

# ¿Es efectivo el entrenamiento en Neurofeedback para el tratamiento del TDAH? Resultados a partir de una revisión sistemática

Is Neurofeedback training an efficacious treatment for ADHD?  
Results from a systematic review

Juana Gaviria Loaiza<sup>1</sup>, Liliana Calderón-Delgado<sup>2</sup>, Mauricio Barrera-Valencia<sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup> Universidad CES, <sup>3</sup> Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Forma de citar: Gaviria, J., Calderón-Delgado, L. & Barrera-Valencia, M. (2014). ¿Es efectivo el entrenamiento en Neurofeedback para el tratamiento del TDAH?: Resultados a partir de una revisión sistemática. *CES Psicología*, 7(1), 16-34.

## Resumen

El objetivo del presente trabajo es establecer, a partir de la revisión sistemática de artículos empíricos publicados entre 2001 y 2011, la viabilidad del uso del Neurofeedback como técnica de entrenamiento para disminuir los síntomas del Trastorno por déficit de atención-hiperactividad en población infantil y adolescente. Se identificaron 88 artículos y con base en los criterios de inclusión definidos previamente, se seleccionó un total de 11 artículos. La evaluación de eficacia se hizo con base en los criterios definidos por la Asociación de Psicofisiología Aplicada y Biofeedback (*Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback -AAPB-*). Los resultados apuntan a un nivel de eficacia situado entre nivel dos (posible eficacia) y nivel tres (eficacia probable), por lo que se hace necesario la realización de investigaciones con un mayor nivel de control de variables y en muestras más amplias. Se discuten aspectos relacionados con su uso clínico y metodológico para futuros estudios.

Palabras claves: Neurofeedback, Trastorno por Déficit de Atención-Hiperactividad, TDAH, Neuropsicología, Niveles de Eficacia.

<sup>1</sup> Psicóloga, Universidad CES. Estudiante de Doctorado en Desarrollo Humano y Estudios Familiares, Universidad de Delaware, E.U.

<sup>2</sup> Psicóloga, Especialista en Salud Mental del Niño y del Adolescente, Universidad CES, Doctora en Psicología con Orientación en Neurociencia Cognitiva Aplicada. Docente e investigadora, Universidad CES, Medellín, Colombia. [lcalderon@ces.edu.co](mailto:lcalderon@ces.edu.co)

<sup>3</sup> Psicólogo. Magíster en Neuropsicología, Universidad De San Buenaventura, sede Medellín. Doctor en Psicología con Orientación en Neurociencia Cognitiva Aplicada. Coordinador Línea de Neurodesarrollo y Neuropsicología Grupo de Investigación en Psicología Cognitiva, Universidad de Antioquia.

## Abstract

Based on a systematic review of empirical articles published between 2001 and 2011, this study aims to establish the viability of using Neurofeedback training as a technique to reduce the symptoms of attention deficit hyperactivity disorder in children and teenager. 88 articles were identified and based on the defined inclusion criteria, and 11 articles were selected. Evaluation of efficacy was based on the criteria defined by the Association of Applied Psychophysiology and Biofeedback (Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback - AAPB -). The results point to a level of efficacy located between level two (potential effectiveness) and level three (probable effectiveness), therefore, it is necessary to conduct a research with a higher level of control of variables and larger samples. Related clinical uses and methodological aspects are discussed for future studies.

Keywords: Neurofeedback, Attention Deficit Disorder with Hyperactivity, ADHD, Neuropsychology, Efficiency Levels.

## Introducción

El trastorno por déficit de atención-hiperactividad (TDAH) es una alteración de la conducta, con base neurobiológica, caracterizada por presentar dificultades en la atención, impulsividad e hiperactividad, que afecta a nivel mundial entre el 4.1 y el 5% de la población infantil y adolescente (*American Psychological Association* [APA], 2000; Polanczyk, De Lima, Horta, Bierderman & Rhode, 2007; World Health Organization [WHO], 2011). En Colombia, las tasas de prevalencia reportadas van desde el 3.1% (Torres, Berbesi, Bareño & Montoya, 2010) hasta el 15,86% de los niños en edad escolar (Cornejo et al., 2005); cifras que evidencian una problemática que impacta de forma negativa no solo el desarrollo adecuado, sino también el desempeño escolar, familiar y social (Trujillo-Orrego, Ibáñez & Pineda, 2012) de esta población y la de adolescentes.

Desde el punto de vista neuropsicológico, las alteraciones más estudiadas del TDAH han estado relacionadas con fallos a nivel ejecutivo, tanto en las pruebas aplicadas en consulta como en las escalas que miden el efecto de las funciones ejecutivas en la vida cotidiana de los pacientes (Shimoni, Engel-

Yeger & Tirosh, 2012). Sin embargo, Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone y Pennington (2008), a partir de un meta análisis realizado con 83 estudios, concluyen que la heterogeneidad del TDAH no permite generalizar dichos fallos ejecutivos a todos los pacientes diagnosticados con éste, motivo por el cual se ha realizado una serie de esfuerzos por conceptualizar el TDAH a partir de la formulación de diferentes perfiles cognitivos asociados al mismo.

En esta línea, Sonuga-Barke, Bitsakou y Thompson (2010) llevaron a cabo un estudio para establecer empíricamente la plausibilidad de un modelo explicativo a partir de dos vías: una dorsal fronto estratal, que produciría una desregulación en los procesos inhibitorios y otra en la que se comprometería los circuitos ventrales fronto estratales que afectaría la habilidad para identificar señales de mayor latencia, lo que se traduce en dificultades para posponer mayores recompensas a favor de recompensas inmediatas. En sus resultados confirman la posibilidad de estas dos vías e identifican un tercer componente asociado a fallas en el procesamiento temporal, probablemente vinculado con alteraciones en los ganglios basales.

Ahora bien, en el desarrollo de nuevos tratamientos no farmacológicos, el Neurofeedback (NF) ha surgido como una técnica de intervención que está siendo investigada como alternativa para la atención de diversos trastornos neuropsiquiátricos. Aunque la mayoría de los estudios publicados se han enfocado en establecer su utilidad en el tratamiento del TDAH, muchos de estos trabajos han empleado metodologías que dificultan extrapolar sus resultados a la práctica clínica. De ahí la importancia de abordar los aspectos conceptuales y metodológicos del uso del NF en el tratamiento del TDAH, con el fin de establecer posibles líneas de investigación a futuro y recomendaciones para su uso clínico.

El NF, al igual que el Biofeedback, consiste en una serie de procedimientos que permiten, a partir de la información adquirida sobre una variable fisiológica de

interés, la modificación de valores de forma voluntaria en el participante (Olivares, Méndez & Bermejo, 1998). Así mismo, se concibe como una técnica de autorregulación en la que los pacientes aprenden a tener control voluntario de lo que una vez se pensó era involuntario (Frank, Khorshid, Kiffer, Moravec & Mckee, 2010). Para ello, el NF se apoya en equipos, diseñados con el fin de que el paciente pueda detectar los cambios que se producen en la respuesta fisiológica seleccionada y, mediante procesos de condicionamiento clásico u operante, aprenda a modificar los valores de dicha señal (ver gráfico 1); en el caso específico del NF, se utiliza como señal fisiológica las ondas cerebrales. Desde esta óptica, es considerado más como un entrenamiento que como una terapia, en la medida en que los pacientes asumen un rol activo y practican hasta desarrollar la habilidad de control (Frank, et al., 2010).

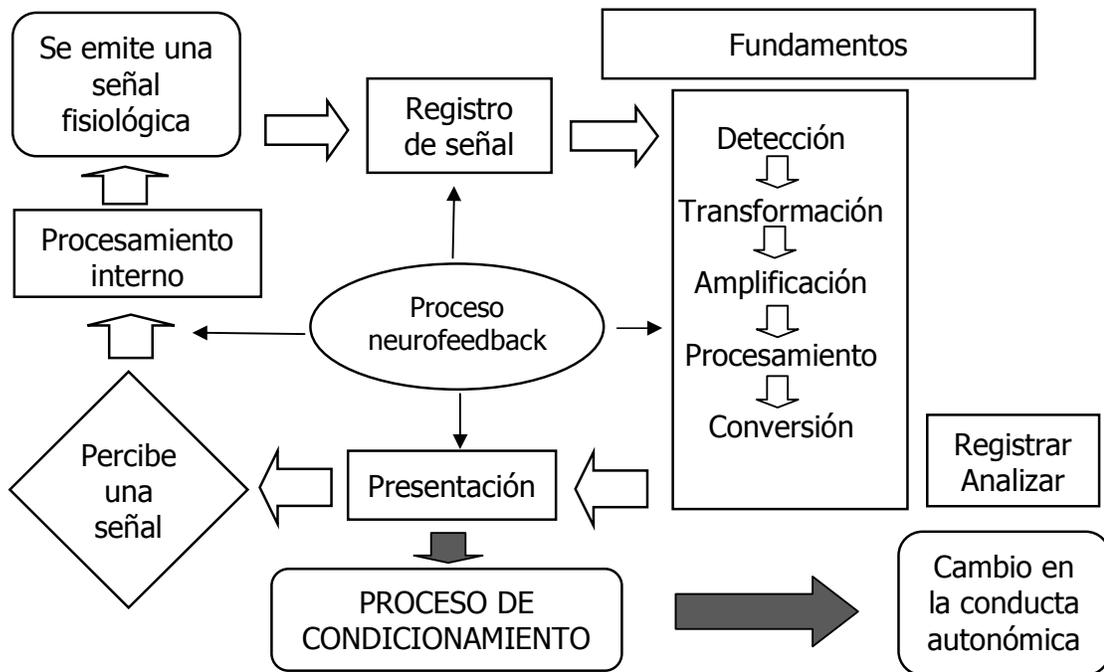


Gráfico 1. Modelo del funcionamiento del NF (Elaborado a partir de Carrobles y Godoy (1987))

El participante produce una señal fisiológica y el equipo se encarga de registrarla, transformarla, ampliarla y convertirla en un patrón que pueda ser

presentado al participante con el fin de que reciba una información directa de los cambios que se producen en la señal fisiológica y de esta forma “aprender” a modificarla, mediante procesos de condicionamiento clásico y/o operante (Gráfico 1. elaborado con base en Carrobbles & Godoy, 1987).

Dentro de los principales objetivos que se pretenden alcanzar con el uso del NF, se encuentran: controlar un sistema de respuestas fisiológicas a través del entrenamiento, mantener estas respuestas controladas en ausencia de la retroalimentación y generalizar y mantener dicho autocontrol aprendido (Conde & Menéndez, 2002).

El NF o Biofeedback electroencefalográfico, busca que el paciente, por medio del condicionamiento operante, aprenda a controlar la actividad eléctrica cerebral, la cual constituye una función fisiológica inconsciente, aumentando la frecuencia de ondas cerebrales deseadas y suprimiendo las no deseadas (Friel, 2007). El NF ha sido muy estudiado para el tratamiento de trastornos de epilepsia, ansiedad, depresión, trastornos del aprendizaje (Fernández et al., 2007), Asperger (Thompson, Thompson & Reid, 2010) y, particularmente, se encuentran una gran variedad de estudios relacionados con el TDAH (Masterpasqua & Healey, 2003; Heinrich, Gevensleben & Strehl, 2007; Legarda, McMahon, Othmer & Othmer, 2011; Gruzelier & Egner, 2005; Thompson & Thompson, 2005).

Dichos estudios parten de hallazgos del electroencefalograma –EEG- en niños con TDAH, los cuales han permitido identificar una mayor proporción de ondas Theta/Beta, un nivel alto de ondas Theta y un nivel bajo de ondas Beta (Loo & Barkley, 2005; Othmer & Kaiser, 2000; Butnik, 2005), lo que al parecer se relaciona con las

conductas de inquietud motora y falta de concentración. De igual forma, el EEG en niños con TDAH ha mostrado una correlación positiva con los niveles de perfusión cerebral asociado a una hipoperfusión en el lóbulo frontal que está relacionada con una alteración en el ritmo de las ondas Theta (Gunkelman & Johnstone, 2005).

Estos resultados han servido de apoyo al desarrollo del NF como una técnica que pudiera modificar los patrones electroencefalográficos típicos del TDAH y ayudar así a mejorar la sintomatología del mismo. Si bien, la medicación ha sido uno de los tratamientos que mayor efectividad ha mostrado junto con la terapia cognitivo-conductual, se ha planteado que cerca del 20% de los niños no responden adecuadamente o presentan efectos secundarios que dificultan su uso (Diaz, 2006), motivo por el cual esta técnica ha cobrado especial importancia en los últimos años (Baydala & Wikman, 2001; Meisel et al., 2011; Rossiter, 2004;), sin presentar hasta el momento efectos adversos relevantes (Gevenselebel, et al. 2009; Henrich et al. 2007; Bakhtadze, Janelidze, & Khachapuridze, 2011).

Hallazgos preliminares indican que enseñar a los individuos a controlar su actividad electrocortical puede tener efectos benéficos para reducir los síntomas del TDAH (Masterpasqua & Healey, 2003; Butnik, 2005). Para ello, se han desarrollado diversos protocolos, entre los cuales se puede mencionar el Theta/Betha, que está basado en incrementar las ondas Betha, mientras se reducen las ondas Theta, con lo cual se logran efectos positivos en la concentración y en la disminución de los síntomas de la hiperactividad (Harvard Mental Health Letter, 2010). Otro de los protocolos se basa en el entrenamiento en potenciales corticales lentos (Slow Cortical Potential Training –SCP-), en los cuales se

busca regular la actividad cortical fásica, más que la tónica.

Un aspecto de especial interés es la efectividad en la modificación de las ondas cerebrales luego de 20 sesiones de entrenamiento en más del 30% de los pacientes con TDAH y la permanencia de sus efectos, la cual se estima de uno a diez años, con la consecuente disminución de los síntomas de impulsividad e hiperactividad (Fox, Tharp & Fox, 2005). Asimismo, varios estudios reportan una mejoría significativa en los niveles de atención, en el Coeficiente intelectual (CI) y en las calificaciones en las escalas de conducta realizadas por padres y profesores (Gevensleben, Holl, Albretch, Vogel, et al., 2009; Gevensleben, Holl, Albretch, Schlamp, Kratz, Studer, Wangler, et al., 2009; Leins et al., 2007; Strehl, et al., 2005). Sin embargo, algunos de estos estudios han sido controversiales, en especial por su poca rigurosidad científica y por limitaciones como ausencia de grupo control, tamaños de muestra pequeños y muestreos no probabilísticos (Harvard Mental Health Letter, 2010; Heinrich et al. 2007; Drechsler et al. 2007).

Para lograr una mayor efectividad, se plantea que el NF debe formar parte de una terapia multimodal que combine algunos de los siguientes aspectos: psicoeducación, medicación, intervención del comportamiento, entrenamiento de padres y/o apoyo escolar, entre otros (Campbell, 2004; Hoekstra, 2010; Lansbergen, Dongen-Boomsma, Buitelaar & Slaats-Willemse, 2011). El apoyo escolar y de los padres ha resultado ser determinante en el tratamiento, por lo que la mayoría de estudios han procurado tenerlo en cuenta (Pop-Jordanova, Markovska-Simoska & Zorcec, 2005; Roman, 2010).

El presente estudio pretende rastrear y analizar los avances que se han realizado en

la técnica de NF como tratamiento alternativo al TDAH y clasificar la evidencia encontrada según los niveles de eficacia propuestos por la Asociación de Psicofisiología Aplicada y Biofeedback [AAPB, por su nombre en inglés *Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback*] y la Sociedad de Regulación Neuronal en 2001.

## Método

El presente trabajo es una revisión sistemática en la que se tomaron como unidades de análisis los artículos encontrados sobre NF y TDAH en niños y adolescentes en las bases de datos *Pubmed*, *Ebsco* (Psychology and Behavioral Sciences) y *PsyARTICLES*, tomando un margen temporal de 11 años, entre 2000 y 2011.

En un primer momento se realizó la búsqueda empleando los términos: *Neurofeedback* y *Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)*, la que arrojó un total de 88 artículos. De estos se seleccionaron 44 que abordaron el tema en niños y adolescentes cuyo diagnóstico principal fuera el TDAH y en los que se tomara el NF como técnica principal de intervención. Finalmente, se descartaron los artículos de tipo teórico con lo cual, la selección final estuvo constituida por 11 artículos. Así, los criterios de inclusión fueron:

- Artículos empíricos en los que la muestra estuviera constituida por niños y/o adolescentes.
- Artículos cuyo criterio de selección de la muestra presentaran como trastorno principal TDAH, y la técnica principal de intervención empleada fuera el NF.

Para el análisis, se organizó la información en las siguientes categorías: título, autores, país y año, muestra, protocolo usado,

diseño, grupo control, resultados y conclusión. Finalmente, se asignó a la evidencia encontrada en cada estudio un nivel de eficacia de acuerdo con los parámetros establecidos por la AAPB y la Sociedad de Regulación Neuronal, las cuales identifican cinco niveles (Moss & Gunkelman, 2002), que permiten clasificar los estudios que se han realizado en torno al tema y guiar futuras investigaciones (Yucha & Gilbert, 2004) (Ver tabla 1.)

Tabla 1. Niveles de eficacia para estudios con Neurofeedback, según la AAPB y la Sociedad de Regulación Neuronal

Nivel	Tipo de eficacia	Descripción
1	No soporte empírico	Únicamente cuenta con informes anecdóticos y estudios de casos
2	Posible eficacia	Por lo menos un estudio con suficiente poder estadístico, con medidas de resultados bien definidas, pero sin una asignación aleatoria a una condición de control interno para el estudio
3	Probable eficacia	Estudios observacionales múltiples, estudios clínicos, estudios con control en lista de espera y réplicas en los estudios inter e intra sujetos que demuestran eficacia
4	Eficacia	<p>a. En comparación con un grupo control sin tratamiento, grupo de tratamiento alternativo o grupo control con placebo que usan asignación aleatoria, el tratamiento a investigar se muestra significativamente superior a la condición de control o el tratamiento investigado es equivalente a un tratamiento de eficacia establecida previamente.</p> <p>b. Los estudios son conducidos en una población tratada para un problema específico y los criterios de inclusión están delineados de una manera confiable y definida operacionalmente.</p> <p>c. El estudio usa medidas de resultado específicas, claras y válidas.</p> <p>d. Los datos están sujetos a un análisis de resultados adecuado.</p> <p>e. Las variables diagnósticas y de tratamiento, al igual que los procedimientos, están definidos en una forma clara que permite la replicación del estudio por investigadores independientes.</p> <p>f. La superioridad o equivalencia del tratamiento investigado se ha demostrado en por lo menos dos ámbitos de investigación independientes.</p>
5	Eficaces y específicos	El tratamiento investigado ha mostrado ser estadísticamente superior a la medicación o tratamiento alternativo, en por lo menos dos ámbitos de investigación independientes.

## Resultados

En cuanto a la producción de conocimiento entre 2000 y 2011 sobre el NF y el TDAH en niños y adolescentes, se registró un volumen reducido de artículos en las bases de datos, es notoria la ausencia de estudios en Latinoamérica y la mayoría de los provenientes de esta región son artículos de revisión.

Ocho de los artículos de investigación corresponden a estudios realizados en Alemania (Gevensleben, Holl, Albretch, Vogel, et al., 2009; Leins et al., 2007; Gevensleben et al., 2010; Gevensleben, Holl, Albretch, Schlamp, et al., 2009; Strehl et al., 2005; Wangler, et al., 2011; Bakhshayesh, Hansch, Wyschkon, Rezai & Esser, 2011; Fuchs, Birbaumer, Lutzenberger, Gruzelier & Kaiser, 2003), lo que equivale a un 73% del volumen total analizado que cumplía con los criterios de inclusión. El otro 27% estuvo repartido entre Suiza (Drechsler et al., 2007), Macedonia (Pop-Jordanova et al., 2005) y Holanda (Lansbergen et al., 2011) con un artículo cada uno.

En todos los estudios los niños y adolescentes debían tener un diagnóstico previo de TDAH o (trastorno hiperkinético para el estudio de Bakhshayesh, et al., 2011), el cual fue confirmado por entrevistas y/o cuestionarios para verificar que cumplieran con los criterios del DSM-IV para TDAH.

Los trabajos de Gevensleben et al. (2010), Wangler et al. (2011) y Gevensleben, Holl, Albretch, Schlamp, Kratz, Studer, Wangler, et al. (2009), tomaron sus muestras finales de un grupo de 102 niños correspondientes al trabajo de Gevensleben, Holl, Albretch, Vogel, et al. (2009), compartiendo así las características demográficas de esta muestra, de tal forma que en estos estudios

se excluyeron niños y adolescentes con trastornos comórbidos, emocionales, tics o dislexia. Por su parte, Leins et al. (2007) no incluyeron participantes con trastornos psiquiátricos o neurológicos en general, a diferencia de Lansbergen et al. (2011), quienes si excluyeron de su estudio, participantes con cualquier tipo de trastorno comórbido. Drechsler et al. (2007), en cambio, solo contaron con muestras que no tuvieran trastornos comórbidos ni daño neurológico conocido, mientras que Strehl et al. (2005), al igual que Bakhshayesh et al. (2011), buscaron participantes en este grupo etáreo que no tuvieran trastornos neurológicos adicionales. Finalmente, los trabajos de Fuchs et al. (2003) y Pop-Jordanova et al. (2005) no especificaron si los trastornos neurológicos o psiquiátricos comórbidos formaban parte de los criterios de exclusión.

En segundo lugar, el CI formó parte de la evaluación inicial y en varios estudios se consideró como criterio de inclusión aquellos participantes que tuvieran un CI mayor de 80 (Bakhshayesh et al., 2011; Drechsler et al., 2007; Fuchs et al., 2003; Lansbergen et al., 2011; Leins et al., 2007; Strehl et al., 2005).

De igual forma, se presentaron discrepancias con respecto a la inclusión o no de niños y adolescentes con medicación o tratamiento alterno. En los estudios de Gevensleben, Holl, Albretch, Vogel, et al. (2009); Gevensleben, et al. (2010); Wangler et al. (2011) y Gevensleben, Holl, Albretch, Schlamp, Kratz, Studer, Wangler, et al. (2009), los participantes no debían estar tomando medicamentos ni haber asistido a psicoterapia por lo menos durante las seis semanas previas al estudio. Por su parte, en el estudio de Fuchs et al. (2003) quienes conformaron la muestra no debían estar vinculados a ningún tipo de tratamiento ni

antes ni durante el estudio. En cambio, los estudios de Lansbergen et al. (2011), Drechsler et al. (2007) y Bakhshayesh et al. (2011) no excluían niños y adolescentes que estuvieran tomando medicación en el momento del estudio, siempre y cuando la dosis fuera controlada sin variaciones en la misma a lo largo del estudio; lo anterior basado en la concepción de que el NF debe hacer parte de una terapia multimodal. Finalmente, Pop-Jordanova et al. (2005) no especificaron este criterio.

### Protocolos de NF Utilizados

Los protocolos de NF más empleados en los estudios fueron el Entrenamiento Theta/Beta y el entrenamiento denominado *Slow Cortical Potential Training* (SCP) [Entrenamiento en potenciales corticales lentos], siendo utilizados en el 73% de los estudios analizados. Algunos estudios han trabajado únicamente con el entrenamiento SCP (Drechsler et al., 2007; Strehl et al., 2005) y un estudio con el Entrenamiento Theta/Beta (Bakhshayesh et al., 2011). Sin embargo, hay estudios que han utilizado ambos protocolos, ya sea aplicándolos en bloques independientes a un solo grupo (Wangler et al., 2011; Gevensleben et al., 2010; Gevensleben, Holl, Albretch, Schlamp, et al., 2009; Gevensleben, Holl, Albretch, Vogel, et al., 2009) o uno de estos por grupo experimental (Leins et al., 2007). Otro protocolo muy usado, empleado en el 27% de los estudios, es el Ritmo Sensorio Motor [*Sensoriomotor Rhythm* (SMR)] (Fuchs et al., 2003; Lansbergen et al., 2011; Pop-Jordanova et al., 2005). Otra forma de realizar el entrenamiento en NF es la propuesta de Lansbergen et al. (2011), en la que se utilizaron protocolos individuales de NF, basados en la inspección visual y en la comparación que realizaron los investigadores entre el EEG inicial de los niños evaluados y el electroencefalograma cuantitativo (QEEG) del *NeuroGuide*

*database* que contiene registros EEG de 625 niños saludables para contar con heterogeneidad electrofisiológica.

### Grupo control

Con respecto al grupo control, todos los estudios, a excepción de los realizados por Leins, et al. (2007), Pop-Jordanova et al. (2005) y Strehl et al. (2005), emplearon esta estrategia metodológica, con el fin de comparar la efectividad del NF con otras intervenciones. Dichas intervenciones incluyeron entrenamiento en habilidades de atención, entrenamiento en biofeedback electromiográfico o terapia cognitivo conductual, entre otros.

### Principales hallazgos reportados

Con respecto al entrenamiento en NF, independiente del protocolo usado, se encontró que logró disminuir los síntomas de TDAH en la totalidad de los estudios, sobre todo los relacionados con inatención (Bakhshayesh et al., 2011) y autoregulación (Drechsler et al., 2007; Leins et al., 2007). En relación con las líneas de base de pruebas psicométricas y evaluaciones neuropsicológicas, se encontró una mejoría en el tiempo de reacción en las pruebas, en las puntuaciones de padres y profesores y en algunos casos un aumento del CI (Pop-Jordanova et al., 2005; Gevensleben, Holl, Albretch, Vogel, et al., 2009; Gevensleben, Holl, Albretch, Schlamp, et al., 2009; Leins et al., 2007; Strehl et al., 2005).

En referencia al entrenamiento Theta/Beta se puede observar un impacto positivo, ya que mediante éste se logró o bien reducir la tasa Theta/Beta (Bakhshayesh et al., 2011) o bien disminuir la presencia de ondas Theta y aumentar las ondas Beta (Gevensleben, Holl, Albretch, Vogel, et al., 2009; Gevensleben, Holl, Albretch, Schlamp, et al., 2009; Leins et al., 2007), lo cual estuvo

asociado a reducciones significativas de los síntomas reportados de TDAH.

En cuanto a los resultados del entrenamiento con SCP se encontraron resultados positivos en varios estudios. Un aumento en la línea media central de la actividad alfa que se correlacionó con una mejora en la escala del TDAH (Gevensleben, et al., 2010), al igual que un incremento en el CNV (*Contingent Negative Variation*) [Variación Negativa Contingente] específico para el SCP que estuvo asociado a una reducción de los síntomas del TDAH (Wangler et al., 2011) y un aprendizaje en la regulación de los SCP negativos (Strehl et

al., 2005). Sin embargo, Drechsler et al. (2007) encontraron que menos de la mitad de los participantes que recibieron entrenamiento SCP lograron diferenciar su activación cortical en ensayos de transferencia, por lo que los efectos no pudieron ser completamente atribuidos al entrenamiento electrofisiológico.

El entrenamiento con protocolo SMR, por su parte, también logró reducir los síntomas del TDAH en todos los estudios en los que fue utilizado (Pop-Jordanova et al., 2005; Lansbergen et al., 2011; Fuchs et al., 2003) (Ver tabla 2.).

Tabla 2. Protocolos de Entrenamiento en NF, diseño del estudio y principales conclusiones reportadas de los artículos seleccionados.

Estudio	Autores	País y año	Muestra	Protocolo Neuro-feedback	Diseño	Grupo control	Resultado	Conclusiones y Limitaciones
Neuro-feedback in children with ADHD: Specific event-related potential findings of a randomized controlled trial	Wangler et al.	Alemania 2011	102 niños con TDAH entre los 8 y 12 años.	36 sesiones de entrenamiento Theta/Beta y SCP	ERP pre, durante y post entrenamiento  Con grupo control y asignación aleatoria a los grupos	28 niños con TDAH  Protocolo 36 sesiones AST	En ambos grupos se produjo una mejora en el rendimiento de los test y una reducción en el componente p 300, posiblemente debido a la adaptación en la prueba de atención.  Posterior al entrenamiento en NF, se observó un incremento en el CNV específico para SCP. Un mayor pre entrenamiento en CNV estuvo asociado con una reducción de los síntomas de TDAH en el entrenamiento SCP.	Los efectos de CNV reflejan los circuitos neuronales subyacentes a las fuentes de asignación de recursos en la preparación cognitiva, relacionados con un entrenamiento en NF exitoso en niños con TDAH. Se sugiere evaluación neuropsicológica para optimizar e individualizar el entrenamiento en NF.

Juana Gaviria, Liliana Calderón-Delgado, Mauricio Barrera-Valencia  
 ¿ES EFECTIVO EL ENTRENAMIENTO EN NEUROFEEDBACK PARA EL TRATAMIENTO DEL TDAH?: RESULTADOS A  
 PARTIR DE UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Neuro-feedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial	Bakhshayesh, Hansch, Wyschkon, Rezai, & Esser.	Alemania 2011	35 niños con TDAH entre los 6 y 14 años.	30 sesiones de entrenamiento Theta/Beta Training.	Medición psicofisiológica neuropsicológica y psicométrica pre y post entrenamiento.  Con grupo control y asignación aleatoria a los grupos	17 niños con TDAH  Protocolo  Entrenamiento en Biofeedback electro-miográfico	Se redujo la tasa Theta/Beta y los niveles de EMG en los grupos. Los padres reportaron reducciones significativas en los síntomas primarios de TDAH y las mejoras en la inatención fueron mayores en el grupo NF, en el que también se notó una mejoría en el tiempo de reacción en la evaluación neuropsicológica.	Se debe discutir si la alianza terapéutica por sí misma puede ser un factor que resulta en cambios en la actividad cerebral.  Hay que tener en cuenta las contingencias del comportamiento, la autoeficacia, la relajación, el ambiente estructurado de aprendizaje, las rutinas, entre otros.
Neuro-feedback training in children with ADHD: 6-month follow-up of a randomized controlled trial	Gevensleben, Holl, Albrecht, Schlamp, et al.	Alemania 2010	61 niños con TDAH entre los 8 y 12 años	Los niños habían completado 36 sesiones, Entrenamiento Theta/Beta y SCP en una fase previa del estudio.	Estudio de seguimiento	23 niños con TDAH con entrenamiento previo en AST	50% respondió en el seguimiento versus a un 30.4% en controles.	La mejoría en el comportamiento asociada al entrenamiento en NF se mantuvo por 6 meses y seguía siendo superior a la del grupo control.  El NF puede ser considerado efectivo en el tratamiento de TDAH.
Distinct EEG effects related to neuro-feedback training in children with ADHD: A randomized controlled trial	Gevensleben, Holl, Albrecht, Schlamp, Kratz, Studer, Wangler, et al.	Alemania 2009	102 niños (72 al final) con TDAH entre 8 y 12 años	36 sesiones Entrenamiento Theta/Beta y SCP	EEG pre, durante y post entrenamiento	26 niños con TDAH  Protocolo 36 sesiones AST	Se evidenció una reducción de la actividad Theta en el EEG en el grupo entrenado en NF. Y en SCP un aumento en la línea media central de la actividad alfa, lo que se correlacionó con una mejora en la escala del TDAH	Patrones diferenciales de Theta y Beta en el EEG evidencian los mecanismos neuronales que podrían contribuir a mejorías en el comportamiento en niños con TDAH
Is Neuro-feedback an efficacious treatment for ADHD? A randomized controlled clinical trial	Gevensleben, Holl, Albrecht, Vogel, et al.	Alemania 2009	102 niños (94 al final) con TDAH entre los 8 y 12 años	36 sesiones Entrenamiento Theta/Beta y SCP	Medición psicométrica pre, durante y post entrenamiento. Con grupo control, asignación aleatoria a los grupos	35 niños con TDAH  Protocolo 36 sesiones AST	El 51% del grupo experimental respondió al tratamiento (disminución de ondas Theta) en comparación con un 2% del grupo control.  Hubo mejorías en la conducta según padres y profesores	La combinación de protocolos en el entrenamiento con NF tiene un efecto eficaz en los niños con TDAH, sin embargo, son necesarios más estudios

Juana Gaviria, Liliana Calderón-Delgado, Mauricio Barrera-Valencia  
 ¿ES EFECTIVO EL ENTRENAMIENTO EN NEUROFEEDBACK PARA EL TRATAMIENTO DEL TDAH?: RESULTADOS A  
 PARTIR DE UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Neuro-feedback for Children with ADHD: A Comparison of SCP and Theta/Beta Protocols	Leins et al.	Alemania 2007	38 niños con TDAH entre los 8 y 13 años	30 sesiones de entrenamiento Theta/Beta o 30 sesiones de entrenamiento SCP	Medición psicométrica pre, post entrenamiento y de seguimiento  Asignación aleatoria a los grupos experimentales	Ausente*	Regulación intencional de la actividad cortical en ambos grupos mejorando la atención y el CI. Los padres y los maestros también reportaron mejorías significativas a nivel conductual y cognitivo. Los efectos clínicos se mantuvieron por seis meses posteriores al tratamiento y los grupos no difirieron entre sí	El entrenamiento con NF tiene un efecto positivo y duradero.  Limitaciones: Ausencia de grupo control, tamaño de la muestra, control de efectos inespecíficos
Self-regulation of Slow Cortical Potentials: A New Treatment for Children With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder	Strehl et al.	Alemania 2005	23 niños con TDAH entre los 8 y 13 años	30 Sesiones de SCP	Evaluación psicométrica y neuropsicológica pre y post entrenamiento	Ausente*	Los niños aprendieron a regular los SCP negativos. Se observó un mejoramiento en atención, comportamiento y puntajes de CI. Los cambios se mantuvieron los 6 meses posteriores	Evidencia soporta un nivel 2 de eficacia para SCP. Futuras investigaciones deben controlar efectos inespecíficos medicación y subtipos para saber que SCP si es un tratamiento opcional al TDAH.  Limitación: tamaño de la muestra.
Neuro-feedback Treatment for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children: A Comparison with Methylphenidate	Fuchs, Birbaumer, Lutzenberger, Gruzelier & Kaiser.	Alemania 2003	34 niños con TDAH entre 8 y 12 años.	36 sesiones de Neurocybernetics EEG Biofeedback System  C4 and SMR usados en niños del tipo hiperactivo y C3 and beta1 en niños de predominio inatento.	Medición psicométrica y neuropsicológica pre y post tratamiento o entrenamiento.  Asignación intencional a los grupos según escogencia de los padres.  Grupo control placebo no presente por consideraciones éticas.	12 niños con TDAH  Protocolo Tratamiento con Metilfenidato entre 10 y 60mg al día	Ambos tratamientos disminuyeron la sintomatología del TDAH.  Hubo mejorías en el d2 y TOVA. No se encontraron diferencias significativas en resultados en Conners ni en Weschler entre los grupos.	Es necesario un tamaño de muestra mayor para determinar la equivalencia entre los grupos dado que aunque ambos condujeron a mejoría significativa en muchas variables, la prueba de equivalencia no fue significativa para todas las variables dependientes.  No se monitorearon los cambios después del entrenamiento en NF en las bandas electroencefalográficas.

Juana Gaviria, Liliana Calderón-Delgado, Mauricio Barrera-Valencia  
 ¿ES EFECTIVO EL ENTRENAMIENTO EN NEUROFEEDBACK PARA EL TRATAMIENTO DEL TDAH?: RESULTADOS A  
 PARTIR DE UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Neurofeed- back treatment of children with Attention Deficit Hyperactivi ty Disorder	Pop- Jordano- va, Markovs- ka- Simoska & Zorcec.	Mace- donia 2005	12 niños con TDAH entre 7 y 13 años	40 sesiones de Biograph/ ProComp 2.0 y registros de EEG  SMR	Medición neuropsico- lógica pre y post entrenamie nto	Ausente*	Aumento de actividad de ondas Beta y reducción en las ondas Theta.  Hubo mejorías en las notas escolares, la adaptación social y la autoestima.  Se redujeron los síntomas del TDAH.	El NF es una buena opción para el tratamiento de TDAH  La cooperación de padres y maestros es fundamental.
Controlled evaluation of a neurofeed- back training of slow cortical potentials in children with Attention Deficit/Hy- peractivity Disorder (ADHD)	Drechsler , Straub, Doehnert , Heinrich, Steinhau- sen, & Brandeis.	Suiza, 2007	30 niños con TDAH entre los 9 y 13 años	Entrena- miento SCP	Escalas y evaluación neuropsico- lógica pre, post entrena- miento	13 niños con TDAH  Protocolo Terapia cognitivo- conduc- tual grupal	Ambos grupos mejoraron en la evaluación neuropsicológica.  Menos de la mitad de los participantes de NF lograron diferenciar su activación cortical en ensayos de transferencia, por lo que los efectos no pueden ser completamente atribuidos al entrenamiento electrofisiológico.	Mejorías en el comportamiento pueden estar asociadas a NF, sobre todo a nivel de regulación, pero la ventaja encontrada en la escala de padres y profesores para el grupo NF no puede ser explicada por mecanismos electrofisiológicos en todo el grupo, sino que se puede ver influenciada por variables mediadoras como apoyo parental.
ADHD and EEG- neurofeed- back: a double- blind randomized placebo- controlled feasibility study	Lansber- gen, Dongen- Booms- ma, Buitelaar & Slaats- Willemse.	Holan- da 2011	14 niños con TDAH entre los 8 y 15 años	30 sesiones de entrena- miento en Theta supresión SMR.  Protoco- los individua- les de NF	Evaluación clínica, neuropsico- lógica pre y post entrena- miento  Grupo control, asignación aleatoria a los grupos.	6 niños con TDAH  Protocolo Placebo feedback	Los cambios fueron similares para ambos grupos, disminuyendo los síntomas de TDAH significativamente.	Las mejorías posteriores al NF podrían ser atribuidas a efectos inespecíficos como tiempo invertido, atención prestada, interacción terapéutica o expectativas, más que por la habilidad de autocontrolar la actividad cerebral.  El tamaño de muestra fue muy limitado. Es factible conducir un estudio riguroso controlado por retroalimentación placebo.

\*Se considera grupo Ausente debido a que fueron dos grupos, cada uno con un protocolo de Neurofeedback distinto, sin entrenamiento o tratamiento alternativo.

En la tabla 3 se incluyen los principales criterios consideradas por la AAPB y la Sociedad de Regulación Neuronal para definir los niveles de eficacia de los estudios con NF.

Tabla 3: Evaluación de los niveles de eficacia de los estudios seleccionados con base en los criterios de la AAPB y la Sociedad de Regulación Neuronal

Estudio	Muestra específica para una condición clínica particular	Medidas específicas, claras y válidas, con criterios de inclusión y exclusión	Diseño emplea un grupo control	Asignación de los participantes aleatoria	Comparación de resultados con tratamientos de eficacia establecida	Análisis estadísticos inter e intra sujetos	Información del artículo permite replicar el estudio	Niveles de eficacia
Neurofeedback in children with ADHD: Specific event-related potential findings of a randomized controlled trial	Si	adecuado	Si	Si	Parcialmente	Si	Si	III
Neurofeedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	III
Neurofeedback training in children with ADHD: 6-month follow-up of a randomized controlled trial	Si	Si	Si	Si	Adecuado	Si	Si	IV
Is Neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomized controlled clinical trial	Si	Si	Si	Si	Adecuado	Si	Si	IV
Distinct EEG effects related to neurofeedback training in children with ADHD: A randomized controlled trial	Si	Si	Si	Si	Adecuado	Si	Si	IV
Neurofeedback for Children with ADHD: A Comparison of SCP and Theta/Beta Protocols	Si	Si	No	Si *	No	Si	Parcialmente	II
Self-regulation of Slow Cortical Potentials: A New Treatment for Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder	Si	Si	No	No	No	Si	Parcialmente	II
Neurofeedback Treatment for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children: A Comparison with Methylphenidate	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	III
Neurofeedback treatment of children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder	Si	Si	No	No	No	Si	Si	II
Controlled evaluation of a neurofeedback training of slow cortical potentials in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD)	Si	Si	Si	Parcialmente	Si	Si	Si	III

---

ADHD and EEG- neurofeedback: a double- blind randomized placebo- controlled feasibility study	Si	Si	Si	Si	No**	Si	Si	IV
--	----	----	----	----	------	----	----	----

---

\*Los participantes fueron asignados aleatoriamente a dos condiciones experimentales diferentes sin grupo control

\*\*En este estudio el grupo control empleó un protocolo de neurofeedback placebo.

## Discusión y Conclusiones

De acuerdo a la revisión de los factores que permiten definir el nivel de eficacia del NF como una técnica alternativa para el tratamiento del TDAH, se puede establecer que los estudios seleccionados presentan niveles de eficacia entre II y IV (ver tabla 3), lo cual sugiere que el NF pudiera ser una técnica efectiva para el control de algunos de los síntomas del TDAH. En la misma tabla puede observarse que existen tres estudios clasificados en el nivel IV, lo cual pudiera sugerir que el NF es una técnica realmente efectiva. Sin embargo, de acuerdo a la clasificación propuesta por la AAPB y la Sociedad de Regulación Neuronal, para considerar que un estudio presenta el máximo nivel de eficacia, es necesario que sea realizado por grupos independientes y este no es el caso de los tres estudios clasificados con nivel IV, dado que fueron realizados en el mismo centro de investigación. Adicionalmente, existen varios factores que merecen ser considerados.

En primer lugar, la mayoría de estudios que utilizaron la técnica de entrenamiento en NF para el tratamiento del TDAH, plantean la importancia de controlar los efectos inespecíficos como la relación terapéutica, el tipo de refuerzo, la inmediatez del feedback y el entrenamiento sistemático, entre otros, con miras a clarificar el papel de dichos factores en la mejoría de los síntomas (Thompson & Thompson, 2005; Leins et al, 2007; Wangler et al, 2011; Lansbergen, 2011). Además, otras variables mediadoras como el apoyo parental o

escolar han demostrado ser cruciales (Pop-Jordanova et al. 2005). El tamaño de la muestra y el momento y tipo de medición siguen siendo una limitación en muchos estudios. De ahí, por ejemplo, la importancia de tener una línea de base del registro EEG y una medida post NF con el fin de conocer y controlar fluctuaciones de las ondas (Vernon, 2005; Dempster & Vernon, 2009).

Ahora bien, con base en los niveles de eficacia, se encontraron tres estudios que han realizado este tipo de clasificación. Monastra et al., (2005) asignaron al biofeedback electroencefalográfico un nivel de "eficacia probable" como tratamiento para el TDAH y explicaban como aunque un 75% de los pacientes de los estudios publicados reportaban una mejoría clínica significativa, seguían siendo necesarios más estudios con aleatoriedad y grupos controlados para proporcionar una mejor estimación del porcentaje real de pacientes.

Arns, M. de Ridder, S. Strehl, U. Breteler, M. y Coenen, A. (2009) expusieron en un meta-análisis que el tratamiento de TDAH utilizando la técnica de NF mejora el comportamiento en ensayos abiertos con tamaños medianos de muestra comparados con grupos de control activo o pasivo, y concluyeron que el tratamiento con NF puede ser considerado en nivel de eficacia 5: eficaz y específico.

Según Román (2010), el cuerpo de evidencia con el que se cuenta hasta el momento se encuentra clasificado en su

mayoría en “eficacia probable”, ya que se han hecho estudios a corto plazo en los que la eficacia ha resultado similar a la del tratamiento farmacológico, y a largo plazo, cuyos efectos han sido positivos.

Sin embargo, un estudio publicado en 2013, en el cual se empleó un protocolo de entrenamiento placebo, basado en la presentación aleatoria de los cambios electroencefalográficos, señala que no obtuvo diferencias estadísticamente significativas con el grupo sometido a entrenamiento con NF (Vollebregt, Dongen-Boomsma, Buitelaar & Slaats-Willemse, 2013).

En segundo lugar, es importante tener en cuenta la diferencia entre efectividad y eficacia. Rossiter (2004) explica que los estudios de efectividad dan un mayor énfasis a la validez externa, mientras que estudios de eficacia se centran en la validez interna.

En esta línea, Pine (2009) plantea que hasta que los efectos no logren ser replicados de manera convincente y no haya más resultados que comparen la eficacia de diferentes ensayos, no se podrá recomendar el NF como un tratamiento alternativo para el TDAH.

Si bien las investigaciones realizadas presentan algunos hallazgos que favorecen el uso de las técnicas del NF en el tratamiento de TDAH, se considera que éste

aún no puede ser recomendado como única opción terapéutica. No obstante, dada la cantidad de factores que intervienen en el trastorno y la heterogeneidad de patrones neuropsicológicos reportados, se sugiere que su uso pudiera ser un excelente complemento, cuando se acompaña de intervenciones orientadas a desarrollar patrones de crianza más eficaces en los padres para el manejo de los niños y adolescentes y un mayor acompañamiento en la escuela. En general, favorecer aquellas intervenciones que promuevan el reconocimiento de la alteración y provean de estrategias de tipo ambiental, pudieran ser un complemento ideal al trabajo con técnicas de NF. Su uso no parece ser incompatible con el acompañamiento farmacológico, aunque quedaría por establecer si la combinación de estas dos estrategias pudiera ser mejor que el uso exclusivo del medicamento.

Finalmente, para la realización de estudios posteriores, es importante tener en cuenta el nivel de control de variables y seleccionar muestras más amplias, así como también, realizar un adecuado diagnóstico y establecer grupos de participantes de acuerdo a patrones de desempeño neuropsicológico, por cuanto algunos pacientes pudieran beneficiarse de mejor manera del uso del NF debido, principalmente, a los circuitos que pudieran estar afectados y no tanto a la técnica en sí misma.

## Referencias

- American Psychiatric Association [APA]. (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders- Test Revision*. (4a. Ed.). Arlington: American Psychiatric Publishing, Inc.
- Arns, M. de Ridder, S. Strehl, U. Breteler, M. & Coenen, A. (2009). Efficacy of Neurofeedback Treatment in ADHD: the effects on Inattention, Impulsivity and Hiperactivity: a Meta-Analysis. *Clinical EEG and Neuroscience*, 40(3), 180.

- Bakhshayesh, A., Hansch, S., Wyschkon, A., Rezai, M., & Esser, G. (2011). Neurofeedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial. *Eur Child Adolescent Psychiatry*, 20, 481–491, DOI 10.1007/s00787-011-0208.
- Bakhtadaze, S., Janelidze, M. & Khachapuridze, N. (2011). Changes in cognitive evoked potentials during non-pharmacological treatment in children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Georgian Medical News*, 192(3), 47-56.
- Baydala, L. & Wikman, E. (2001). The efficacy of neurofeedback in the management of children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics Child Health*, 6(7), 451-455.
- Butnik, S. (2005). Neurofeedback in Adolescents and Adults with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *JCLP/In Session*, 61(5), 621–625.
- Campbell, K. (2004). Update on attention-deficit/hyperactivity disorder. *Current Opinion Pediatrics*, 16, 217–226.
- Carrobes, J. A. & Godoy, J. (1987). *Biofeedback Autocontrol de funciones biológicas y trastornos psicósomáticos*. Martínez Roca: Madrid.
- Conde, M. & Menéndez, J. (2002). Revisión sobre las técnicas de Biofeedback y sus aplicaciones. *Acción Psicológica*, 2, 165-181.
- Cornejo, J., Osío, O., Sánchez, Y., Carrizosa, J., Sánchez, G., Grisales, H., Castillo-Parra, H. & Holguín, J. (2005). Prevalencia del trastorno por déficit de atención-hiperactividad en niños y adolescentes colombianos. *Revista de Neurología*, 40(12), 716-722.
- Díaz, J. (2006). Tratamiento farmacológico del trastorno por déficit de Atención con hiperactividad. *Revista de psiquiatría y Psicología del Niño y del Adolescente*. 6(1), 20-43.
- Dempster, T. & Vernon, D. (2009). Identifying Indices of Learning for Alpha Neurofeedback Training. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 34, 309–318, DOI 10.1007/s10484-009-9112-3.
- Drechsler, R., Straub M., Doehnert, M., Heinrich, H. Steinhausen, H. & Brandeis, D. (2007). Controlled evaluation of a neurofeedback training of slow cortical potentials in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Behavioral and Brain Functions*, 3, 35, DOI: 10.1186/1744-9081-3-35.
- Fernández, T., Harmony, T., Fernández-Bouzas, A., Díaz-Comas, L., Prado-Alcala, R., Valdés-Sosa, P., Otero... García-Martínez, F. (2007). Changes in EEG Current Sources Induced by Neurofeedback in Learning Disabled Children. An Exploratory Study. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 32, 169–183, DOI 10.1007/s10484-007-9044-8.
- Fox, D., Tharp, D. & Fox, L. (2005). Neurofeedback: An Alternative and Efficacious Treatment for Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(4), 365-373, DOI: 10.1007/s10484-005-8422-3.
- Frank, D., Khorshid, L., Kiffer, J., Moravec, C. & Mckee, M. (2010). Biofeedback in medicine: who, when, why and how? *Mental Health in family Medicine*, 7, 85-91.
- Friel, P. (2007). EEG Biofeedback in the Treatment of Attention Deficit/ Hyperactivity Disorder. *Alternative Medicine Review*; 12(2), 146-151.

- Fuchs, T., Birbaumer, N., Lutzenberger, W., Gruzelier, H. & Kaiser, J. (2003). Neurofeedback Treatment for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children: A Comparison With Methylphenidate. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 28(1), 1-12.
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P., Wangler, S.,... Heinrich, H. (2009). Distinct EEG effects related to neurofeedback training in children with ADHD: A randomized controlled trial. *International Journal of Psychophysiology*, 74, 149–157.
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P., Rothenberger, A., Heinrich, H. (2010). Neurofeedback training in children with ADHD: 6-month follow-up of a randomised controlled trial. *Eur Child Adolescent Psychiatry*, 19, 715–724, DOI 10.1007/s00787-010-0109-5.
- Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Vogel, C., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P. ... Heinrich, H. (2009). Is Neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomised controlled clinical trial. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(7), 780–789, DOI:10.1111/j.1469-7610.2008.02033.x.
- Gruzelier, J. & Egner, T. (2005). Critical validation studies of neurofeedback. *Child Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 14, 83– 104.
- Gunkelman, J. & Johnstone, J. (2005). Neurofeedback and the Brain. *Journal of Adult Development*, 12, (2/3), 93-98, DOI: 10.1007/s10804-005-7024-x.
- Harvard Mental Health Letter. (2010). *Neurofeedback for attention deficit hyperactivity disorder*. Recuperado de: [www.health.harvard.edu/newsletters/Harvard\\_Menta](http://www.health.harvard.edu/newsletters/Harvard_Menta)
- Heinrich, H., Gevensleben, H. & Strehl, U. (2007). Annotation: Neurofeedback – train your brain to train behavior. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 3–16.
- Hoekstra, P. (2010). The need for a long-term perspective in child and adolescent psychiatry. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, 19, 687–688, DOI 10.1007/s00787-010-0124-6.
- Lansbergen, M. Dongen-Boomsma, M., Buitelaar, J & Slaats-Willemse D. (2011). ADHD and EEG-neurofeedback: a double-blind randomized placebo-controlled feasibility study. *J Neural Transm*, 118, 275–284, DOI 10.1007/s00702-010-0524-2.
- Legarda, S., McMahon, D., Othmer, S. & Othmer, S. (2011). Clinical Neurofeedback: Case Studies, Proposed Mechanism, and Implications for Pediatric Neurology Practice. *Journal of Child Neurology*, 26, 1045-1051.
- Leins, U., Goth, G., Hinterberger, T., Klinger, C., Rumpf, N. & Strehl, U. (2007). Neurofeedback for Children with ADHD: A Comparison of SCP and Theta/Beta Protocols. *Applied Psychophysiol Biofeedback*, 32, 73–88, DOI 10.1007/s10484-007-9031-0.
- Loo, S. & Barkley, R. (2005). Clinical Utility of EEG in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Applied Neuropsychology*, 12(2), 64–76.
- Masterpasqua, F. & Healey, K. (2003). Neurofeedback in Psychological practice. *Professional Psychology: Research and Practice*, 34(6), 652–656.

- Meisel, V., García-Banda, G., Servera, M., Cardo, E., Amengual, L., Arroyo, A., Crespo, M., ... Aggensteiner, P. (2011). Is neurofeedback able to improve behaviour and academic performance in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder? A comparison with pharmacological intervention. Abstracts of SAN Meeting / Neuroscience Letters 500S (2011) e1–e54.
- Monastra, V., Lynn, S., Linden, M., Lubar, J., Gruzelier, J., & LaVaque, T. (2005). Electroencephalographic Biofeedback in the Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(2), DOI: 10.1007/s10484-005-4305-x.
- Moss, D., & Gunkelman, J. (2002). Task force report on methodology and empirically supported treatments: Introduction and summary. *Biofeedback*, 30(2), 19-20.
- Olivares, J., Méndez, F. X. & Bermejo, R. M. (1998). Técnicas de biofeedback. En Olivares, J. & Méndez, F. X. *Técnicas de Modificación de Conducta*. Madrid: Editorial Biblioteca Nueva, S. L.
- Othemer, S. & Kaiser, D. (2000). Implementation of virtual reality in EEG Biofeedback. *Cyberpsychology & Behavior*, 3(3), 415-420.
- Pine, D. (2009). Editorial: Evaluating new and old treatments for ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(7), 767–768.
- Polanczyk G, de Lima MS, Horta BL, Biederman J, & Rohde L. (2007). The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and Meta regression analysis. *Am J Psychiatry*, 164, 942–948.
- Pop-Jordanova, N., Markovska-Simoska S. & Zorcec T. (2005). Neurofeedback treatment of children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Contributions, Sec. Biol. Med. Sci., MASA, XXVI*. 1, 71–80. ISSN 0351–3254.
- Roman, M. (2010). Treatments for Childhood ADHD Part II: Non-Pharmacological and Novel Treatments. *Issues in Mental Health Nursing*, 31, 616–618, DOI: 10.3109/01612840.2010.504880
- 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), 95-112, DOI: 10.1007/s10484-004-0383-4.
- Shimoni, M., Engel-Yeger, B. & Tirosh, E. (2012). Executive dysfunctions among boys with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): Performance-based test and parents report. *Research in Developmental Disabilities*. 33, 858–865.
- Sonuga-Barke, E., Bitsakou, P. & Thompson, M. (2010). Beyond the Dual Pathway Model: Evidence for the Dissociation of Timing, Inhibitory, and Delay-Related Impairments in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 49, 4, 345-355.
- Strehl, U., Leins, U. Goth, G., Klinger, C., Hinterberger, T. & Birbaumer, N. (2005). Self-regulation of Slow Cortical Potentials: A New Treatment for Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Pediatrics*, 118(5), 1530-1540.

- Thompson, L. & Thompson, M. (2005). Neurofeedback Intervention for Adults with ADHD. *Journal of Adult Development*, 12(2/3), DOI: 10.1007/s10804-005-7028-6.
- Thompson, L., Thompson, M. & Reid, A. (2010). Neurofeedback Outcomes in Clients with Asperger's Syndrome. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 35, 63–81, DOI 10.1007/s10484-009-9120-3.
- Torres, Y., Berbesi, D. Bareño, J. & Montoya L. (2010). *Situación de salud mental del adolescente Estudio Nacional de Salud Mental Colombia*. Medellín: Vieco e Hijos Ltda.
- Trujillo-Orrego, N., Ibáñez, A., & Pineda, D. (2012). Validez del diagnóstico de trastorno por déficit de atención/hiperactividad: de lo fenomenológico a lo neurobiológico (II). *Revista de Neurología*, 54, 367-379.
- Vernon, D. (2005). Can Neurofeedback Training Enhance Performance? An Evaluation of the Evidence with Implications for Future Research. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(4), DOI: 10.1007/s10484-005-8421-4.
- Vollebregt, M.A., Dongen-Boomsma, M., Buitelaar, J.K. & Slaats-Willems, D. (2013). Does EEG-neurofeedback improve neurocognitive functioning in children with attention-deficit/hyperactivity disorder? A systematic review and a double-blind placebo-controlled study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*. DOI: 10.1111/jcpp.12143.
- Wangler, S., Gevensleben, H., Albrecht, B., Studer, P., Rothenberger, A., Moll, G. & Heinrich, H. (2011). Neurofeedback in children with ADHD: Specific event-related potential findings of a randomized controlled trial. *Clinical Neurophysiology*, 122, 942–950.
- Willcutt, E.G., Doyle, A.E., Nigg, J.T., Faraone, S.V. & Pennington, B.F. (2008). Validity of the Executive Function Theory of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Meta-Analytic Review. *Biological Psychiatry*, 57, 1336–1346. DOI:10.1016/j.biopsych.2005.02.006.
- World Health Organization (2011). *World Health Statistics*. Recuperado de: [http://www.who.int/gho/publications/world\\_health\\_statistics/EN\\_WHS2011\\_Full.pdf](http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/EN_WHS2011_Full.pdf)
- Yucha, C. & Gilbert, C. (2004). Practice in Biofeedback and Neurofeedback. Applied psychophysiology & Biofeedback, an international society for mind-body research, health care and education. Recuperado de: [http://www.aapb.org/files/public/Yucha-Gilbert\\_EvidenceBased2004.pdf](http://www.aapb.org/files/public/Yucha-Gilbert_EvidenceBased2004.pdf)

---

Recibido: Febrero 3-2014 Revisado: Abril 4-2014 Aceptado: Abril 30-2014