

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
INSTITUTO DE NEUROBIOLOGÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS (NEUROBIOLOGÍA)



## **T E S I S**

**“COMPARACIÓN ENTRE LA NEURORRETROALIMENTACIÓN  
(NRA) APLICADA CON REFORZADOR POSITIVO Y LA NRA  
APLICADA CON REFORZADOR NEGATIVO, A NIÑOS EN  
EDAD ESCOLAR CON TRASTORNOS DE APRENDIZAJE”**

TESIS QUE PRESENTA LA **LIC. FABIOLA GARCÍA MARTÍNEZ**  
COMO UN REQUISITO PARA OBTENER  
EL GRADO DE **MAESTRÍA EN CIENCIAS (NEUROBIOLOGÍA)**

TUTOR: DRA. THALÍA FERNÁNDEZ HARMONY

UNAM, CAMPUS JURQUILLA, QUERÉTARO.  
SEPTIEMBRE, 2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
INSTITUTO DE NEUROBIOLOGÍA

Los miembros del Comité Tutorial certificamos que la tesis elaborada por la Lic. Fabiola García Martínez, cuyo título es “Comparación entre la Neuroretroalimentación (NRA) aplicada con reforzador positivo y la NRA aplicada con reforzador negativo, a niños en edad escolar con trastornos de aprendizaje”, se presenta como uno de los requisitos para obtener el grado de Maestría en Ciencias (Neurobiología) y cumple con los criterios de originalidad y calidad requeridos por la División de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México.

		Firma
Presidente	<u>Dr. Roberto A. Prado Alcalá</u>	_____
Secretario	<u>Dra. Thalía Fernández Harmony</u>	_____
Vocal	<u>Dr. Mario A. Rodríguez Camacho</u>	_____
Suplente	<u>Dra. Gloria Otero Ojeda</u>	_____
Suplente	<u>Dr. Víctor Ramírez Amaya</u>	_____

Aprobado por el Comité Académico

---

Coordinador del Programa

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, por la vida tan afortunada que me han dado, porque gracias a su apoyo puedo concluir y continuar metas. Gracias por ser unos padres y abuelos ejemplares. A Uriel por ser un gran hermano, y aún más, mi mejor amigo. A Eduardo porque la distancia no limita el apoyo y cariño, por dar más amor a la familia con Elsa, Mauricio y Rodrigo.

Gracias Fer por enseñarme una nueva dimensión del amor. A Feresito por ser lo mejor en mi vida, gracias por acoplarte a mis actividades, por hacer ojitos y reírte tan bonito.

A la Dra. Fernández, Thalita, gracias por tu orientación, porque he aprendido de ti lecciones teóricas y lecciones de vida, gracias por hacer que mi formación se lleve a cabo en una relación de amistad y cariño. A la Dra. Thalía Harmony y al Dr. Antonio Fernández por la generosidad y apoyo que me brindan, por edificar un ambiente de trabajo alentador y admirable. Al Dr. Efraín Santiago por la evaluación neurológica de los niños. Al Ing. Héctor Belmont por el apoyo técnico. Al Dr. Roberto Prado y la Dra. Gina Quirarte por compartir con amabilidad sus conocimientos y aclarar mis dudas teóricas. A Ana, Carmen, Diana y Miguel muchas gracias por su colaboración y aminorar mi estrés en los últimos meses de mi embarazo y los días siguientes. Agradezco al grupo del Laboratorio de Psicofisiología por su apoyo y amistad, a la Dra. Josefina, Dra. Eneida, Ana Cris, Berta, Christie, Claudia, Gloria, Jesús, Judith, Liz y Mely. Gracias a mis compañeros de clase, Abraham, Adriana, Claudia Vega, Daniela, Jeans y Juan Pablo, por aminorar la carga de trabajo con su presencia, confianza y ocurrencias.

Gracias a Angélica, Arturo, Jaque, Joana, Miguel, Rosy, Tania y Zoris, porque su amistad siempre ha sido de gran apoyo emocional en mi vida.

Doy las gracias especialmente a todos los niños y sus padres por su colaboración y la confianza depositada en el proyecto.

## DEDICATORIA

*Te dedico esta meta alcanzada a ti, Angelito,  
porque tan chiquito en mi vientre me acompañaste a mis clases  
y a todas las actividades durante la Maestría,  
porque me has enseñado más de lo que pude aprender en aulas,  
porque me inspiras a superarme y a luchar por mis ideales.*

*Gracias por alegrar mis días.*

*Tu presencia es mi más grande bendición  
y la mayor demostración de que Dios me ama.*

*Fer, te dedico todos mis logros y todos mis sueños.*

*Con amor,  
Tu mami.*

## ÍNDICE

RESUMEN

SUMMARY

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

ÍNDICE

LISTA DE ABREVIATURAS

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

I. ELECTROENCEFALOGRAMA

Electroencefalograma

Ritmos electroencefalográficos

Análisis cuantitativo del EEG

Base de datos normativa del EEG

II. TRASTORNO DE APRENDIZAJE (TA)

III. CARACTERIZACIÓN ELECTROENCEFALOGRÁFICA EN NIÑOS CON TA

IV. NEURORRETROALIMENTACIÓN

V. NRA EN NIÑOS CON TA

JUSTIFICACIÓN

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

MÉTODO

RESULTADOS

RESUMEN DE LOS RESULTADOS

COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

Palabras clave: Neuroretroalimentación, Trastorno de Aprendizaje, reforzador positivo y negativo, electroencefalograma.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ADHD score: Puntaje Global del TOVA

CI: Coeficiente Intelectual

CIE: Coeficiente Intelectual Ejecutivo

CIT: Coeficiente Intelectual Total

CIV: Coeficiente Intelectual Verbal

CPT: Continuous Performance Test

d': Precisión de la discriminación entre los estímulos

EEG: Electroencefalograma

F: Femenino

Hz: Hertz

ID NRA: Inmediatamente después del tratamiento de Neuroretroalimentación

2MD NRA: Dos meses después del tratamiento de Neuroretroalimentación

M: Masculino

ms: Milisegundos

NRA: Neuroretroalimentación

NRA (R+): Grupo que recibió la Neuroretroalimentación con reforzador positivo

NRA (R-): Grupo que recibió la Neuroretroalimentación con reforzador negativo

PA: Potencia Absoluta

PR: Potencia Relativa

R+: Reforzador Positivo

R-: Reforzador Negativo

RMEEG: Retraso en la maduración electroencefalográfica

SNC: Sistema Nervioso Central

TA: Trastorno de Aprendizaje

TDA: Trastorno por Déficit de la Atención

TDAH: Trastorno por Déficit de la Atención con Hiperactividad

TOVA: Task Of Variables of Attention

TRP: Tiempo de Reacción Promedio

USAER: Unidad de Servicio de Apoyo a la Educación Regular

$\mu$ V: Microvolts

%FA: Porcentaje de Falsas Alarmas

%Om: Porcentaje de Omisiones

## RESUMEN

La Neuroretroalimentación (NRA) es un procedimiento de condicionamiento operante mediante el cual un individuo puede aprender a modificar la actividad eléctrica de su cerebro. El electroencefalograma (EEG) de los niños con trastorno de aprendizaje (TA) es más lento que el de los niños normales de su misma edad, lo cual se interpreta como un retraso en la maduración electroencefalográfica. Se ha demostrado que una aceleración en la maduración del EEG utilizando la NRA (entrenando la reducción del índice Potencia Absoluta Theta/Potencia Absoluta Alfa), reduce los signos conductuales característicos del TA.

El objetivo de este trabajo es comparar la NRA usando reforzador positivo vs. la NRA usando reforzador negativo.

Se conformaron dos grupos: a uno, NRA (R+), se le dio un reforzador positivo cuando el valor del índice Potencia Absoluta Theta/Potencia Absoluta Alfa se reducía, al otro, NRA (R-), se le dio un castigo cuando el valor aumentó. Se utilizó un tono de 500 Hz como reforzador o como castigo, dependiendo del grupo. Se aplicaron 30 sesiones de 30 minutos cada una.

En los dos grupos hubo una mejoría en los puntajes obtenidos en instrumentos y pruebas que miden el CI, la madurez intelectual, la atención, el rendimiento escolar y la autoestima; pero además, en el NRA (R-) hubo mejoría significativa en la comprensión de lectura y en el razonamiento. En ambos grupos hubo cambios en el EEG compatibles con una maduración electroencefalográfica, evidenciándose mayores cambios en el NRA (R-).

Esto sugiere que la NRA dada, tanto con reforzador positivo como negativo, es útil en el tratamiento conductual de niños con TA. Sin embargo el tratamiento de NRA aplicado con reforzador negativo induce una mayor y más pronta mejoría en la conducta y el EEG de los niños con TA que el aplicado con reforzador positivo.

## **SUMMARY**

Neurofeedback (NFB) is an operant conditioning procedure, whereby an individual can learn to modify the electrical activity of his or her own brain. Electroencephalogram (EEG) of children with Learning Disabilities (LD) is slower than the one of the normal children of its same age, which is interpreted as a delay in EEG maturation. It has been demonstrated that an acceleration in the maturation of the EEG using NFB (training the reduction of Absolute Power Theta/Absolute Power Alpha ratio), leads to a reduction of the symptoms of LD.

The objective of this work is to compare the NFB using positive reward versus the NFB using negative reward.

There were two groups, to one, NFB (R+), a positive reward was given when the value of Absolute Power Theta/Absolute Power Alpha ratio was reduced, to the other, NFB (R-), a punishment was given when the value increased. Each subject obtained the positive or negative reward (a tone of 500 Hz), depending on the group. NFB training consisted of 30 sessions of 30 minutes each one.

In both groups there was an improvement of the IQ, of intellectual maturity, attention, scholastic yield and self-esteem; but in addition, in NFB (R-) there was significant improvement in the understanding of reading and reasoning. In both groups there were changes in the EEG which were compatible with electroencephalographic maturation, with greater changes in NFB (R-) group.

This suggests that NFB given with either positive or negative reinforcement is useful for the treatment of children with LD. However, the treatment of NFB applied with negative reward induces a greater and quicker improvement in behavior and the EEG of the children with LD that applied with positive reward.

## **INTRODUCCIÓN**

En el Laboratorio de Psicofisiología del Instituto de Neurobiología, Campus UNAM-UAQ Juriquilla, se llevan a cabo diversas investigaciones enfocadas al tratamiento de Neurorretroalimentación (NRA), aplicado a los niños con Trastornos de Aprendizaje (TA).

La NRA es un procedimiento de condicionamiento operante mediante el cual el individuo puede aprender a modificar la actividad eléctrica de su propio cerebro (Thatcher et al., 1999).

Hasta donde sabemos, en la investigación que se ha realizado en el campo de la NRA, no se ha evaluado sistemáticamente el efecto de un reforzador negativo ni se han comparado los efectos de un reforzador negativo y la NRA con reforzador positivo, por lo que, no se sabe cuál de las dos modalidades es más efectiva en este tratamiento. En la investigación en condicionamiento operante, se ha mostrado que existen diferencias entre ambas modalidades de reforzamiento: los reforzadores negativos inducen un aprendizaje de evitación, el cual es adquirido más rápido que el aprendizaje motivado por reforzadores positivos; por otra parte, los reforzadores positivos inducen un aprendizaje que toma mayor tiempo para extinguirse que el inducido por reforzadores negativos (Gross, 1998). De ahí surge el interés por comparar la NRA aplicada con reforzador positivo y la NRA aplicada con reforzador negativo a niños en edad escolar con TA.

## **ANTECEDENTES**

### 1. ELECTROENCEFALOGRAMA

#### 1.1. Electroencefalograma.

El electroencefalograma (EEG) es el registro de la actividad eléctrica cerebral espontánea y se representa por una gráfica de voltaje en función del tiempo. Se puede definir también como el registro a través del cuero cabelludo de las diferencias de potencial eléctrico entre dos regiones cerebrales. El EEG es un método no invasivo que nos permite estudiar la relación entre la conducta y el sistema nervioso (Niedermeyer, 1999a).

El EEG es una técnica neurofisiológica que se inició en 1929, cuando Hans Berger registró por primera vez la actividad eléctrica cerebral por primera vez. Berger, psiquiatra alemán, se interesaba en las correlaciones fisiológicas de los síndromes psiquiátricos. Aunque no se establecieron los signos patognomónicos de dichos síndromes, Berger estableció los fundamentos necesarios para el desarrollo de este importante instrumento diagnóstico (Berger, 1969).

El EEG es generado por la actividad conjunta de millones de neuronas corticales influenciadas por la interrelación de la actividad entre regiones corticales y subcorticales. El cerebro es una masa suspendida en líquido cefalorraquídeo alrededor del cual se encuentran las meninges, el cráneo y el cuero cabelludo; estos medios sirven como conductores y por consiguiente permiten el registro de la actividad eléctrica cerebral en el cuero cabelludo (Cantor, 1999).

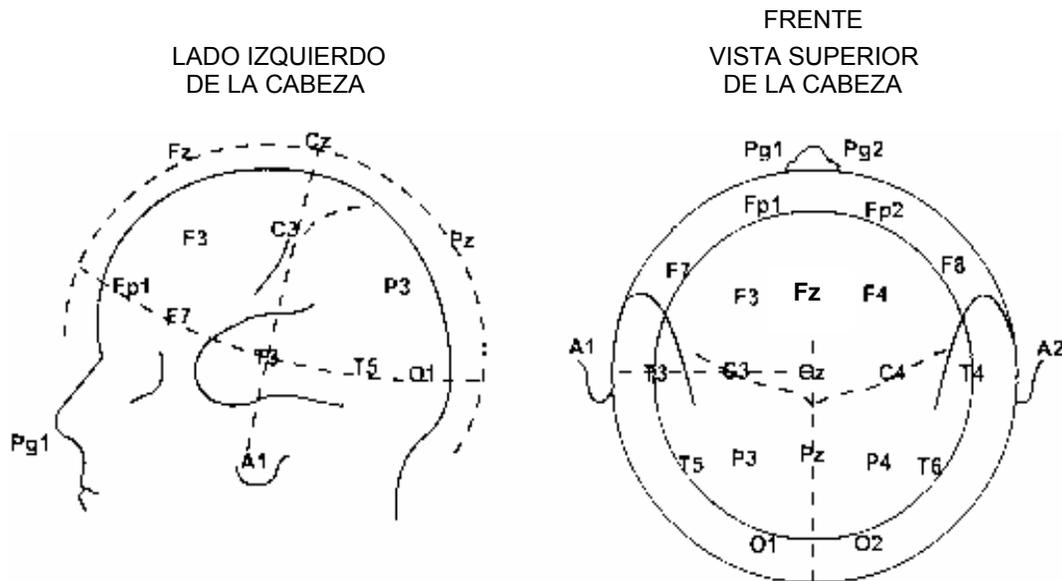
La actividad eléctrica cerebral es consecuencia de las corrientes iónicas generadas por los diversos procesos bioquímicos que ocurren a nivel celular, y fue puesta de manifiesto tras los estudios del británico Richard Caton en 1875 (Gil-Nagel et al., 2002). A nivel celular, se sabe que el Sistema Nervioso Central (SNC) consta esencialmente de neuronas y de células gliales; las neuronas producen y conducen impulsos nerviosos mediante fenómenos químicos y eléctricos; estas células se interconectan a través de elaborados circuitos formando redes. De esta manera la información pasa de una neurona a otra a través de las sinapsis. El potencial de membrana de las células nerviosas es de entre  $-60$  y  $-70$  microvolts y está sujeto a fluctuaciones dadas principalmente por la actividad sináptica. Las fluctuaciones del

potencial de membrana se da por la presencia de potenciales post-sinápticos excitatorios o inhibitorios, lo que contribuye en gran medida a la generación de los potenciales de campo extracelular. Así, a nivel celular, el EEG es el conjunto de oscilaciones de voltaje que reflejan las corrientes iónicas intra y extraneuronales generadas por grandes conjuntos de neuronas activadas sincrónicamente. A nivel de redes neuronales, las fluctuaciones en la actividad eléctrica observadas en los registros del EEG son en gran medida el resultado de la actividad neuronal que se establece entre el tálamo y la corteza. El tálamo es la estructura subcortical central que releva señales aferentes hacia el nivel cortical y recibe señales de las vías ascendentes y descendentes de múltiples áreas del cerebro. En general, se acepta que la ritmicidad cortical es el resultado de una compleja interrelación entre circuitos tálamo-corticales y circuitos córtico-corticales locales y globales (Thatcher, et al., 1986).

A lo largo de la historia del EEG ha habido un amplio número de técnicas de colocación de electrodos; sin embargo, fue necesaria la estandarización de una de ellas para que el registro de un mismo sujeto pudiera ser comparado a través del tiempo y para poder realizar comparaciones entre diferentes sujetos. La colocación estándar aprobada en 1949 por la Federación Internacional de Sociedades de Electroencefalografía y Neurofisiología Clínica (IFSECN, International Federation of Societies for Electroencephalography and Clinical Neurophysiology) y adoptada mundialmente es el Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1957), que está compuesto por 19 derivaciones (Figura 1), que -en nuestro caso- están referidas a los lóbulos auriculares cortocircuitados.

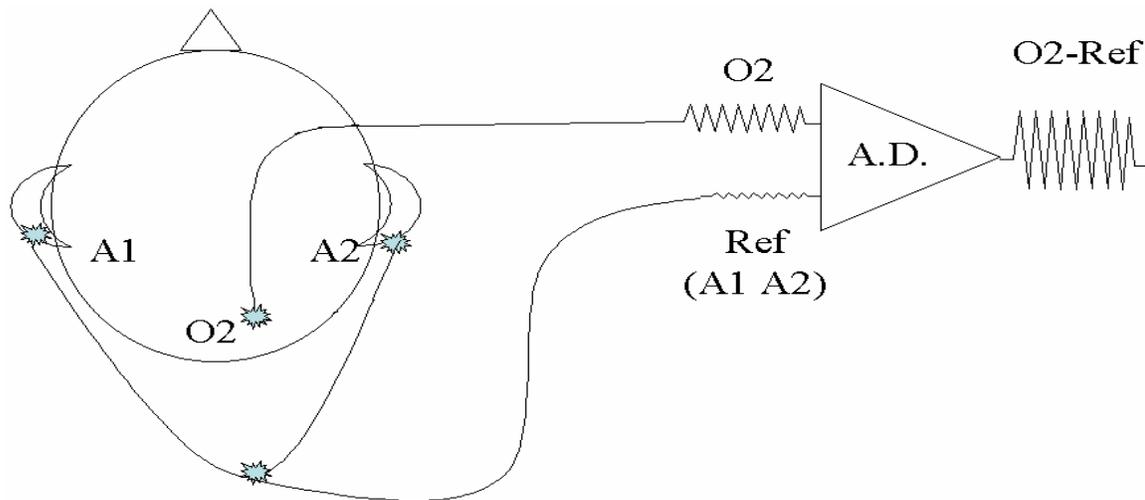
Este sistema utiliza distancias proporcionales al tamaño de la cabeza del sujeto usando marcas anatómicas específicas (*nasion*, *inion*, y *tragus* de ambas orejas). Se denomina 10-20 porque se usan el 10 ó el 20% de la distancia entre el *nasion* y el *inion* y de la distancia entre los *tragus* como intervalos entre los electrodos (Jasper, 1957). Una ventaja de este sistema es que, dado que los electrodos se colocan con base en proporciones de longitudes, las estructuras cerebrales que los subyacen son las mismas para todos los sujetos, independientemente del tamaño y la forma de su cabeza. Otras ventajas son que permite comparar resultados obtenidos en diferentes laboratorios y comparar los diferentes registros de EEG de un sujeto a través del tiempo.

## SISTEMA INTERNACIONAL 10-20



**Figura 1. Sistema Internacional 10-20.** En esta figura se muestra la colocación de electrodos; las letras designan la parte de la cabeza a la que corresponden (Fp: frontopolar, F: frontal, C: central, P: parietal, O: occipital y T: temporal); los números pares hacen referencia al lado derecho de la cabeza, los números noes al lado izquierdo y la letra z a las derivaciones de la línea media. A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub> representan los lóbulos auriculares, los cuales cortocircuitados sirven como referencia (Tomado de Jasper, 1957).

La magnitud de la actividad eléctrica cerebral en el cuero cabelludo se mide en microvolts ( $\mu\text{V}$ ) y, ya que su tamaño es tan pequeño, se requiere del uso de amplificadores. Los amplificadores que se usan para el registro del EEG son amplificadores diferenciales. Esto significa que entran al amplificador dos señales y sale la señal amplificada de la diferencia entre ellas (Figura 2). El resultado final de un registro de EEG es la secuencia de oscilaciones de la diferencia de voltaje entre dos electrodos en función del tiempo; estas oscilaciones son producidas principalmente por los potenciales posinápticos que se generan en el cerebro (Fernández y González, 2001).



**Figura 2. Amplificador Diferencial.** En los registros que utilizan un montaje referencial (antiguamente conocido como “monopolar”), al amplificador diferencial entran 2 señales: una señal de actividad eléctrica cerebral ( $O_2$ ) y una señal de referencia ( $A_1-A_2$ ), y sale una sola señal, que es la diferencia de las anteriores amplificada.

### 1.2. Ritmos electroencefalográficos.

Los ritmos cerebrales son la aparición regular de variaciones eléctricas en el EEG. En general se habla de un ritmo atendiendo a la frecuencia, voltaje y morfología (forma) de las oscilaciones, su topografía y su reactividad. Un ritmo puede identificarse visualmente. Existen diferentes ritmos, pero mencionaremos los siguientes: Alfa, Beta, Delta y Theta.

El ritmo Alfa es el más frecuente en el sujeto adulto en reposo y se caracteriza por presentar un rango de frecuencias de 8 a 13 Hertz (Hz). Se presenta durante la vigilia en reposo, principalmente en las regiones posteriores de la cabeza, generalmente con un gradiente antero-posterior de mayor voltaje en ambas regiones occipitales, con un campo de distribución que alcanza también zonas parietales y temporales posteriores. Su amplitud es variable, pero por lo general se encuentra alrededor de  $50 \mu\text{V}$  en adultos. El ritmo Alfa se aprecia mejor cuando el sujeto tiene los ojos cerrados y bajo condiciones de relajación física y relativa inactividad mental. Presenta reactividad a distintos estímulos, el más utilizado es el visual por presentarse sistemáticamente en toda persona normal y por ser el que produce una respuesta más notoria del ritmo posterior de base; se consigue con la simple

maniobra de apertura ocular, que induce una notable disminución de la amplitud o la desaparición del ritmo Alfa; la respuesta no disminuye con sucesivas repeticiones. El ritmo Alfa también se atenúa por activación mental, aunque en este caso la reducción de la amplitud es de menor magnitud, menos persistente y puede no estar presente en sujetos normales. Otra característica del ritmo es que va desapareciendo gradualmente cuando el sujeto manifiesta somnolencia, especialmente si esta variación se asocia con la aparición de movimientos oculares lentos. Este ritmo se caracteriza por tener una forma sinusoidal modulada en amplitud, se dice que es fusiforme (Niedermeyer, 1999b; Gil-Nagel et al., 2002).

El ritmo Beta se caracteriza por presentar una frecuencia mayor a 13 Hz y menor a 30 Hz. Su morfología es muy variada e irregular; es frecuente que se presente con la actividad mental y con la apertura de los ojos en vigilia. El ritmo Beta se encuentra principalmente en las regiones centrales y frontales, aunque se puede encontrar también en regiones posteriores, por lo que su distribución topográfica es discutida (Niedermeyer, 1999b). Puede tener reactividad ante los estímulos táctiles y la actividad motora de las extremidades contralaterales (Gil-Nagel et al., 2002).

El ritmo Theta tiene un rango de frecuencia de 4 a 7 Hz. Su amplitud es alta pero menor a la del ritmo Delta. Se presenta durante la infancia, así como en estados de adormecimiento y en el sueño de ondas lentas. No debe observarse en adulto normal en vigilia. En niños durante vigilia es reactivo a la apertura de ojos (Niedermeyer, 1999a; 1999b), por lo que ha sido considerado como precursor del ritmo Alfa. Algunos autores lo han asociado a actividad cognoscitiva de tipo emocional, sin embargo, los hallazgos no ha sido consistentes (Niedermeyer, 1999b).

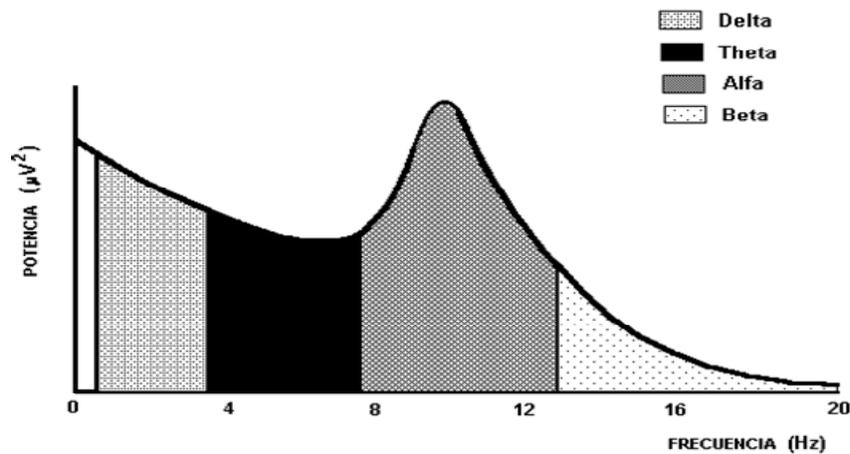
Delta se refiere al ritmo con una frecuencia menor que 4 Hz y mayor que 1 Hz. Su amplitud varía entre 150 y 200  $\mu$ V. Este ritmo se presenta durante los primeros años de vida en el ser humano, sin embargo va desapareciendo con la maduración del sistema nervioso, presentándose en adultos solamente durante las fases más profundas del sueño de ondas lentas. No se presenta en el adulto normal en vigilia, excepto durante la actividad mental que requiera de una gran concentración. La morfología de Delta puede ser monomorfa o polimorfa (Niedermeyer, 1999b).

### 1.3. Análisis cuantitativo del EEG.

La incursión en el campo del EEG cuantitativo ha sido de gran utilidad para el estudio de la actividad eléctrica cerebral en dos niveles: la integridad anatómica y funcional del sistema nervioso y la actividad cognoscitiva (Harmony, et al., 1995).

Debido a la complejidad inherente al EEG, deben ser empleados métodos de análisis de series de tiempo para poder trabajar con medidas cuantitativas. En este trabajo se utilizarán medidas derivadas del espectro de potencias del EEG, que se obtienen aplicando la Transformada Rápida de Fourier a la señal del EEG que está en el dominio del tiempo para llevarla al dominio de la frecuencia. En el espectro de potencias resultante (figura 3) se distinguen clásicamente 4 bandas (Cantor, 1999):

- Delta (1.5 - 3.5 Hz)
- Theta (4.0 - 7.5 Hz)
- Alfa (8.0 - 12.5 Hz)
- Beta (13 - 30 Hz)



**Figura 3. Espectro de Potencias.** En esta figura se muestra un espectro de potencias del EEG. Las abscisas muestran la frecuencia (en Hz) y las ordenadas, la potencia (en  $\mu V^2$ ). Para hacer un análisis de Banda Ancha, el rango de frecuencias se divide en cuatro bandas: Delta, Theta, Alfa y Beta. La Potencia Absoluta de cada banda es el área bajo la curva en el intervalo correspondiente (Tomado de Harmony et al., 1991).

En esta investigación se estudiarán las medidas de Potencia Absoluta (PA) y Potencia Relativa (PR). En el análisis de banda ancha, se define la PA en una banda como el área bajo la curva de la potencia en el rango de frecuencias de la banda en cuestión. La PR es una medida porcentual y está definida como la PA en una banda de frecuencias dividida entre la PA total. En otras palabras, la PR en una banda dada, es la proporción de PA en esa banda respecto a la PA total.

#### 1.4. Base de datos normativa del EEG.

Uno de los factores que más afecta al EEG, sobre todo en la infancia, es la edad y por ello, la interpretación del registro electroencefalográfico debe realizarse tomando en cuenta la edad de la persona. En el periodo de desarrollo, a medida que aumenta la edad, aumenta la frecuencia y disminuye el voltaje de la señal electroencefalográfica. En términos de la PA esto se traduce en una reducción de la misma, principalmente en las bandas Delta y Theta (Matousek y Petersén, 1973). A medida que aumenta la edad, las PRs Delta y Theta disminuyen y las PRs Alfa y Beta aumentan (John et al., 1977).

Debido a que la edad es un factor que afecta los valores de potencia del EEG en reposo, para determinar la “normalidad” de un EEG es útil trabajar con la transformación Z de la PA y de la PR para comparar a un sujeto con los sujetos normales de su misma edad. Para ello debe utilizarse una base de datos normativa del EEG; en nuestro caso, usamos la de Valdés et al. (1990), la cual incluye los valores de los parámetros electroencefalográficos en las edades de 6 a 90 años.

La transformación Z se expresa como:  $Z=(X-\mu)/\sigma$

donde “X” es, el valor de la PA (o PR) del sujeto en una banda y en una derivación y “ $\mu$ ” y “ $\sigma$ ” son la media y la desviación estándar de la PA en esa banda y en esa derivación de las normas (Valdés et al., 1990) de los individuos que tienen la misma edad del sujeto.

## 2. TRASTORNO DE APRENDIZAJE (TA)

Se diagnostica a un individuo con TA cuando su desempeño (individual), en pruebas estandarizadas de lectura, matemáticas o expresión escrita está sustancialmente por debajo de lo esperado para su edad, escolaridad y nivel de inteligencia. Estos problemas de aprendizaje interfieren significativamente con el desempeño académico o actividades de la vida cotidiana que requieren habilidades de lectura, matemáticas o escritura (American Psychiatric Association, 2000).

Un TA puede ser:

- a) *Específico*. Se refiere a aquel en el que se presenta un déficit exclusivamente en la lectura, en los conceptos matemáticos o en la expresión escrita. El rendimiento en las tres áreas se mide mediante pruebas normalizadas y administradas individualmente considerando la edad cronológica del sujeto, su nivel de inteligencia y la escolaridad propia de su edad.
- b) *Inespecífico*. Esta categoría incluye trastornos del aprendizaje que no cumplen los criterios de cualquier trastorno del aprendizaje específico. Esta categoría puede referirse a deficiencias observadas en dos o tres áreas (lectura, matemáticas, expresión escrita) que interfieren significativamente con el rendimiento académico (American Psychiatric Association, 2000).

### *Características de déficit en la lectura.*

El TA más común es el relacionado con la lectura; se estima su presencia en 4 de cada 5 casos de personas con TA (American Psychiatric Association, 2000). Entre los síntomas del trastorno de lectura se incluye la velocidad lectora lenta, comprensión deteriorada, omisiones y distorsiones de palabras y rotaciones de letras que están más allá del nivel de rendimiento esperado basado en la edad y el CI. Aunque aprender a leer puede estar comprometido por varias razones, el trastorno de la lectura se observa incluso en presencia de una inteligencia normal, una educación, una motivación y un control emocional apropiados (Tsvetkova, 1997).

Normalmente, en los individuos con trastorno de lectura son bastante frecuentes las dificultades de atención, incluso para tareas que no están relacionadas con la lectura. Aproximadamente una cuarta parte muestra trastornos de conducta

asociados que empiezan normalmente antes de la adolescencia o incluso antes de los años escolares (Tsvetkova, 1997).

#### *Características de déficit en la expresión escrita.*

Entre los síntomas del trastorno de expresión escrita se incluyen velocidad lenta al escribir y producción baja, ilegibilidad, rotaciones de letras, errores sintácticos, borrones, rectificaciones, errores de espacios y puntuación, problemas de ortografía, rechazo a completar el trabajo o a presentar las tareas y el bajo rendimiento (Tsvetkova, 1997).

#### *Características de déficit en los conceptos matemáticos.*

Los individuos con un trastorno en los conceptos matemáticos presentan dificultades en aprender a contar, hacer cálculos matemáticos simples, definir grupos de objetos y en el pensamiento espacial (derecha-izquierda, arriba-abajo, este-oeste). Los déficits pueden observarse en la copia de formas, memoria matemática, número y procesos secuenciales y en nombrar conceptos matemáticos y operaciones (Hallahan y Kauf, 1982).

El TA más común es el TA inespecífico relacionado con la lectura y la escritura (80%). La prevalencia del TA no está determinada, pero parece que existe un predominio masculino estándar de 3:1 a 4:1 presente en la mayoría de los TA (Monedero, 1994).

Los niños con TA tienen mayor riesgo de no poder desarrollar habilidades sociales que aquellos que no manifiestan este trastorno (Merrell, 1990).

El TA no debe confundirse con otras discapacidades como el retraso mental, el autismo, la sordera, la ceguera o los trastornos del comportamiento. Ninguna de estas discapacidades constituye un TA. Tampoco debe confundirse con la falta de oportunidades educativas, como los cambios frecuentes de escuela o las faltas de asistencia a clase ni debe confundirse el TA con el Trastorno por Déficit de la Atención (TDA); puesto que, a pesar de que los niños con TA frecuentemente presentan problemas en el proceso de atención, no necesariamente satisfacen los criterios clínicos para ser diagnosticados con un TDA (American Psychiatric Association, 2000).

### 3. CARACTERIZACIÓN ELECTROENCEFALOGRÁFICA EN NIÑOS CON TA

Se ha realizado un número considerable de investigaciones con el objetivo de caracterizar el EEG de los niños con TA. En general, independientemente de la edad, se ha observado que en el EEG, en condición de reposo, los niños con TA tienen mayor actividad lenta, principalmente en el rango de frecuencias Theta, y menor actividad Alfa que los niños normales (John et al., 1983; Harmony et al., 1990; Álvarez, et al., 1992; Chabot et al., 2001, Fernández et al., 2002; Gasser, 2003). Tomando en cuenta los cambios electroencefalográficos que ocurren normalmente con la edad, frecuentemente los niños con TA tienen un patrón electroencefalográfico correspondiente al de niños normales de menor edad. La interpretación que se ha dado a este hecho es que los niños con TA tienen un retraso en la maduración de su electroencefalograma (RMEEG) (John et al., 1983; Harmony, 1989; Harmony et al., 1995). Este retraso no implica necesariamente alteraciones en el desarrollo físico, factores endocrinos, en la inteligencia, ni en el comportamiento (Delamonica, 1984).

El RMEEG se correlaciona con observaciones reportadas a partir de la inspección visual del EEG, en donde es más frecuente observar una cantidad excesiva de ondas lentas en los niños con TA que en los niños normales (John et al., 1983), además de otras anomalías en el EEG. Desde el punto de vista de inspección visual, también en el EEG de los niños con TA puede presentarse un trazado desorganizado en forma difusa. Cuando el EEG del niño con TA no es normal puede presentar paroxismos o descargas de puntas, especialmente con focos en las áreas temporales u occipitales, exceso de Delta focal y asimetría persistente de Delta (Delamonica, 1984; Chabot et al., 2001). Hughes (1971) reportó que 51.4% de los niños con TA de su muestra presentaban ondas lentas y Chabot et al. (2001) reportaron que los niños con TA presentan en un 25% a 45% de los casos ondas anormales, siendo su EEG más lento de lo normal.

Por otro lado, Álvarez et al. (1992) en una muestra de 232 niños con TA y 56 niños control, reportaron una gran cantidad de actividad paroxística en niños con TA (66%) comparada con la que presentaban los niños control (12.5%), no habiendo en ningún caso diagnóstico de epilepsia; mientras que Becker et al. (1989) observaron que signos anormales en el EEG (espigas focales, actividad Delta polimórfica no

paroxística y asimetrías de Delta consistentes) eran significativamente más frecuentes en niños con TA que en niños normales.

Alrededor del 17.6% de los niños con TA tienen una actividad de base más lenta y menos reactiva a la apertura y cierre de ojos, mayor actividad Theta (Douglas, 1978; Chabot et al., 2001), y Delta, principalmente en regiones parietoccipitales y temporales (John et al., 1983), así como una deficiencia de actividad Alfa (Fuller, 1977; Chabot et al., 2001).

Tomando en cuenta que en los niños con TA es frecuente observar signos electroencefalográficos de retraso en la maduración, que se pueden relacionar con sus problemas cognoscitivos, nuestra hipótesis de trabajo es que al modificar la actividad electroencefalográfica de niños con TA (que presentan dicho RMEEG), se reduzcan sus déficits cognoscitivos. Un procedimiento que permite modificar el EEG es la técnica de NRA.

#### 4. NEURORRETROALIMENTACIÓN (NRA)

La NRA es un procedimiento de condicionamiento operante mediante el cual un individuo aprende a modificar la actividad eléctrica de su propio cerebro (Thatcher, 1999).

Se desconocen los mecanismos por medio de los cuales puede lograrse el incremento o la disminución de la actividad del EEG en un rango de frecuencias dado; sin embargo, algunos autores han especulado al respecto. Una de las teorías enunciada con mayor frecuencia para explicar este mecanismo se basa en las alteraciones características del TDA. Dada la eficacia de la NRA en el tratamiento de individuos con TDA, esta teoría postula que el efecto de la NRA debe buscarse en las estructuras que participan en el proceso de atención focal sostenida: áreas prefrontales, estructuras del sistema límbico y formación reticular del tallo cerebral (Abarbanel, 1999). Utilizando un tratamiento de condicionamiento operante donde el sujeto hace un esfuerzo para recibir el reforzador cuando produce una disminución de la actividad de 8 Hz, propone que la influencia de la corteza prefrontal sobre el hipocampo, el tallo cerebral, o el resto de la corteza cerebral, regula la distribución de frecuencias en el tálamo. De esta manera se establece un condicionamiento en las múltiples sesiones de NRA que es mantenido a través de un mecanismo de potenciación postetánica (Abarbanel, 1999). Aunque esta teoría podría explicar el proceso que subyace a la NRA en sujetos con TDA, no es generalizable, ya que no todos los pacientes en los que resulta efectiva la NRA tienen las mismas características electroencefalográficas.

Otros autores (Othmer et al., 1999), proponen que la NRA facilita un efecto sincronizador de varias poblaciones neuronales. Estos autores, opinan que la NRA actúa de la misma forma que la conjunción perceptual de rasgos sólo que a frecuencias más bajas. La conjunción perceptual de rasgos se refiere a que los diferentes atributos de un estímulo se procesan en distintas regiones cerebrales; en todas estas regiones se presenta simultáneamente una descarga de 40 Hz; la sincronización de esta actividad, en regiones cerebrales distintas, relacionada con el procesamiento del objeto es lo que produce la conjunción de los distintos rasgos del objeto para poder percibirlo como un todo. Othmer et al. (1999) consideran que la NRA produce la sincronización de conjuntos neuronales que pertenecen a una

misma red o a un mismo sistema de procesamiento. Este efecto sincronizador es el que va a producir los cambios en la conducta que se observan después de aplicar un tratamiento de NRA.

En pacientes con epilepsia Serman y Egner (2006) han postulado que la eficacia de entrenar el ritmo sensorimotor (RSM) (12-15 Hz) o los Potenciales Corticales Lentos (1-2 Hz) esta dada porque ambos protocolos de NRA reducen la excitabilidad cortical. El RSM refleja tanto las interacciones talamocorticales afectadas por el estado actual del sistema sensorimotor como el tono cortical general y posiblemente, la eficacia de entrenar el RSM con NRA esta basada en un incremento a largo plazo de los mecanismos inhibitorios en las vías sensorimotoras (Serman y Egner, 2006). Aunque se conoce muy poco sobre las bases fisiológicas que subyacen a la NRA; ésta ha demostrado ser útil en el tratamiento del TDA (Lubar et al., 1985, 1995; Linden et al., 1996; Lubar y Lubar, 1999; Nash, 2000), del TA (Fernández et al., 2003), de la depresión (Baehr et al., 1999), del desorden obsesivo-compulsivo (Abarbanel, 1999), de trastornos afectivos (Rosenfeld, 2000), en el tratamiento de adicciones (Ochs, 1992; Trudeau, 2000), principalmente del alcoholismo (Kelley, 1997; Peniston y Kulkosky, 1999), en el tratamiento de la epilepsia (Serman y Friar, 1972; Seifert y Lubar, 1975; Lubar y Bahler, 1976; Goldstein, 1997), del daño cerebral (Ponsford y Kinsella, 1998; Tinius y Tinius, 2000; Stamatina y Lubar, 2004) y en la rehabilitación del infarto cerebral (Rozelie, 1995).

La NRA tiene un efecto positivo sobre la conducta y la cognición (Vernon, 2003). Existe un estudio de seguimiento por dos años en niños con TA y RMEEG (Becerra et al., 2006) en el que se observó una mejoría conductual y electroencefalográfica de los niños. Así como en TA, en niños con TDA y tratados con NRA, dando seguimiento hasta su vida adulta, se ha visto que los efectos del tratamiento parecen ser perdurables (Lubar y Bahler, 1976; Serman et al., 1978; Lubar, 1991; Tansey, 1993).

Como se mencionó anteriormente, la NRA es un tratamiento de condicionamiento operante. El condicionamiento operante es el proceso por el cual la frecuencia con que ocurre una conducta, se modifica debido a las consecuencias que esa conducta produce (Morris, 1996). Dichas consecuencias se denominan “reforzadores” o “castigos” (Swenson, 1997). Un reforzador siempre se define en términos de sus efectos sobre la frecuencia posterior de la respuesta que inmediatamente lo precede. Existen reforzadores tanto positivos como negativos, ambos tienen el

mismo efecto sobre la conducta: incrementar su probabilidad de ocurrencia; pero cada uno funciona de modo diferente.

Si la aparición de un estímulo como consecuencia de una respuesta resulta en una mayor probabilidad de que la respuesta ocurra en el futuro, el estímulo recibe el nombre de “reforzador positivo”. El reforzador positivo implica presentar algo recompensante para el sujeto experimental (Reynolds, 1990). Un reforzador positivo fortalece cualquier comportamiento que lo produzca (Skinner, 1977). Por otra parte, si la desaparición de un estímulo como consecuencia de una respuesta resulta en que la respuesta ocurra en el futuro con mayor probabilidad, el estímulo recibe el nombre de “reforzador negativo”; por lo tanto, el reforzamiento negativo involucra la evitación de algo desagradable para el sujeto experimental (Reynolds, 1990). Un reforzador negativo fortalece cualquier comportamiento que reduzca la aparición del estímulo aversivo o le ponga fin (Skinner, 1977). Por lo tanto, el reforzamiento negativo es diferente al castigo: el reforzamiento negativo incrementa la probabilidad de ocurrencia de una conducta al suprimir algo desagradable; en cambio, el castigo tiende a decrementar la probabilidad de ocurrencia de una conducta al agregar algo desagradable.

En trabajos de condicionamiento operante en animales, en los que se pretende comparar la superioridad de los reforzadores positivos o negativos, existe controversia en los resultados, puesto que los estímulos empleados no son los mismos (Critchfield y Magoon, 2001). Por ejemplo, en el caso de un programa de condicionamiento con reforzadores positivos generalmente se emplea el alimento como estímulo y en el caso del condicionamiento con reforzadores negativos, se emplean choques eléctricos (Farley y Fantino; 1978). En experimentos con humanos, existen pocos estudios que examinan los efectos del reforzamiento positivo y negativo usando el mismo estímulo (Ruddle et al., 1981; Ruddle et al., 1982). Los resultados que obtienen son compatibles con lo planteado en la teoría del condicionamiento operante: los reforzadores negativos inducen a un aprendizaje de evitación, el cual es adquirido más rápido que el aprendizaje motivado por incentivos positivos. En contraste, las respuestas que se motivan por medio de reforzadores positivos inducen a un aprendizaje que persiste más tiempo (tarda más tiempo en extinguirse) (Gross, 1998).

En nuestro caso, la “conducta” que se desea incrementar es la reducción del índice  $PA(\text{Theta})/PA(\text{Alfa})$ , al cual llamaremos índice Theta/Alfa. Para lograrlo, se puede usar tanto un reforzador positivo como uno negativo. En el caso de usar el reforzador positivo cuando ocurre una disminución del índice Theta/Alfa, lo esperado es que se incremente en el futuro la probabilidad de que se reduzca dicho índice en el EEG del niño. En caso de usar un reforzador negativo cuando ocurre un aumento del índice Theta/Alfa, se espera que el niño evite la aparición del estímulo aversivo y con ello aumente la probabilidad de que se reduzca dicho índice en el futuro.

## 5. NRA EN NIÑOS CON TA.

Existe en la literatura un número muy reducido de trabajos en los que se ha aplicado un tratamiento de NRA a niños con TA, y en la mayor parte de ellos: a) el diagnóstico de TA no es claro, b) las muestras han estado constituidas por patologías diversas y c) el tratamiento de NRA se ha dado sin considerar las características electroencefalográficas de los niños con TA.

Por ejemplo, el artículo de Tansey (1991), refiere en el título que el tratamiento será aplicado a niños con TA, sin embargo, su muestra estuvo integrada por 2 niños con TDA, 11 con daño perceptual y 11 con daño neurológico, todos los cuales fueron tratados con un protocolo de NRA que reforzaba la disminución de la actividad electroencefalográfica de 8 Hz y el aumento de la de 14 Hz en un punto de la línea media situado 2.6 cm por detrás de vértex.

De manera similar, Linden (1996) también refiere en el título que el tratamiento fue aplicado a niños con TA y su muestra estuvo integrada por 18 sujetos con TDA y TDA con Hiperactividad (TDAH) “algunos de los cuales también manifestaban TA”. El protocolo de NRA que se empleó reforzaba el incremento de la actividad Beta y la disminución de la actividad Theta.

Othmer et al. (1991) aplicaron el tratamiento de NRA a sujetos con edades entre 6 y 16 años, siete de ellos con TDAH, ocho con TDA, seis con TA y dos con desorden de conducta. En todos utilizó el mismo protocolo: aumento de la frecuencia de 15-18 Hz, disminución de las frecuencias de 4-7 Hz y 22-30 Hz, dando el tratamiento de NRA bipolar en la corteza sensorimotora-cisura de Rolando. No reportan haber tomado en cuenta las características electroencefalográficas de los sujetos.

Lubar (1991) reporta que la NRA dada utilizando un protocolo en el que se refuerza la disminución de Theta y el incremento de actividad en el rango de frecuencias Beta en regiones frontales y/o centrales resultó más eficaz en el tratamiento del TDA que en el tratamiento del TA. La comparación en sí misma resulta absurda, pues las características electroencefalográficas de ambas poblaciones son distintas y el protocolo que él utilizó corresponde precisamente a las características electroencefalográficas más sobresalientes de los niños con TDA (exceso de actividad Theta frontal; además, en niños mayores y adolescentes, puede presentarse un déficit de actividad Beta). Los niños con TA presentan típicamente alteraciones electroencefalográficas diferentes que no involucran de modo

importante a la banda Beta y, en general, tienen una topografía más inespecífica, como se describió anteriormente.

Al parecer, existe una gran confusión diagnóstica; por ello, que en este trabajo hacemos énfasis en los criterios diagnósticos para determinar la presencia de un TA. Uno de los trabajos que considera una muestra homogénea de niños con TA es el de Fernández et al. (2003), en el que los criterios de inclusión fueron: tener TA, examen neurológico normal, CI mayor que 70, la escolaridad de la madre del niño superior a segundo de primaria, ingreso *per cápita* familiar mayor al 50% del salario mínimo y el valor Z del índice Theta/Alfa derivado de su EEG mayor que 1.645 al menos en una derivación. En este trabajo se consideraron dos grupos: un grupo experimental, al que se le aplicó un tratamiento de NRA que reforzaba la disminución del índice Theta/Alfa, y otro grupo control, al que se le aplicó un tratamiento placebo. Consideramos que este artículo sienta precedentes para afirmar que la NRA (y en particular, si se usa el mismo protocolo es decir la disminución del índice Theta/Alfa) es eficaz en el tratamiento de los niños con TA que tienen un RMEEG. Mas aún, si tomamos en cuenta que en el seguimiento realizado 2 años después del tratamiento todos los niños del grupo con tratamiento placebo continuaron presentando un TA, pero el 80% de los niños del grupo con tratamiento de NRA fueron diagnosticados como normales (Becerra et al., 2006), podemos decir que la NRA es altamente eficaz en el tratamiento de estos niños. Por lo tanto, no consideramos necesario en el presente trabajo considerar a un grupo control con tratamiento placebo.

Aunque en todos los trabajos citados se han explorado los efectos de la NRA sobre la conducta y/o la cognición, no en todos ellos se han explorado los efectos de la NRA sobre el EEG. En la mayoría de las investigaciones en donde sí se han explorado, también se ha observado un efecto positivo que consiste en la disminución de anomalías electroencefalográficas; sin embargo, existen excepciones en las que a pesar de encontrar un efecto positivo sobre la conducta, no se ha visto efecto alguno sobre el EEG inmediatamente después de terminar el tratamiento de NRA (Fernández et al., 2003; Sterman, 2000; Lubar et al., 1995). Debido a esto, Fernández et al. (2003) realizaron otro registro de EEG dos meses después del tratamiento, y en éste encontraron una importante aceleración en la maduración electroencefalográfica.

Este hallazgo es difícil de explicar, pues según las bases lógicas que sustentan a la NRA, el cambio que la NRA produce en el EEG es el que debe producir los cambios en la conducta y en la cognición. Una posible explicación es que la NRA modifica la función de estructuras subcorticales, lo cual produce un cambio en la conducta, pero no necesariamente en el EEG, pues según Thatcher et al. (1986) y Nunez (1995) el 97% de la actividad electroencefalográfica que se registra en el cuero cabelludo se origina en la corteza. Sin embargo, es conocido que la actividad cortical puede modularse por la actividad talámica, de modo que no es de extrañar que un tiempo después se observen cambios en el EEG, los cuales pueden estar dados por modulación de los circuitos tálamo-corticales. Sterman y Egner (2006) plantean que mediante la NRA es posible aprender a modular la excitabilidad talamo-cortical.

Por otro lado, respecto al número de sesiones de NRA necesarias para encontrar un efecto, Rossiter y LaVaque (1995) demostraron que son suficientes veinte sesiones (de NRA) para reducir significativamente el número de síntomas cognitivos y conductuales del TDA. Ellos concluyeron que con veinte sesiones de NRA se podía normalizar la conducta y mejorar el desempeño académico a largo plazo en niños con TDA. Fernández et al. (2003) observaron, también dando 20 sesiones, no sólo un efecto positivo de la NRA sobre la conducta, sino también sobre el EEG en un grupo de niños con TA y signos de RMEEG. Sin embargo, dado que los niños con Retraso Mental tienen más dificultad para comprender y ejecutar instrucciones, en mi tesis de licenciatura se aplicaron 30 sesiones de NRA con el protocolo de dismonución del índice Theta/Alfa y se obtuvieron cambios positivos tanto en la conducta como en el EEG inmediatamente después del tratamiento, mismos que se incrementaron en los dos meses siguientes.

Dado este último antecedente, en este trabajo se utilizará el mismo protocolo de NRA (disminución del índice Theta/Alfa) durante 30 sesiones con la intención de poder quizá observar cambios en el EEG inmediatamente después de que finalice el tratamiento de NRA y no hasta 2 meses después. Independientemente de si se observan cambios o no inmediatamente después del tratamiento, también se hará la observación de qué ocurre en los siguientes 2 meses.

## JUSTIFICACIÓN

Se estima que hay una alta cantidad de niños con TA en nuestro país. El índice de deserción y reprobación en la educación primaria constituye una tercera parte de la matrícula nacional según el reporte de la Secretaría de Educación Básica y Normal (La Jornada, 1995). Alrededor de un millón 500 mil niños en México presentan algún tipo de TA, cifra que coincide con el índice de reprobación y abandono de los estudios de los menores de entre seis y 14 años (La Jornada, 2003). En México entre el 6 y 7% de los niños en edad escolar presentan TA (Fletcher y Kaufman, 1995). Tan sólo en el Estado de Querétaro, en el año 2002, se atendieron en 16 Unidades de Servicio de Apoyo a la Educación Regular (USAER) a 3,300 niños con TA (Dr. Roberto Ortega, comunicación personal). Esta alta incidencia de niños con TA, no sólo en Querétaro sino a nivel nacional, hace evidente la necesidad de proponer y realizar proyectos de investigación que vayan más allá del diagnóstico y la caracterización conductual y electroencefalográfica de estos niños.

Si los padres, maestros u otros profesionales descubren a tiempo trastornos de aprendizaje en un niño y le proporcionan la ayuda adecuada, pueden brindarle al menor la oportunidad de desarrollar todas las habilidades necesarias para llevar una vida exitosa y productiva.

En el Laboratorio de Psicofisiología del Instituto de Neurobiología, se ha trabajado durante varios años en la caracterización de la actividad electroencefalográfica de niños que presentan TA (Centro de Neurobiología, IV Informe de Actividades del 2o. Período, 2001). Una conclusión bastante consistente ha sido que los niños con TA frecuentemente presentan un RMEEG, lo cual podría explicar los signos característicos de este trastorno. En una investigación anterior a la presente, realizada en dicho laboratorio y bajo un control mayor que en todas las que le precedían, se demostró que la NRA, aplicada sobre la base de normas electroencefalográficas, utilizando un reforzador positivo, es una técnica útil en el tratamiento de niños con TA que presentan un RMEEG (Fernández et al., 2003).

La mayoría de los estudios en el campo de la NRA utilizan mezclas de reforzadores positivos y negativos de manera no sistemática; en nuestro conocimiento, no se ha

evaluado cuál de las dos modalidades en el tratamiento de NRA, la que usa reforzador positivo o la que usa reforzador negativo, es más efectiva. La investigación actual pretende explorar el efecto del tratamiento de NRA sobre la conducta (entendida como desempeño académico, capacidad de lectura y escritura, conocimiento de conceptos matemáticos, CI, ejecución en una tarea de atención visual y auditiva, razonamiento, deducción, madurez intelectual y comportamiento) y el EEG de niños con TA y signos de RMEEG, al hacer una comparación entre dos grupos de niños, uno tratado con NRA usando reforzador positivo (grupo NRA (R+)) y otro tratado con NRA usando reforzador negativo (grupo NRA (R-)). Esta investigación resulta novedosa por no existir hasta el momento ningún estudio similar que pudiera permitir la optimización del tratamiento de NRA.

## **PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿El tratamiento de NRA aplicado con reforzador negativo induce mejoría en la conducta y/o el EEG de los niños con TA y RMEEG?

¿Cuál de las dos modalidades de reforzamiento (positivo o negativo), aplicado en el tratamiento de NRA, induce una mejoría de mayor magnitud en la conducta y/o el EEG de los niños con TA y RMEEG?

## **OBJETIVOS**

### Objetivo general.

Explorar si el efecto de los reforzadores positivo y negativo descritos en la teoría del aprendizaje puede generalizarse a la NRA de niños con TA que tienen un RMEEG.

### Objetivos particulares.

1. Corroborar que la NRA aplicada con reforzador positivo tiene un efecto de mejoría en la conducta (entendida como desempeño académico, capacidad de lectura y escritura, conocimiento de conceptos matemáticos, CI, ejecución en una tarea de atención visual y auditiva, razonamiento, deducción, madurez intelectual y comportamiento evaluados a través de diferentes instrumentos) de niños con TA y RMEEG.
2. Corroborar que la NRA aplicada con reforzador positivo tiene un efecto de mejoría en el EEG (aceleración de la maduración electroencefalográfica) de niños con TA y RMEEG.
3. Determinar si la NRA aplicada con reforzador negativo tiene un efecto de mejoría en la conducta de niños con TA y RMEEG.
4. Determinar si la NRA aplicada con reforzador negativo tiene un efecto de mejoría en el EEG de niños con TA y RMEEG.
5. Comparar los efectos sobre la conducta de la NRA aplicada con reforzador positivo con los de la NRA aplicada con reforzador negativo en niños con TA y RMEEG.
6. Comparar los efectos sobre el EEG de la NRA aplicada con reforzador positivo con los de la NRA aplicada con reforzador negativo en niños con TA y RMAEEG.

## **HIPÓTESIS**

1. La NRA aplicada con reforzador positivo tendrá un efecto de mejoría en la conducta (entendida como desempeño académico, capacidad de lectura y escritura, conocimiento de conceptos matemáticos, CI, ejecución en una tarea de atención visual y auditiva, razonamiento, deducción, madurez intelectual y comportamiento evaluados a través de diferentes instrumentos) de niños con TA y RMEEG.
2. La NRA aplicada con reforzador positivo tiene un efecto de mejoría en el EEG (aceleración de la maduración electroencefalográfica) de niños con TA y RMEEG.
3. La NRA aplicada con reforzador negativo tiene un efecto de mejoría en la conducta de niños con TA y RMAEEG.
4. La NRA aplicada con reforzador negativo tiene un efecto de mejoría en el EEG de niños con TA y RMEEG.
5. La NRA aplicada con reforzador negativo tendrá mayores beneficios inmediatos sobre la conducta que la aplicada con reforzador positivo a niños con TA y RMEEG.
6. La NRA aplicada con reforzador negativo tendrá mayores beneficios inmediatos sobre el EEG que la aplicada con reforzador positivo a niños con TA y RMEEG.

## MÉTODO

### A) Selección de la muestra:

Para la selección de los niños se aplicaron los siguientes instrumentos, entrevistas y pruebas:

- a) Entrevistas a directores de las escuelas.
- b) Pláticas con padres y niños.
- c) Entrevista al padre, madre o tutor.
- d) Aplicación de la prueba psicológica WISC-R (Weschler Intelligence Scale for Children – edición Revisada).
- e) Aplicación de la prueba de lecto-escritura de Iglesias y Derman (1985).
- f) Examen neurológico.
- g) EEG en condición de reposo con ojos cerrados.

#### a) Entrevistas a directores de las escuelas.

Se realizaron citas con diferentes directores de escuelas primarias públicas de Querétaro con la finalidad de poder comunicar a los maestros, padres y niños los objetivos de la investigación, para poder así reclutar a suficientes niños y de ellos seleccionar la muestra experimental. En dichas entrevistas se aclaró que el tratamiento no representaría ningún costo para la escuela ni para los padres y se explicaron los beneficios de la NRA; así mismo se advirtió que no recibirían el tratamiento todos los niños enviados por la escuela, incluso aunque tuvieran un TA pues era necesario tener algún problema electroencefalográfico para intentar corregirlo con la NRA.

#### b) Pláticas con padres y niños.

Se expuso a los padres y niños en qué consistían los estudios diagnósticos que se realizarían para seleccionar la muestra. Se les explicó el criterio de selección así como en qué consiste la NRA. A los interesados que cubrieron los siguientes requisitos: edad entre 6 y 10 años, presentar problemas escolares y disposición y compromiso de dar seguimiento al tratamiento en caso de ser elegidos, se les hizo la invitación a asistir al laboratorio de Psicofisiología para realizarles las demás evaluaciones.

### c) Entrevista al padre, madre o tutor.

La entrevista tuvo como finalidad:

- Conocer el estilo de vida que lleva el menor, el ambiente familiar en el que se desenvuelve, sus actividades e información relevante que nos permita considerar que el factor emocional no es la causa del problema de aprendizaje que presenta el niño.
- Conocer el historial clínico de los niños y excluir a los niños que tuvieron enfermedades del sistema nervioso que pudieran dejar secuelas (meningitis, encefalitis, etc.).
- Descartar a los niños que tienen un nivel sociocultural muy bajo (madre analfabeta y/o ingreso *per cápita* inferior al 50% del salario mínimo vigente), pues se ha observado que estas variables se correlacionan positivamente con anomalías del EEG (Harmony et al., 1990).

### d) Aplicación de la prueba WISC-R.

El WISC-R (Wechsler, 1981) es la prueba de inteligencia estandarizada por edades de mayor difusión en el mundo. Consta de dos partes: una verbal y una ejecutiva, cada una de ellas compuesta por 5 subpruebas más una suplementaria. Las subpruebas de la escala verbal son: a) información, b) semejanzas, c) aritmética, d) vocabulario y e) comprensión (la suplementaria es retención de dígitos); las de la escala ejecutiva son: a) figuras incompletas, b) ordenación de dibujos, c) diseño con cubos, d) composición de objetos y e) claves (la suplementaria es laberintos).

Se consideraron las siguientes variables derivadas del WISC-R; estandarizadas para la edad del sujeto:

- CIV: Puntuación obtenida en la escala verbal del WISC-R.
- CIE: Puntuación obtenida en la escala ejecutiva del WISC-R.
- CIT: Puntuación global de la prueba, conocida como Coeficiente Intelectual.
- Puntuación en cada una de las subpruebas de la escala verbal.
- Puntuación en cada una de las subpruebas de la escala ejecutiva.

La aplicación del WISC-R antes del tratamiento sirvió para excluir de la muestra a aquellos niños que tienen un CI menor que 70. También se aplicó dos meses después de la NRA para evaluar posibles cambios que pudieran asociarse al tratamiento.

Subprueba de Aritmética. Forma parte de las subpruebas de la escala verbal de la prueba WISC-R; se le prestó especial atención porque una de las características del TA puede ser la presencia de déficit en los conceptos matemáticos.

La subprueba de Aritmética mide el razonamiento numérico: la capacidad para resolver problemas aritméticos. Contiene 18 problemas, 15 de los cuales se presentan de manera oral y 3 en tarjetas. Muchos de los problemas son parecidos a aquellos que es común que hayan visto los niños. Las respuestas se dan sin el uso de papel y lápiz. Los problemas tienen límite de tiempo. Esta subprueba evalúa diversas habilidades: conteo directo de cantidades concretas, sumas y restas, división sencilla, multiplicación y uso de operaciones mixtas. El énfasis de los problemas no se encuentra en el conocimiento matemático en sí, sino en el cálculo y la concentración mental.

#### e) Prueba de lecto-escritura.

La prueba de lecto-escritura (Iglesias y Derman, 1985) evalúa los síntomas relativos a la escritura, los trastornos relativos a la lectura y la comprensión de la lectura. Esta prueba está estandarizada en población mexicana. Las variables que se consideran en el análisis de los síntomas relativos a la escritura son:

- Omisión de letras, sílabas y palabras.
- Confusión de letras de sonidos semejantes.
- Confusión de letras de formas semejantes.
- Confusión de letras de orientación simétrica.
- Trasposición de letras y sílabas.
- Inversión de letras.
- Mezcla de letras y sílabas.
- Agregados de letras y sílabas.
- Separación de letras y sílabas.

- Contaminaciones.

Los trastornos relativos a la lectura son:

- Grupo de los que tienen lectura carencial: Todos aquellos que al leer cometen uno o varios de los errores consignados en los diez síntomas del dictado. Es decir que leen omitiendo letras, sílabas o palabras, confundiendo sonidos o formas semejantes, cambiando de lugar las letras o sílabas, etc.
- Grupo de los que tienen fallas en el ritmo: En este grupo pueden presentarse los tres tipos de lectura siguiente:
  - Lectura lenta: se lee lentamente, con mucha pausa, aunque sin cometer errores.
  - Lectura acelerada: el lector llama la atención por la velocidad que imprime a lo que lee, se apresura en demasía.
  - Lectura disrítmica o desordenada: el lector presenta un gran desorden al leer. De pronto lee muy rápido, como puede hacerlo pausadamente, pero siempre sin guardar el orden, ni respetar las pausas y los signos de puntuación.
- Grupo de los que presentan fallas del conocimiento: Aquellos que no han aprendido a leer.
- Grupo de los que tienen trastornos de la globalización:
  - Lectura arrastrada: lectores que prolongan la pronunciación de las sílabas, la arrastran o las repiten mientras captan el resto de palabra.
  - Lectura repetida: lectores que repiten en voz alta, varias veces, las primeras sílabas.
  - Lectura repetida silenciosa: el lector realiza las repeticiones en voz baja, para después leer toda la palabra en voz alta.
  - Lectura de tipo o formas mixtas: se manifiesta a la vez lectura arrastrada y repetida, sea silenciosa o en voz alta.

Esta prueba se aplicó antes del tratamiento de NRA con la finalidad de corroborar el diagnóstico de TA y también inmediatamente después de finalizar el tratamiento y

dos meses después de finalizar el tratamiento con la finalidad de evaluar posibles cambios que pudieran asociarse al tratamiento de NRA.

#### f) Examen neurológico.

La revisión neurológica se divide en dos partes: el interrogatorio y la exploración.

En el interrogatorio se investigan los antecedentes de importancia para el padecimiento actual, con énfasis en los eventos perinatales y las diversas fases del desarrollo psicomotor. Se determinan las características del padecimiento actual, síntomas, duración, evolución, métodos diagnósticos y terapéuticas empleadas.

En la exploración neurológica se revisan los doce nervios craneales. En el sistema motor se exploran la fuerza muscular, el tono, trofismo, reflejos de estiramiento muscular, reflejos anormales y la marcha. En la sensibilidad se explora la propiocepción, la sensibilidad táctil fina, la sensibilidad al dolor, la vibración y la temperatura. En el sistema vestibulo-cerebeloso se exploraran las "metrías", movimientos alternos, movimientos oculares y la marcha. En las funciones cognitivas se explora el estado de alertamiento, la atención, el lenguaje verbal, la memoria y la capacidad de abstracción y de emisión de juicios.

Con los datos previos se emite un diagnóstico sindrómico y etiológico cuando es posible. Para la selección de los niños, uno de los criterios es que el neurólogo debe dar el diagnóstico o mencionar la sospecha de TA.

#### g) Registro y análisis del EEG. Índice Theta/Alfa.

Se realiza a los niños un EEG en condición de reposo con ojos cerrados en las 19 derivaciones del Sistema Internacional 10-20 (Fp<sub>1</sub>, Fp<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, F<sub>7</sub>, F<sub>8</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, Fz, Cz, Pz) referidas a los lóbulos auriculares cortocircuitados. Para los registros electroencefalográficos y su posterior análisis se utiliza el sistema "Track Walker" instalado en el equipo de registro y análisis MEDICID IV. Se realiza un análisis de frecuencias del EEG para obtener la matriz de espectro cruzado (Basar, 1980). A partir de esa matriz se obtiene el índice Theta/Alfa y el valor Z del mismo según normas por edad (Valdés et al., 1990).

Para dar el diagnóstico de TA se tomaron en cuenta el examen neurológico, la entrevista psicológica, los resultados en la prueba de lecto-escritura y los resultados en la subprueba de Aritmética de la prueba WISC-R.

Se seleccionaron 16 niños que cumplieron con los siguientes criterios:

- a) Presentar TA. (Manifestar por lo menos uno de los siguientes tres criterios: 1) obtener en la prueba de lecto-escritura una calificación baja para el nivel escolar en el área de la escritura, 2) obtener en la prueba de lecto-escritura una calificación baja para el nivel escolar en el área de lectura y/o 3) obtener puntuaciones menores de 8 en la subprueba de aritmética de la prueba WISC-R. Además, el neurólogo a partir de la exploración que realiza debe considerar viable la posibilidad de presentar TA. Además, descartar la presencia de retraso mental exigiendo un CI mayor o igual que 70).
- b) Edad entre 6 y 10 años.
- c) Examen neurológico normal.
- d) Sin trastornos psiquiátricos (excepto por el TA).
- e) Sin antecedentes de enfermedades del SNC que pudieran dejar secuelas.
- f) Escolaridad de la madre al menos de tercero de primaria.
- g) Ingreso *per cápita* familiar mayor al 50% del salario mínimo.
- h) El valor de índice Theta/Alfa derivado de su EEG, debía corresponder, al menos en una derivación, a un valor  $z > 1.645$ , es decir, 2 desviaciones estándar por encima de la media de las normas para su edad (criterio de anormalidad para distribuciones de 1 cola).
- i) Diestros.
- j) Niñas sin haber presentado menarca.

Los responsables legales (padre, madre o tutor) de los sujetos seleccionados firmaron una carta de consentimiento informado de que sus hijos participarían voluntariamente en el estudio.

Los niños no seleccionados fueron derivados con otros profesionistas para recibir atención adecuada según sea el caso de cada niño.

## **B) Aplicación de otros instrumentos para evaluación.**

Una vez seleccionados los sujetos, se les aplicó una serie de pruebas psicológicas (TOVA (Task Of Variables of Attention) versión visual y auditiva, Matrices Progresivas de Raven, Prueba del Dibujo de la Figura Humana, Escala de Calificación para Padres Conners y Escala de Calificación para el Maestro Conners) además de un cuestionario para los padres, todo ello con la finalidad de tener más elementos para posteriormente evaluar los cambios conductuales y cognitivos en los niños debidos al tratamiento de NRA. Se seleccionaron estos instrumentos en particular, considerando la importancia de emplear pruebas estandarizadas (con excepción del cuestionario para padres).

A continuación, se describe una breve explicación de estas pruebas y se especifica el momento en el que se aplicaron. Algunas de ellas se aplican más de dos veces puesto que no hay efecto de aprendizaje que limite su aplicación. La programación de estas actividades se resume en la Tabla 1, indicando con "X" las pruebas que se realizaron antes de la NRA, inmediatamente después y dos meses después de finalizar el tratamiento.

**Tabla 1. DISEÑO EXPERIMENTAL**

<b>Estudio</b>	<b>Antes de la NRA</b>	<b>Inmediatamente después de la NRA</b>	<b>Dos meses después de finalizar la NRA</b>
EEG	X Se realizaron al menos dos registros.	X	X
Examen neurológico	X		
WISC-R	X		X
Prueba de lecto-escritura	X	X	X
TOVA Visual	X	X	X
TOVA Auditivo	X	X	X
Matrices Progresivas de Raven	X	X	X
Prueba del Dibujo de la Figura Humana	X	X	X
Escala de Calificación para Padres Conners	X Además se aplicó al finalizar las sesiones 10 y 20	X	X
Escala de Calificación para el Maestro Conners	X		X
Cuestionario para Padres	X Además se aplicó al finalizar las sesiones 10 y 20	X	X

- TOVA.

El TOVA (Greenberg y Kindschi, 1996) es una prueba de ejecución continua (CPT: continuous performance test) computarizada con una duración de 21.6 minutos.

Se presentan aleatoriamente 2 estímulos: el estímulo "blanco" y el "no blanco". Cada vez que aparece el estímulo "blanco" el sujeto debe presionar un botón quedando registrada su respuesta; el sujeto no debe responder al estímulo "no-blanco". En la primera mitad de la tarea, el estímulo "blanco" es infrecuente y en la segunda mitad es frecuente, pero a lo largo de toda la prueba ambos estímulos tienen la misma frecuencia de aparición.

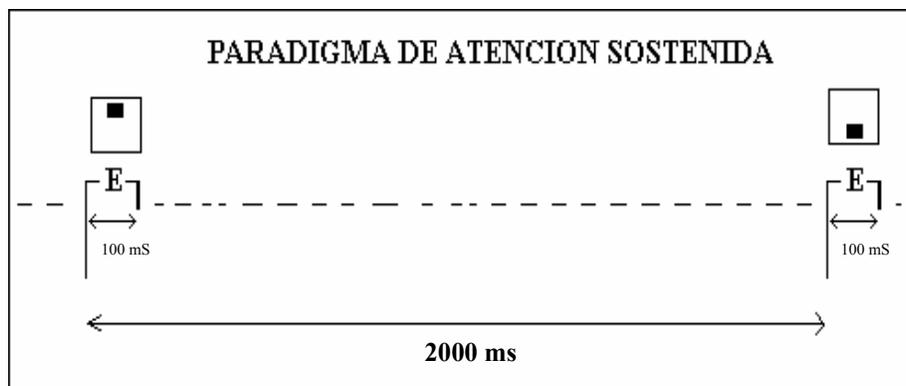
Las variables que se consideraran en el análisis son:

- 1) Porcentaje de Omisiones (%Om): Los errores de omisión ocurren cuando el sujeto no responde al estímulo "blanco". Se considera que el %Om es una medida de la inatención.
- 2) Porcentaje de Falsas Alarmas (%FA): Las FA son errores que ocurren cuando el sujeto responde incorrectamente al estímulo "no-blanco"; es decir, el sujeto aprieta el botón cuando se presenta un estímulo "no-blanco" porque no inhibe la acción de responder. Se considera que el %FA es una medida de impulsividad o desinhibición.
- 3) Tiempo de Reacción Promedio (TRP): El tiempo de reacción es la medida del tiempo de procesamiento que le toma al sujeto para responder correctamente a un "blanco"; en otras palabras, es el tiempo que transcurre entre la aparición de un estímulo "blanco" en el monitor y la respuesta del sujeto presionando el botón. El TRP es el promedio de todos los tiempos de reacción en respuesta a los blancos.
- 4) Puntaje Global del TOVA para la versión visual (ADHD score): Es una comparación entre la ejecución de un sujeto y la ejecución promedio de las normas para su edad, sexo, etc. Si el puntaje global TOVA es menor que -1.80, se concluye que los resultados de la prueba no estuvieron dentro de los límites normales para la edad y el sexo del individuo, pero esto no significa necesariamente que el sujeto tiene TDA (Leark et al., 1999).

5)  $d'$ : La  $d'$  es una medida derivada de la teoría de detección de señales que refleja la diferencia entre la tasa de FA y la tasa de aciertos. Es una medida de “sensibilidad perceptual” pues indica la precisión de la discriminación entre los estímulos, por lo que puede usarse como medida de la tasa de deterioro de la ejecución en el tiempo.

Existen dos versiones de la prueba TOVA: visual y auditiva.

En la versión visual, el estímulo “blanco” consiste en un cuadrado blanco que contiene en su parte superior un cuadrado negro más pequeño; el “no-blanco”, consiste en un cuadrado blanco que contiene en su parte inferior un cuadrado negro más pequeño (Figura 4). Cada 2 segundos aparece un estímulo en el monitor durante 100 milisegundos (ms).



**Figura 4. TOVA versión visual.** En esta figura se muestran los dos estímulos presentados en la tarea: estímulo “blanco” (a la izquierda) y estímulo “no-blanco” (a la derecha), los tiempos de duración de los mismos (100 ms) y el tiempo inter-estímulo (2000 ms).

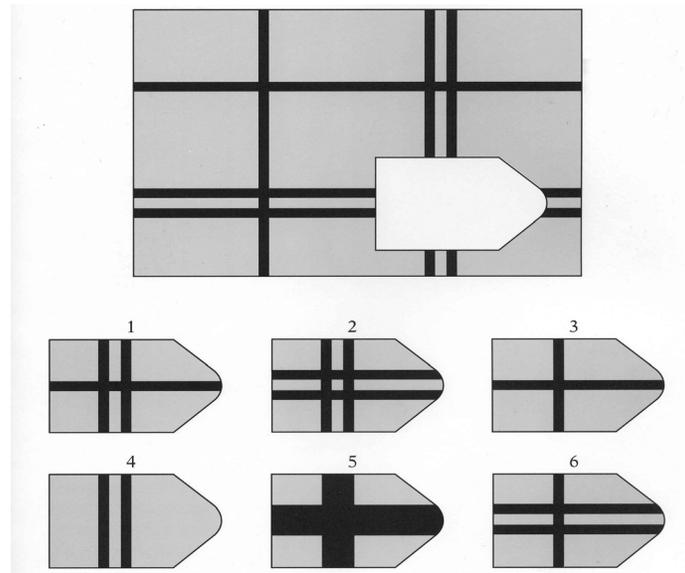
En la versión auditiva el estímulo “blanco” es un tono agudo de 400 Hz y el estímulo “no blanco” es un tono grave de 250 Hz. De manera similar que en la prueba TOVA visual, en la versión auditiva, cada 2 segundos aparece un estímulo (suena un tono) durante 100 ms.

Tanto la versión visual como la auditiva de la prueba de atención TOVA se aplicaron antes, inmediatamente después y dos meses después de finalizar el tratamiento de NRA.

- Matrices Progresivas de Raven.

Matrices Progresivas de Raven (Raven y Court, 1986) es una prueba no verbal de la capacidad de razonamiento que se basa en estímulos figurativos de prueba. Esta prueba mide la capacidad para formar comparaciones, para razonar mediante analogía y organizar percepciones espaciales.

Consta de 36 reactivos, cada uno de los cuales es similar a una matriz, en esta prueba se pretende que el sujeto utilice habilidades perceptuales, de observación y de razonamiento analógico para deducir el faltante en la matriz. En esta evaluación se le pide que analice la serie que se le presenta y que, siguiendo la secuencia horizontal y vertical, escoja uno de los ocho trazos: el que encaje perfectamente en ambos sentidos, tanto en el horizontal como en el vertical (Figura 5). Esta tarea se aplicó antes, inmediatamente después y dos meses después de finalizar el tratamiento de NRA.



**Figura 5. Matrices Progresivas de Raven.** Ejemplo de uno de los reactivos de la prueba. En la parte superior se muestra la matriz y un espacio en blanco en la parte inferior derecha. El sujeto debe decidir entre las 6 opciones presentadas abajo cuál es la que corresponde para completar ese espacio en blanco. En este caso la respuesta correcta es 2.

- Prueba del Dibujo de la Figura Humana.

También conocida como Prueba de Dibujo de Goodenough-Harris (Harris, 1963), es una prueba no verbal, estandarizada, que tiene como objetivo medir la madurez intelectual (o edad mental), es decir, la capacidad para formar conceptos de carácter abstracto. La madurez intelectual no es sinónimo de inteligencia, sino de la forma en que se utiliza dicha capacidad intelectual. La madurez intelectual implica percepción (discriminación de semejanzas y diferencias), abstracción (clasificación de objetos) y generalización. La prueba requiere que el niño dibuje una persona. Se dan puntos por las diversas partes del cuerpo que éste dibuja.

Esta tarea se aplicó antes, inmediatamente después y dos meses después de finalizar el tratamiento de NRA.

- Escala de Calificación para Padres Conners.

La Escala de Calificación para Padres Conners (Conners, 1985) ayuda a identificar problemas conductuales en niños de 3 a 17 años de edad. Permite tener una pauta del comportamiento de la persona, en términos de las actividades sociales, emocionales y conductuales. Se encuentran disponibles datos normativos de acuerdo con el sexo por edades. Consta de 80 reactivos, los síntomas se califican en una escala de 4 puntos (0 a 3). Los elementos a evaluar son:

- A) Oposicional. Tiene tendencia a romper con las reglas, tiene problemas con el respeto a las autoridades y se molesta fácilmente.
- B) Problemas de Nivel Cognitivo-Distracción. Aprende más lentamente, tiene problemas para organizarse. Presenta dificultad para completar tareas, tiene problemas de concentración.
- C) Hiperactividad-Impulsividad. Tiene dificultad para sentarse tranquilo o realizar una tarea por un periodo prolongado de tiempo, se siente inquieto e impulsivo.

- D) Ansioso-Tímido. Tiene miedo y preocupaciones que no son normales, propenso a sentirse muy sensible y herido cuando se le hace una crítica, ansioso frente a situaciones desconocidas, es tímido e introvertido.
- E) Perfeccionista. Se impone metas muy altas, es muy quisquilloso para hacer sus cosas, obsesivo en su trabajo.
- F) Problemas sociales. Cree que tiene pocos amigos, tiene muy baja la autoestima y confianza en sí mismo, se siente alejado emocionalmente de sus padres.
- G) Psicósomático. Se queja de dolores y dolencias más de lo normalmente esperado.
- H) Índice Connors de TDAH. Identifica a los niños y adolescentes que “corren el riesgo” de ser diagnosticados con TDAH.

Este cuestionario se dio a contestar a los padres antes del tratamiento, al finalizar las sesiones 10, 20 y 30, y 2 meses después de finalizar el tratamiento de NRA.

- Escala de Calificación para el Maestro Connors.

La Escala de Calificación para el Maestro Connors (Connors, 1985) es un cuestionario que debe contestar el profesor con la finalidad de tener un panorama más completo de las conductas del niño; es una escala de calificación utilizada ampliamente que proporciona medidas para identificar una variedad de problemas conductuales en niños de 4 a 12 años de edad. La escala complementa la Escala de Calificación para padres Connors. Consta de 39 reactivos que valoran 6 factores: Hiperactividad, Problema Conductual, Demasiado indulgente emocionalmente, Ansioso-Pasivo, Asocial y Ensoñación-Problema de Atención. Los síntomas se califican en una escala de 4 puntos (0 a 3). Este cuestionario se aplicó antes y dos meses después de finalizar el tratamiento.

Además, antes de iniciar el tratamiento de NRA, se les dio a los padres un cuestionario elaborado por nosotros en el que se tomó en cuenta su opinión respecto a la conducta y rendimiento académico de sus hijos. Consta de 30 preguntas, 25 de ellas se califican en una escala de 0 a 4, según el grado en el que los padres consideren que el niño

presenta cada una de las conductas no deseadas descritas, 0 representa “nada”, 1 “poco”, 2 “regularmente”, 3 “bastante” y 4 “mucho”. Mientras más alto sea el puntaje mayores son las dificultades conductuales y académicas que observan en su hijo. Las 5 preguntas restantes piden descripciones respecto a la forma de ser del menor; su rendimiento académico; sus dificultades en lectura, escritura y matemáticas; sus procesos de atención y memoria y sus relaciones con otras personas. Este cuestionario, al igual que la Escala de Calificación para Padres Conners, se aplicó antes del tratamiento, al finalizar las sesiones 10, 20 y 30, y 2 meses después de finalizar el tratamiento de NRA.

**EEG:** Debido a la gran variabilidad del EEG, a cada niño se le hicieron, al menos, dos registros para determinar la derivación que presentaba el valor más anormalmente alto del índice Theta/Alfa. Sobre la base de la derivación resultante se dio el tratamiento de NRA. Inmediatamente después de finalizar el tratamiento se registró otro EEG. Dos meses después de haber finalizado el tratamiento de NRA se llevó a cabo un último registro de EEG y la segunda aplicación del WISC-R, pues en este instrumento deben esperarse al menos seis meses entre una y otra aplicación para evitar efecto de aprendizaje.

### **C) Diseño de grupos.**

Se constituyeron dos grupos (grupo NRA (R+) y grupo NRA (R-)), de 8 niños cada uno, tratando de hacerlos homogéneos para que fueran lo más parecidos posible en cuanto a edad, sexo, nivel socioeconómico, CI, valor más anormal (alto) del índice Theta/Alfa, localización de la derivación en dónde se dio el tratamiento de NRA y resultados de las pruebas psicométricas.

### **D) Aplicación del tratamiento de NRA.**

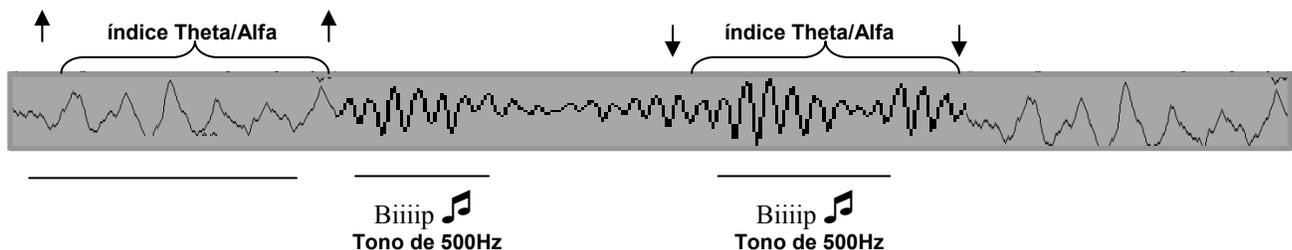
El niño se sentó en una silla cómoda en un cuarto en penumbra. Se le colocaron 4 electrodos: la tierra (en la localización Fpz), dos electrodos de referencia (en ambos

lóbulo auricular) que están cortocircuitados y el cuarto electrodo se colocó a cada niño en la derivación en la que éste presentó el valor más anormalmente alto del índice Theta/Alfa. La NRA se hizo utilizando un programa desarrollado e instalado en el MEDICID IV por la Dra. Lourdes Díaz-Comas.

Con base en la derivación en la que el sujeto presentó el valor más alto del índice Theta/Alfa y al valor mismo del índice, el experimentador fijó en el programa la derivación y el valor del índice de cada sujeto. La determinación de este valor se hizo por ensayo y error, tratando de que el sujeto obtuviera el reforzador (positivo o negativo, dependiendo el grupo) aproximadamente un 50% del tiempo de tratamiento. Dicho programa evalúa en tiempo real (“*on-line*”) el índice Theta/Alfa en la derivación fijada.

#### Grupo NRA Reforzador Positivo (R+).

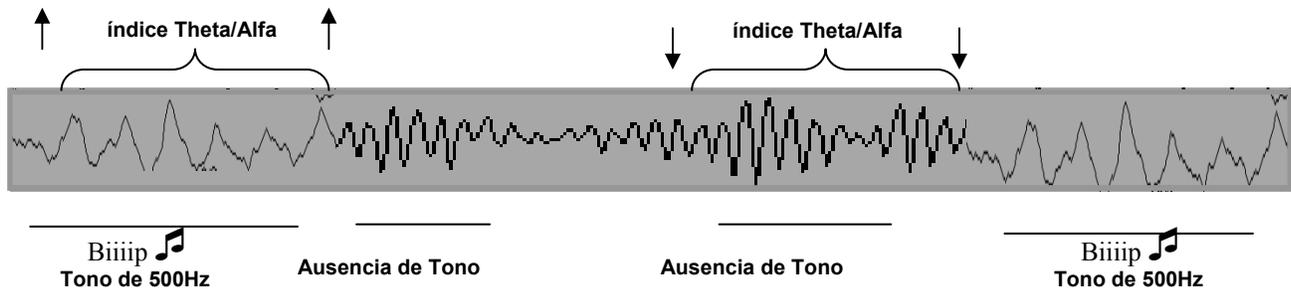
Cuando el valor del índice Theta/Alfa es menor que el fijado por el experimentador, el MEDICID IV emite un sonido (reforzador positivo) que consiste en un tono de 500 Hz. Al niño se le da la instrucción de que debe producir este sonido y tratar de mantenerlo, ya que el sonido significa “que su cerebro está trabajando bien” (Figura 6).



**Figura 6. Ejemplificación de la modalidad de reforzador positivo.** Consta de un tono de 500Hz que se escucha cuando se manifiesta actividad eléctrica cerebral con un índice Theta/Alfa menor que el índice fijado, con el fin de reforzar la aparición de tal actividad cerebral.

#### Grupo NRA Reforzador Negativo (R-).

Las condiciones fueron exactamente las mismas, excepto por el hecho de que el estímulo auditivo se presentó cuando el valor del índice Theta/Alfa era mayor que el fijado por el experimentador. Al niño se le da la instrucción de que debe evitar que se escuche el sonido, ya que el sonido significa “que su cerebro está trabajando mal” (Figura 7).



**Figura 7. Ejemplificación de la modalidad de reforzador negativo.** El tono de 500Hz se escucha cuando el valor del índice Theta/Alfa es mayor que el fijado por el experimentador y se asocia con que el cerebro está trabajando mal.

Queremos resaltar el hecho de que el estímulo utilizado tanto como reforzador como reforzador negativo es el mismo: un tono de 500 Hz. El que en un caso este estímulo sea utilizado para un reforzamiento positivo y en el otro para un reforzamiento negativo depende de la connotación que se le haya dado a dicho tono de 500 Hz, de la instrucción que se le haya dado al niño y por lo tanto, del significado que tenga para él la presencia del tono. Irureta (1992) encontró que se puede influir sobre las metas que persiguen los niños actuando sobre sus pensamientos a través de las instrucciones que se proporcionan durante la realización de las tareas. Es suficiente la connotación de la instrucción para que el estímulo neutro al que se asocia tenga la función de reforzador positivo o negativo (Irureta, 1992).

Se realizaron 3 sesiones por semana, sumando un total de 30 sesiones de 30 minutos cada una, durante un período total de 10 semanas. Al niño se le dio un obsequio al final de cada sesión, pues se han observado mejores resultados cuando al sujeto se le dice al inicio de la sesión que al terminar ésta recibirá un pequeño obsequio (Cram et al., 1977). Para evitar muerte experimental, al sujeto se le promete un juguete de regalo si tiene buen cumplimiento y termina el tratamiento.

### **E) Análisis de resultados.**

Debido a que el tamaño de las muestras es muy pequeño, no se puede garantizar que los datos se distribuyan normalmente, por ello no se considera recomendable el uso de un análisis paramétrico. Para efectuar todos los análisis estadísticos se utilizó el Método

No-Paramétrico Multivariado de Permutaciones descrita hace más de 50 años y adaptada por Galán et al. (1997) recientemente; el cual ha sido utilizado en numerosas investigaciones previas del grupo de trabajo de la Dra. Harmony (Harmony et al., 1999, 2001, 2004; Fernández-Bouzas et al., 2000, 2001, 2002, 2004; Fernández et al., 1998; 2000; 2002, 2003; Santiago-Rodríguez et al., 2002a, 2002b, Becerra et al., 2006) con excelentes resultados.

De forma intuitiva, este método parte de la hipótesis (hipótesis nula) de que los datos en una y otra condición son iguales, por lo tanto se pueden permutar pues, si son iguales, no debe importar cambiar valores de una condición a otra; las sucesivas permutaciones (se requiere un número muy grande de ellas) permiten construir una distribución empírica; entonces, se compara esta distribución empírica con los máximos (o mínimos) originales; si un valor resulta significativo es porque la diferencia fue lo suficientemente grande como para rechazar la hipótesis nula y concluir que, en promedio, las observaciones de una y otra condición son diferentes. Dentro de las ventajas de este método hay que señalar que: 1) no considera en sus supuestos que las variables deban distribuirse de ninguna forma específica y 2) no representa ningún problema la proporción de sujetos en relación al número de variables.

En la Prueba Multivariada No-Paramétrica de Permutaciones se considera una Hipótesis Nula Global, que prueba las diferencias entre dos condiciones (por ejemplo, antes contra después) tomando en cuenta algunas variables (por ejemplo: la PA(Theta) en todas las derivaciones) y tantas Hipótesis Nulas Marginales como variables haya (por ejemplo la PA(Theta) en  $F_7$ ). En estas hipótesis marginales, una probabilidad  $p < 0.05$  está representando un nivel de significancia adecuado, pues este análisis no “infla” el error tipo I cuando realiza comparaciones múltiples, lo cual constituye otra ventaja del método.

En caso de rechazar la hipótesis nula global diremos que hubo diferencias significativas globales y en caso de rechazar alguna hipótesis nula marginal diremos que hubo alguna diferencia significativa específica.

## **1. Análisis de diferencias de las características de los grupos antes de la NRA.**

Se compararon los grupos entre sí respecto a las siguientes variables:

- Edad
- Sexo
- Nivel socioeconómico
- Valores del índice Theta/Alfa
- Resultados de la prueba de inteligencia WISC-R
- Resultados en la prueba de lecto-escritura.
- Resultados de la prueba de atención TOVA Visual
- Resultados de la prueba de atención TOVA Auditivo
- Resultados de la prueba de matrices progresivas RAVEN
- Resultados en la prueba del Dibujo de la Figura Humana
- Resultados de la Escala de Calificación para Padres Conners
- Resultados de la Escala de Calificación para el Maestro Conners
- Resultados del cuestionario para padres

Si no existen diferencias entre grupos antes del tratamiento y llegaron a observarse diferencias entre grupos después del tratamiento, éstas podrían adjudicarse al tipo de tratamiento empleado.

## **2. Análisis intragrupal de los cambios.**

En cada grupo se analizaron por separado:

- ***Cambios en el WISC-R.***

Cambios en CI verbal, CI ejecutivo, CI Total, las subpruebas de la escala verbal y las de la escala ejecutiva.

Antes vs. dos meses después

- ***Cambios en la Subprueba de Aritmética.***

Cambios en la capacidad de razonamiento numérico.

- Antes vs. dos meses después

- ***Cambios en la prueba de lecto-escritura.***

Cambios en la presencia de síntomas relativos a la escritura, trastornos relativos a la lectura y lectura de comprensión.

- Antes vs. inmediatamente después
- Antes vs. dos meses después
- Inmediatamente después vs. dos meses después

- ***Cambios en la prueba de atención TOVA visual.***

Cambios en el puntaje ADHD score, en el TRP, en el %Om, en el %FA y en el valor d'.

- Antes vs. inmediatamente después
- Antes vs. dos meses después
- Inmediatamente después vs. dos meses después

- ***Cambios en la prueba de atención TOVA auditivo.***

Cambios en el TRP, en el %Om, %FA y en el valor d'.

- Antes vs. inmediatamente después
- Antes vs. dos meses después
- Inmediatamente después vs. dos meses después

- ***Cambios en la prueba Matrices Progresivas de Raven.***

Cambios en la capacidad de razonamiento.

- Antes vs. inmediatamente después
- Antes vs. dos meses después
- Inmediatamente después vs. dos meses después

- ***Cambios en la Prueba del Dibujo de la Figura Humana.***

Cambios en la madurez intelectual.

- Antes vs. inmediatamente después
- Antes vs. dos meses después
- Inmediatamente después vs. dos meses después

- ***Cambios en la Escala de Calificación para Padres Conners.***

Cambios observados por padres en la conducta del niño.

- Comparación cada 10 sesiones de tratamiento de NRA
- Antes vs. inmediatamente después
- Antes vs. dos meses después
- Inmediatamente después vs. dos meses después

- ***Cambios en la Escala de Calificación para Maestros Conners.***

Cambios observados por maestros en la conducta del niño.

- Antes vs. dos meses después

- ***Cambios en opinión de los padres.***

Cambios en memoria, atención, concentración, autoestima, nivel de sociabilización, desempeño académico y conducta en general.

- Comparación cada 10 sesiones de tratamiento de NRA
- Antes vs. inmediatamente después
- Antes vs. dos meses después
- Inmediatamente después vs. dos meses después

- ***Cambios en el EEG.***

Cambios del valor de índice Theta/Alfa en la derivación seleccionada y cambios en la PA y la PR en las 4 bandas de frecuencia Delta, Theta, Alfa y Beta en cada una de las 19 derivaciones.

- Antes vs. inmediatamente después
- Antes vs. dos meses después
- Inmediatamente después vs. dos meses después

Para analizar los cambios intragrupal se aplicó el Método No-Paramétrico Multivariado de Permutaciones para muestras dependientes, utilizando como estadígrafo de prueba la t-Student.

### **3. Análisis del cambio entre grupos.**

Se compararon los dos grupos entre sí en cuanto a los **cambios** que presentaron en su EEG, pruebas psicológicas y cambios reportados por los padres. Para analizar las diferencias entre grupos se aplicó el Método para muestras independientes no a las variables originales, sino a variables diferencia en el supuesto de que estas variables diferencia están representando el **cambio**. Por ejemplo, se comparó a los dos grupos respecto a la variable diferencia (CI dos meses después – CI antes), la cual representa el cambio que sufrió el CI con el tratamiento. En este caso también se utilizó el estadígrafo t-Student.

## **RESULTADOS**

Primero se mostrarán los resultados de la comparación entre grupos antes de la NRA. Luego, los resultados de los cambios en cada uno de los grupos y; finalmente la comparación de los cambios entre grupos. Estas comparaciones se presentaran primero con los resultados conductuales y cognitivos y finalmente con los resultados electroencefalográficos.

Para la selección de la muestra experimental pasaron por un proceso de evaluación 74 niños (F=34, M=40) con edades entre los 6 años, 8 meses y los 11 años. De los 74 niños, se seleccionaron para conformar nuestra muestra experimental 16 niños que cumplieron con todos los criterios de inclusión. Los demás niños fueron descartados por no cumplir con uno o más de los criterios. Los niños no seleccionados fueron derivados con otros profesionistas para recibir atención adecuada según haya sido el caso de cada uno.

Se designaron dos grupos de 8 niños cada uno: grupo NRA (R+) y grupo NRA (R-), tratando de que fueran lo más parecidos posible (Tabla 2). En total fueron 7 niñas y 9 niños, quedando en el grupo NRA (R+) 4 niñas y 4 niños, y en el grupo NRA (R-) 3 niñas y 5 niños. La edad de los niños al momento de iniciar el tratamiento de NRA fue en promedio de 8.4 años (mínima 6.8 y máxima 10.6 años). Queremos resaltar que todos los niños seleccionados manifestaron TA y RMEEG, además de satisfacer los demás criterios de inclusión impuestos.

Se hicieron los grupos lo más parecidos respecto a sexo y edad. Al comparar a los grupos en cuanto a estas variables no se observaron diferencias significativas. Además, entre los grupos tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a:

- Nivel socioeconómico
- Valores Z del índice Theta/Alfa en la derivación seleccionada para dar la NRA.
- Resultados de la prueba de inteligencia WISC-R
- Resultados en la puntuación de la prueba de lectura de comprensión
- Resultados de la prueba de atención TOVA Visual

- Resultados de la prueba de atención TOVA Auditivo
- Resultados de la prueba de matrices progresivas RAVEN
- Resultados en la prueba del Dibujo de la Figura Humana
- Resultados de la Escala de Calificación para Padres Conners
- Resultados de la Escala de Calificación para el Maestro Conners
- Resultados del cuestionario para padres

Además, según el criterio de especialistas, estaba repartido uniformemente entre los grupos la severidad de las anomalías electroencefalográficas y la lateralidad hemisférica de la derivación seleccionada para dar, con base en ella, la NRA.

**Tabla 2. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA ANTES DEL TRATAMIENTO DE NRA**

**GRUPO NRA (R+)**

EXPEDIENTE	SEXO	EDAD (años)	ESCOLARIDAD DE LA MADRE	INGRESO PER CAPITA	DERIVACIÓN SELECCIONADA PARA DAR LA NRA CON BASE EN SU ACTIVIDAD	VALOR Z DEL ÍNDICE THETA/ALFA
F002	F	8.7	Primaria	\$700	T <sub>6</sub>	2.3406
F003	M	9.0	Secundaria	\$1,200	T <sub>6</sub>	1.8328
F011	M	9.1	3° primaria	\$700	C <sub>3</sub>	3.6343
F026	F	8.8	Secundaria	\$800	T <sub>5</sub>	3.4171
F029	M	9.2	Preparatoria	\$7,000	F <sub>3</sub>	1.8424
F031	F	7.1	Primaria	\$650	C <sub>4</sub>	2.7281
F035	F	7.0	Primaria	\$900	C <sub>4</sub>	2.5552
F038	M	9.0	Primaria	\$700	C <sub>3</sub>	3.4687
	F=4 M=4	$\mu=8.4$ DE=0.9	3° primaria=1 Primaria=4 Secundaria=2 Preparatoria=1	$\mu=\$1,581.25$ DE=\$2,196	Hemisferio derecho=4 Hemisferio izquierdo=4	$\mu=2.727$ DE=0.718

**GRUPO NRA (R-)**

EXPEDIENTE	SEXO	EDAD (años)	ESCOLARIDAD DE LA MADRE	INGRESO PER CAPITA	DERIVACIÓN SELECCIONADA PARA DAR LA NRA CON BASE EN SU ACTIVIDAD	VALOR Z DEL ÍNDICE THETA/ALFA
F007	M	6.8	Secundaria	\$1,000	O <sub>2</sub>	2.1998
F008	F	9.3	Primaria	\$700	C <sub>3</sub>	2.8052
F014	M	6.9	Primaria	\$900	T <sub>5</sub>	2.3915
F022	F	10.1	Secundaria	\$2,000	C <sub>3</sub>	1.7081
F023	M	7.7	Secundaria	\$600	P <sub>4</sub>	2.0607
F032	F	7.4	Secundaria	\$5,000	Fp <sub>1</sub>	2.3908
F034	M	7.0	Primaria	\$1,000	F <sub>8</sub>	2.6582
F039	M	10.6	Primaria	\$700	C <sub>3</sub>	3.7268
	F=3 M=5	$\mu=8.2$ DE=1.3	Primaria=4 Secundaria=4	$\mu=\$1,487.5$ DE=\$1,692	Hemisferio derecho=3 Hemisferio izquierdo=5	$\mu=2.492$ DE=0.604

El tratamiento de NRA se inició a finales del mes agosto y terminó a finales del mes de noviembre del año 2005. Inmediatamente después de terminar el tratamiento de NRA (ID NRA) se aplicaron las evaluaciones correspondientes con la programación. En el mes de febrero del año 2006, se continuó con las evaluaciones correspondientes a los dos meses después del tratamiento (2MD NRA).

### **A. Entrevista al padre, madre o tutor.**

Las entrevistas, junto con datos obtenidos en las demás valoraciones, nos permitieron conocer la dinámica de la familia y tener una perspectiva del estado emocional del niño, lo cual hizo posible descartar el factor emocional como causa del problema de aprendizaje del menor.

Además, el historial clínico nos brindó información sobre el estado de salud del niño a lo largo de su vida. Ninguno de los padres de los niños seleccionados reportó enfermedades del sistema nervioso de sus hijos.

El 6% de las madres de los niños seleccionados cursó 3er grado de primaria, el 50% tiene la primaria terminada, el 38% tiene además la secundaria terminada, el 6% realizó estudios hasta finalizar la preparatoria (Tabla 2).

Analizando el ingreso *per cápita* de los niños seleccionados, se observó una media de \$1,534,  $\pm$  \$1,812. El 81% tiene un ingreso *per cápita* entre \$500 y \$1,499; el 6% entre \$1,500 y \$2,499 y el 13% mayor que \$2,500 (Tabla 2).

Estos resultados reflejan que la población a la que pertenece la muestra tiene, predominantemente, un nivel sociocultural medio-bajo.

## **B. Prueba psicológica WISC-R.**

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en la prueba de inteligencia WISC-R en ambos grupos antes y después del tratamiento de NRA. En la columna 1 se indica el expediente del menor. En las columnas 2 a 13 se indica la puntuación obtenida en cada una de las subpruebas que conforman la evaluación; de la 2 a la 7 se encuentran las que conforman la escala verbal (Inf=Información, Sem=Semejanzas, Arit=Aritmética, Voc=Vocabulario, Compr=Comprensión, Ret Dig=Retención de dígitos) y de la columna 8 a la 13 se encuentran las subpruebas que conforman la Escala Ejecutiva (Fig Inc=Figuras incompletas, Ord Dib=Ordenación de Dibujos, Dis Cub=Diseño con cubos, Comp Obj=Composición de Objetos, Clav=Claves, Labs=Laberintos). En las últimas 3 columnas se hace referencia a las puntuaciones de CI (CI V= Coeficiente Intelectual Verbal, CI E= Coeficiente Intelectual Ejecutivo y CI T= Coeficiente Intelectual Total).

**Tabla 3. RESULTADOS DE LA PRUEBA WISC-R**

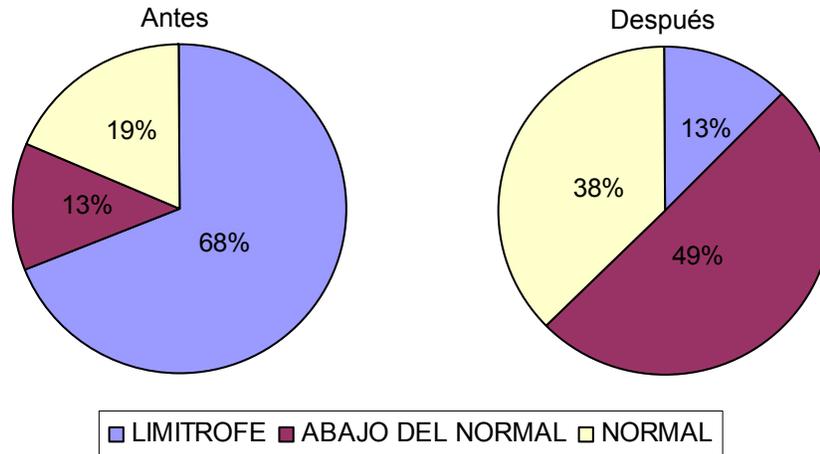
<b>GRUPO NRA (R+)</b>															
<b>Antes del tratamiento</b>															
Exp	Escala Verbal						Escala Ejecutiva						CI V	CI E	CI T
	Inf	Sem	Arit	Voc	Compr	Ret Dig	Fig Inc	Ord Dib	Dis Cub	Comp Obj	Clav	Labs			
F002	3	1	13	3	6	3	9	8	8	6	10	13	70	87	77
F003	2	6	5	8	6	5	6	6	8	8	5	12	72	77	72
F011	5	2	10	6	7	7	9	7	10	7	4	8	75	82	77
F026	4	6	7	6	7	5	6	8	8	9	8	7	75	85	78
F029	7	8	10	4	8	5	12	14	9	7	13	10	84	106	93
F031	4	9	2	3	5	2	7	1	8	7	9	6	67	75	70
F035	4	3	5	7	10	9	6	6	7	7	16	1	74	88	80
F038	5	7	9	7	6	5	12	7	9	6	6	10	80	86	81
μ	4.25	5.25	7.625	5.5	6.875	5.125	8.375	7.125	8.375	7.125	8.875	8.375	74.63	85.75	78.5
DE	1.488	2.915	3.543	1.927	1.553	2.167	2.56	3.563	0.916	0.991	4.086	3.815	5.397	9.438	6.949
<b>Después del tratamiento</b>															
Exp	Escala Verbal						Escala Ejecutiva						CI V	CI E	CI T
	Inf	Sem	Arit	Voc	Compr	Ret Dig	Fig Inc	Ord Dib	Dis Cub	Comp Obj	Clav	Labs			
F002	3	7	12	11	7	5	10	12	9	10	14	13	87	106	96
F003	4	9	5	10	8	5	6	7	8	8	5	13	82	78	79
F011	7	4	11	10	8	7	9	8	11	10	6	14	87	91	88
F026	6	8	10	9	10	5	7	8	9	9	11	8	91	91	90
F029	6	12	9	7	7	4	9	11	12	11	12	12	88	106	96
F031	4	9	4	6	8	4	5	3	8	11	11	9	77	84	78
F035	4	7	7	5	8	6	8	1	7	8	16	5	77	86	80
F038	5	6	6	6	7	6	13	9	10	10	7	12	75	98	85
μ	4.875	7.75	8	8	7.875	5.25	8.375	7.375	9.25	9.625	10.25	10.75	83	92.5	86.5
DE	1.356	2.375	2.928	2.268	0.991	1.035	2.504	3.739	1.669	1.188	3.919	3.105	6.071	10.17	7.251

<b>GRUPO NRA (R-)</b>															
<b>Antes del tratamiento</b>															
Exp	Escala Verbal						Escala Ejecutiva						CI V	CI E	CI T
	Inf	Sem	Arit	Voc	Compr	Ret Dig	Fig Inc	Ord Dib	Dis Cub	Comp Obj	Clav	Labs			
F007	10	6	6	12	6	2	8	8	11	11	9	10	87	95	90
F008	5	2	7	2	8	5	8	11	8	6	11	14	68	91	78
F014	7	8	9	7	10	9	10	9	8	9	14	11	88	100	92
F022	4	6	6	4	6	6	8	3	7	11	9	11	70	84	75
F023	3	7	8	5	1	5	4	3	6	9	11	6	68	77	71
F032	3	7	4	4	5	2	9	2	6	9	13	3	67	85	74
F034	3	5	6	8	14	2	6	3	7	5	7	6	82	71	75
F039	6	1	10	10	8	4	3	6	3	4	5	7	81	63	70
μ	5.125	5.25	7	6.5	7.25	4.375	7	5.625	7	8	9.875	8.5	76.38	83.25	78.13
DE	2.475	2.493	1.927	3.381	3.808	2.446	2.449	3.378	2.268	2.673	2.997	3.586	9.023	12.43	8.34
<b>Después del tratamiento</b>															
Exp	Escala Verbal						Escala Ejecutiva						CI V	CI E	CI T
	Inf	Sem	Arit	Voc	Compr	Ret Dig	Fig Inc	Ord Dib	Dis Cub	Comp Obj	Clav	Labs			
F007	10	7	6	14	9	9	9	10	15	12	15	13	95	115	104
F008	5	4	8	8	8	5	8	9	11	8	11	14	79	95	85
F014	9	7	9	8	9	10	15	11	15	12	14	14	90	124	105
F022	4	6	5	5	8	3	9	11	9	13	9	16	73	101	85
F023	5	8	10	8	8	6	10	11	8	10	12	11	86	101	92
F032	4	6	4	6	6	1	9	9	7	11	16	8	70	102	84
F034	6	10	7	8	8	8	9	6	6	6	9	14	86	81	82
F039	12	6	11	8	11	6	6	6	6	8	4	9	97	73	84
μ	6.875	6.75	7.5	8.125	8.375	6	9.375	9.125	9.625	10	11.25	12.38	84.5	99	90.13
DE	3.044	1.753	2.449	2.642	1.408	3.024	2.56	2.1	3.701	2.449	3.919	2.774	9.813	16.54	9.342

De los 16 niños reclutados, antes del tratamiento de NRA, el 68% (M=5, F=6) estaba dentro de la clasificación de inteligencia limítrofe por tener un CI entre 70 y 79 puntos. El 13% (M=1, F=1) presentaba un CI abajo del normal, es decir, entre 80 y 89 puntos. Se consideró dentro de la clasificación normal de inteligencia al 19% de los niños (M=3, F=0) por manifestar un CI entre 90 y 109 (Figura 8).

Estos resultados se modificaron después del tratamiento de NRA. El 13% de los niños (M=1, F=1) está dentro de la clasificación de inteligencia limítrofe. El 49% (M=4, F=4) presenta un CI abajo del normal y el 38% (M=4, F=2) tiene un CI normal (Figura 8).

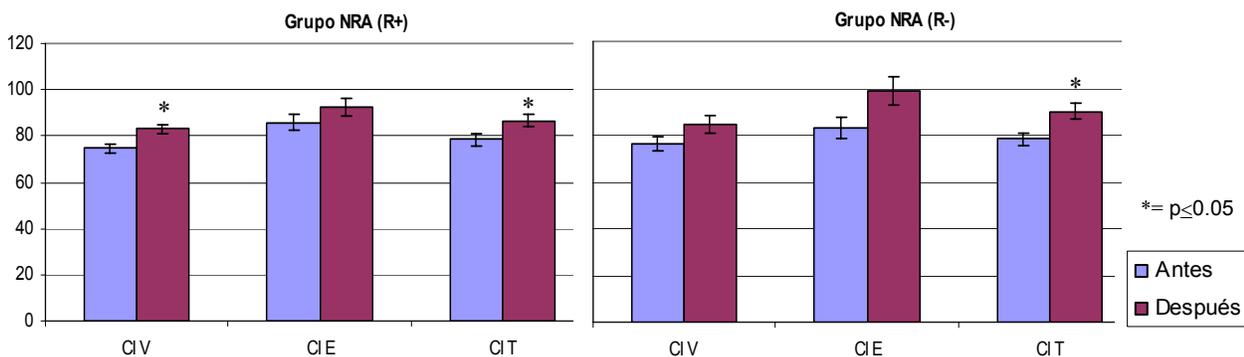
Estos datos nos muestran cómo el nivel intelectual de los niños de ambos grupos se modificó para mejorar significativamente después de que recibieron el tratamiento de NRA.



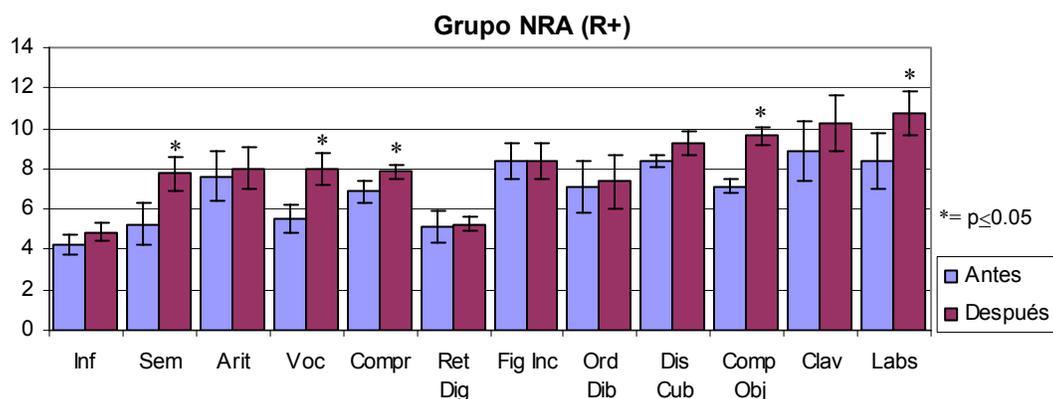
**Figura 8. Clasificación de inteligencia.** Inteligencia límite corresponde a un CI entre 70 y 79 puntos. Inteligencia abajo del normal corresponde a un CI entre 80 y 89 puntos. Inteligencia normal corresponde a un CI entre 90 y 109. Del lado izquierdo se muestra la gráfica de la clasificación de inteligencia de los 16 niños antes de recibir el tratamiento de NRA y del lado derecho, después de recibir el tratamiento.

El grupo NRA (R+) presentó mejoría en el CI T ( $p=0.03$ ) y en el CI V ( $p=0.02$ ) (Figura 9). Las subpruebas con mejorías significativas en este grupo son: semejanzas ( $p=0.05$ ), vocabulario ( $p=0.02$ ), comprensión ( $p=0.05$ ), composición de objetos ( $p=0.01$ ) y laberintos ( $p=0.05$ ) (Figura 10).

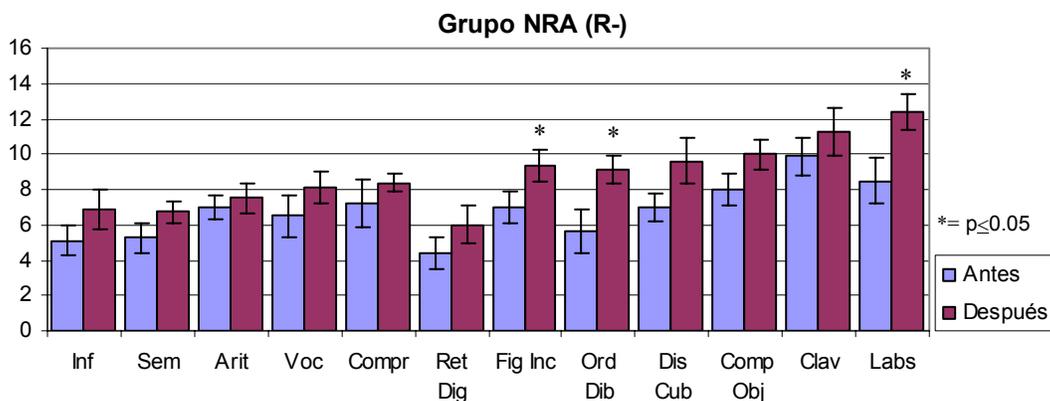
El grupo NRA (R-) presentó mejoría en el CI T ( $p=0.01$ ) (Figura 9). Las subpruebas con mejorías significativas son: figuras incompletas ( $p=0.04$ ), ordenación de dibujos ( $p=0.02$ ) y laberintos ( $p=0.02$ ) (Figura 11).



**Figura 9. Cambios en el CI V, CI E y CI T.** En el grupo NRA (R+) hay mejoría significativa en el CI V y CI T. En el grupo NRA (R-) la mejoría significativa es en el CI T.



**Figura 10. Efecto de la NRA sobre las subpruebas del WISC-R en el grupo NRA (R+).** Tanto en la escala verbal como en la ejecutiva hay un incremento en todas las subpruebas, siendo significativo el incremento en la subprueba de semejanzas, vocabulario, comprensión, composición de objetos y laberintos.



**Figura 11. Efecto de la NRA sobre las subpruebas del WISC-R en el grupo NRA (R-).** Tanto en la escala verbal como en la ejecutiva hay un incremento en todas las subpruebas, siendo significativo el incremento en la subprueba de figuras incompletas, ordenación de dibujos y laberintos.

### **C. Subprueba de Aritmética.**

Recordando que una de las características del TA puede ser un déficit en los conceptos matemáticos, consideramos importante hacer notorios los resultados en la subprueba de aritmética del WISC-R.

Para considerar una puntuación dentro de la normalidad, ésta debe ser de  $10 \pm 2$  en la puntuación normalizada de cada una de las subpruebas. Antes del tratamiento de NRA, 9 de los 16 niños (M=3, F=6), manifiestan un razonamiento numérico disminuido para su edad (además de manifestar dificultades en el área de lectura y/o escritura). Después del tratamiento de NRA, 8 niños presentan un bajo rendimiento (M=4, F=4) (Tabla 4). No se notan cambios estadísticamente significativos en esta subprueba después de que recibieron el tratamiento de NRA (Figura 10 y figura 11).

**Tabla 4. RESULTADOS DE LA SUBPRUEBA DE ARITMÉTICA**

#### **GRUPO NRA (R+)**

Expediente	ANTES		DESPUÉS	
	Puntuación	Interpretación	Puntuación	Interpretación
F002	13	Superior	12	Normal
F003	5	Bajo rendimiento	5	Bajo rendimiento
F011	10	Normal	11	Normal
F026	7	Bajo rendimiento	10	Normal
F029	10	Normal	9	Normal
F031	2	Bajo rendimiento	4	Bajo rendimiento
F035	5	Bajo rendimiento	7	Bajo rendimiento
F038	9	Normal	6	Bajo rendimiento
$\mu$	7.62	4 bajo rendimiento 3 normal 1 superior	8	4 bajo rendimiento 4 normal
DE	3.54		2.93	

#### **GRUPO NRA (R-)**

Expediente	ANTES		DESPUÉS	
	Puntuación	Interpretación	Puntuación	Interpretación
F007	6	Bajo rendimiento	6	Bajo rendimiento
F008	7	Bajo rendimiento	8	Normal
F014	9	Normal	9	Normal
F022	6	Bajo rendimiento	5	Bajo rendimiento
F023	8	Normal	10	Normal
F032	4	Bajo rendimiento	4	Bajo rendimiento
F034	6	Bajo rendimiento	7	Bajo rendimiento
F039	10	Normal	11	Normal
$\mu$	7	5 bajo rendimiento 3 normal	7.5	4 bajo rendimiento 4 normal
DE	1.93		2.45	

#### **D. Prueba de lecto-escritura.**

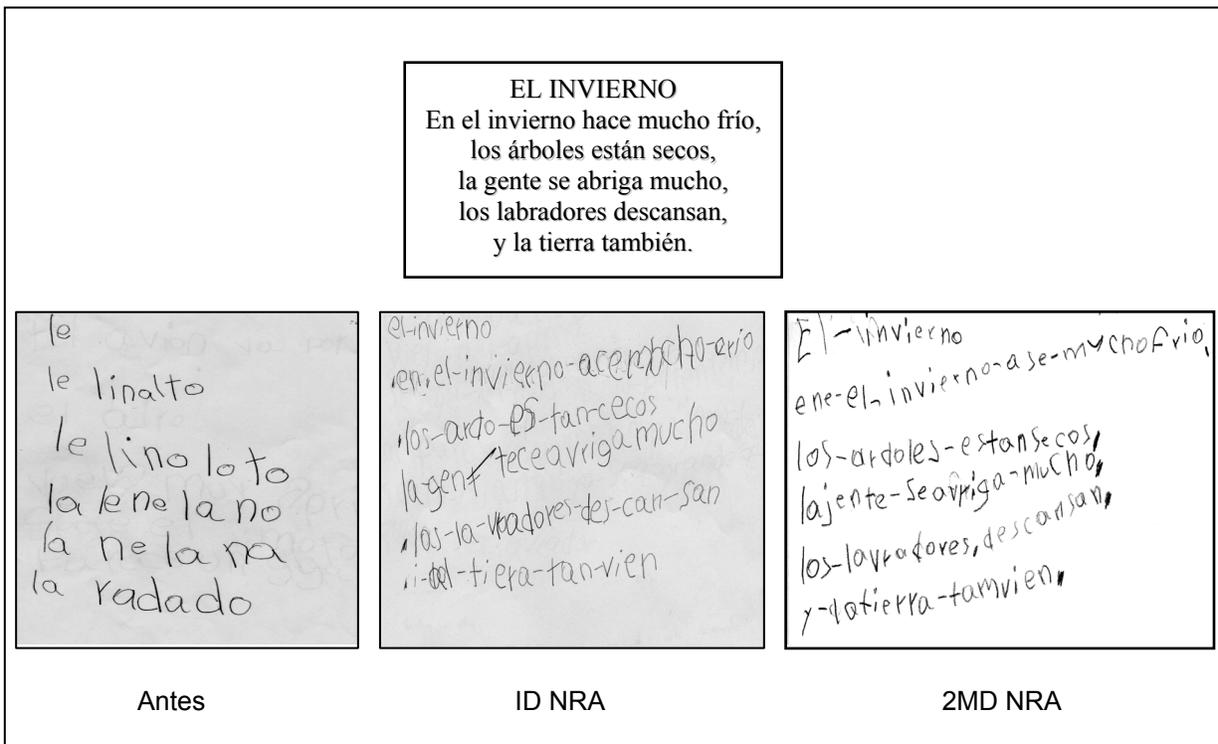
Los resultados que se obtienen de esta evaluación son de tipo cualitativo. Para determinar la evaluación de los cambios, la prueba de cada niño fue revisada por el alumno responsable del proyecto y por dos psicólogos externos.

Para la evaluación de la escritura se tomaron en cuenta los síntomas relativos a la escritura. Comparando los resultados de antes vs. inmediatamente después, inmediatamente después vs. dos meses después del tratamiento y antes vs. dos meses después del tratamiento de NRA, se observa que dos meses después de finalizar el tratamiento 7 de los 8 niños de cada grupo han mejorado su escritura, siendo más favorecedora la mejoría en el grupo NRA (R-). Inmediatamente después de terminado el tratamiento se reportaron más cambios en el grupo NRA (R-) que en el grupo NRA (R+) (Tabla 5).

**Tabla 5. CAMBIOS EN LA ESCRITURA**

<b>GRUPO NRA (R+)</b>				<b>GRUPO NRA (R-)</b>			
EXP	A vs. ID	ID vs. 2MD	A vs. 2MD	EXP	A vs. ID	ID vs. 2MD	A vs. 2MD
F002	Mejóro ligeramente	Igual	Mejóro ligeramente	F007	Mejóro sorprendentemente	Mejóro ligeramente	Mejóro sorprendentemente
F003	Mejóro ligeramente	Mejóro mucho	Mejóro mucho	F008	Mejóro ligeramente	Mejóro ligeramente	Mejóro ligeramente
F011	Mejóro ligeramente	Mejóro ligeramente	Mejóro mucho	F014	Mejóro ligeramente	Mejóro mucho	Mejóro sorprendentemente
F026	Mejóro ligeramente	Mejóro ligeramente	Mejóro ligeramente	F022	Igual	Igual	Igual
F029	Mejóro ligeramente	Mejóro ligeramente	Mejóro ligeramente	F023	Mejóro sorprendentemente	Mejóro ligeramente	Mejóro sorprendentemente
F031	Mejóro mucho	Mejóro mucho	Mejóro sorprendentemente	F032	Mejóro ligeramente	Igual	Mejóro ligeramente
F035	Igual	Igual	Igual	F034	Mejóro ligeramente	Igual	Mejóro ligeramente
F038	Igual	Mejóro ligeramente	Mejóro ligeramente	F039	Mejóro ligeramente	igual	Mejóro ligeramente
	2 igual 5 mejoraron ligeramente 1 mejoró mucho	2 igual 4 mejoraron ligeramente 2 mejoraron mucho	1 igual 4 mejoraron ligeramente 2 mejoraron mucho 1 mejoró sorprendentemente		1 igual 5 mejoraron ligeramente  2 mejoraron sorprendentemente	4 igual 3 mejoraron ligeramente 1 mejoró mucho	1 igual 4 mejoraron ligeramente  3 mejoraron sorprendentemente

En la figura 12 se muestra como ejemplo ilustrativo el cambio dramático que ocurre en la escritura de un dictado de un sujeto del grupo NRA (R+) de 7.1 años.



**Figura 12. Cambios en la escritura de un dictado.** En la parte superior, se encuentra el texto que se le dictó a esta persona de 7.1 años de edad del grupo NRA (R+). En la parte inferior izquierda se muestra la escritura que hizo antes del tratamiento de NRA, al centro la correspondiente a inmediatamente después (ID NRA) y, finalmente, en la parte inferior derecha, la que realizó dos meses después de la NRA (2MD NRA). Es importante resaltar que el tiempo que pasó entre la escritura de antes contra ID NRA fue de 3 meses.

Para la evaluación de la lectura se consideró el tipo de lectura (lectura adecuada, lectura carencial, ausencia de lectura), fallas en el ritmo (lectura lenta, lectura acelerada) y globalización (lectura arrastrada, lectura repetida, lectura de tipo mixto). También se evaluó la comprensión de la lectura y se dio un valor de 0 a 10 según la comprensión del menor, siendo 0 un nivel nulo de comprensión y el 10 un nivel alto adecuado (Tabla 6).

En el grupo NRA (R-) el puntaje de la comprensión de lectura mejoró significativamente al comparar antes vs. inmediatamente después de terminar el tratamiento ( $p=0.01$ ) y

antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.01$ ). En el grupo NRA (R+) no se observaron diferencias significativas (Tabla 6 y Figura 13).

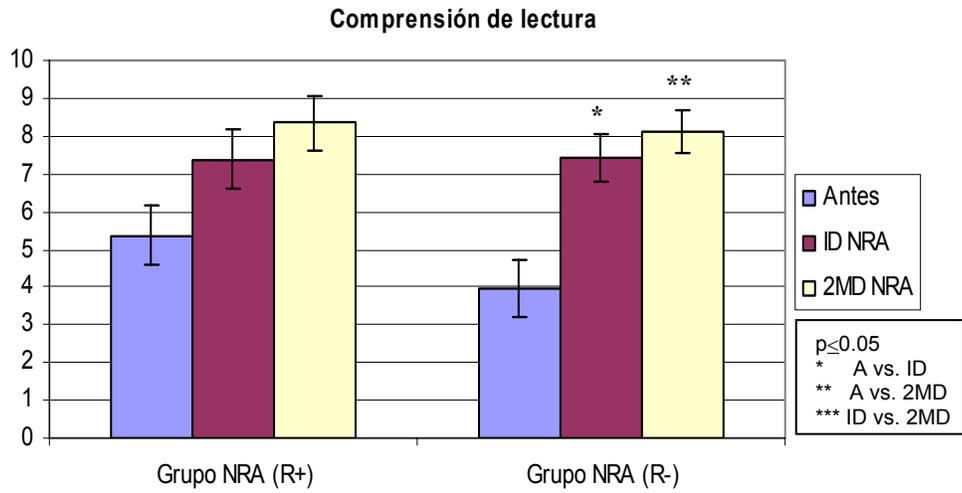
**Tabla 6. CAMBIOS EN LA LECTURA**

**GRUPO NRA (R+)**

Características de cómo lee				Comprensión de lectura			
EXP	Antes	ID NRA	2MD NRA	Antes	ID NRA	2MD NRA	
F002	Repetida y arrastrada	Repetida	Adecuada	5.8	7.9	9.1	
F003	Ausencia	Lenta, repetida y arrastrada	Lenta, repetida y arrastrada	4.7	5.3	7	
F011	Lenta, repetida y arrastrada	Lenta y arrastrada	Lenta y arrastrada	6.5	8.8	10	
F026	Repetida y arrastrada	Adecuada	Adecuada	6.7	7.6	7.6	
F029	Lenta, repetida y arrastrada	Lenta y arrastrada	Adecuada	7.5	9.4	9.5	
F031	Repetida y arrastrada	Adecuada	Adecuada	2.2	7.6	9.4	
F035	Ausencia	Lenta, repetida y arrastrada	Lenta y arrastrada	2.2	2.9	4.1	
F038	Acelerada y repetida	Adecuada	Adecuada	7.4	9.4	10	
				$\mu$	5.375	7.3625	8.3375
				DE	2.152	2.234	2.031

**GRUPO NRA (R-)**

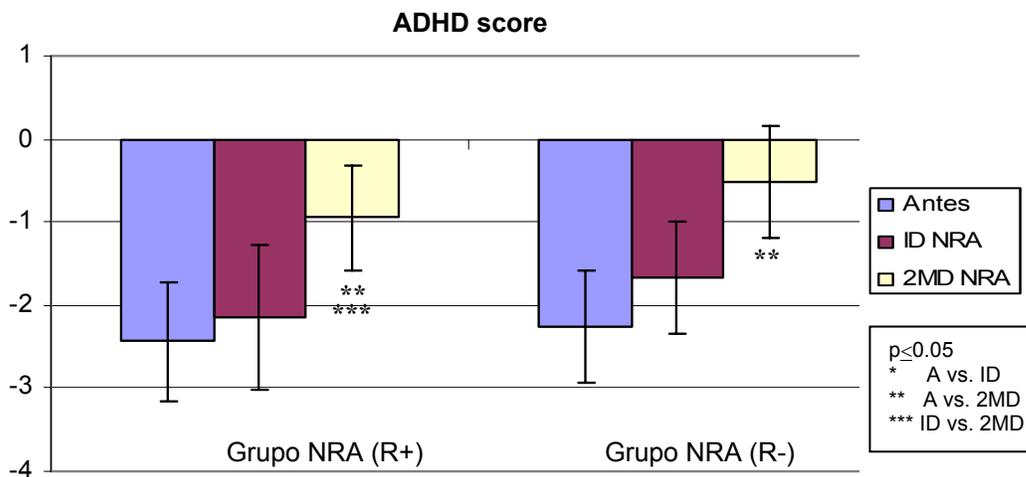
Características de cómo lee				Comprensión de lectura			
EXP	Antes	ID NRA	2MD NRA	Antes	ID NRA	2MD NRA	
F007	Ausencia	Lenta, repetida y arrastrada	Lenta y repetida	3.3	9.4	9.4	
F008	Lenta y acelerada, repetida y arrastrada	Lenta y arrastrada	Adecuada	7.1	8.8	8.2	
F014	Ausencia	Lenta y arrastrada	Lenta	1.6	8.8	10	
F022	Acelerada	Acelerada	Adecuada	3.6	8.4	9.6	
F023	Ausencia	Lenta, repetida y arrastrada	Lenta, repetida y arrastrada	3.3	6.4	6.4	
F032	Ausencia	Lenta, repetida y arrastrada	Lenta	3.3	4.7	6	
F034	Ausencia	Ausencia	Lenta, repetida y arrastrada	2.2	5.2	6.4	
F039	Acelerada	Adecuada	Adecuada	7.3	7.5	9	
				$\mu$	3.9625	7.4	8.125
				DE	2.108	1.775	1.628



**Figura13. Comprensión de lectura.** En ambos grupos hay una mejoría en la comprensión de lectura. Sin embargo, los cambios fueron estadísticamente significativos sólo en el grupo NRA (R-) comparando antes vs. inmediatamente después de terminar el tratamiento de NRA y antes vs. dos meses después.

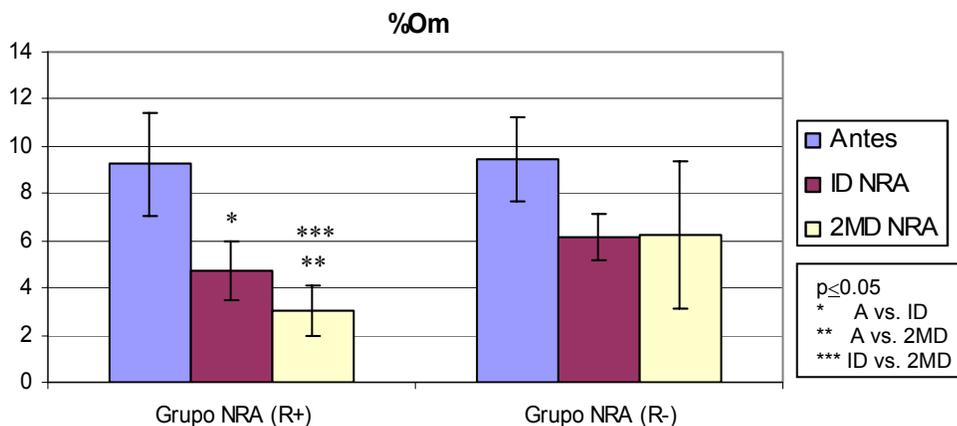
### **E) Prueba de atención TOVA Visual.**

Al comparar los resultados que los niños obtuvieron en la prueba de atención TOVA visual (Tabla 7), en el grupo NRA (R+) se observó incremento del *ADHD score* al comparar los resultados de la prueba realizada antes del tratamiento con la prueba realizada dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.04$ ) y al comparar los resultados obtenidos inmediatamente después del tratamiento con los obtenidos dos meses más tarde ( $p=0.03$ ). En el grupo NRA (R-) se observó un incremento significativo del *ADHD score* ( $p=0.02$ ) entre la prueba realizada antes del tratamiento y la realizada dos meses después de haberlo finalizado (Figura 14).



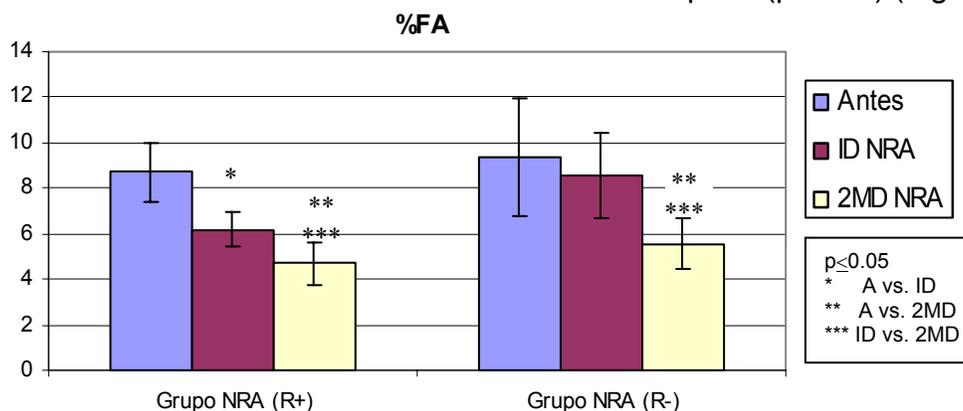
**Figura 14. Efecto del tratamiento de NRA sobre la variable *ADHD score* de la TOVA visual.** Si el puntaje es menor que -1.80 se concluye que no está dentro de los límites normales. Ambos grupos mejoran en los resultados de este valor presentando dos meses después de terminar el tratamiento valores dentro de los límites de normalidad.

En el grupo NRA (R+) el %Om se reduce significativamente al comparar antes vs. inmediatamente después de terminar el tratamiento ( $p=0.01$ ), antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.01$ ) y también hay reducción entre la prueba realizada inmediatamente después de terminar el tratamiento vs. la realizada dos meses después ( $p=0.03$ ). En el grupo NRA (R-) también se reduce el %Om al comparar antes vs. inmediatamente después y dos meses después, pero las diferencias no son estadísticamente significativas (Figura 15).



**Figura 15. Efecto del tratamiento de NRA sobre la variable %Om de la TOVA visual.** En ambos grupos disminuye el %Om. En el grupo NRA (R+) la disminución es estadísticamente significativa en las 3 comparaciones.

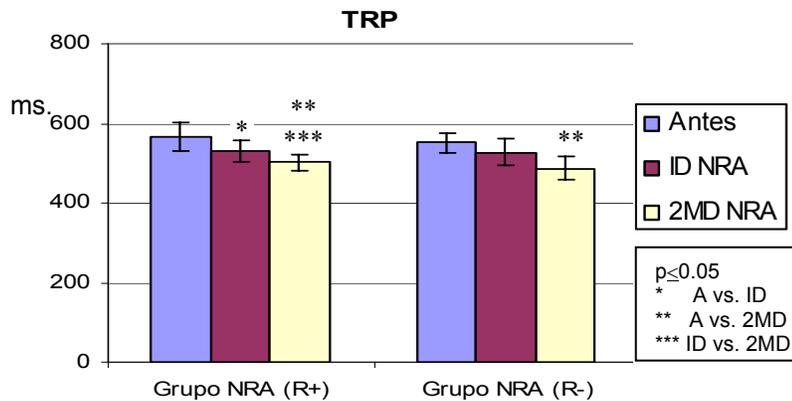
El %FA se reduce significativamente en ambos grupos. En el grupo NRA (R+) la disminución se observa al comparar antes vs. inmediatamente después de terminar el tratamiento ( $p=0.05$ ), antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.02$ ) e inmediatamente después de terminar el tratamiento vs. dos meses después ( $p=0.04$ ). En el grupo NRA (R-) la reducción del %FA se observó al comparar la prueba de antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.03$ ) e inmediatamente después de terminar el tratamiento vs. la realizada dos meses después ( $p=0.01$ ) (Figura 16).



**Figura 16. Efecto del tratamiento de NRA sobre la variable %FA de la TOVA visual.** En ambos grupos disminuye significativamente el número de errores que ocurre cuando el sujeto responde incorrectamente al estímulo no blanco. Sólo en el grupo NRA (R+) se observa cambio significativo entre antes e inmediatamente después.

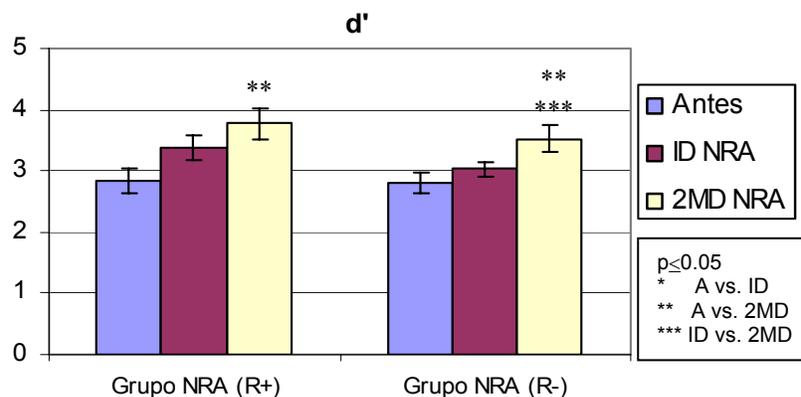
El TRP se reduce significativamente en el grupo NRA (R+) al comparar antes vs. inmediatamente después de terminar el tratamiento ( $p=0.03$ ), antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.01$ ) e inmediatamente después de terminar el

tratamiento vs. dos meses después ( $p=0.04$ ). El TRP muestra una reducción muy significativa en el grupo NRA (R-) al comparar la prueba realizada antes del tratamiento con la realizada dos meses después de haberlo finalizado ( $p=0.00$ ) (Figura 17).



**Figura 17. Efecto del tratamiento de NRA sobre la variable TRP de la TOVA visual.** En ambos grupos disminuye el tiempo de procesamiento que le toma al sujeto responder correctamente al estímulo “blanco”. En el grupo NRA (R+) el cambio es significativo en las 3 condiciones y en el grupo NRA (R-) el cambio es significativo sólo al comparar inmediatamente después vs. dos meses después.

Ambos grupos presentan un incremento significativo del valor  $d'$ . En el grupo NRA (R+) al comparar antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.01$ ) y en el grupo NRA (R-) al comparar antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.02$ ) e inmediatamente después de terminar el tratamiento vs. la realizada dos meses después ( $p=0.03$ ) (Figura 18).



**Figura 18. Efecto del tratamiento de NRA sobre la variable  $d'$  de la TOVA visual.** En ambos grupos mejora la precisión en la discriminación entre los estímulos como consecuencia del tratamiento de NRA. En el grupo NRA (R+) el cambio es significativo al comparar antes vs. dos meses después, pero en el grupo NRA (R-) el cambio es significativo al comparar inmediatamente después vs. dos meses después y antes vs. dos meses después.

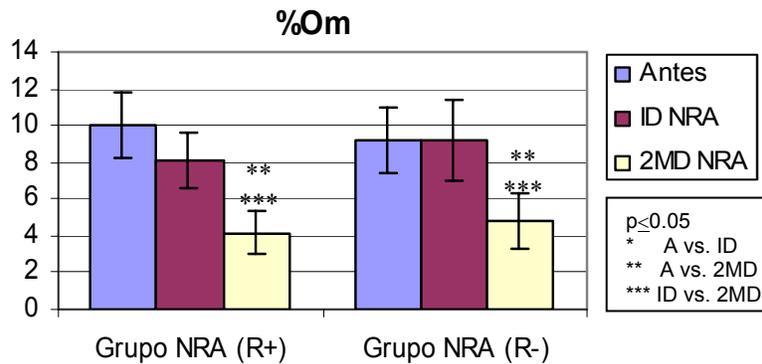
Tabla 7. RESULTADOS DE LA PRUEBA TOVA VISUAL

GRUPO NRA (R+)					
Exp	ADHD score	%OM	%FA	TR	D'
ANTES DEL TRATAMIENTO					
F002	-3.16	6.48	4.94	591	3.17
F003	-2.73	15.43	11.53	511	2.22
F011	-4.27	9.57	5.25	673	2.93
F026	-4.49	11.42	15.94	563	2.2
F029	1.51	1.23	6.81	423	3.74
F031	-2.28	8.33	6.48	729	2.9
F035	-3.55	19.44	9.38	575	2.18
F038	-0.47	2.16	9.26	460	3.35
<b>μ</b>	<b>-2.43</b>	<b>9.2575</b>	<b>8.6988</b>	<b>565.63</b>	<b>2.8363</b>
<b>DE</b>	<b>2.0317</b>	<b>6.21</b>	<b>3.6983</b>	<b>102.43</b>	<b>0.588</b>
INMEDIATAMENTE DESPUÉS DEL TRATAMIENTO					
F002	-2.34	5.25	3.41	574	3.45
F003	-4.39	11.11	9.01	492	2.56
F011	-6.24	6.79	8.95	610	2.84
F026	-3.42	2.78	4.35	587	3.63
F029	1.52	1.25	6.8	430	4.09
F031	-0.99	2.47	4.63	591	3.65
F035	-0.37	7.41	7.41	541	2.89
F038	-0.95	0.93	4.94	416	4.01
<b>μ</b>	<b>-2.148</b>	<b>4.7488</b>	<b>6.1875</b>	<b>530.13</b>	<b>3.39</b>
<b>DE</b>	<b>2.4732</b>	<b>3.5428</b>	<b>2.1561</b>	<b>75.467</b>	<b>0.5663</b>
DOS MESES DESPUÉS DEL TRATAMIENTO					
F002	0.78	1.85	3.72	478	3.87
F003	-3.18	8.02	7.86	463	2.82
F011	-3.96	7.72	6.81	559	2.92
F026	-1.61	1.54	5.25	525	3.78
F029	0.07	0.93	1.85	440	4.44
F031	0.08	0.62	0.93	598	4.86
F035	-0.1	1.54	7.74	525	3.58
F038	0.33	1.85	3.42	424	3.91
<b>μ</b>	<b>-0.949</b>	<b>3.0088</b>	<b>4.6975</b>	<b>501.5</b>	<b>3.7725</b>
<b>DE</b>	<b>1.7697</b>	<b>3.0316</b>	<b>2.6435</b>	<b>60.411</b>	<b>0.6895</b>

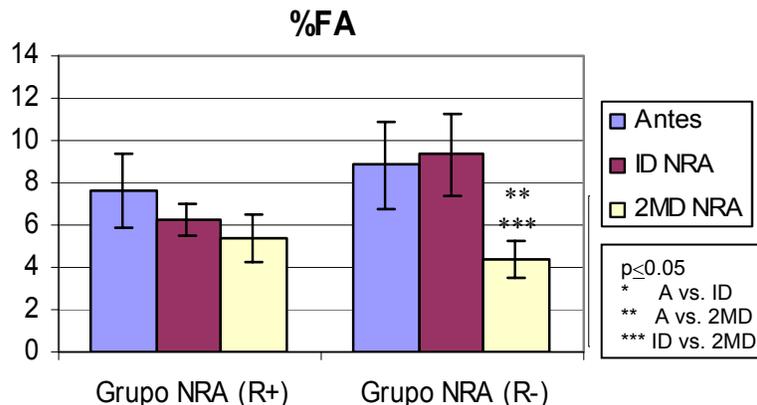
GRUPO NRA (R-)					
Exp	ADHD score	%OM	%FA	TR	D'
ANTES DEL TRATAMIENTO					
F007	-3.48	4.32	8.05	665	3.12
F008	-4.42	6.79	5.56	609	3.09
F014	-1.56	9.26	20.25	606	2.16
F022	-2.33	17.9	1.85	464	3.01
F023	-2.59	5.86	20	466	2.41
F032	0.53	4.94	3.72	539	3.42
F034	0.24	15.43	11.53	511	2.22
F039	-4.4	11.42	4.01	552	2.96
<b>μ</b>	<b>-2.251</b>	<b>9.49</b>	<b>9.3713</b>	<b>551.5</b>	<b>2.7988</b>
<b>DE</b>	<b>1.9038</b>	<b>5.0383</b>	<b>7.2654</b>	<b>71.636</b>	<b>0.4688</b>
INMEDIATAMENTE DESPUÉS DEL TRATAMIENTO					
F007	-1.98	4.63	14.29	561	2.75
F008	-4.8	8.64	2.78	661	3.28
F014	0.68	3.09	9.69	581	3.17
F022	-0.77	4.94	3.09	451	3.52
F023	0.59	3.09	14.91	397	2.91
F032	-1.72	5.86	5.28	611	3.19
F034	-3.58	8.02	13.71	509	2.5
F039	-1.72	10.8	4.63	448	2.92
<b>μ</b>	<b>-1.663</b>	<b>6.1338</b>	<b>8.5475</b>	<b>527.38</b>	<b>3.03</b>
<b>DE</b>	<b>1.8893</b>	<b>2.775</b>	<b>5.2165</b>	<b>91.28</b>	<b>0.3237</b>
DOS MESES DESPUÉS DEL TRATAMIENTO					
F007	-1.09	4.94	7.79	617	3.07
F008	-3.07	6.48	4.63	516	3.2
F014	-3.05	27.8	6.48	593	3.43
F022	-0.38	2.16	2.78	423	3.94
F023	0.43	3.01	11.73	400	2.61
F032	2.38	1.85	3.09	474	3.96
F034	1.1	3.09	6.19	422	3.41
F039	-0.38	0.62	1.85	456	4.59
<b>μ</b>	<b>-0.508</b>	<b>6.2438</b>	<b>5.5675</b>	<b>487.63</b>	<b>3.5263</b>
<b>DE</b>	<b>1.8975</b>	<b>8.8998</b>	<b>3.2236</b>	<b>81.059</b>	<b>0.6173</b>

## F) Prueba de atención TOVA Auditiva.

En el grupo NRA(R+) el %Om presenta una reducción significativa al comparar antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.01$ ) e inmediatamente después de terminar el tratamiento vs. dos meses después ( $p=0.04$ ) (Figura 19). En el grupo NRA(R-) se observa una reducción significativa tanto del %Om como del %FA al comparar antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.05$  para el %Om y  $p=0.03$  para el %FA) e inmediatamente después de terminar el tratamiento vs. dos meses después ( $p=0.05$  para el %Om y  $p=0.02$  para el %FA) (Figura 19 y 20).



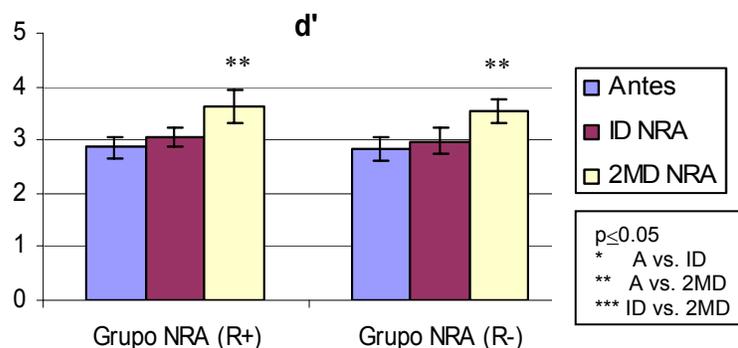
**Figura 19. Efecto del tratamiento de NRA sobre la variable %Om de la TOVA auditivo.** Reducción del %Om relacionado a mejoría en la atención.



**Figura 20. Efecto del tratamiento de NRA sobre la variable %FA de la TOVA auditivo.** Reducción del %FA, la cual se relaciona con una maduración del proceso de inhibición.

En la variable TRP no se encontraron diferencias significativas.

Tanto en el grupo NRA (R+) como en el grupo NRA (R-), el valor de la variable  $d'$  se incrementa significativamente al comparar antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.04$  para ambos grupos) (Figura 21).



**Figura 21. Efecto del tratamiento de NRA sobre la variable d' de la TOVA auditiva.** Incremento del valor d' que se relaciona con una mejoría en la precisión en la discriminación entre los estímulos. En ambos grupos hay un incremento significativo entre antes y dos meses después del tratamiento.

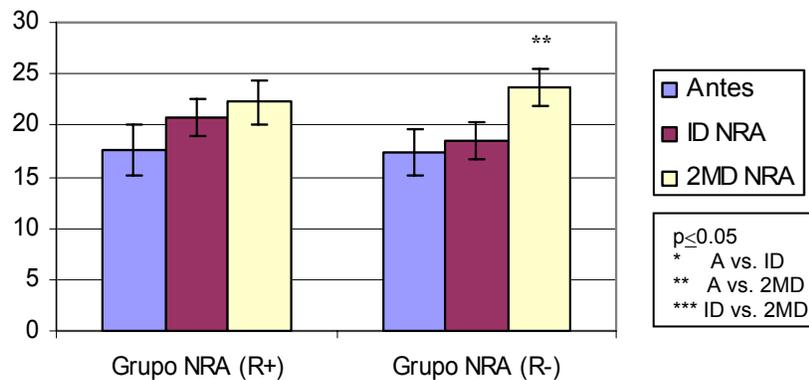
**Tabla 8. RESULTADOS DE LA PRUEBA TOVA AUDITIVA**

GRUPO NRA (R+)				
Exp	%OM	%FA	TR	D'
ANTES DEL TRATAMIENTO				
F002	7.41	6.27	805	2.98
F003	8.95	13.71	724	2.44
F011	9.57	3.73	1056	3.09
F026	9.88	7.52	876	2.73
F029	1.54	4.01	7.17	3.91
F031	18.83	7.76	988	2.31
F035	14.51	2.19	932	3.08
F038	9.26	16.2	701	2.31
<b>μ</b>	<b>9.99375</b>	<b>7.67375</b>	<b>761.146</b>	<b>2.85625</b>
<b>DE</b>	<b>5.04887</b>	<b>4.9307</b>	<b>328.674</b>	<b>0.53671</b>
INMEDIATAMENTE DESPUÉS DEL TRATAMIENTO				
F002	9.57	9.03	724	2.65
F003	8.64	8.39	781	2.74
F011	6.48	6.83	855	3.01
F026	9.26	5.28	940	2.94
F029	1.23	2.16	802	4.27
F031	11.11	4.33	832	2.94
F035	14.81	6.19	955	2.58
F038	3.4	7.72	710	3.25
<b>μ</b>	<b>8.0625</b>	<b>6.24125</b>	<b>824.875</b>	<b>3.0475</b>
<b>DE</b>	<b>4.30585</b>	<b>2.27294</b>	<b>90.21</b>	<b>0.53867</b>
DOS MESES DESPUÉS DEL TRATAMIENTO				
F002	1.85	8.02	656	3.49
F003	7.72	9.63	875	2.73
F011	6.48	5.28	893	3.14
F026	1.23	5.25	840	3.87
F029	0.31	0.31	743	5.48
F031	9.26	4.04	811	3.07
F035	4.63	8.46	773	3.08
F038	1.85	2.48	740	4.05
<b>μ</b>	<b>4.16625</b>	<b>5.43375</b>	<b>791.375</b>	<b>3.61375</b>
<b>DE</b>	<b>3.34592</b>	<b>3.17204</b>	<b>79.0243</b>	<b>0.87343</b>

GRUPO NRA (R-)				
Exp	%OM	%FA	TR	D'
ANTES DEL TRATAMIENTO				
F007	14.2	10.48	897	2.33
F008	7.72	2.16	913	3.45
F014	7.41	10.28	864	2.71
F022	6.48	3.12	742	3.38
F023	1.85	9.63	648	3.39
F032	6.17	6.79	723	3.03
F034	16.98	20.7	838	1.77
F039	13.27	7.41	795	2.56
<b>μ</b>	<b>9.26</b>	<b>8.82125</b>	<b>802.5</b>	<b>2.8275</b>
<b>DE</b>	<b>5.04354</b>	<b>5.72753</b>	<b>92.6514</b>	<b>0.59778</b>
INMEDIATAMENTE DESPUÉS DEL TRATAMIENTO				
F007	10.19	10.6	803	2.5
F008	7.72	3.1	848	3.29
F014	4.32	11.8	774	2.9
F022	3.09	2.47	621	3.84
F023	2.78	11.84	532	3.1
F032	18.52	8.05	829	3.67
F034	17.9	19.56	726	1.78
F039	8.64	7.41	699	2.81
<b>μ</b>	<b>9.145</b>	<b>9.35375</b>	<b>729</b>	<b>2.98625</b>
<b>DE</b>	<b>6.19187</b>	<b>5.47539</b>	<b>108.919</b>	<b>0.65809</b>
DOS MESES DESPUÉS DEL TRATAMIENTO				
F007	3.4	4.38	905	3.54
F008	5.86	3.4	793	3.39
F014	4.01	1.87	811	3.83
F022	1.85	1.23	688	4.33
F023	2.16	6.5	579	3.54
F032	5.01	6.6	748	3.3
F034	14.37	8.52	732	2.2
F039	1.85	2.47	749	4.05
<b>μ</b>	<b>4.81375</b>	<b>4.37125</b>	<b>750.625</b>	<b>3.5225</b>
<b>DE</b>	<b>4.13538</b>	<b>2.602</b>	<b>94.8728</b>	<b>0.63713</b>

### **G) Prueba Matrices Progresivas de Raven.**

Esta prueba mide el rendimiento intelectual del sujeto, independientemente de condicionantes académicos o culturales y estima la capacidad de observación y claridad de razonamiento. Mientras mayor puntaje obtenga el sujeto, mejor es su rendimiento. En el grupo NRA (R+) no hubo cambios significativos, aunque se observó gradualmente un mejor desempeño después de la NRA. En el grupo NRA (R-) hay una mejoría significativa de la puntuación obtenida al comparar antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.04$ ) y una tendencia a mejorar al comparar inmediatamente después de terminar el tratamiento vs. dos meses después ( $p=0.07$ ) (Figura 22 y Tabla 9).



**Figura 22. Resultados de la prueba Matrices Progresivas de Raven.** En ambos grupos hay una mejoría en los resultados de la prueba; sin embargo, esta mejoría sólo es significativa en el grupo NRA (R-) al comparar antes vs. dos meses después.

**Tabla 9. RESULTADOS DE LA PRUEBA MATRICES PROGRESIVAS DE RAVEN**

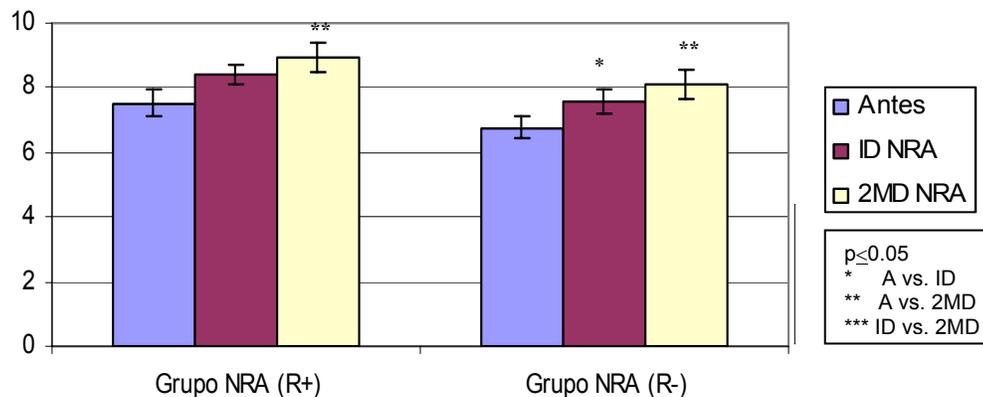
GRUPO NRA (R+)				GRUPO NRA (R-)			
Exp	Antes	ID NRA	2MD NRA	Exp	Antes	ID NRA	2MD NRA
F002	17	21	20	F007	14	16	26
F003	14	18	21	F008	14	20	23
F011	19	23	25	F014	26	22	25
F026	19	21	23	F022	28	26	27
F029	29	30	31	F023	18	22	23
F031	14	15	19	F032	12	12	16
F035	6	14	11	F034	14	12	17
F038	23	24	28	F039	13	18	32
$\mu$	17.625	20.75	22.25	$\mu$	17.375	18.5	23.625
DE	6.80	5.17	6.11	DE	6.20	4.98	5.23

## H. Prueba del Dibujo de la Figura Humana.

Con esta prueba podemos obtener un puntaje de madurez intelectual (Tabla 10), que en condiciones de normalidad debería coincidir con la edad cronológica. La madurez intelectual implica la capacidad para formar conceptos de carácter abstracto y el uso de la capacidad intelectual.

Para evitar interpretaciones erróneas, la prueba de cada niño fue evaluada por el alumno responsable del proyecto y por dos psicólogos externos.

Antes del tratamiento de NRA la mayoría de los niños tenía una madurez intelectual inferior a su edad cronológica. En el grupo NRA (R+) se observó un incremento de la madurez intelectual al comparar antes contra dos meses después de la NRA ( $p=0.03$ ). En el grupo NRA (R-) se observó un incremento al comparar antes contra inmediatamente después de terminar el tratamiento ( $p=0.04$ ) y antes vs. dos meses después de terminar el tratamiento ( $p=0.03$ ) (Figura 23).



**Figura 23. Resultados de la prueba del dibujo de la Figura Humana.** En ambos grupos hay una mejoría en la madurez intelectual.

**Tabla 10. RESULTADOS DE LA PRUEBA DEL DIBUJO DE LA FIGURA HUMANA**

**GRUPO NRA (R+)**

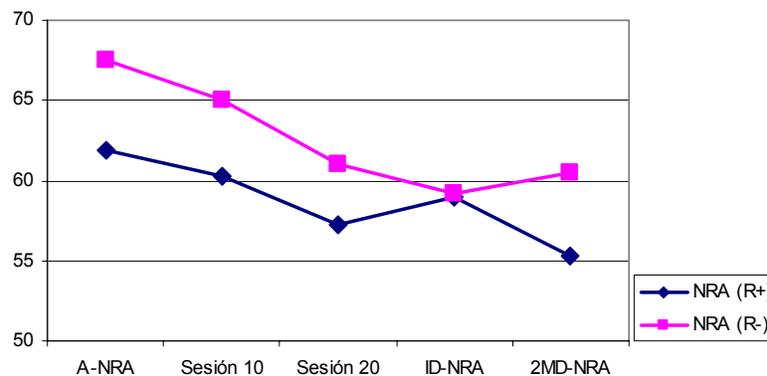
EXP	Antes			ID NRA			2MD NRA		
	Edad cronológica	Madurez intelectual	Diferencia	Edad cronológica	Madurez intelectual	Diferencia	Edad cronológica	Madurez intelectual	Diferencia
F002	8.7	7.5	-1.2	9	8.5	-0.5	9.2	9	-0.2
F003	9	8.75	-0.25	9.3	9.25	-0.05	9.5	10	0.5
F011	9.1	6.5	-2.6	9.4	7.5	-1.9	9.6	8.75	-0.85
F026	8.8	7.75	-1.05	9.1	8.5	-0.6	9.3	8.5	-0.8
F029	9.2	8.5	-0.7	9.5	9	-0.5	9.7	10	0.3
F031	7.1	5.75	-1.35	7.4	8.5	1.1	7.6	7	-0.6
F035	7	6.5	-0.5	7.3	7	-0.3	7.5	7.75	0.25
F038	9	9	0	9.3	9.25	-0.05	9.5	10.75	1.25
$\mu$	8.48	7.53	-0.95	8.78	8.43	-0.35	8.98	8.96	-0.02
DE	0.90	1.19	0.81	0.90	0.81	0.82	0.90	1.24	0.72

**GRUPO NRA (R-)**

EXP	Antes			ID NRA			2MD NRA		
	Edad cronológica	Madurez intelectual	Diferencia	Edad cronológica	Madurez intelectual	Diferencia	Edad cronológica	Madurez intelectual	Diferencia
F007	6.8	6.5	-0.3	7.1	6.75	-0.35	7.3	7.25	-0.05
F008	9.3	7.25	-2.05	9.6	8.25	-1.35	9.8	9.75	-0.05
F014	6.9	7	0.1	7.2	8.25	1.05	7.4	8.5	1.1
F022	10.1	8.75	-1.35	10.4	9.25	-1.15	10.6	10.5	-0.1
F023	7.7	5.5	-2.2	8	7	-1	8.2	7.5	-0.7
F032	7.4	6.25	-1.15	7.7	7	-0.7	7.9	7	-0.9
F034	7	6.5	-0.5	7.3	8	0.7	7.5	7	-0.5
F039	10.6	6.25	-4.35	10.9	6	-4.9	11.1	7.5	-3.6
$\mu$	8.22	6.75	-1.47	8.52	7.56	-0.96	8.72	8.12	-0.6
DE	1.53	0.96	1.41	1.53	1.05	1.81	1.53	1.33	1.35

## I. Escala de Calificación para Padres Connors.

Esta escala se aplicó antes de iniciar el tratamiento de NRA y cada vez que se finalizaban 10 sesiones del tratamiento con la finalidad de tener una pauta del comportamiento de la persona, en términos de las actividades sociales, emocionales y conductuales. Una mayor puntuación representa mayor cantidad de problemas conductuales. Tanto en el grupo que recibió el tratamiento con reforzador positivo como en el que lo recibió con reforzador negativo, se observan mejorías graduales desde el principio, manifestándose en una disminución en los resultados de esta escala (Tabla 11 y figura 24).



**Figura 24. Resultados de la Escala de Calificación para Padres Connors.** En ambos grupos los padres reportan una reducción gradual de los problemas conductuales.

Para la lectura de los resultados es importante considerar la siguiente guía de interpretación de puntuaciones:

Más de 71	Marcadamente atípico. Indica problema significativo.
66-70	Moderadamente atípico. Indica problema significativo.
61-65	Medianamente atípico. Posible problema significativo.
56-60	Ligeramente atípico. Frontera: puede ser preocupante.
45-55	Promedio. Puntaje típico: no es preocupante.
40-44	Ligeramente atípico. Puntajes bajos están bien: no preocupante.
35-39	Medianamente atípico. Puntajes bajos están bien: no preocupante.
30-34	Moderadamente atípico. Puntajes bajos están bien: no preocupante.
Menos de 30	Marcadamente atípico. Puntajes bajos están bien: no preocupante.

Los valores de 66 y más altos, son tomados como indicadores de un problema significativo (Connors, 1985).

**Tabla 11. RESULTADOS DE LA ESCALA DE CALIFICACIÓN PARA PADRES CONNERS**

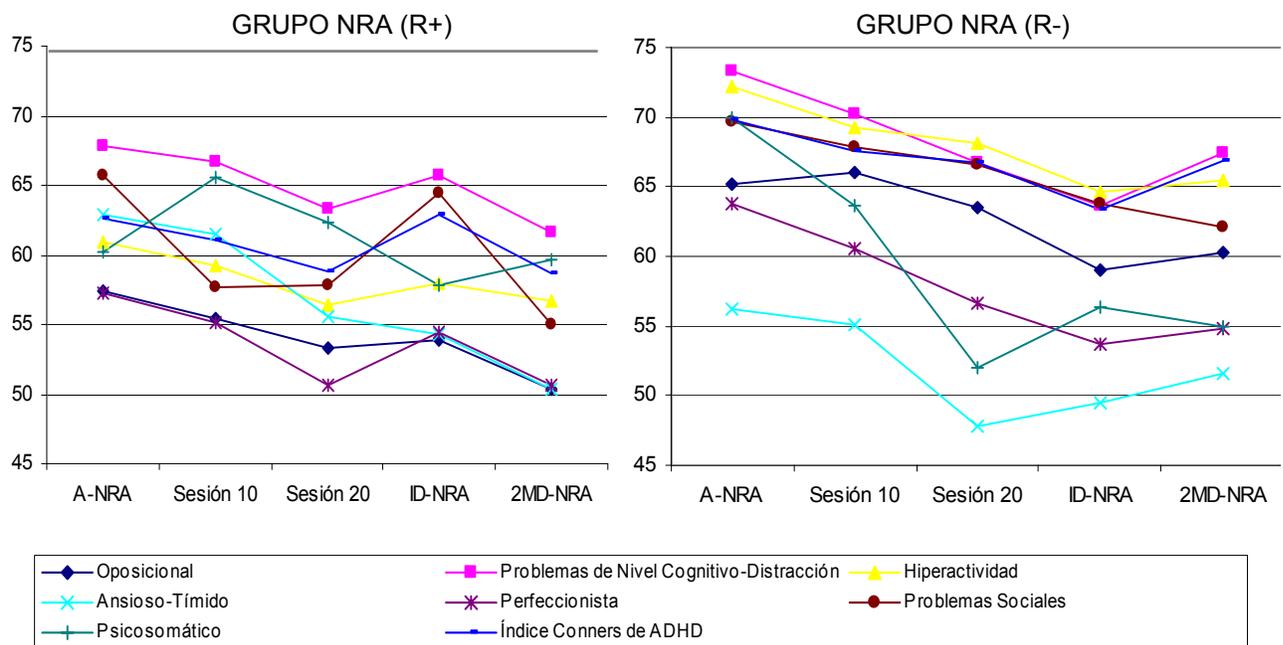
**GRUPO NRA (R+)**

Exp	Oposicional	Problemas de Nivel Cognitivo-Distracción	Hiperactividad	Ansioso-Tímido	Perfeccionista	Problemas Sociales	Psicosomático	Índice Connors de ADHD
<b>ANTES DEL TRATAMIENTO</b>								
F002	60	57	54	58	61	90	51	53
F003	46	58	49	42	66	69	48	47
F011	69	80	90	76	58	57	53	79
F026	69	76	67	68	56	63	77	79
F029	55	61	60	61	49	49	58	60
F031	60	71	48	53	54	74	56	62
F035	40	62	45	58	51	63	60	48
F038	60	77	74	87	63	61	79	73
<b>μ</b>	<b>57.37</b>	<b>67.75</b>	<b>60.87</b>	<b>62.87</b>	<b>57.25</b>	<b>65.75</b>	<b>60.25</b>	<b>62.62</b>
<b>A LAS 10 SESIONES DE TRATAMIENTO</b>								
F002	56	49	52	63	51	63	56	50
F003	43	56	47	42	41	53	48	48
F011	64	66	80	68	63	49	73	67
F026	65	86	69	79	56	63	86	72
F029	55	61	60	61	49	49	58	60
F031	65	84	60	71	67	90	73	79
F035	42	59	44	40	48	45	47	48
F038	53	72	62	68	66	49	83	64
<b>μ</b>	<b>55.37</b>	<b>66.62</b>	<b>59.25</b>	<b>61.5</b>	<b>55.12</b>	<b>57.62</b>	<b>65.5</b>	<b>61</b>
<b>A LAS 20 SESIONES DE TRATAMIENTO</b>								
F002	65	56	54	65	55	70	56	55
F003	39	43	43	43	44	49	42	40
F011	59	57	74	58	49	53	48	58
F026	58	84	60	68	54	57	86	74
F029	46	53	47	47	44	49	48	53
F031	65	76	65	71	59	90	69	70
F035	44	65	46	42	51	45	60	53
F038	50	72	62	50	49	49	90	67
<b>μ</b>	<b>53.25</b>	<b>63.25</b>	<b>56.37</b>	<b>55.5</b>	<b>50.62</b>	<b>57.75</b>	<b>62.37</b>	<b>58.75</b>
<b>A LAS 30 SESIONES - INMEDIATAMENTE DESPUÉS DEL TRATAMIENTO</b>								
F002	71	57	56	66	64	79	56	62
F003	41	45	49	42	44	61	42	41
F011	66	88	90	56	59	69	52	89
F026	67	81	63	74	72	69	82	80
F029	46	56	54	50	41	57	48	53
F031	54	70	52	48	59	90	60	63
F035	40	53	44	45	48	45	60	50
F038	46	76	56	53	49	45	63	65
<b>μ</b>	<b>53.87</b>	<b>65.75</b>	<b>58</b>	<b>54.25</b>	<b>54.5</b>	<b>64.37</b>	<b>57.87</b>	<b>62.87</b>
<b>2 MESES DESPUÉS DE TERMINADO EL TRATAMIENTO</b>								
F002	47	48	44	45	45	45	47	52
F003	39	43	47	47	46	46	48	42
F011	66	72	87	50	58	57	48	73
F026	50	71	56	53	48	51	77	70
F029	41	53	47	42	44	45	42	48
F031	54	75	58	58	61	90	69	70
F035	40	54	44	40	40	45	56	49
F038	66	77	70	68	63	61	90	65
<b>μ</b>	<b>50.375</b>	<b>61.625</b>	<b>56.625</b>	<b>50.375</b>	<b>50.625</b>	<b>55</b>	<b>59.625</b>	<b>58.625</b>

**GRUPO NRA (R-)**

Exp	Oposicional	Problemas de Nivel Cognitivo-Distracción	Hiperactividad	Ansioso-Tímido	Perfeccionista	Problemas Sociales	Psicosomático	Índice Conners de ADHD
<b>ANTES DEL TRATAMIENTO</b>								
F007	78	47	85	48	69	88	63	62
F008	52	70	54	53	53	64	56	69
F014	90	87	90	55	82	83	90	80
F022	54	73	61	70	53	59	69	60
F023	49	68	44	43	58	45	58	53
F032	67	90	90	55	72	86	56	90
F034	52	74	64	60	49	83	90	69
F039	80	77	90	66	74	49	78	76
<b>μ</b>	<b>65.25</b>	<b>73.25</b>	<b>72.25</b>	<b>56.25</b>	<b>63.75</b>	<b>69.625</b>	<b>70</b>	<b>69.875</b>
<b>A LAS 10 SESIONES DE TRATAMIENTO</b>								
F007	70	59	79	65	68	69	53	64
F008	52	70	54	53	53	64	56	69
F014	90	87	90	55	82	83	90	80
F022	54	70	47	62	45	55	60	57
F023	52	51	42	41	49	45	53	47
F032	69	90	84	42	67	86	47	83
F034	59	69	68	60	55	88	82	69
F039	82	66	90	63	66	53	68	72
<b>μ</b>	<b>66</b>	<b>70.25</b>	<b>69.25</b>	<b>55.125</b>	<b>60.625</b>	<b>67.875</b>	<b>63.625</b>	<b>67.625</b>
<b>A LAS 20 SESIONES DE TRATAMIENTO</b>								
F007	63	55	74	51	63	90	53	65
F008	45	65	52	50	51	58	51	64
F014	90	78	89	41	66	73	44	84
F022	52	67	51	56	45	59	56	59
F023	41	48	42	41	52	45	58	43
F032	87	90	88	45	80	86	43	90
F034	54	65	64	51	44	73	63	64
F039	76	66	85	47	52	49	48	65
<b>μ</b>	<b>63.5</b>	<b>66.75</b>	<b>68.125</b>	<b>47.75</b>	<b>56.625</b>	<b>66.625</b>	<b>52</b>	<b>66.75</b>
<b>A LAS 30 SESIONES - INMEDIATAMENTE DESPUÉS DEL TRATAMIENTO</b>								
F007	52	49	74	48	63	73	53	63
F008	47	59	48	48	57	69	60	59
F014	90	81	85	46	60	73	58	75
F022	54	70	51	65	48	64	56	62
F023	47	45	44	41	41	45	53	43
F032	73	73	65	42	56	63	60	74
F034	54	73	74	51	52	78	63	69
F039	55	59	76	55	52	45	48	62
<b>μ</b>	<b>59</b>	<b>63.625</b>	<b>64.625</b>	<b>49.5</b>	<b>53.625</b>	<b>63.75</b>	<b>56.375</b>	<b>63.375</b>
<b>2 MESES DESPUÉS DE TERMINADO EL TRATAMIENTO</b>								
F007	59	55	81	55	60	73	63	70
F008	47	55	45	45	52	63	56	55
F014	90	87	90	48	66	64	43	81
F022	54	69	47	56	45	64	56	59
F023	45	52	46	46	49	45	48	50
F032	65	90	79	42	61	74	43	89
F034	54	69	66	58	47	65	73	69
F039	68	63	70	63	58	49	58	62
<b>μ</b>	<b>60.25</b>	<b>67.5</b>	<b>65.5</b>	<b>51.625</b>	<b>54.75</b>	<b>62.125</b>	<b>55</b>	<b>66.875</b>

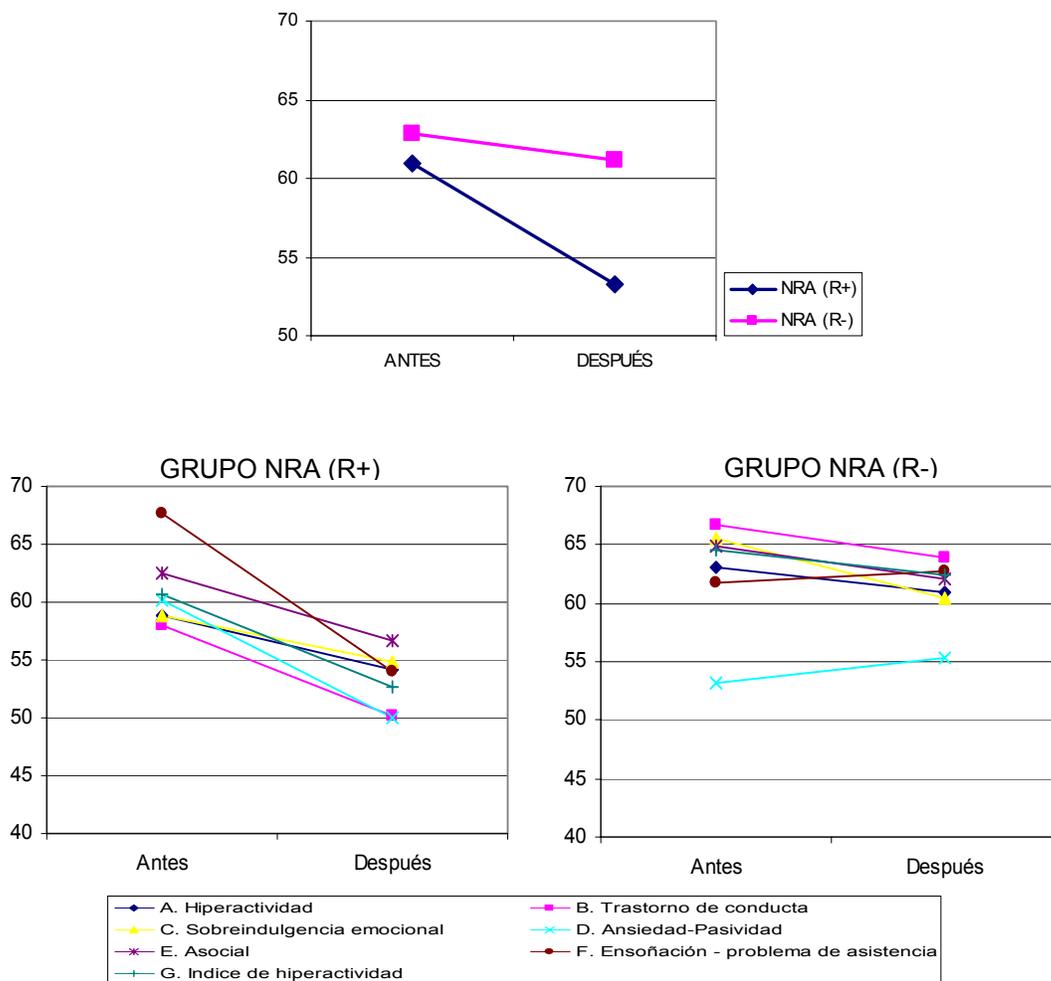
Tanto en el grupo NRA (R+) como en el NRA (R-) en todas las áreas evaluadas por esta escala hay una tendencia a reducir los problemas conductuales en opinión de los padres (Figura 25). En el grupo NRA (R+), al comparar antes vs. dos meses después de haber concluido el tratamiento disminuyen significativamente los puntajes del área “ansioso-tímido” ( $p=0.04$ ). En el grupo NRA (R-) antes vs. inmediatamente después de terminar el tratamiento, se reportó una disminución significativa en el área de “problemas de nivel cognitivo-distracción” ( $p=0.05$ ), “perfeccionista” ( $p=0.05$ ) y “psicosomático” ( $p=0.03$ ). Esta última área de “psicosomático” también disminuyó significativamente al comparar antes vs. dos meses después de haber concluido el tratamiento ( $p=0.03$ ) y al comparar sesión 10 vs. sesión 20 ( $p=0.03$ ). Este último resultado hay que destacarlo porque es el único resultado significativo obtenido en el seguimiento de la escala para Padres Conners durante la aplicación del tratamiento.



**Figura 25. Resultados de las áreas evaluadas de la Escala de Calificación para Padres Conners.** En ambos grupos los padres reportan una reducción de los problemas conductuales.

## J. Escala de Calificación para Maestros Connors.

Los maestros de los niños colaboran con el proyecto contestando los cuestionarios que les enviamos antes del tratamiento y dos meses después del tratamiento (Tabla 12). Para la lectura de la tabla de resultados se hace uso de la misma guía de interpretación de puntuaciones utilizada anteriormente en la escala de calificación para padres Connors y de igual manera, mientras mayor puntuación obtenga el sujeto, más problemas conductuales manifiesta, siendo indicadores de problemas significativos los valores mayores de 66 puntos. Estadísticamente se observa una disminución significativa en el grupo NRA (R+) en el área de “ansiedad-pasividad” ( $p=0.04$ ). En el grupo NRA (R-) no hay diferencias estadísticamente significativas (Figura 26).



**Figura 26. Resultados de la Escala de Calificación para Maestros Connors.** Resultados del grupo NRA (R+) y NRA (R-) en opinión de los maestros: mientras mayor sea la puntuación, a más problemas conductuales se hace referencia.

**Tabla 12. RESULTADOS DE LA ESCALA DE CALIFICACIÓN PARA MAESTROS CONNERS**

**GRUPO NRA (R+)**

Exp	A. Hiperactividad	B. Trastorno de conducta	C. Sobreindulgencia emocional	D. Ansiedad-Pasividad	E. Asocial	F. Ensoñación - problema de asistencia	G. Índice de hiperactividad
-----	-------------------	--------------------------	-------------------------------	-----------------------	------------	--	-----------------------------

Antes del tratamiento

F002	41	44	48	48	44	42	42
F003	70	75	68	76	68	60	64
F011	71	74	57	56	60	64	72
F026	56	47	53	60	58	68	59
F029	47	45	45	62	48	60	47
F031	66	45	65	43	76	91	71
F035	74	82	80	78	86	97	82
F038	46	52	55	59	60	60	49
<b>μ</b>	<b>58.875</b>	<b>58</b>	<b>58.875</b>	<b>60.25</b>	<b>62.5</b>	<b>67.75</b>	<b>60.75</b>

Después del tratamiento

F002	44	45	51	46	44	42	46
F003	51	54	55	47	48	50	50
F011	64	63	57	47	64	55	64
F026	55	45	51	60	54	60	55
F029	42	43	43	44	52	50	43
F031	71	54	59	60	50	77	71
F035	55	49	71	46	49	48	46
F038	51	49	52	50	93	50	47
<b>μ</b>	<b>54.125</b>	<b>50.25</b>	<b>54.875</b>	<b>50</b>	<b>56.75</b>	<b>54</b>	<b>52.75</b>

**GRUPO NRA (R-)**

Exp	A. Hiperactividad	B. Trastorno de conducta	C. Sobreindulgencia emocional	D. Ansiedad-Pasividad	E. Asocial	F. Ensoñación - problema de asistencia	G. Índice de hiperactividad
-----	-------------------	--------------------------	-------------------------------	-----------------------	------------	--	-----------------------------

Antes del tratamiento

F007	77	88	93	57	92	71	90
F008	48	51	51	43	62	61	48
F014	72	71	71	51	59	61	73
F022	52	58	49	49	53	54	46
F023	56	64	63	57	68	61	57
F032	81	77	86	72	71	79	86
F034	57	66	55	42	59	46	60
F039	62	59	57	54	55	61	57
<b>μ</b>	<b>63.125</b>	<b>66.75</b>	<b>65.625</b>	<b>53.125</b>	<b>64.875</b>	<b>61.75</b>	<b>64.625</b>

Después del tratamiento

F007	67	72	61	54	78	51	75
F008	44	45	43	43	44	48	44
F014	79	97	86	87	97	97	81
F022	48	45	49	46	49	60	46
F023	58	43	55	67	51	80	63
F032	69	84	86	45	48	64	84
F034	48	56	45	45	63	51	47
F039	75	69	58	55	67	51	60
<b>μ</b>	<b>61</b>	<b>63.875</b>	<b>60.375</b>	<b>55.25</b>	<b>62.125</b>	<b>62.75</b>	<b>62.5</b>

### **K. Cuestionario para padres.**

Con este cuestionario se tomó en cuenta la opinión de los padres respecto a la conducta y rendimiento académico de sus hijos. Consta de una valoración cuantitativa y otra cualitativa.

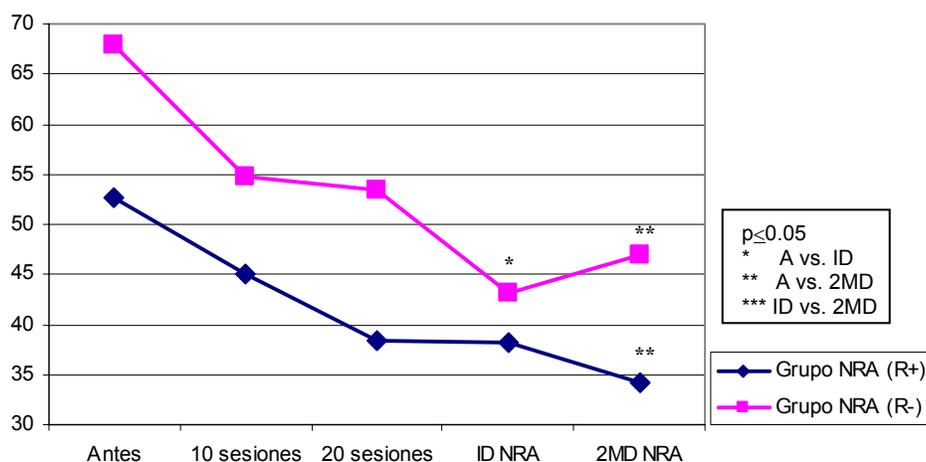
En la sección cuantitativa, un mayor puntaje, representa mayores dificultades conductuales y académicas. Después del tratamiento de NRA se observó un decremento gradual de los valores (Tabla 13 y figura 27). Tanto en el grupo NRA (R+) como en el NRA (R-) hay una disminución significativa del puntaje al comparar antes vs. dos meses después del tratamiento ( $p=0.05$ ); además, en el grupo NRA (R-) también hay una disminución significativa al comparar antes vs. inmediatamente después del tratamiento ( $p=0.03$ ).

**Tabla 13. RESULTADOS CUANTITATIVOS DEL CUESTIONARIO PARA PADRES**

<b>GRUPO NRA (R+)</b>						
Exp	Antes	10 sesiones	20 sesiones	30 sesiones - ID NRA	2 MD NRA	$\mu$
F002	37	27	24	23	37	29.6
F003	34	24	14	9	7	17.6
F011	78	59	47	72	60	63.2
F026	60	52	33	39	49	46.6
F029	26	27	32	27	17	25.8
F031	59	75	60	64	54	62.4
F035	48	33	33	21	21	31.2
F038	79	64	64	50	29	57.2
$\mu$	52.625	45.125	38.375	38.125	34.25	41.7
DE	19.84	19.78	17.31	22.20	18.97	17.90

<b>GRUPO NRA (R-)</b>						
Exp	Antes	10 sesiones	20 sesiones	30 sesiones - ID NRA	2 MD NRA	$\mu$
F007	73	55	51	33	36	49.6
F008	37	36	35	34	30	34.4
F014	86	56	69	76	74	72.2
F022	46	44	43	37	36	41.2
F023	56	28	18	12	23	27.4
F032	97	94	91	68	78	85.6
F034	77	56	60	42	57	58.4
F039	72	69	61	43	42	57.4
$\mu$	68	54.75	53.5	43.125	47	53.275
DE	20.26	20.45	22.24	20.32	20.43	19.38



**Figura 27. Resultados del cuestionario para padres.** En ambos grupos los padres reportan una reducción de los problemas conductuales.

En la valoración cualitativa, se hicieron preguntas abiertas en las que se describe la forma de ser del menor; su rendimiento académico, sus dificultades en lectura, escritura y matemáticas, sus procesos de atención y memoria, sus relaciones con otras personas y observaciones de cambios en algunas conductas que ellos atribuyen al tratamiento.

Se reportó una mejoría en el rendimiento académico en la mayoría de los niños, esto se reflejó en una mejoría en calificaciones, mejor desempeño en el salón de clases, menos fatiga, cumplimiento con las tareas hechas de manera correcta, mayor atención y entusiasmo (Tabla 14).

Para citar algunos de los ejemplos de las mejorías conductuales de los niños se reporta el caso de la niña con expediente F031, quien se orinaba en la ropa cada vez que tenía que realizar exámenes o trabajos escolares, ahora ha pasado por períodos de exámenes y ha elaborado trabajos importantes y no ha vuelto a orinarse en la ropa. El niño F023 fue reincorporado al grupo del grado escolar que le correspondía por edad y que había reprobado previamente; durante el tratamiento, su maestra comunicó a los padres que había mejorado tanto el rendimiento del niño que no era necesario repetir el año escolar. El niño con expediente F039 ya no quería estudiar, quería abandonar la

escuela antes de terminar y meterse a trabajar; ahora dice tener muchísimas ganas de ir a la secundaria y seguir estudiando para tener una carrera.

También se observa y se reporta una mejoría en la autoestima de los niños. Hay padres que reportan que sus hijos “le echan muchas ganas” porque quieren ser los mejores del grupo.

Al final del tratamiento, también se reportó un cansancio por parte de algunos niños para asistir a las terapias. Para ellos fue cansada la terapia intensiva y el esfuerzo por entrenar la actividad eléctrica cerebral 3 veces por semana durante 30 minutos.

**Tabla 14. RESULTADOS CUALITATIVOS DEL CUESTIONARIO PARA PADRES**

<b>GRUPO NRA (R+)</b>	
F002	<p>A las 10 sesiones la notan emocionada con las terapias.</p> <p>A las 20 sesiones se reporta que se esmera por mejorar y trata de cumplir con todas sus tareas. Notan que ha mejorado su atención.</p> <p>Al término del tratamiento su mamá reporta que ha mejorado pero le falta concentrarse más porque sigue siendo distraída.</p> <p>Dos meses después dice que le sirvieron las terapias para mejorar sus calificaciones y hacerse más responsable de sus obligaciones.</p> <p>Desde antes del tratamiento tenía buenas relaciones sociales y éstas se han mantenido.</p>
F003	<p>A las 10 sesiones sigue igual de distraído y no hay cambios en la atención. Es muy notorio que ha disminuido su fatiga en la escuela.</p> <p>A las 20 sesiones sigue siendo igual de distraído y sigue teniendo bajo rendimiento escolar.</p> <p>A las 30 sesiones ven mejoría en la memoria y en la atención, lo ven más activo y entusiasmado con la escuela.</p> <p>Dos meses después su entusiasmo por la escuela se mantiene y ha mejorado su rendimiento escolar.</p> <p>Desde antes del tratamiento tenía buenas relaciones sociales y éstas se han mantenido.</p>
F011	<p>A las 10 sesiones notan ligeros cambios en su conducta en general: es más responsable, tiene interés por sus cosas (antes no) y han mejorado sus relaciones sociales.</p> <p>A las 20 sesiones, a pesar de que pone más empeño y es más responsable, sigue teniendo problemas académicos, principalmente en comprensión y dificultades de memoria.</p> <p>Al término del tratamiento lo describen muy parecido a lo reportado a las 20 sesiones.</p> <p>A los dos meses después de la NRA le gusta ir a la escuela (antes no) y muestra mucho interés.</p>
F026	<p>A las 10 sesiones la mamá dice notar mejoría en la atención y la memoria.</p> <p>A las 20 sesiones y 30 se siguen dando mejorías graduales en memoria y atención. Dice que antes del tratamiento lloraba mucho, era muy tímida, con muchos temores. Ya no llora tanto, le cuesta menos trabajo levantarse en las mañanas, ya no es tan enojona y no discute tanto, es más rápida para hacer sus labores.</p> <p>A los dos meses reportan una mejoría notoria en su autoestima (aunque sigue siendo baja), las actividades escolares le cuestan menos trabajo y va con más ganas a la escuela. Es responsable y está al pendiente de sus propias cosas.</p>
F029	<p>En las evaluaciones hechas en las sesiones 10, 20 y 30 se reporta mejoría en el esfuerzo que hace para cumplir con las actividades escolares y ligera mejoría en los procesos de atención y memoria. Esto perdura a los dos meses después del tratamiento.</p>
F031	<p>Desde el inicio notan mejoría en su autoestima, le gusta ir a las sesiones. A las 10 sesiones no ven mejoría en su rendimiento escolar, ni en memoria, ni en atención, pero dicen que deja de orinarse en la ropa cuando tiene tareas complicadas o exámenes. Eso representa mucho para la menor y su familia. A las 20 sesiones notan mucha mejoría en la lectura. A las 30 sesiones también ven mejoría en escritura y en comprensión.</p> <p>Dos meses después del tratamiento reportan que come y duerme mejor, llora menos que antes pero le sigue costando trabajo hacer amistades, en eso no ha mejorado.</p>
F035	<p>A las 10 sesiones notan más entusiasmo por hacer su tarea.</p> <p>A las 20 sesiones ven mejorías en su rendimiento escolar: mejores calificaciones, aprendió a contar, mejoró en memoria y atención. Han mejorado también sus relaciones sociales (antes no tenía amigas).</p> <p>Al finalizar el tratamiento reportan mejoría en muchas cosas relacionadas con la escuela: sigue mejorando</p>

	<p>en calificaciones, ya no se le dificultan tanto las matemáticas, ha mejorado la escritura y lectura (ya lee y antes no).</p> <p>A los dos meses se sigue viendo como aumentan poco a poco las mejorías.</p>
F038	<p>A las 10 y 20 sesiones reportan que no han notado cambios en su hijo.</p> <p>A las 30 sesiones reportan que ya no llora cuando lo llevan a la escuela. A diferencia de antes de iniciar el tratamiento, ha dejado de quejarse por dolores de estómago o cabeza. Manifiesta gusto por actividades en las que hay que estar sentado en un solo lugar relativamente quieto como por ejemplo dibujar, armar rompecabezas, acomodar fichas. Ha mejorado sus calificaciones y lo han mandado a felicitar los maestros.</p> <p>A los dos meses reportan que continúan las mejorías observadas.</p>

<b>GRUPO NRA (R-)</b>	
F007	<p>A las 10 sesiones reportan que es menos inquieto que antes pero le siguen costando trabajo las actividades escolares.</p> <p>A las 20 sesiones ha mejorado al realizar tareas en casa, pero en la escuela sigue muy inquieto y no entiende indicaciones. Se le ha facilitado hacer amistades. Le da mucho por llorar y dice que lo culpan por las cosas que hacen los demás.</p> <p>A las 30 sesiones observan que entiende y aprende con más facilidad. Es más tranquilo. Le cuesta trabajo relacionarse con los demás.</p> <p>A los dos meses ha mejorado para hacer amistades.</p>
F008	<p>A las 10 sesiones no reportan cambios.</p> <p>A las 20 sesiones ha mejorado bastante su rendimiento escolar en todas las materias. Ya sabe leer y ha mejorado notoriamente su escritura.</p> <p>A las 30 sesiones y dos meses después los cambios se siguen observando y continúa mejorando poco a poco.</p>
F014	<p>A las 10 sesiones sigue igual de inquieto, no quiere estudiar, se fastidia muy pronto y se distrae con facilidad.</p> <p>A las 20 sesiones han notado pocos cambios.</p> <p>A las 30 sesiones hay cambios en matemáticas, aprendió a sumar.</p> <p>A los 2 meses después del tratamiento reportan no notar muchos cambios conductuales.</p>
F022	<p>A las 10 y 20 sesiones no han notado cambios. Sigue con dificultades escolares y llorando con mucha facilidad.</p> <p>A las 30 sesiones notan mejoría en la atención y memoria. Hace las cosas con más ganas.</p> <p>Dos meses después del tratamiento no ven mucha mejoría escolar pero sí en su entusiasmo y empeño.</p>
F023	<p>A las 10 sesiones es muy notorio su cambio de actitud hacia la escuela, le gusta ir y dice que aprende más rápido aunque sus calificaciones siguen igual.</p> <p>A las 20 sesiones ven avance en su rendimiento escolar, se le facilitan las tareas, ha mejorado la memoria y la atención. En la escuela la maestra les dice que lo va a reincorporar con el grupo anterior al que pertenecía porque ha mejorado mucho y no es necesario que repita el año escolar.</p> <p>A las 30 sesiones reportan buena reincorporación a su grupo, el niño está muy contento todos los días.</p> <p>A los dos meses después del tratamiento le cuesta trabajo la escuela pero no ha reprobado y sigue con mucho entusiasmo.</p>
F032	<p>A las 10 sesiones sigue teniendo bajo rendimiento escolar pero ya no tanto como antes, han notado mejorías en la memoria y la atención.</p> <p>A las 20 sesiones ha mejorado un poco su rendimiento escolar, se distrae menos.</p> <p>A las 30 sesiones ha mejorado más en la escuela pero se ha hecho enojado y malencarado.</p> <p>A los dos meses después del tratamiento le sigue costando trabajo la escuela, tiene mala atención y memoria, no han mejorado sus relaciones sociales.</p>
F034	<p>A las 10 sesiones los padres reportan que su hijo se esfuerza más para salir adelante pero es muy travieso y juguetón.</p> <p>A las 20 sesiones ha mejorado su memoria poquito.</p> <p>A las 30 sesiones ven que va mejorando poco a poco su rendimiento.</p> <p>A los dos meses después del tratamiento sigue muy distraído e inquieto. Han mejorado sus calificaciones escolares.</p>
F039	<p>A las 10 sesiones sigue teniendo problemas escolares. Siempre está enojado y todo le parece mal.</p> <p>A las 20 sesiones ha mejorado su estado de ánimo, está más tranquilo, pone más empeño en las tareas y duerme mejor. Sacó buenas calificaciones y no hubo quejas de la maestra como en otras ocasiones.</p> <p>A las 30 sesiones es más notoria la mejoría que va teniendo, es más responsable con sus obligaciones, ha mejorado su atención.</p> <p>Dos meses después del tratamiento prefiere estar en casa que salir a la calle, cumple con sus deberes sin enojarse y ha mejorado su desempeño escolar.</p>

### **L. EEG en condición de reposo con ojos cerrados.**

Los 16 niños seleccionados presentaban un valor del índice Theta/Alfa anormalmente alto para su edad ( $Z > 1.645$ ) antes del tratamiento de NRA y, como se ha mencionado anteriormente, el tratamiento se dio en la derivación en la que el sujeto presentó el valor Z más alto (Tabla 2).

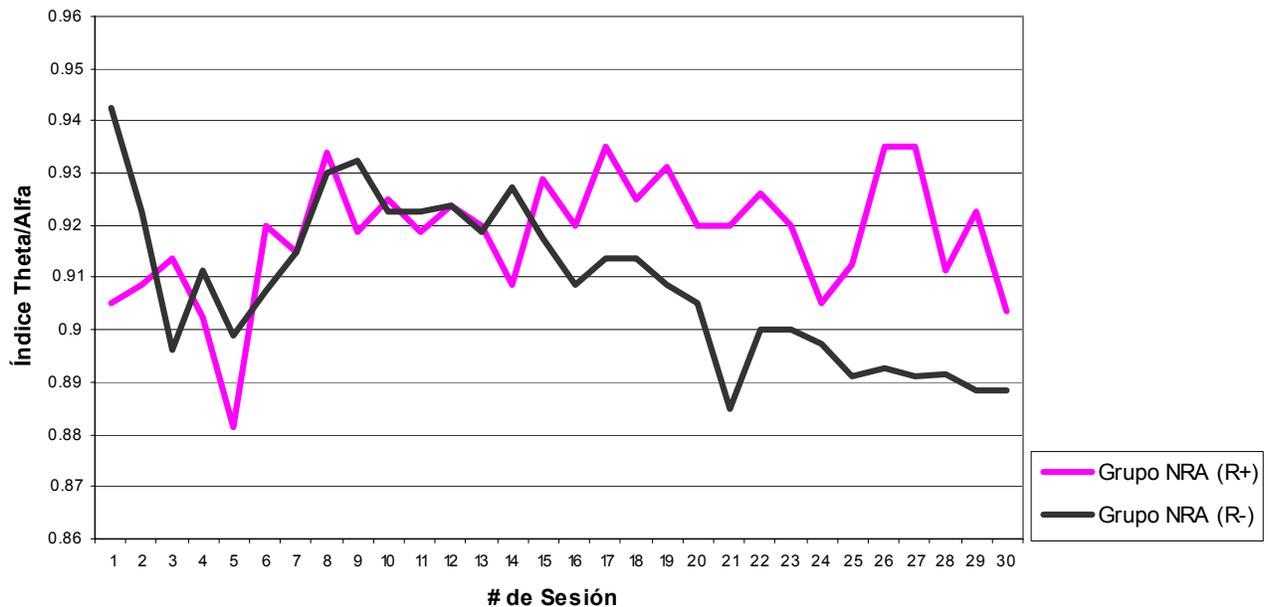
En el análisis cuantitativo del EEG realizado inmediatamente después del tratamiento de NRA y del realizado dos meses después del tratamiento, en ambos grupos se observó una reducción estadísticamente significativa del índice Theta/Alfa en la derivación seleccionada para cada niño inmediatamente después del tratamiento ( $p=0.00$ ) y dos meses después del tratamiento de NRA ( $p=0.00$ ) (Tabla 15). Inmediatamente después del tratamiento el valor del índice Theta/Alfa se normalizó en 10 niños, y dos meses después del tratamiento, se normalizó en 13 de los 16 niños.

**Tabla 15. RESULTADOS DEL VALOR DEL ÍNDICE THETA/ALFA**

<b>GRUPO NRA (R+)</b>			
Exp	Antes	ID-NRA	2MD-NRA
F002	2.3406	1.6172	1.2088
F003	1.8328	1.0456	0.8923
F011	3.6343	1.9882	1.9307
F026	3.4171	1.2894	1.6496
F029	1.8424	0.0594	0.0348
F031	2.7281	1.6188	0.9426
F035	2.5552	1.4715	1.2369
F038	3.4687	1.9072	1.5992
$\mu$	2.7274	1.374663	1.186863
DE	0.71818	0.613339	0.587258

<b>GRUPO NRA (R-)</b>			
Exp	Antes	ID-NRA	2MD-NRA
F007	2.1998	0.9853	0.4749
F008	2.8052	1.7335	1.6877
F014	2.3915	1.7819	0.731
F022	1.7081	0.2994	0.2998
F023	2.0607	0.7593	1.0361
F032	2.3908	1.7668	1.0036
F034	2.6582	1.2569	1.305
F039	3.7268	2.1111	1.434
$\mu$	2.492638	1.336775	0.996513
DE	0.604352	0.618704	0.47718

Llevamos un registro de las modificaciones de este índice sesión tras sesión en cada niño. En la figura 28 se muestran los promedios del índice Theta/Alfa de cada grupo al final de cada sesión y, a simple vista, se observa una mayor tendencia a disminuir el índice Theta/Alfa en el grupo que recibió el tratamiento con reforzador negativo que en el que lo recibió con reforzador positivo a partir de la sesión #15, que constituía la mitad del tratamiento.



**Figura 28. Cambios del índice Theta/Alfa durante el tratamiento de NRA.** En la figura se muestra el cambio de los valores del índice Theta/Alfa al final de cada sesión. Se observó en el grupo NRA (R-) que dicho índice disminuye de manera gradual a partir de la sesión 15.

Los resultados de los cambios en la PA y PR del EEG producidos como consecuencia del tratamiento de NRA se muestran en la tabla 16, en donde la primera y quinta columna hacen referencia a la comparación realizada, en la segunda y sexta columnas aparecen las bandas de frecuencia, en la columna 3 y 7 aparecen los resultados de probabilidad global, es decir, cuando en el análisis se consideraron simultáneamente todas las derivaciones; mientras que en la columna 4 y 8 se presentan aquellas derivaciones en las que el análisis univariado resultó significativo ( $p \leq 0.05$ ).

#### Cambios en el grupo NRA (R+).

Al comparar antes contra inmediatamente después del tratamiento, se observó un incremento de la PA Beta en las derivaciones  $F_3$  ( $p=0.05$ ),  $F_4$  ( $p=0.03$ ),  $T_4$  ( $p=0.05$ ),  $F_z$  ( $p=0.05$ ) y de la PR Beta en  $F_8$  ( $p=0.04$ ).

No se observaron cambios ni en la PA ni en la PR del EEG en este grupo al comparar el EEG realizado inmediatamente después contra el realizado dos meses después del tratamiento.

Sin embargo, si se analiza el EEG registrado dos meses después del tratamiento de NRA en relación al EEG inicial, se manifiesta un aumento de la PA Delta en Fz ( $p=0.02$ ), un aumento de la PA Beta en F<sub>4</sub> ( $p=0.05$ ), T<sub>4</sub> ( $p=0.05$ ), Fz ( $p=0.05$ ) y Pz ( $p=0.05$ ) y un aumento de la PR Beta en C<sub>4</sub> ( $p=0.05$ ) y T<sub>4</sub> ( $p=0.05$ ). (Tabla 16).

#### Cambios en el grupo NRA (R-).

Hubo incremento significativo global de la PA Beta ( $p=0.05$ ), manifestándose principalmente en las derivaciones C<sub>3</sub> ( $p=0.04$ ), C<sub>4</sub> ( $p=0.02$ ), P<sub>3</sub> ( $p=0.04$ ), O<sub>1</sub> ( $p=0.03$ ) y Cz ( $p=0.05$ ).

En este grupo se observaron cambios significativos entre el EEG registrado al finalizar el tratamiento y el EEG registrado dos meses más tarde; estos cambios consistieron en una disminución de la PA Theta en T<sub>6</sub> ( $p=0.02$ ) y Pz ( $p=0.05$ ), una disminución de la PR Theta en regiones occipitotemporales (O<sub>1</sub> ( $p=0.04$ ), O<sub>2</sub> ( $p=0.02$ ), T<sub>5</sub> ( $p=0.04$ ) y T<sub>6</sub> ( $p=0.05$ )) y un incremento de la PR Alfa en T<sub>4</sub> ( $p=0.02$ ) y Cz ( $p=0.05$ ).

Cuando se comparó el EEG registrado antes del tratamiento con el EEG registrado dos meses después de terminar el mismo, se observó una disminución de la PA Delta en Fp<sub>1</sub> ( $p=0.03$ ), de la PA Theta en T<sub>6</sub> ( $p=0.05$ ) y de la PR Theta en O<sub>2</sub> ( $p=0.05$ ), y un incremento de la PA Beta en T<sub>3</sub> ( $p=0.05$ ) y de la PR Alfa en Fp<sub>1</sub> ( $p=0.05$ ) y T<sub>4</sub> ( $p=0.01$ ).

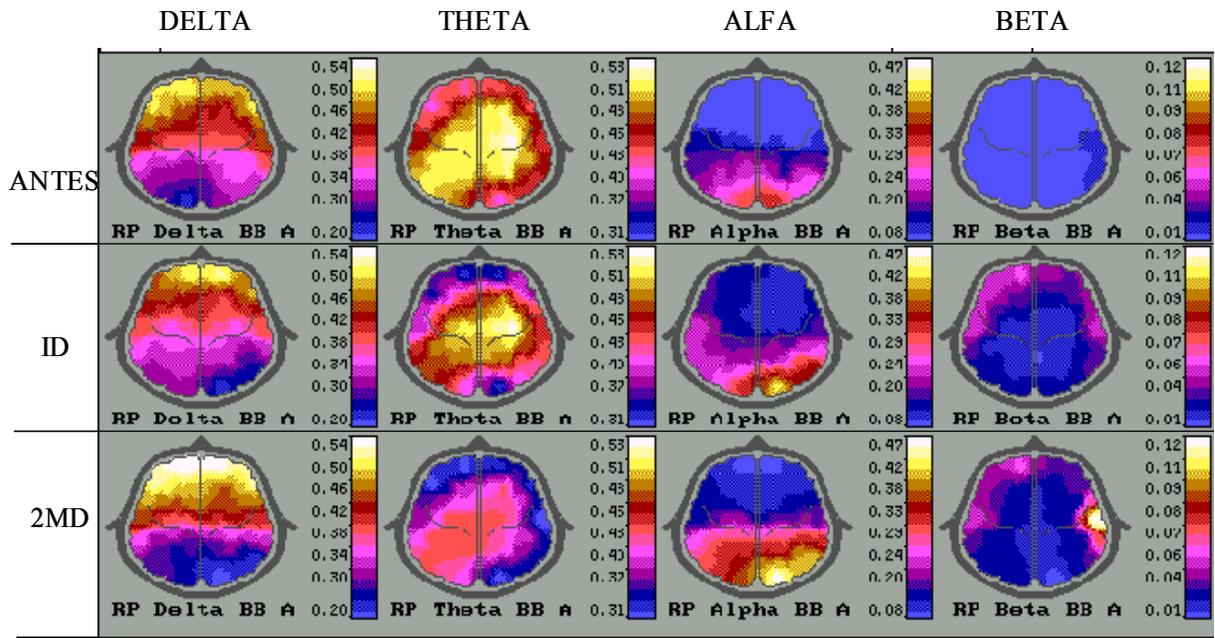
En las figuras 29 y 30 se ilustra los cambios de la PR en la niña F031.

Tabla 16. RESULTADOS DEL EEG  
GRUPO NRA (R+)

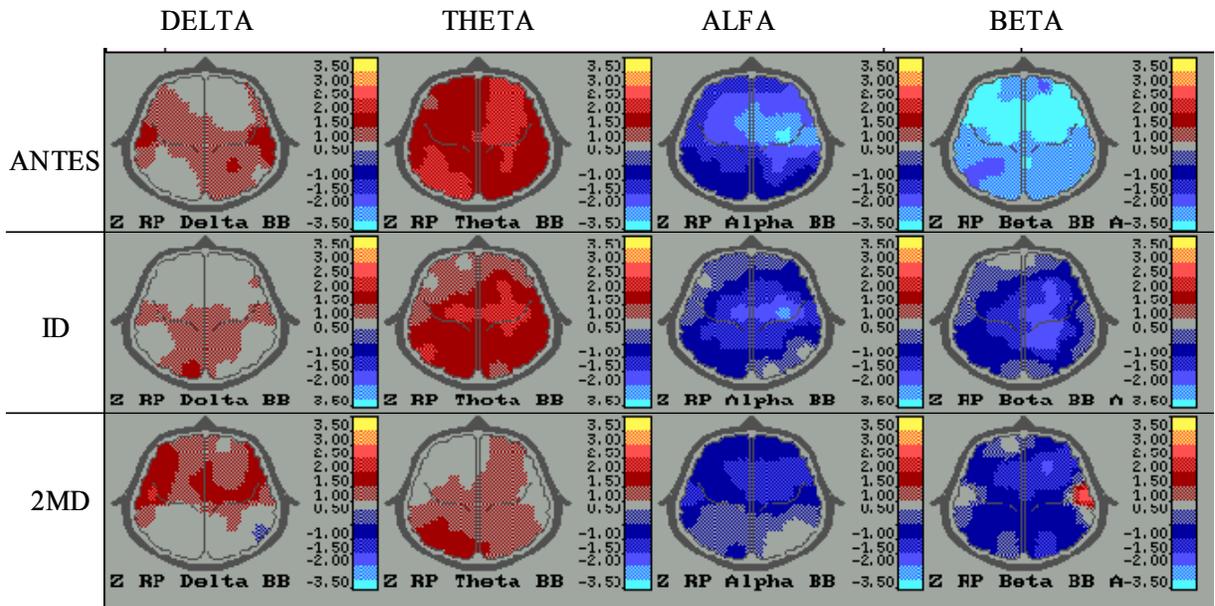
PA				PR			
Comparación	Bandas	Prob. Global	Derivaciones con $p \leq 0.05$	Comparación	Bandas	Prob. Global	Derivaciones con $p \leq 0.05$
A>ID	Delta	0.69		A>ID	Delta	0.59	
	Theta	0.68			Theta	0.76	
	Alfa	0.67			Alfa	0.53	
	Beta	0.62			Beta	0.77	
ID>A	Delta	0.18		ID>A	Delta	0.63	
	Theta	0.32			Theta	0.62	
	Alfa	0.49			Alfa	0.78	
	Beta	0.09	F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , T <sub>4</sub> , Fz		Beta	0.13	F <sub>8</sub>
ID>2 MD	Delta	0.77		ID>2 MD	Delta	0.78	
	Theta	0.51			Theta	0.2	
	Alfa	0.85			Alfa	0.78	
	Beta	0.76			Beta	0.72	
2 MD>ID	Delta	0.37		2 MD>ID	Delta	0.32	
	Theta	0.64			Theta	0.93	
	Alfa	0.47			Alfa	0.31	
	Beta	0.63			Beta	0.47	
A>2 MD	Delta	0.89		A>2 MD	Delta	0.84	
	Theta	0.64			Theta	0.25	
	Alfa	0.89			Alfa	0.72	
	Beta	0.84			Beta	0.72	
2 MD>A	Delta	0.06	Fz	2 MD>A	Delta	0.35	
	Theta	0.66			Theta	0.97	
	Alfa	0.29			Alfa	0.46	
	Beta	0.13	F <sub>4</sub> , T <sub>4</sub> , Fz, Pz		Beta	0.22	C <sub>4</sub> , T <sub>4</sub>

GRUPO NRA (R-)

PA				PR			
Comparación	Bandas	Prob. Global	Derivaciones con $p \leq 0.05$	Comparación	Bandas	Prob. Global	Derivaciones con $p \leq 0.05$
A>ID	Delta	0.51		A>ID	Delta	0.52	
	Theta	0.5			Theta	0.83	
	Alfa	0.78			Alfa	0.83	
	Beta	0.74			Beta	0.79	
ID>A	Delta	0.49		ID>A	Delta	0.92	
	Theta	0.6			Theta	0.51	
	Alfa	0.28			Alfa	0.63	
	Beta	<b>0.05</b>	C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> , P <sub>3</sub> , O <sub>1</sub> , Cz		Beta	0.35	
ID>2 MD	Delta	0.23		ID>2 MD	Delta	0.75	
	Theta	0.07	T <sub>6</sub> , Pz		Theta	0.13	O <sub>1</sub> , O <sub>2</sub> , T <sub>5</sub> , T <sub>6</sub>
	Alfa	0.35			Alfa	0.96	
	Beta	0.19			Beta	0.87	
2 MD>ID	Delta	0.66		2 MD>ID	Delta	0.58	
	Theta	0.79			Theta	0.88	
	Alfa	0.53			Alfa	0.14	T <sub>4</sub> , Cz
	Beta	0.67			Beta	0.31	
A>2 MD	Delta	0.11	Fp <sub>1</sub>	A>2 MD	Delta	0.56	
	Theta	0.19	T <sub>6</sub>		Theta	0.24	O <sub>2</sub>
	Alfa	0.75			Alfa	0.99	
	Beta	0.64			Beta	0.93	
2 MD>A	Delta	0.65		2 MD>A	Delta	0.79	
	Theta	0.79			Theta	0.85	
	Alfa	0.37			Alfa	0.11	Fp <sub>1</sub> , T <sub>4</sub>
	Beta	0.08	T <sub>3</sub>		Beta	0.17	



**Figura 29. Potencia Relativa del sujeto F031.** En la primera línea se muestra la PR antes de la NRA, en la 2ª línea la PR inmediatamente después de la NRA (ID) y la 3ª línea la PR dos meses después del tratamiento (2MD). Las bandas de frecuencia Delta, Theta, Alfa y Beta están representadas en la 1ª, 2ª, 3ª y 4ª columna. En la escala de color, el valor 0 está representado por el color azul claro y el color amarillo representa el valor de PR más alto. Puede verse como la PR Theta va disminuyendo progresivamente y la PR Alfa se va incrementando principalmente en regiones occipitales. También hay un incremento de la PR Beta inmediatamente después de la NRA.



**Figura 30. Valores Z de la PR del sujeto F031.** En la primera línea se muestra la PR antes de la NRA, en la 2ª línea la PR inmediatamente después de la NRA y la 3ª línea la PR dos meses después del tratamiento. Las bandas de frecuencia Delta, Theta, Alfa y Beta están representadas en la 1ª, 2ª, 3ª y 4ª columna. En la escala de colores se representan los valores Z, el 0 aparece representado por el color gris, el valor Z igual a -3.5 aparece representado por el color azul claro y el valor Z igual a 3.5 está representado por el color amarillo. Antes de la NRA la PR Theta tenía valores anormalmente altos y la PR de las bandas Alfa y Beta tenía valores anormalmente bajos. Puede verse como progresivamente los valores de la PR Theta, Alfa y Beta se normalizan.

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS.

En ambos grupos se observan cambios conductuales y electroencefalográficos como consecuencia del tratamiento de NRA, tanto cualitativos como cuantitativos observándose en estos últimos mejorías estadísticamente significativas con una  $p \leq 0.05$ . Dada la gran cantidad de resultados al hacer las comparaciones intragrupo, éstas se presentan resumidas en la Tabla 17.

**Tabla 17. RESULTADOS DE LOS REACTIVOS APLICADOS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVOS DE CADA GRUPO**

PRUEBAS CONDUCTUALES	Grupo NRA (R+)		Grupo NRA (R-)	
WISC-R	CI V	A<D	CI T	A<D
	CI T	A<D		
	Semejanzas	A<D	Figuras incompletas	A<D
	Vocabulario	A<D	Ordenación de dibujos	A<D
	Comprensión	A<D	Laberintos	A<D
	Comp. de objetos	A<D		
	Laberintos	A<D		
Comprensión de lectura			Puntaje	A<ID A<2MD
TOVA Visual	ADHDscore	A<2MD ID<2MD	ADHDscore	A<2MD
	%Om	A>ID A>2MD ID>2MD		
	%FA	A>ID A>2MD ID>2MD	%FA	A>2MD ID>2MD
	TRP	A>ID A>2MD ID>2MD	TRP	A>2MD
	d'	A<2MD	d'	A<2MD ID<2MD
TOVA Auditivo	%Om	A>2MD ID>2MD	%Om	A>2MD ID>2MD
			%FA	A>2MD ID>2MD
	d'	A<2MD	d'	A<2MD
Matrices Progresivas de Raven			Puntaje	A<2MD
Dibujo de la Figura Humana	Madurez Intelectual	A<2MD	Madurez Intelectual	A<ID A<2MD
Escala de Conners para Padres	Ansioso-tímido	A>2MD	Problemas de Nivel Cognitivo-Distracción	A>ID
			Perfeccionista	A>ID
			Psicosomático	A>ID

Escala de Conners para Padres				A>2MD s10>s20
Escala de Conners para Maestros	Ansiedad-Pasividad	A>D		
Cuestionario para Padres	Puntaje	A>2MD	Puntaje	A>ID A>2MD

EEG	Grupo NRA (R+)		Grupo NRA (R-)	
EEG en condición de reposo con ojos cerrados	Índice Theta/Alfa	A>ID A>2MD	Índice Theta/Alfa	A>ID A>2MD
			PA Delta en Fp <sub>1</sub>	A>2MD
	PA Delta en Fz	2MD>A	PA Theta en T <sub>6</sub>	ID>2MD A>2MD
	PA Beta en F <sub>3</sub>	ID>A	PA Theta en Pz	ID>2MD
	PA Beta en F <sub>4</sub>	ID>A 2MD>A	Puntaje Global de la PA Beta	ID>A
			PA Beta en C <sub>3</sub>	ID>A
	PA Beta en T <sub>4</sub>	ID>A 2MD>A	PA Beta en C <sub>4</sub>	ID>A
			PA Beta en P <sub>3</sub>	ID>A
	PA Beta en Fz	ID>A 2MD>A	PA Beta en O <sub>1</sub>	ID>A
			PA Beta en Cz	ID>A
	PA Beta en Pz	2MD>A	PA Beta en T <sub>3</sub>	2MD>A
	PR Beta en F <sub>8</sub>	ID>A	PR Theta en O <sub>1</sub>	ID>2MD
	PR Beta en C <sub>4</sub>	2MD>A	PR Theta en O <sub>2</sub>	ID>2MD
	PR Beta en T <sub>4</sub>	2MD>A		A>2MD
			PR Theta en T <sub>5</sub>	ID>2MD
PR Theta en T <sub>6</sub>			ID>2MD	
		PR Alfa en T <sub>4</sub>	2MD>A 2MD>ID	
		PR Alfa en Cz	2MD>ID	
		PR Alfa en Fp <sub>1</sub>	2MD>A	

## COMPACIÓN ENTRE GRUPOS.

Como se mencionó anteriormente en el método, se compararon los dos grupos entre sí en cuanto a los cambios que presentaron en las pruebas psicológicas, a los cambios reportados por los padres y al EEG. Los resultados de la comparación entre grupos respecto a los cambios en los diferentes reactivos se muestran en la tabla 18, donde la primera columna corresponde a la evaluación en cuestión; la segunda columna hace referencia a la ventaja de un grupo sobre otro; la tercera contiene la variable que presentó una diferencia estadísticamente significativa dentro de esa evaluación y la 4ª, la temporalidad a la que se refiere la comparación.

**Tabla 18. COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS ( $p \leq 0.05$ )**

Evaluación	Diferencia entre grupos	Variables		Tiempo de comparación
		Prueba de hipótesis Global	Prueba de hipótesis Marginales	
WISC-R	NRA (R-) > NRA (R+)	CI V y CI E	CI E	2MD-A
			Fig Inc	
			Ord Dib	
TOVA AUDITIVO	NRA (R-) < NRA (R+)		%FA	2MD-ID
ESCALA DE CONNERS PARA PADRES	NRA (R-) < NRA (R+)		Problemas de Nivel Cognitivo-Distracción	ID-A
			Psicosomático	ID-A
			Índice Connors de ADHD	ID-A
	NRA (R+) < NRA (R-)		Problemas de Nivel Cognitivo-Distracción	2MD-ID
			Índice Connors de ADHD	2MD-ID
EEG	NRA (R-) < NRA (R+)		PA Delta en Fp <sub>1</sub> , C <sub>3</sub> , Pz	2MD-ID
		PA Delta	PA Delta en Fp <sub>1</sub> , C <sub>3</sub> , P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub> , T <sub>6</sub> , Cz, Pz	2MD-A
		PA Theta	PA Theta en P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub> , T <sub>6</sub> , Pz	2MD-A
			PR Delta en P <sub>4</sub> , O <sub>2</sub> , T <sub>6</sub>	ID-A
			PR Delta en Fp <sub>1</sub> , Fp <sub>2</sub> , C <sub>4</sub>	2MD-ID
		PR Delta	PR Delta en Fp <sub>1</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> , P <sub>3</sub> , Fz, Cz, Pz	2MD-A
	NRA (R-) > NRA (R+)		PA Alfa en C <sub>4</sub>	ID-A
			PR Alfa T <sub>4</sub>	2MD-A
			PR Beta en Fp <sub>1</sub>	2MD-ID
	NRA (R+) > NRA (R-)		PA Alfa en Fp <sub>1</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>7</sub> , F <sub>8</sub> , T <sub>6</sub>	2MD-ID
			PA Alfa en T <sub>6</sub>	2MD-A
			PA Beta en F <sub>4</sub> , C <sub>4</sub> , P <sub>4</sub> , T <sub>6</sub>	2MD-ID

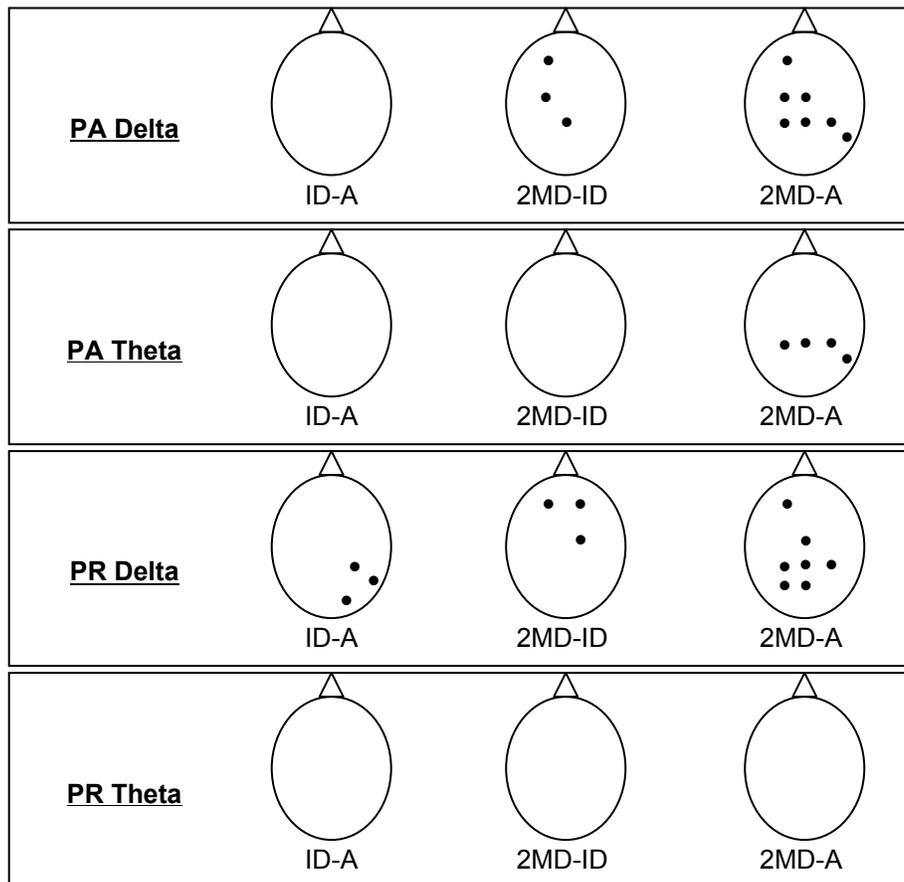
En la prueba WISC-R realizada antes del tratamiento y dos meses después del finalizar el mismo, el incremento del CI E en el grupo NRA (R-) fue significativamente mayor que en el grupo NRA (R+); principalmente debido a la mejoría mostrada en las subpruebas “Figuras Incompletas” y “Ordenación de Dibujos”.

En la prueba de atención TOVA sólo se observaron diferencias de los cambios entre los grupos en la versión auditiva. Como puede verse en la Figura 20, al comparar el %FA inmediatamente después del tratamiento de NRA con el %FA de dos meses después del tratamiento, hubo una reducción del %FA en ambos grupos, aunque sólo fue significativo en el grupo NRA (R-). Esto se refleja en el hecho de que, al comparar los grupos en cuanto a la reducción del %FA, el grupo NRA(R-) mostró una reducción significativamente mayor que el grupo NRA (R+).

Como se mostró en la Figura 25, en la Escala de Connors para Padres, en ambos grupos hubo una tendencia a la reducción de los problemas conductuales en opinión de los padres. Al comparar los cambios reportados por los padres entre antes e inmediatamente después del tratamiento de NRA, la mejoría fue significativamente mayor en el grupo NRA (R-) que en el grupo NRA (R+) en las áreas “Problemas de Nivel Cognitivo-Distracción”, “Psicosomático” e “Índice Connors de ADHD”. Sin embargo, al comparar los reportado por los padres inmediatamente después del tratamiento de NRA contra dos meses después, el grupo NRA (R+) presentó una mejoría significativamente mayor que el grupo NRA (R-) en las áreas “Problemas de Nivel Cognitivo-Distracción” e “Índice Connors de ADHD”. Podría decirse que la mejoría en la atención, reflejada en el “Índice Connors de ADHD”, se observó primero en el grupo NRA (R-) que en grupo NRA (R+). Esto sustenta nuestra hipótesis, pues se ha reportado que con el uso de reforzador negativo, el aprendizaje es más rápido con el reforzador positivo.

En el EEG cuantitativo, la reducción de la PA y de la PR observada en las bandas Delta y Theta fue mayor en el grupo NRA (R-) que en el grupo NRA (R+) (Figura 31). Estas diferencias entre grupos se observaron principalmente entre los EEGs que mostraban los sujetos antes de la NRA y los que mostraban dos meses después del tratamiento. Aunque se observaron diferencias significativas en los dos meses que siguieron a la NRA sólo hubo una diferencia significativa entre antes e inmediatamente

después del tratamiento: la PR Delta en la región posterior derecha se redujo significativamente más en el grupo NRA (R-) que en el grupo NRA (R+). En la PR Theta no se observaron diferencias en el grupo en cuanto al cambio mostrado ni global ni marginalmente en ninguna de las comparaciones efectuadas a través del tiempo.



**Figura 31. Comparación entre grupos de la PA y PR en las bandas Delta y Theta del EEG.** En la figura se ilustran con un punto negro (•) las regiones corticales en las que se observó mayor reducción en el grupo NRA (R-) que en el grupo NRA (R+). Dos meses después de la NRA, la reducción se observó en regiones fronto-centrales con predominio izquierdo y en regiones parietales en donde se manifiesta que la reducción de la PA y de la PR Delta fue mayor en el grupo NRA (R-); mientras que en región parietal, con cierto predominio derecho, es donde se observa que la disminución de la PR Theta fue mayor en el grupo NRA (R-).

También en el grupo NRA (R-) fue mayor el aumento de la PA Alfa en C<sub>4</sub>, de la PR Alfa en T<sub>4</sub> y de la PR Beta en Fp<sub>1</sub>. Estas diferencias, ocurridas aisladamente en una derivación, sin ninguna consistencia temporal, bien podrían obedecer a resultados espurios.

En cuanto a la PA en la banda Alfa, se observaron mayores incrementos en el grupo NRA (R+) que en el grupo NRA (R-) al comparar dos meses después del tratamiento contra inmediatamente después (en Fp<sub>1</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>7</sub>, F<sub>8</sub>, T<sub>6</sub>) y dos meses después contra antes (en T<sub>6</sub>). También se observó un mayor aumento en la PA Beta (en F<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>, P<sub>4</sub> y T<sub>6</sub>) en el grupo NRA (R+) que en grupo NRA (R-).

## DISCUSIÓN

Una de las críticas que se hace de manera general a muchos de los trabajos realizados en NRA, es la pobre exploración de los cambios que la NRA puede producir en los sujetos, traducido esto como una limitada aplicación de reactivos para evaluar los cambios que se están dando en la persona como consecuencia del tratamiento. Por ejemplo, Tansey (1991) sólo utilizó el CI Total y los CIs de las escalas verbal y de ejecución del WISC-R para estudiar los cambios que la NRA operaba en un sujeto con TDA. En epilepsia, Sterman (2000) encontró que la mayoría de los autores sólo utilizaban la frecuencia de las crisis epilépticas como parámetro de evaluación de la NRA aunque, a diferencia de lo evaluado por Tansey, en varios trabajos se exploraban los cambios en el EEG. Sin embargo, la mayoría de los artículos de NRA no reportan haber evaluado cambios en el EEG. Otros autores que han aplicado la NRA a niños con TDA han realizado más evaluaciones: Lubar et al. (1995) utilizaron el WISC-R y la TOVA y Monastra et al. (2002) utilizaron un gran número de pruebas. En trabajos previos del laboratorio (Fernández et al., 2003; Becerra et al., 2006), en los que se aplicó la NRA a niños con TA y RMEEG, se han empleado el WISC-R, la TOVA visual y el EEG como instrumentos para evaluar los cambios; sin embargo, consideramos que éstos son insuficientes. En la presente investigación, una de nuestras intenciones fue evaluar de manera más integral a los niños, por lo que, además de realizar un análisis cuantitativo y cualitativo del EEG, hicimos uso de una mayor cantidad de escalas y pruebas psicométricas: WISC-R, prueba de lecto-escritura, TOVA en su versión visual y auditiva, Matrices Progresivas de Raven, Prueba del Dibujo de la Figura Humana, Escala de Calificación para Padres Conners, Escala de Calificación para el Maestro Conners y Cuestionario para padres.

En trabajos previos del laboratorio, donde se aplicó la NRA a niños con TA que tenían RMEEG, se demostró que la NRA aplicada utilizando un reforzador positivo es útil en el tratamiento de estos niños, no sólo a corto plazo (Fernández et al., 2003) sino también en el seguimiento realizado a los dos años (Becerra et al., 2006). En el presente trabajo, utilizando un paradigma similar de NRA en una muestra diferente de niños con TA (con la diferencia de que se dieron diez sesiones más y de que el sujeto recibía el

reforzamiento el 50% del tiempo en vez del 60-80% del tiempo) se corrobora que la NRA aplicada con reforzador positivo tiene un efecto de mejoría en la conducta de los niños con TA.

La mejoría en el WISC-R y en el TOVA fue semejante en estos niños que en los del estudio previo (Fernández et al., 2003) y además, el presente estudio corrobora que la NRA aplicada con reforzador positivo tiene un efecto de mejoría en el EEG, aunque ésta fue menor que la observada en el trabajo previo. La explicación que damos a este hecho es la diferencia que existió en el tiempo durante el cual el sujeto obtenía el reforzador durante el tratamiento. En los trabajos previos el índice se fue modificando dependiendo del avance del niño de manera que el reforzador positivo se mantuviera aproximadamente entre el 60% y el 80% del tiempo. En la presente investigación, tanto el reforzador positivo como el negativo se mantuvieron aproximadamente el 50% del tiempo en los respectivos grupos. Este hecho abre nuevas interrogantes a responder: a partir de lo observado en los resultados es posible afirmar que la efectividad del tratamiento de NRA no sólo varía en dependencia del tipo de reforzador con el que opera el condicionamiento, y por ende, de la tarea que realiza el sujeto, sino que además, el tiempo que el reforzador es mantenido implica diferentes niveles de esfuerzo por parte del sujeto para aprender y por lo tanto, diferentes niveles de dificultad, lo cual podría explicar las diferencias en los resultados electroencefalográficos de este trabajo en comparación con estudios anteriores.

En el grupo que recibió la NRA con reforzador negativo, también se observó un efecto de mejoría en la conducta y en el EEG, lo cual sugiere que esta modalidad también es eficaz en la reducción de los síntomas conductuales y electroencefalográficos del TA. Tomando en cuenta que la PA principalmente en las bandas Delta y Theta disminuye con la edad (Matousek y Petersen, 1973) y que con la edad la PR Delta y Theta disminuyen y la PR Alfa y Beta aumentan (John et al., 1980), los cambios observados en el EEG como efecto del tratamiento de NRA son consistentes con una maduración electroencefalográfica que se evidencia desde el final del tratamiento pero que se hace mayor dos meses después de terminado el tratamiento.

Es importante destacar la disminución del valor del índice Theta/Alfa en ambos grupos inmediatamente después del tratamiento y dos meses después, ya que en un principio

los 16 niños tenían este valor anormalmente alto para su edad (valor  $Z > 1.645$ ) y al finalizar el tratamiento en 10 de los niños el valor se normalizó; más aún, dos meses después de haber concluido el tratamiento, 13 niños presentaron un valor normal del índice en la derivación seleccionada para dar la NRA (por ser la más alejada de la normalidad), y los otros 3 niños restantes que no mostraron un valor normal del índice, sí mostraron una notable reducción del mismo acercándose a la normalidad.

Los resultados de la comparación de los cambios conductuales producidos por una u otra forma de dar el tratamiento de NRA no son muy contundentes; sin embargo, si tomamos en cuenta que la escala Conners para Padres pudo haberse visto afectada por un efecto placebo; y atendemos a otras pruebas, como el WISC-R y la versión auditiva de la prueba TOVA, que no se afectan por un efecto placebo, observamos una superioridad de la NRA dada con reforzador negativo. También, es importante mencionar que únicamente en el grupo NRA (R-) se observó una mejoría significativa en la comprensión de lectura. Es decir, nuestros resultados apoyan nuestra 5ª hipótesis y sugieren que la NRA aplicada con reforzador negativo es de mayor utilidad que la NRA aplicada con reforzador positivo, en cuanto a los beneficios inmediatos que produce sobre la conducta. No obstante, no podemos obviar que el condicionamiento operante con reforzador negativo, puede incrementar la agresividad en las personas (Skinner, 1977). En nuestra muestra, los padres de una niña del grupo NRA (R-) reportaron que su hija “se había vuelto enojona y malencarada”; sin embargo, esto no denota claramente agresividad, tal vez la niña simplemente incrementó su nivel de autoestima y como consecuencia, fue capaz de manifestar desacuerdo con sus padres. Los resultados de la comparación de los cambios electroencefalográficos muestran también una superioridad de la NRA dada con reforzador negativo con respecto a la NRA dada con reforzador positivo. Los cambios electroencefalográficos observados en los niños del grupo NRA (R+) ocurren predominantemente en el hemisferio derecho y en regiones centrales mientras que los cambios observados en los niños del grupo NRA (R-) ocurren en toda la corteza cerebral sin haber predominancia de algún hemisferio. Comparando ambos grupos en este rubro, la superioridad de la NRA dada con reforzador negativo se manifiesta principalmente por una mayor reducción de actividad lenta. Si bien es necesario un nivel de actividad Alfa mínimo en las regiones

cerebrales involucradas en determinado proceso mental para que dicho proceso se realice satisfactoriamente (Fernández et al., 1998, 2000), el hecho de que este nivel de Alfa sea menor en un grupo que en otro pudiera no representar un impedimento serio en la realización de una tarea; de hecho, un incremento de edad no va asociado necesariamente a un aumento de la PA Alfa (Matousek y Peterson, 1973). Sin embargo, existe consenso en cuanto a que a mayor edad, hay menores valores de PA Delta y Theta (Matousek y Peterson, 1973; Niedermeyer, 1999); además, una menor cantidad de actividad Delta permite al sujeto una mejor percepción de los estímulos que provienen del medio ambiente (Harmony et al., 2001) y esto podría afectar positivamente el desempeño del sujeto, tanto en las pruebas aplicadas como en el desempeño en la escuela.

En resumen, consideramos que una mayor reducción de actividad lenta en el grupo NRA (R-) representa una mayor maduración electroencefalográfica en este grupo. El hecho de que en el grupo NRA (R-) se observen datos que sugieren una maduración electroencefalográfica mayor que en el grupo NRA (R+) en regiones frontales y parietales podría explicar la superioridad de este grupo en cuanto a su mejoría en la prueba de atención TOVA en su versión auditiva y en la prueba de inteligencia WISC-R, pues estas regiones cerebrales involucran procesos de memoria de trabajo, razonamiento, comprensión de situaciones, conductas sociales, inhibición de respuestas automatizadas, motivación, control de la atención, planificación y toma de decisiones (Slachevsky et al., 2005).

Estos resultados confirman la hipótesis de que los protocolos de NRA usados tienden a normalizar el patrón electroencefalográfico de los niños con TA que presentan un RMEEG. Los resultados también apoyan la hipótesis de que el reforzamiento negativo, en comparación con el positivo, es más efectivo por el hecho de evidenciar resultados más pronto y de mayor magnitud. Esta aceleración en la maduración del EEG, que se hizo más evidente dos meses después de terminar el tratamiento, hace concebir expectativas de que este proceso maduracional continúe en aumento.

Dado que no existe ningún estudio controlado para comparar la efectividad de estas dos formas de aplicar la NRA, consideramos de suma importancia los resultados que esta investigación arroja, puesto que los resultados apoyan que lo planteado en la

teoría del aprendizaje es aplicable también al campo de la NRA. Entendemos como “aprendizaje” los cambios en la conducta que son debidos a la experiencia (Prado-Alcalá, 1999) y la conducta que nosotros tratamos de cambiar en este trabajo es “la actividad eléctrica cerebral”. Como se ha mencionado anteriormente, al ser la NRA un tratamiento de condicionamiento operante, posibilita modificar la actividad eléctrica cerebral a partir de asociaciones que hace el sujeto con reforzadores. Los resultados de esta investigación corroboran el hecho de que tanto los reforzadores positivos como los negativos tienen el mismo efecto sobre la conducta (en nuestro caso, sobre la actividad eléctrica cerebral y en específico, la disminución del índice Theta/Alfa): fortalecerla, haciéndola más probable. Además, los resultados de esta investigación permiten afirmar que el aprendizaje promovido en el tratamiento de NRA por medio de reforzamiento negativo fue mejor que el dado por reforzamiento positivo, puesto que evaluamos más cambios favorables en los niños con TA del grupo NRA (R-) que en los del grupo NRA (R+). Así como la NRA dada con reforzador negativo resultó superior, también es probable que sus efectos no perduren tanto tiempo, por lo que recomendamos un seguimiento de estos niños dentro de 2 o 3 años. Sin embargo, nos mostramos optimistas al respecto: debe tomarse en cuenta que el proceso completo llega a ser autorreforzador no sólo en términos académicos, sino también en otras esferas de la vida del individuo, ya que tiene un efecto en cascada en términos de resultados positivos, por lo que es posible que los efectos de la NRA dada con reforzador negativo sean tan perdurables en el tiempo como los de la NRA dada con reforzador positivo.

Esto nos da una visión de lo complejos que son la personalidad y los procesos cognoscitivos humanos, pues podemos representarnos por tantas variables que la modificación de una de ellas (índice Theta/Alfa de la derivación con valor más anormal) puede repercutir en la modificación de nuestro desempeño diario.

El tratamiento de NRA demostró no solamente mejorar el EEG y la conducta de los niños: también mejoró su calidad de vida.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se encontró evidencia de que el tratamiento de NRA aplicado tanto con reforzador positivo como negativo induce mejoría en la conducta y aceleración en la maduración del EEG de niños con TA y rasgos de inmadurez electroencefalográfica.

Comparando ambas modalidades de reforzamiento, el tratamiento de NRA aplicado con reforzador negativo induce una mayor y más pronta mejoría en la conducta y en el EEG de los niños con TA que el aplicado con reforzador positivo.

Es conveniente hacer algunas recomendaciones:

1. Incrementar el tamaño de muestra, con el objetivo de aumentar la confiabilidad de nuestros resultados.
2. Explorar si los efectos de la NRA perduran a mediano y largo plazo, y en caso de ser así, comparar la perdurabilidad entre grupos.
3. Explorar en un mismo grupo de sujetos los efectos de la NRA aplicada primero con reforzador negativo y posteriormente con reforzador positivo. Esta sugerencia se basa en consideración de que el aprendizaje promovido por reforzamiento negativo es adquirido más rápido que si fuese con reforzamiento positivo, pero por otro lado, el promovido por reforzamiento positivo es más perdurable. Si consideráramos esto en el tratamiento de NRA, podríamos esperar que los sujetos aprendan rápido y además, que el aprendizaje sea perdurable.

Este trabajo constituye un estudio pionero en el campo de la NRA, ya que, en nuestro conocimiento, no se había explorado de manera sistemática la efectividad del tratamiento de NRA aplicado con reforzador negativo ni se había hecho una comparación de éste con el aplicado con reforzador positivo.

## REFERENCIAS

- American Psychiatric Association. (2000). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 4<sup>th</sup> edition Text Revision (DSM-IV TR); 56-64.
- Abarbanel, A. (1999). The neural underpinnings of Neurofeedback training. En: Evans JR, Abarbanel A (eds.). Introduction to quantitative EEG and Neurofeedback, Academic Press, New York; 311-340.
- Álvarez, A., Pérez-Avalo, M., Morenza, L. (1992). Neuropsychological assessment of learning-disorder children with paroxysmal EEG activity. En: Magistretti PJ, Leonardi M (eds.). New Issues in Neurosciences. Basic and Clinical Approaches. Neuropsychological Aspects in Epilepsy, Thieme; 40-50.
- Baehr, E., Rosenfeld, J., Baehr, R., Earnest, C. (1999). Clinical use of an alpha asymmetry neurofeedback protocol in the treatment of mood disorders. En: Evans JR, Abarbanel A (eds.). Introduction to quantitative EEG and Neurofeedback, Academic Press, New York; 181-201.
- Basar, E. (1980). EEG-brain dynamics. Enc Basar, E. (ed.). Relation between EEG and brain evoked potentials; Biomedical Press; 61-71.
- Becerra, J., Fernández, T., Harmony T., Caballero, M. I., García, F., Fernández-Bouzas, A., Santiago-Rodríguez E., Prado-Alcalá, R. (2006). Follow-up study of learning-disabled children treated with neurofeedback or placebo. Clinical EEG and Neuroscience; 37:198-203.
- Becker, J., Velasco, M., Harmony, T., Marosi, E., Landázuri, M. (1989). Electroencephalographic characteristics of children with learning disabilities. Clinical Electroencephalography; 18: 93-101.
- Berger, H. (1969). On the electroencephalogram of man. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology; 20: 2-6.
- Cantor, D. (1999). An overview of quantitative EEG and its applications to neurofeedback. En: Evans, R.J. y A., A. Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback. USA: Academic Press; 3-27.
- Centro de Neurobiología, UNAM; IV Informe de Actividades del 2o. Período, (2001).

- Chabot, R., Micheli, F., Prichep, L., John, R. (2001). The Clinical Role of Computerized EEG in the Evaluation and Treatment of Learning and Attention Disorders in Children and Adolescents. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*; 13:171-186.
- Conners, C. (1985). The Conners Rating Scales: Instruments for the assesment of childhood psychopathology. Unpublished manuscript, Children's Hospital National Medical Center, Washington, DC.
- Cram, J., Kohlenberg, R., Singer, M. (1977). Operant control of alpha EEG and the effects of illumination and eye closure. *Psychosomatic Medicine*; 39: 8-11.
- Delamonica, E. (1984). *Electroencefalografía*. México: El Ateneo; 197-200.
- Douglas, M. (1978). Behavioural and electrophysiological correlates of visual performance in normal and learning disabled boys. *Activitas Nervosa Superior*; 39: 21-25.
- Critchfield, T., Schlund, M., Ecott, C. (2001). A procedure for using bonus course credit to establish points as reinforcers for human subjects. *Experimental Analysis of Human Behavior Bulletin*, 18, 15-18.
- Farley, J., Fantino, E. (1978). The symmetrical law of effect and the matching relation in choice behavior. *Journal of the Experimental. Analysis of Behavior*, 29, 37-60.
- Fernández-Bouzas, A., Harmony, T., Fernández, T., Aubert, E., Ricardo-Garcell, J., Valdés, P., Bosch, J., Casián, G. y Sánchez-Conde, R. (2002). Sources of abnormal EEG activity in spontaneous intracerebral hemorrhage. *Clinical Electroencephalography*, 33:70-76.
- Fernández-Bouzas, A., Harmony, T., Fernández, T., Ricardo-Garcell, J., Casián, G., Sánchez-Conde, R. (2001) Cerebral blood flow and sources of abnormal EEG activity (VARETA) in neurocysticercosis. *Clinical Neurophysiology*, 112: 2281-2287.
- Fernández-Bouzas, A., Harmony, T., Fernández, T., Ricardo-Garcell, J., Santiago, E. (2004). Variable resolution electromagnetic tomography (VARETA) in evaluation of compression of cerebral arteries by means of deep midline brain lesions. *Archives of Medical Research*, 23: 43-57.

- Fernández-Bouzas, A., Harmony, T., Fernández, T., Silva-Pereyra, J., Valdés, P., Bosch, J., Aubert, E., Casián, G., Otero-Ojeda, G., Ricardo, J., Hernández-Ballesteros, A., Santiago, E. (2000). Sources of abnormal EEG activity in brain infarctions. *Clinical Electroencephalography*; 31: 165-169.
- Fernández, T., Harmony, T., Fernández-Bouzas, A., Silva, J., Herrera, W., Santiago-Rodríguez, E., Sánchez, L. (2002). Sources of EEG activity in Learning Disabled children. *Clinical Electroencephalography*; 33 (4): 160-164.
- Fernández, T., Harmony, T., Silva, J., Fernández-Bouzas, A., Gersenowies, J., Galán, L., Carbonell, F., Marosi, Otero, G., Valdes, S. (2000). Specific EEG frequencies at specific brain areas and performance. *Neuroreport*; 56: 247-53.
- Fernández, T., Harmony, T., Silva, J., Galán, L., Díaz Comas, L., Bosch, J., Rodríguez, M., Fernández-Bouzas, A., Yáñez, G., Otero, G., Marosi, E. (1998). Relationship of specific EEG frequencies at specific brain areas with performance. *Neuroreport*; 9: 3681-7.
- Fernández, T., González G. (2001). EEG y cognición. En: Alcaraz, V. M. R. y Guma, Texto de Neurociencias Cognoscitivas. México: El Manual Moderno; 351-370.
- Fernández, T., Herrera, W., Harmony, T., Díaz-Comas, L., Santiago, E., Sánchez, L., Bosch, J., Fernández-Bouzas, A., Oter, G., Ricardo-Garcell, J., Barraza, C., Aubert, E., Galán, L., Valdés, P. (2003). EEG and behavioral changes following neurofeedback treatment in learning disabled children. *Clinical Electroencephalography*; 34: 145-152.
- Fletcher, M., Kaufman, C. (1995). A Mexican perspective on Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*; 29: 530-534.
- Fuller, P. (1977). Computer estimated alpha attenuation during problem solving in children with learning disabilities. *Electroencephalography Clinical Neurophysiology*; 42: 149-56.
- Galán, L., Biscay, R., Rodríguez, J., Pérez-Abalo, M., Rodríguez, R. (1997). Testing topographic differences between event related brain potentials by using non-parametric combinations of permutation tests. *Electroencephalography Clinical Neurophysiology*; 102: 240-7.

- Gasser, T. (1988). Quantitative topographic component analysis for the EEG at rest. En: *Statistics and Topography in Quantitative EEG*. Paris: Elsevier; 139-145.
- Gasser, T., Rousson, V., Scheiter, U. (2003). EEG power and coherence in children with educational problems. *Clinical Neurophysiology*; 20: 273-282.
- Gil-Nager, A., Parra, J., Iriarte, J., Kanner, A. (2002). *Manual de electroencefalografía*. Ed. McGraw-Hill. España.
- Goldstein, L. (1997). Effectiveness of psychological interventions for people with poorly controlled epilepsy. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*; 63: 137-42.
- Greenberg, L., Kindschi, C. (1996). *Test of Variables of Attention: Clinical Guide*. California.
- Gross, D. (1998). *Psicología, la ciencia de la mente y la conducta*. Ed. Manual Moderno; 161–188.
- Hallahan, D., Kauf, J. (1982). *Las dificultades en el aprendizaje*, Madrid: Anaya; 121.
- Harmony, T. (1989). Psychophysiological evaluation of children with neuropsychological disorders. En: Reynolds, C. R. y Fletcher-Janzen, E. *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. New York: Plenum Publ.
- Harmony, T., Fernández, T., Fernández-Bouzas, A., Silva-Pereyra, J., Bosch, J., Díaz-Comas, L., Galán, L. (2001). EEG changes during word and figure categorization. *Clinical Neurophysiology*, 112: 1486-1498.
- Harmony, T., Fernández, T., Gersenowies, J., Galán, L., Fernández-Bouzas, A., Aubert, E., Díaz-Comas, L. (2004). Specific EEG frequencies signal general common cognitive processes as well as specific task processes in man. *International Journal of Psychophysiology*, 53: 207-216.
- Harmony, T., Fernández, T., Silva, J., Bosch, J., Valdés, P., Fernández-Bouzas, A., Galán, L., Aubert, E., Rodríguez, D. (1999). Do specific EEG frequencies indicate different processes during mental calculation? *Neuroscience Letters*, 266: 25-28.
- Harmony, T., Hinojosa, G., Marosi, E., Becker, J., Fernández, T., Rodríguez, M., Reyes, A., Rocha, C. (1990). Correlation between EEG spectral parameters and an educational evaluation. *International Journal of Neuroscience*; 54: 147-155.

- Harmony, T., Marosi, E., Becker, J., Rodríguez, M., Reyes, A., Fernández, T., Silva, J., Bernal, J. (1995). Longitudinal quantitative EEG study of children with different performances on a reading-writing test. *Electroencephalography Clinical Neurophysiology*; 95: 429-433.
- Harmony, T., Marosi, E., Díaz, A., Becker, J., Fernández, T. (1991). Factores de riesgo biológicos y socioculturales que afectan la maduración del EEG en el niño. México Coordinación Científica de la UNAM; 335-451.
- Harris, D. (1963). Children's drawings as measures of intellectual maturity: a revision and extension of the Goodenough Draw-Man Test. New York: Harcourt, Brace and world.
- Hughes, J. (1971). Electroencephalography and learning disabilities. In: Stratton G, Myklebust HR. *Progress in Learning Disabilities*, New York; 18-55.
- Iglesias, A., Derman, B. (1985). Prueba de lecto-escritura. *Progreso*.
- Irureta, L. (1992). Rendimiento académico: Factores motivacionales de los alumnos. *Psicología*, XVII, 149–155.
- Jasper, H. (1957). Report of committee on methods of clinical examination in electroencephalography; 53: 370-375.
- John, E., Pritchep, L., Ahm, H., Easton, P., Friedman, J., Kaye, H. (1983). Neurometric evaluation of cognitive dysfunctions and neurological disorders in children. *Progress in Neurobiology*; 21: 239-290.
- Kelley, M. (1997). Native americans, neurofeedback, and substance abuse theory. *Journal of Neurotherapy*; 3: 45-52.
- La Jornada, 25 de abril de 1995.
- La Jornada, 30 de julio del 2003.
- Leark, C. (1999). TOVA Test of variables of attention. Professional Guide USA.
- Linden, M., Habib, T., Radojevic, V. (1996). A controlled study of the effects of children with attention deficit disorder and learning disabilities. *Biofeedback and Self-Regulation*, Vol. 21, 1: 35-49.
- Lubar, J. (1991). Discourse of the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention-deficit/hyperactivity disorders. *Biofeedback and Self-Regulation*; 16: 201-225.

- Lubar, J., Bianchini, K., Calhoun, W., Lambert, E., Brody, Z., Shabsin, H. (1985). Spectral analysis of EEG differences between children with and without learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*; 18: 403-408.
- Lubar, J., Startwood, M., Startwood, J., O'Donnell, P. (1995). Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in TOVA scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback and Self Regulation*; 20: 83-99.
- Lubar, J., Bahler, W. (1976). Behavioral management of epileptic seizures following EEG biofeedback training of the sensorimotor rhythm. *Biofeedback and Self Regulation*; 1: 77-104.
- Lubar, J., Lubar J. (1999). Neurofeedback assessment and treatment for TDAH. En: Evans JR, Abarbanel A (eds.). *Introduction to quantitative EEG and Neurofeedback*, Academic Press, New York; 29-64.
- Maldonado, A. (1994). *Psicología del niño y la niña. Censo de actualización científica y didáctica en educación primaria*, Madrid; 126-139.
- Matousek, M., Petersén, I. (1973). Frequency analysis of the EEG in normal children and adolescents. *Automation of Clinical Electroencephalography*, Raven Press, New York; 75-102.
- Merrell, K. (1990). Teacher ratings of hyperactivity and self-control in learning-disabled boys: A comparison with low-achieving and average peers. *Psychology in the Schools*, 27(4), 289-296.
- Monastra, V., Monastra, D., George, S. (2002). The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback and parenting style on the primary symptoms of attention deficit/hyperactivity disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27 (4), 231-249.
- Monedero, C. (1994). *Dificultades del aprendizaje escolar, una perspectiva neuropsicológica*. Madrid: Pirámide; 18-27.
- Morris, L. (1996). *Teorías de aprendizaje para maestros*. Ed. Trillas, México; 305-317.
- Nash, J. (2000). Treatment of attention deficit hyperactivity disorder with neurotherapy. *Clinical Electroencephalography*; 31: 30-35.

- Niedermeyer, E. (1999a). Maturation of the EEG: Development of walking and sleep patterns. En: Niedermeyer E., Lopes da Silva F. (eds.) *Electroencephalography*. New York, Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore; 143-156.
- Niedermeyer, E. (1999b). The normal EEG of the walking adult. En: Niedermeyer E., Lopes da Silva F. (eds.) *Electroencephalography*. New York, Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore; 174-188.
- Nunez, P. (1995). Toward a physics of neocortex. In: Nunez PL (ed). *Neocortical dynamics and human EEG rhythms*. New York: Oxford University Press.
- Ochs, L. (1992). EEG treatment of addictions. *Biofeedback*, 20 (1), 8-16.
- Othmer, S., Othmer, S., Kaiser, D. (1999). EEG biofeedback: an emerging model for its global efficacy. En: Evans, R. J. and Abarbanel A., (eds). *Introduction to quantitative EEG and neurofeedback*. Academic Press., USA; 243-310.
- Othmer, S., Othmer, S., Marks, C. (1991). EEG biofeedback training for attention deficit disorder, specific learning disabilities, and associated conduct problems. Web-published, [www.eegspectrum.com](http://www.eegspectrum.com). Available as a Monograph from EEG Spectrum, Encino, CA.
- Prado-Alcalá, R. A. (1999). Fisiología del aprendizaje y la memoria. En *Neurofisiología Humana*. Manual Moderno, 493-507.
- Peninston, E., Kulkosky, P. (1999). Neurofeedback in the treatment of addictive disorders. En: Evans, R. J. and Abarbanel A., (eds). *Introduction to quantitative EEG and neurofeedback*. Academic Press., USA; 157-179.
- Ponsford, J., Kensella, G. (1998). Evaluation of a remedial program for attentional deficits following closed-head injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*; 10(6), 693-708.
- Raven, J., Court, J. (1986). *Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales*. London: Lewis.
- Reynolds, S. (1990). Intriducción al análisis experimental de la conducta. En *Compendio de condicionamiento operante*. Editorial Trillas. Impreso en México. pp. 1-47.
- Rosenfeld, J. (2000). An EEG biofeedback protocol for affective disorders. *Clinical Electroencephalography*; 31: 7-12.

- Rossiter, T., LaVaque, T. (1995). A comparison of EEG biofeedback and psychostimulants in treating attention deficit hyperactivity disorders. *Journal of Neurotherapy*; 3: 48-59.
- Rozelie, G., Budzinsky, T. (1995). Neurotherapy for stroke rehabilitation: A single case study. *Biofeedback and Self-Regulation*; 20: 211-228.
- Ruddle, H., Bradshaw, C., Szabadi, E. (1981). Performance of humans in variable interval avoidance schedules programmed singly, and concurrently with variable-interval schedules of positive reinforcement. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 33 (B), 213-226.
- Ruddle, H., Bradshaw, C., Szabadi, E., Foster, T. (1982). Performance of humans in concurrent avoidance/positive-reinforcement schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 38, 51-61.
- Santiago-Rodríguez, E., Harmony, T., Fernández-Bouzas, A., Hernández, A., Martínez-López, M., Graef, A., García, J., Fernández, T. (2002a). Source analysis of polyspike and wave complexes in juvenile myoclonic epilepsy. *Seizure*, 11: 320-324.
- Santiago-Rodríguez, E., Harmony, T., Fernández-Bouzas, A., Hernández, A., Martínez-López, M., Graef, A., García, J., Silva-Pereyra, J., Fernández, T. (2002b). EEG source localization of interictal epileptiform activity in patients with partial complex epilepsy: comparison between dipole modeling and brain distributed source models. *Clinical Electroencephalography*; 33: 42-47.
- Seifert, A., Lubar, J. (1975). Reduction of epileptic seizures through EEG biofeedback training. *Biology Psychology*; 3: 157-184.
- Skinner, B. (1977). *Sobre el conductismo*. Ed. Fontanella, Barcelona, 2ª edición. Colección Conducta Humana, no. 22. España; 51-56.
- Slachevsky, A., Pérez, C., Silva, J., Orellano, G., Prenafeta, M., Alegria, P., Peña, M. (2005). Prefrontal cortex and behavioral disorders: Theoretical framework and neuropsychological evaluation. *Revista chilena de neuro-psiquiatría*; 43:22-37.
- Stamatina, S., Lubar, J. (2004). EEG changes in traumatic brain injured patients after cognitive rehabilitation. *Journal of Neurotherapy*; 21-51.

- Serman, M. (2000). Basic concepts and clinical findings in the treatment of seizure disorders with EEG operant conditioning. *Clinical Electroencephalography*; 31: 45-55.
- Serman, M., Egnér, T. (2006). Neurofeedback treatment of epilepsy: from basic rationale to practical application. *Expert Review Neurotherapeutics*; 6: 247-257.
- Serman, M., Goodman, S., Kovalesky, R. (1978). Effect of sensorimotor EEG feedback training on seizure susceptibility in the rhesus monkey. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*; 62: 735-747.
- Serman, M., Friar, L. (1972). Suppression of seizures in an epileptic following sensorimotor EEG feedback training. *Electroencephalography Clinical Neurophysiology*; 33: 89-95.
- Swenson, C. (1997). *Teorías del aprendizaje*. Ed. Paidós, Psicologías del siglo XX, Pp. 105.
- Tansey, M. (1993). Ten year stability of EEG biofeedback results for a hyperactive boy who failed fourth grade perceptually impaired class. *Biofeedback and Self-Regulation*; 18: 33-44.
- Tansey, M. (1991). Wechsler (WISC-R) changes following treatment of learning disabilities via EEG biofeedback training in a private practice setting. *Aust Psychology*; 43: 147-153.
- Thatcher, R. (1999). EEG database-guided neurotherapy. En: J. R. Evans and A. Abarbanel (eds.). *Introduction to quantitative EEG and Neurofeedback*, Academic Press, New York; 29-64.
- Thatcher, R., Krause, P., Hrybyk, M. (1986). Cortico-cortical associations and EEG coherence: a two compartmental model. *Electroencephalography Clinical Neurophysiology*; 64: 123-143.
- Tinius, T., Tinius, K. (2000). Changes after EEG biofeedback and cognitive retraining in adults with mild traumatic brain injury and attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Neurotherapy*; 4(2) 27-41.
- Trudeau, D. (2000). The treatment of addictive disorders by brain wave biofeedback. *Clinical Electroencephalography*; 31: 13-22.

- Tsvetkova, L. (1997). Reeducación del lenguaje, la lectura y la escritura. Editorial Fontanella, Barcelona; 19-57.
- Valdés, P., Biscay, R., Galán, L., Bosch, J., Zsava, S., Virues T. (1990). High resolution spectral EEG norms topography. Brain Topography; Vol. 3 No. 2, 281-282.
- Vernon, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C., Sheri, A. (2003). The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. International Journal of Psychophysiology; 47 (1), 75-85.
- Wechsler, D. (1981). Manual for Wechsler intelligence Scale-Revised. The Psychological Corporation.