro.*(s. f.) Recuperado el 31 de Octubre de 2012, de <http://www.neuropsicol.org/Np/eeg.html>
- Michael, A. J., Krishnaswamy, S., y Mohamed, J. (2005). An open label study of the use of EEG biofeedback using beta training to reduce. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 1(4), 357-363.
- Moriyama, T., Polanczyk, G., Caye A., Banaschewsky, T., Brandeis, D. y Rohde, L. (2012) Evidence-Based Information on the Clinical Use of Neurofeedback for ADHD. *Neurotherapeutics*, 9(3), 588-598.
- National Institute of Mental Health. (2009). *Women and Depression. Discovering Hope*. Recuperado de [http://www.nimh.nih.gov/health/publications/women-and-depression-discovering-hope/women\\_depression\\_09\\_17\\_09\\_in\\_04\\_final.pdf](http://www.nimh.nih.gov/health/publications/women-and-depression-discovering-hope/women_depression_09_17_09_in_04_final.pdf)

- Nelson, D. V., Bennett, R. M., Barkhuizen, A., Sexton, G. J., Jones, K. D., Esty, M. L., . . . Donaldson, C. C. S. (2010). Neurotherapy of Fibromyalgia? *Pain Medicine*, *11*(6), 912-919.
- Neurobit Systems. (2013). Recuperado de <http://www.neurobitsystems.com/es/>
- Neurofeedback Manizales. (2012). Recuperado de <http://neurofeedbackco.blogspot.com/>
- Ochs, L. (2006a). Comment on the Treatment of Fibromyalgia Syndrome Using Low-Intensity Neurofeedback with the Flexyx Neurotherapy System: A Randomized Controlled Clinical Trial, or How to Go Crazy Over Nearly Nothing. *Journal of Neurotherapy*, *10*(2-3), 59-61. doi: 10.1300/J184v10n02\_04
- Ochs, L. (2006b). The Low Energy Neurofeedback System (LENS): Theory, Background, and Introduction. *Journal of Neurotherapy*, *10*, 5-39.
- Overcash, S. J. (2005). The Effect of ROSHI Protocol and Cranial Electrotherapy Stimulation on a Nine-Year-Old Anxious, Dyslexic Male with Attention Deficit Disorder: A Case Study. *Journal of Neurotherapy*, *9*, 63-77.
- Pérez-Pareja, J., Sesé, A., González-Ordi, H. y Palmer, A. (2010). Fibromyalgia and chronic pain: Are there discriminating patterns by using the Minnesota Multiphasic Personality Inventory-2 (MMPI-2)? *International Journal of Clinical and Health Psychology*, *10*(1) 41-56.
- Pinel, J. P. (2006). Métodos de investigación en biopsicología. En J. P. Pinel (Ed.), *Biopsicología* (6ª. ed., pp. 117-118). Madrid: Pearson.
- Psicoaprende. (2013). Neurofeedback ¿Qué es el neurofeedback? Recuperado de <http://www.psicoaprende.com/wp/neurofeedback.html>

- Putman, J. A. (2002). EEG Biofeedback on a Female Stroke Patient with Depression: A Case Study. *Journal of Neurotherapy*, 5(3), 27-38. doi: 10.1300/J184v05n03\_04
- Ramos-Arguelles, F., Morales, G., Egozcue, S., Pabón, M., y Alonso, T. (2009). Técnicas básicas de electroencefalografía: principios y aplicaciones clínicas. *Sistema Sanitario Navarra*, 32(3), 69-82.
- Raymond, J., Varney, C., Parkinson, L. A. y Gruzelier, J. H. (2005). The effects of alpha/theta neurofeedback on personality and mood. *Cognitive Brain Research*, 23(2-3), 287-292. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.10.023>
- Rossiter, T. (2004). The Effectiveness of Neurofeedback and Stimulant Drugs in Treating AD/HD: Part I. Review of Methodological Issues. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 29(2), 85-112.
- Saxby, E., y Peniston, E. (1995). Alpha-Theta brainwave neurofeedback training: an effective treatment for male and female alcoholics with depressive symptoms. *Journal of Clinical Psychology*, 51, 685-693.
- Sterman, B. y Egener, T. (2006). Foundation and Practice of Neurofeedback for the Treatment of Epilepsy. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 31(1), 21-34.
- Tovar Sánchez, M. A. (2005). Fibromialgia. *Colombia Médica*, 36, 287-291.
- Uhlhaas, P., Rodríguez, E., Rotarska, A., Roux, F. y Wolf, S. (2009). Neural synchrony and the development of cortical networks. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(2), 72-80.
- Van Outsem, R. (2011). The applicability of neurofeedback in forensic psychotherapy: a literature review. *The Journal of Forensic Psychiatry and Psychology*, 22, 223-242.

Vernon, D., Frinck, A., y Gruzelier, J. (2004). Neurofeedback as a treatment for ADHD: A Methodological Review with Implications for Future Research. *Journal of Neurotherapy*, 8, 53-82.



Acta de Aprobación del trabajo de grado

Los aquí firmantes certificamos que el trabajo de grado elaborado por

1. Laura Barrera Fern
2. Estefanía Gómez Olivella
3. Lisa Fernanda Prieto Lizorazo

Titulado: Efectividad del tratamiento con neurofeedback en trastornos del estado de ánimo, ansiedad y fibromialgia: Una revisión de literatura

Cumple con los estándares de calidad exigidos por el programa de psicología para la aprobación del mismo.

Esta acta se firma a los 31 días del mes de Mayo de 2013.

Comité de trabajo de grado:

Oliver Müller  
Firma del Director

31-05-2013  
Fecha

Luis Ramirez  
Firma del Coordinador de T.G.

4-Jun-2013  
Fecha

Lisa Fernanda Prieto Lizorazo  
Firma del Estudiante

31-05-2013  
Fecha

Laura Barrera Fern

Laura Barrera Fern