



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA  
ÁREA DE PSICOLOGÍA EDUCATIVA

# **EFFECTO A LARGO PLAZO DE LA NEURORRETROALIMENTACIÓN EN NIÑOS CON TRASTORNO DE APRENDIZAJE**

## **T E S I S**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Licenciada en Psicología Educativa

**PRESENTA:**

**MARÍA DEL CARMEN RODRÍGUEZ MORALES**

Dirigido por:

**DRA. THALÍA FERNÁNDEZ HARMONY**

Centro Universitario  
Querétaro, Qro. - México 2011



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA  
ÁREA DE PSICOLOGÍA EDUCATIVA

## EFFECTO A LARGO PLAZO DE LA NEURORRETROALIMENTACIÓN EN NIÑOS CON TRASTORNO DE APRENDIZAJE

### TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Licenciada en Psicología Área Educativa

Presenta:

**MARÍA DEL CARMEN RODRÍGUEZ MORALES**

Dirigido por:

DRA. THALÍA FERNÁNDEZ HARMONY

### SINODALES

Dra. Thalía Fernández Harmony  
Presidente

Lic. Edel López Aguiar  
Secretario

M en C Fabiola García Martínez  
Vocal

Dr. Rubén Martínez Miranda  
Suplente

Mtra. María del Carmen Gilio Medina  
Suplente

M.D.H. Jaime E. Rivas Medina  
Director de la Facultad

*Thalía Fernández Harmony*  
Firma

*[Signature]*  
Firma

*[Signature]*  
Firma

*[Signature]*  
Firma

*[Signature]*  
Firma

*[Signature]*  
Firma

Centro Universitario  
Querétaro, Qro.  
Marzo 2011  
México

## AGRADECIMIENTOS

Mamá por alimentarme y guiarme. A mi Papá por amarme muy a su modo.

Mis hermanos: Toto mi fortaleza, Meche mi dulzura, Pera mi ángel de la guarda, los tres por ser mis mejores amigos, por su apoyo total e incondicional. Mis hermanos agregados, Mariela, Julián y Noé por su cariño y sus consejos. Mis sobrinos, Clarita, Paco, Dana, Daniela y Pipo por darle luz a mi vida. A todos ellos por guiarme, cuidarme y amarme tanto.

A Thalita Fernández porque los aprendizajes más importantes fueron sobre la vida además de la NRA. Por sus pacientes explicaciones sobre estadística, sobre el cerebro, sobre la investigación, por su guía dulce y firme que me permitió sostener un diálogo. Por su apoyo y amor: es para mí una amiga muy preciada.

Gracias al INB a la UNAM y particularmente al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT proyecto **69145**) por el apoyo brindado para la realización de esta tesis.

A los Sinodales de esta tesis por leerme y apoyarme.

A mis Maestros: Graciela Mendoza que desde la primaria me enseñó siempre con amor y vocación, Carlos Valdés por enseñarme el existencialismo que siempre me acompaña, Griselle Molina que es un ejemplo de la vocación a la Psicología, Carmen Gilio que la educación es más compleja de lo que jamás imaginé, Evelyn Diez a quién admiro como enana, Jana Petrzelova que la Clínica es siempre *face to face*, Juan Carlos Meijueiro que me hizo pensadora libre, Isabel García su pasión por la neuropsicología, Edel Aguiar la lucha en el estudio, las manos en el trabajo, por su apoyo y al Dr. Luis Córdova quien me convenció de darle una segunda oportunidad a la Psicología y compartió mi escepticismo hacia el Psicoanálisis y todos ellos de quienes aprendí el amor a la Psicología y a la Educación y fueron Maestros de vida y se convirtieron en amigos invaluable.

A todos mis maestros que aunque no se convirtieron en amigos entrañables, siempre respetaré por dedicarme algo de su tiempo en enseñarme algo, lo quisiera o no aprender.

A mis compañeras de Laboratorio Haydeé, Paula y María do Carmo con quienes entable una bonita amistad, y de quienes aprendí mucho, Haydeé la disciplina y el amor al conocimiento y Paula la lucha por seguir sus sueños y María el trabajo cotidiano. Mi compañero de Laboratorio Javier que me enseñó que trabajando mucho se pueden alcanzar las metas, mi amigo y pichirrichurri con quien las bromas de dieron sazón a todos los momentos en el B-06.

Al Grupo GIPSICYT de la UAQ dirigido por el Dr. Rubén Martínez y Melissa Guerrero, quienes me permitieron aprender sobre los estudios CTS y epistemología que aclararon mi mundo y por ser mis amigos.

Alejandra, Lorena, Melissa, Caro, Rubens y Norberto, miembros de Gipsicyt que juntos hemos encontrado en los textos complejos asomo de *algo* sublime.

A mis amigas Piedad Martínez, Chelo y Paty Medina por su amor y apoyo incondicional.

A Gaby Bross por volver a mi vida, a su familia por su apoyo y cariño.

A *Libar* que me aconsejo no hiciera hoja de agradecimientos o no lo pusiera a él: disculpe, me pareció de mal gusto agradecerle en *BIBLIOGRAFÍA*.

Gracias a la vida, naturaleza, Dios, Luz, Jesús o lo que/quien sea por permitirme vivir el momento que me tocó vivir. Porque tengo mucha gente a la que dar gracias, y muchas cosas por qué dar las gracias.

Si en mi vida hubiese un muchacho guapo, brillante, inteligente y amoroso sin duda lo hubiera puesto en estas hojas, para cuando llegue sepa que le agradecí algo...

*Un horror indecible se apoderó de mí. Había oscuridad; luego una sensación vertiginosa y nauseabunda en la vista, que era como un no-ver; vi un espacio que no era un espacio: era yo mismo y no lo era. Cuando pude articular mi voz, grité agónicamente: -O esto es la locura, o es el infierno- , -No.- Respondió con calma la voz de la esfera, -Es el conocimiento; es la tercera dimensión: abre tus ojos una vez más e intenta mirar fijamente.- Miré y ¡he aquí un mundo nuevo!*

*PLANILANDIA Una novela de muchas dimensiones*  
Edwin A. Abbott  
Publicada en 1884

# ÍNDICE

|   |     |
|---|-----|
| RESUME  | 9   |
| INTRODUCCIÓN                                  | 10  |
| ANTECEDENTES                                  | 14  |
| NEUROCIENCIA COGNITIVA                        | 14  |
| APRENDIZAJE Y CONDUCTISMO                     | 15  |
| ELECTROENCEFALOGRAMA                          | 22  |
| 3.1 Localización de electrodos y Nomenclatura | 23  |
| 3.2 Características del EEG                   | 24  |
| 3.3 Ritmos                                    | 27  |
| 3.4 EEG cualitativo y EEG cuantitativo        | 28  |
| TRASTORNO DEL APRENDIZAJE                     | 32  |
| 4.1 EEG en niños con Trastorno de Aprendizaje | 34  |
| NEURORRETROALIMENTACIÓN                       | 39  |
| 5.1 NRA en niños con Trastorno de Aprendizaje | 39  |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA                    | 45  |
| JUSTIFICACIÓN                                 | 46  |
| OBJETIVOS                                     | 47  |
| HIPOTESIS                                     | 49  |
| POBLACIÓN Y MÉTODO                            | 50  |
| RESULTADOS                                    | 67  |
| DISCUSION                                     | 101 |
| a. CONCLUSIONES                               | 110 |
| b. BIBLIOGRAFÍA                               | 111 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Derivación dónde se aplicó el tratamiento de NRA | 67 |
| Tabla 2. CI Verbal Grupo Reforzador Positivo              | 68 |
| Tabla 3. CI Verbal Grupo Reforzador Negativo              | 68 |
| Tabla 4. Ci De Ejecución Grupo Reforzador Positivo        | 70 |
| Tabla 5. Ci De Ejecución Grupo Reforzador Negativo        | 70 |
| Tabla 6. CI Total Grupo Reforzador Positivo               | 72 |
| Tabla 7. CI Total Grupo Reforzador Negativo               | 72 |
| Tabla 8. RAVEN Grupo Reforzador Positivo                  | 74 |
| Tabla 9. RAVEN Grupo Reforzador Negativo                  | 74 |
| Tabla 10. Conners para Padres Grupo Reforzador Positivo   | 77 |
| Tabla 11. Conners Para Padres Grupo Reforzador Negativo   | 77 |
| Tabla 12. Conners Para Maestros Grupo Reforzador Positivo | 81 |
| Tabla 13. Conners Para Maestros Grupo Reforzador Negativo | 82 |
| Tabla 14. Lectura   | 85 |
| Tabla 15. Tova Visual Grupo Reforzador Positivo           | 87 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 16. Tova Visual Grupo Reforzador Negativo   | 87  |
| Tabla 17. Tova Visual $d'$  | 89  |
| Tabla 18. Tova Visual ADHD Score  | 90  |
| Tabla 19. Tova Auditivo Grupo Reforzador Positivo                                       | 92  |
| Tabla 20. Tova Auditivo Grupo Reforzador Negativo                                       | 93  |
| Tabla 21. Tova Auditivo $d'$  | 95  |
| Tabla 22. Valor Z del índice $PA\theta/PA\alpha$ . Derivación con valor Z más anormal   | 96  |
| Tabla 23. Potencia Absoluta. Diferencias significativas en las comparaciones intragrupo | 98  |
| Tabla 24. Potencia Relativa. Diferencias significativas en las comparaciones intragrupo | 100 |

# ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Sistema Internacional 10-20  | 24 |
| Figura 2. Obtención del EEG  | 29 |
| Figura 3. Espectro de Potencias del EEG en una derivación. Se distinguen cuatro bandas de frecuencia Delta, Theta, Alfa y Beta | 30 |
| Figura 4. Comparación de trazos de EEG, de niño control con niño con TA  | 34 |
| Figura 5. Representación esquemática de la PR Theta y la PR Alfa en el EEG de un niño de 11 años con TA                        | 37 |
| Figura 6. Esquema del efecto esperado de la NRA en niños con retraso en la maduración del EEG                                  | 41 |
| Figura 7. Versión visual de la prueba TOVA   | 56 |
| Figura 8. Comportamiento del CI Verbal en ambos grupos   | 69 |
| Figura 9. Puntajes del CI de Ejecución en ambos grupos a través del tiempo   | 71 |
| Figura 10. CI Total a través del tiempo en ambos grupos  | 73 |
| Figura 11. Puntajes de la Prueba RAVEN a través del tiempo en ambos grupos   | 75 |
| Figura 12. Puntaje reportado por los Padres en la prueba CONNERS sobre los problemas de nivel COGNITIVO-DISTRACCIÓN            | 78 |
| Figura 13. Puntaje reportado por los Padres en la prueba CONNERS, sobre el nivel PERFECCIONISTA                                | 79 |
| Figura 14. Puntaje reportado por los Maestros en la prueba CONNERS, sobre los problemas de ÍNDICE CONNERS TDAH                 | 80 |
| Figura 15. Puntaje reportado por los Maestros en la prueba CONNERS, sobre los problemas de nivel COGNITIVO-DISTRACCIÓN         | 82 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 16. Puntaje reportado por los Maestros en la prueba CONNERS, sobre los problemas de nivel PERFECCIONISTA | 83 |
| Figura 17. Puntaje reportado por los Maestros en la prueba CONNERS, sobre el ÍNDICE CONNERS DE TDAH             | 84 |
| Figura 18. Valores de la variable de ADHD Score en la prueba TOVA   | 91 |
| Figura 19. Comportamiento del valor z del cociente $PA\theta/PA\alpha$  | 97 |

# LISTA DE ABREVIATURAS

%FA: Porcentaje de falsas alarmas  
%Om: Porcentaje de omisiones  
2mD: Dos meses después del Tratamiento de NRA  
3aD: Tres años después del Tratamiento de NRA  
A: Antes del tratamiento NRA  
ADHD Score: Puntaje Global del TOVA  
C: Central  
CI E: Coeficiente intelectual de Ejecución  
CI RAVEN: Coeficiente Intelectual de la prueba RAVEN  
CI T: Coeficiente Intelectual Total  
CI V: Coeficiente Intelectual Verbal  
CI: Coeficiente intelectual  
d' : d prima  
EEG: Electroencefalograma  
EEGQ: Electroencefalograma Cuantitativo  
F: Frontal  
Fp: Frontopolar  
ID: Inmediatamente después del Tratamiento de NRA  
INB: Instituto de Neurobiología  
NRA: Neuroretroalimentación  
O: Occipital  
P: Parietal  
PA $\theta$ /PA $\alpha$ : Potencia absoluta del Coeficiente Alfa sobre Theta  
PA: Potencia Absoluta  
PR $\theta$ /PR $\alpha$ : Potencia relativa del Coeficiente Alfa sobre Theta  
PR: Potencia Relativa  
PREs: Potenciales Relacionados a Eventos  
T: Temporal  
TA: Trastorno de Aprendizaje

TDAH: Trastorno por déficit de Atención

TR: Tiempo de Reacción

VTR: Variabilidad de tiempo de Reacción

## I. RESUMEN

La Neuroretroalimentación es una terapia que, a través del condicionamiento operante, es capaz de modificar la actividad eléctrica cerebral (Thatcher, 1999) así como la conducta de los sujetos (Vernon et al., 2004).

Frecuentemente, los niños con Trastorno de Aprendizaje (TA) tienen un electroencefalograma (EEG) más lento que los niños normales de su misma edad. El objetivo de este trabajo es comparar la efectividad del reforzamiento positivo o negativo al aplicar un tratamiento de NRA que produce una aceleración en el EEG y sus efectos a largo plazo sobre la conducta y el EEG.

La presente investigación es el seguimiento de la investigación realizada por García (2006), en la cual se dio tratamiento de Neuroretroalimentación (NRA) a 16 niños con Trastorno del Aprendizaje (TA) y retraso en la maduración de su electroencefalograma (EEG). Se consideraron dos grupos: uno de 8 niños se le dio tratamiento con reforzador positivo (R+) y otro recibió tratamiento con reforzador negativo (R-). Los resultados mostraron que, aunque se observó mejoría en ambos grupos, fueron más rápidos los efectos en el grupo al que se le dio tratamiento con reforzador negativo (García, 2006).

En el estudio de seguimiento, tres años después del tratamiento, un niño del Grupo R+, no quiso participar en el estudio.

Ambos grupos continuaron mostrando mejoría, tanto en el EEG como en la conducta, después de tres años de haber recibido el tratamiento. En su EEG se observa que el aprendizaje ocurre primero en el Grupo R- y no parece extinguirse a los tres años; sin embargo, aunque se había supuesto que el grupo R+ tendría mayor resistencia a la extinción, como lo señala la literatura de Condicionamiento Operante, la mejoría conductual es superior en el grupo tratado con reforzador negativo. Una explicación es que los efectos benéficos del reforzamiento negativo, que se observan más tempranamente en el Grupo R- tienen un efecto en cascada que va más allá de los límites del laboratorio, implicando otras áreas de la vida, lo cual evita que se dé la extinción.

En conclusión, la NRA que reduce el cociente theta/alfa es exitosa para el tratamiento de niños con TA y retraso en la maduración de su EEG. La NRA con reforzador negativo tiene un efecto positivo sobre la conducta superior al de la NRA con reforzador positivo.

# ABSTRACT

Neurofeedback (NFB) is an operant conditioning procedure, whereby an individual can learn to modify the electrical activity of his or her own brain (Thatcher, 1999), and behavior is modified (Vernon et al., 2004).

Frequently, Learning Disabled (LD) children have a slower EEG than normal children of the same age. The goal of this study was to compare the effectiveness of positive and negative reinforcements in NFB training that produces acceleration in the EEG (Fernández et al., 2003), and their long-term effects on EEG and behavior.

The present thesis is a follow-up study of the research developed by García (2006). Sixteen LD children, with abnormally higher theta/alpha ratio, were assigned to one of two groups: R+, where a positive reinforcement was given when the value of theta/alpha ratio was reduced, or R-, where a negative reinforcement was given when the value increased. Each subject obtained the positive reinforcement or the negative reinforcement (a tone of 500 Hz), depending on the group. NFB training consisted of 30 sessions of 30 minutes each. Improvement was observed in both groups; however the treatment effects were evident faster in the R- Group (García, 2006).

In the follow-up study, three years after treatment, one boy of the R+ group did not want to participate.

Both groups continued showing improvements in EEG and behavior three years after treatment. In the EEG, learning occurred first in the R- Group and it did not extinguish three years later; however, at this time the behavioral improvement is superior in the R- Group, although the hypothesis was that R+ Group should be most resistant to extinguish, as Operant Conditioning literature affirms. An explanation is that benefic effects of the negative reinforcement, that are observed primarily in the R- Group, had a cascade effect that goes beyond lab limits, that implies other areas of the life, and avoided the extinction.

In conclusion, NFB that reduces the theta/alpha ratio, given with either positive or negative reinforcement, is useful for the treatment of LD children; however, NFB applied with negative reward induces a greater improvement over the behavior than NFB applied using positive reward.

## II. INTRODUCCIÓN

La presente tesis forma parte de las investigaciones coordinadas por la Dra. Thalía Fernández Harmony en el laboratorio de Psicofisiología, las cuales mediante métodos electrofisiológicos sirven para investigar métodos de diagnóstico y evaluación así como tratamientos a sujetos cuyas características electrofisiológicas se relacionan con su conducta.

El laboratorio de Psicofisiología pertenece al Instituto de Neurobiología (INB), de la Universidad Nacional Autónoma de México que a partir de su política de descentralización de Posgrados y Centros de Investigación a otros estados de la República Mexicana, traslada de la Ciudad de México a la de Querétaro el Centro de Neurobiología, a su reciente *Campus* Juriquilla UNAM-UAQ. En esta nueva sede se instala el INB, lugar donde comienza a realizarse investigación de alta calidad académica así como la impartición de Posgrados en Ciencias Neurobiológicas.

El INB es un Centro de prestigio internacional especializado en el estudio del Sistema Nervioso Central. En este Instituto se enfatizan los aspectos moleculares, tejidos, órganos y sistemas como propiedades emergentes de la actividad nerviosa, así como de la conducta y la cognición, esto a lo largo del desarrollo, así como sus influencias genéticas y consecuencias a nivel tanto fisiológico como patológico.

El INB cuenta con tres departamentos de investigación: Neurobiología Celular y Molecular, Neurobiología del Desarrollo y Neurofisiología y Neurobiología Conductual y Cognitiva. Cada uno de los departamentos alberga laboratorios donde sus métodos, entre otros, electrofisiológicos y de neuroimagen, permiten investigar las bases cerebrales de la actividad mental como el lenguaje y las emociones, desarrollar métodos diagnósticos de daño cerebral temprano y métodos de neurohabilitación.

El laboratorio de Psicofisiología pertenece al departamento de Neurobiología Conductual y Cognitiva que centra su investigación en la utilización de métodos electrofisiológicos.

Secundario a la investigación, a los niños que cumplen con características electrofisiológicas y de conducta susceptibles a investigación en el área, se les brinda la evaluación y tratamiento de manera gratuita, de este modo es posible mencionar que el trabajo del laboratorio brinda con sus investigaciones ayuda a la comunidad.

Las investigaciones del laboratorio surgen de tratamientos y descubrimientos recientes en torno a necesidades de la comunidad, es decir, los problemas científicos de este laboratorio surgen de problemáticas externas en relación a descubrimientos electrofisiológicos, no del interés del investigador.

La Dra. Thalía Fernández es Profesora de Matemáticas a nivel medio y medio superior, graduada por la Universidad de la Habana Cuba, así como Licenciada en Matemáticas en la UNAM, estudió su Maestría en Neurociencias y Doctorado en Ciencias Fisiológicas en la UNAM, y realizó un Posdoctorado en Neurociencias en la Universidad de San Diego California, tiene amplia experiencia en distintas estancias nacionales e internacionales, ha recibido premios y distinciones nacionales e internacionales. Sus actuales investigaciones se centran en el uso de la electroencefalografía como técnica, y el análisis de datos se fundamenta en sus amplios conocimientos, experiencia en estadística y probabilidad. Es la directora de la presente tesis.

En el laboratorio de Psicofisiología se han desarrollado investigaciones en torno al tratamiento de NRA en varias poblaciones: niños con Trastorno de Aprendizaje (TA), niños con Retraso Mental, niños con Trastorno por Déficit de Atención (TDAH), y adultos mayores de 60 años con características electroencefalográficas de riesgo cognoscitivo.

Esta tesis es el cuarto trabajo coordinado por la Dra. Thalía Fernández en que se trabaja con el tratamiento de Neuroretroalimentación en niños con TA.

La primera investigación en el área, coordinada por la Dra. Thalía Fernández fue realizada en el año 2000. La tesis de la Dra. Wendy Herrera, titulada “Efectos de la Neuroretroalimentación en niños con Trastorno de Aprendizaje” se consideraron dos grupos de niños con TA y retraso en la maduración de su EEG: el Grupo Experimental, que recibió un tratamiento de NRA con reforzamiento positivo, y el Grupo Control, que recibió un tratamiento placebo que consistió en que se diera al azar el estímulo utilizado como reforzador; este estudio reportó como resultados principales cambios favorables en la conducta del Grupo Experimental (incremento en su CI, mejoría en una prueba de atención, mayor autoestima y mejoría en otras variables de comportamiento) y una maduración en su actividad eléctrica cerebral (Fernández et al., 2003).

La segunda investigación se publicó en 2006 y coordinada por la Dra. Thalía Fernández fue una tesis de seguimiento, realizada por la M. en C. Judith Becerra, donde se evaluó la persistencia de los cambios después de dos años a los niños de los dos grupos referidos previamente. Los resultados de este seguimiento muestran que dos años después del tratamiento los niños del Grupo Control continuaban presentando un diagnóstico de Trastorno de Aprendizaje mientras que el 80% de los niños del grupo experimental tuvieron un diagnóstico normal (Becerra *et al.*, 2006), con lo que se demostró que los efectos positivos de la NRA se mantienen a largo plazo en esta población.

En 2005 la Lic. María Isabel Caballero trabajó con dos grupos de niños con TA, a uno de los grupos le dio tratamiento de NRA utilizando como Reforzador Positivo un estímulo auditivo, en el otro utilizó como reforzador positivo un estímulo visual. Los resultados de esta investigación muestran que el Reforzador auditivo es más eficaz que el visual en el tratamiento de este Trastorno (Caballero, 2004).

En el año 2010 se realizó un experimento, tercer trabajo sobre el tema, en que se les daba NRA a niños con TA. Antes y Después del tratamiento se hizo un registro de Potenciales Relacionados con Eventos utilizando una tarea semántica. Antes del tratamiento la respuesta eléctrica cerebral de los niños era similar cuando las palabras estaban relacionadas que cuando no lo estaban; después de la NRA pudo observarse un componente electroencefalográfico en los Potenciales Relacionados con Eventos que sugiere que estos niños tienen un procesamiento cerebral diferente cuando las palabras están relacionadas y cuando no están relacionadas (Fernández *et al.*, en preparación).

En 2006 se realizó otro trabajo en el área coordinado por la Dra. Thalía Fernández, constituyó la tesis de maestría de la M. en C. Fabiola García fue titulada “Comparación entre la NRA aplicada con reforzador positivo y la NRA aplicada con reforzador negativo, a niños en edad escolar con Trastorno de Aprendizaje”; en ella se comparan los efectos del tratamiento de NRA utilizando reforzadores positivos con el tratamiento de NRA utilizando reforzadores negativos en niños con TA y retraso en la maduración de su EEG. En este trabajo se encontró evidencia de que el tratamiento de NRA aplicado, tanto con reforzador positivo como con reforzador negativo, induce mejoría en la conducta y aceleración en la maduración del EEG de estos niños. Comparando ambas modalidades de reforzamiento, el tratamiento de NRA aplicado con reforzador negativo induce una mejoría más relevante en la conducta y en el EEG de los niños tratados que el aplicado con reforzador positivo (García 2006) al finalizar el tratamiento o en un corto plazo.

La presente tesis es un seguimiento a la investigación: “Comparación entre la NRA aplicada con reforzador positivo y la NRA aplicada con reforzador negativo, a niños en edad escolar con trastorno de aprendizaje”, pues ya transcurridos tres años de haber sido aplicado el tratamiento de NRA existe la necesidad de conocer qué tratamiento tiene mayor resistencia a la extinción.

### **III. ANTECEDENTES**

#### **1. NEUROCIENCIA COGNITIVA**

Pinel (2001) define a la neurociencia como el estudio científico del sistema nervioso. Se pueden distinguir según Pinel dos amplios grupos de neurociencias según su mayor o menor preocupación por el comportamiento: las neurociencias biológicas que centran su estudio en la investigación básica del sistema nervioso y las neurociencias conductuales que estudian las manifestaciones externas del funcionamiento del sistema nervioso.

La neurociencia cognitiva es una línea de estudio entre la neurociencia conductual y la psicología. Estudia las bases neurales de la cognición; es decir, estudia los procesos mentales superiores como el pensamiento, la memoria, la atención, la inhibición, el lenguaje y los procesos de percepción complejos.

Se basa en dos suposiciones relacionadas. La primera es que cada uno de los procesos cognitivos complejos es el resultado de la actividad conjunta de procesos cognitivos simples. La segunda es que cada proceso cognitivo simple está mediado por la actividad neuronal de una red neural en particular. Al asumir ambas suposiciones se entiende la conducta como un efecto del funcionamiento cerebral y para su estudio es necesario el conocimiento de las estructuras cerebrales implicadas en cada uno de los procesos cognitivos complejos (Pinel, 2001; Portellano, 2008; Pasantes, 2003).

Como lo describe Portellano la neurociencia cognitiva integra disciplinas como la neuropsicología, la psicofisiología, entre otras, y entre sus objetivos se encuentran investigar los procesos mentales, prevenir, evaluar, intervenir, o bien compensar los efectos de algún daño disfunción cerebral, mediante el estudio de la conducta poniendo énfasis en los procesos mentales.

La investigación en neurociencia cognitiva se centra especialmente en humanos y es necesaria la utilización de métodos de medición que van desde la aplicación de tareas hasta otros estudios no invasivos como el electroencefalograma (EEG), los potenciales relacionados con eventos (PREs) y métodos de neuroimagen (Resonancia Magnética, Tomografía por Emisión de Positrones).

Escribe el reconocido Neuropsicólogo Portellano (2008) que muchos de los problemas que presentan los niños en edad escolar se deben a alteraciones en el funcionamiento del Sistema Nervioso, lesiones de mayor gravedad dan lugar a discapacidades severas; otros problemas menos severos que aparecen con frecuencia son el Trastorno de Aprendizaje (TA), el Trastorno por Déficit de Atención (TDAH) y los Problemas de Lenguaje por lo que al investigar a estas poblaciones un marco referencial esencial es la neurociencia cognitiva.

## **2. APRENDIZAJE Y CONDUCTISMO**

Para el desarrollo del presente capítulo se toma como marco conceptual la teoría del aprendizaje según el conductismo, los autores principales han sido Pavlov, Skinner y Thorndike, entre otros, sin embargo los capítulos sobre condicionamiento revisados al respecto de este modelo teórico han sido tomados de libros de referencia para psicólogos, autores como Morris y Maisto, Psicólogos experimentales reconocidos como Sandler y Davidson, y Paul Chance; sin embargo el marco teórico referencial es siempre la teoría del conductismo y es la que se seguirá a lo largo de la tesis (Morris y Maisto, 2001; Sandler y Davidson, 1980, Chance 1984).

Existen múltiples definiciones de aprendizaje, una de ellas (y la que se utiliza dentro del marco referencial de esta tesis) la define como un cambio relativamente estable, sin especificar, dentro del organismo que posibilita un cambio en la conducta; se debe a la experiencia y no puede explicarse en

términos de reflejos, instintos o maduración o influencia de la fatiga, de las lesiones, enfermedades o drogas. (Chance, 1984)

La maduración consiste en una serie de cambios predeterminados o automáticos que sirven como base a la aparición de ciertas conductas, más no explica el aprendizaje.

Dado que el aprendizaje es un cambio en la conducta debido a la experiencia, es posible estudiarlo mediante las experiencias que producen un cambio en la conducta. El modelo del conductismo proporciona dos procedimientos que permiten el estudio de las experiencias de manera controlada y por lo tanto proporciona una metodología para el estudio de la conducta; el condicionamiento clásico y el condicionamiento operante. Se hace referencia de ambos procedimientos de manera general como conductismo.

El condicionamiento clásico es atribuido a Pavlov que identificó cuatro eventos que constituyen el procedimiento con el que comenzó a comprenderse y estudiarse el proceso del aprendizaje y la conducta: uno es el Estímulo Incondicional (EI) que es un estímulo que provoca una respuesta no aprendida o innata, a este tipo de respuesta se le conoce como Respuesta Incondicionada (RI), el Estímulo Condicionado (EC) produce respuestas aprendidas conocidas como Respuesta Condicionada (RC).

Existen dos subtipos de condicionamiento clásico, el condicionamiento clásico primario y el condicionamiento clásico secundario. La diferencia entre ambos es el tipo de estímulo con el que se parea el estímulo neutral: el condicionamiento clásico primario, junto con otro que sí produce una respuesta innata, el estímulo incondicionado, después de un tiempo en que se parea ambos estímulos, el estímulo que antes era neutral se convierte en un estímulo condicionado pues produce una respuesta que sin haber sido pareada con un estímulo incondicionado nunca se hubiera producido; el condicionamiento clásico secundario sucede cuando un estímulo neutral se convierte en

estímulo condicionado al ser pareado con otro estímulo condicionado bien establecido. Al estímulo incondicionado o al que ya está establecido con el que se presenta el neutral se le llama estímulo significativo.

Hay factores que influyen en el condicionamiento clásico: las características del estímulo, el número de veces que se parearon ambos estímulos (neutral con significativo), el número de veces que aparece solo el estímulo neutral, la experiencia previa con los estímulos neutrales y significativos. Los factores más difíciles de controlar y estudiar son las características individuales del aprendiz y más complicado aun son los efectos de interacción que tienen entre sí todos estos factores.

El segundo procedimiento con el que se estudian las experiencias que producen cambios en la conducta es el condicionamiento operante, Thorndike lo planteó como la ley del efecto, consiste en que la probabilidad de una respuesta depende de su efecto sobre el medio ambiente. Cuando una conducta tiene una consecuencia positiva es posible que se repita, cuando la conducta tiene una consecuencia negativa es posible que se suspenda (Skinner, 1953; Thorndike, 1911).

Los tipos de estímulos que ayudan a aumentar una conducta se les denomina reforzadores.

Existen dos tipos de reforzador:

- Reforzador Positivo: Implica la aparición o aumento de la intensidad de un estímulo y repercute en la probabilidad de que se repita la conducta.
- Reforzador Negativo: Implica el quitar o disminuir la intensidad de un estímulo y repercute en la probabilidad de que se repita la conducta.

Existe también una forma de modificar la conducta de manera inversa es decir, en lugar de aumentar la probabilidad de una conducta, disminuirla. Para

disminuir la probabilidad de ocurrencia de una conducta se utiliza el castigo. Análogamente al reforzador existen dos tipos de castigo:

- **Castigo Positivo:** Es aquel estímulo aversivo que, al aplicarlo después de una conducta, aumenta la probabilidad de que disminuya o se extinga la conducta.
- **Castigo Negativo:** Consiste en quitar un estímulo deseable cada vez que se presenta una conducta. Esto aumenta la probabilidad de que disminuya o se extinga la conducta.

Los términos condicionamiento operante, reforzamiento positivo, reforzamiento negativo, castigo positivo y castigo negativo son muy diferentes de los utilizados por Thorndike, pero los procedimientos a los que se refieren los términos no son muy diferentes a los que él estudió.

Al igual que en el condicionamiento clásico, existen dos subtipos de condicionamiento operante, el condicionamiento operante primario y el condicionamiento operante secundario.

En el condicionamiento operante primario se utiliza para reforzar una conducta un estímulo primario (comida, agua) o bien para suprimir una conducta se utiliza como castigo un estímulo primario (descarga eléctrica, un golpe, chorro de agua fría).

En el condicionamiento operante secundario para reforzar una conducta se utiliza un estímulo tal que su aprendizaje ya ha sido adquirido en el pasado o que no está relacionado directamente con un estímulo primario, por ejemplo si reforzáramos una conducta de un sujeto entregándole un boleto para el cine, no es el boleto en sí el reforzador sino lo que es posible hacer con él (a este tipo de reforzadores se les denomina ficha). Los reforzadores secundarios adquieren su “valor” porque ya se han relacionado previamente con un

estímulo primario. Los reforzadores secundarios más importantes se relacionan con la conducta de otras personas (se les llama “reforzadores sociales”), incluyen alabanzas, sonrisas, o gestos amistosos.

Análogamente, cuando el condicionamiento operante secundario es utilizado para suprimir una conducta se utiliza un estímulo que ya ha sido adquirido en el pasado o no está relacionado directamente con un estímulo primario; un ejemplo de un castigo en el caso del condicionamiento operante secundario es el uso de la palabra “¡no!” (estímulo neutral), ésta es seguida de un estímulo primario (aversivo), el niño aprende que ante la palabra “no” debe suprimir la conducta que estaba realizando. Nadie nació sabiendo que la palabra “no” significa que debes dejar de hacer lo que estabas haciendo, pero una vez que ha sido pareada con un estímulo primario, se sabe que hay que suprimir la conducta para evitar la futura consecuencia. Entonces el estímulo de la palabra “no” ya es un estímulo castigo secundario. Los castigos secundarios más importantes también se relacionan con la conducta de otras personas (se les podría llamar “castigos sociales”), por ejemplo críticas, fruncir el seño, la ironía y ciertas señas hechas con las manos.

A este nivel, el condicionamiento operante se torna más complejo pues al realizar una investigación se debe tomar en cuenta la experiencia previa del organismo, es decir, los reforzadores o castigos secundarios que ha aprendido previamente, pues un estímulo que pudo haber sido un reforzador secundario en un momento puede convertirse en un castigo, y viceversa.

Cuando un mismo estímulo se parea con diversos reforzadores primarios o secundarios se convierte en un reforzador generalizado; como el dinero, que es pareado con la posibilidad de obtener diferentes objetos, así como castigos generalizados como la palabra “¡no!”.

Existen tres tipos de modalidades de parear el estímulo significativo con el estímulo condicionado, en el condicionamiento demorado se presenta antes

el estímulo neutral y posteriormente el estímulo significativo, en el condicionamiento simultáneo, como su nombre lo dice, se dan ambos estímulos al mismo tiempo, por su parte en el condicionamiento retroactivo el estímulo significativo sigue al estímulo neutral. El condicionamiento demorado es el más efectivo para establecer una respuesta condicionada.

Al tiempo que pasa entre un estímulo y otro con el que es pareado se le llama intervalo entre estímulos, generalmente entre más breve sea el intervalo entre estímulos, mejores resultados se obtienen. En otras palabras a mayor contingencia, se establece mejor el aprendizaje.

Hay tres maneras de modificar una respuesta condicionada: el olvido, la extinción y el contracondicionamiento. El olvido es el debilitamiento de una respuesta condicionada, la extinción ocurre cuando se presenta el estímulo condicionado en ausencia del estímulo significativo, el contracondicionamiento es el procedimiento en que se para el estímulo condicionado con un estímulo que provoca una respuesta incompatible con la respuesta condicionada.

El olvido es una manera lenta y poco confiable de modificar una respuesta condicionada, la extinción y el contracondicionamiento son procedimientos más rápidos y confiables.

La desensibilización sistemática es una variante del contracondicionamiento y consiste en el proceso en el que se va extinguiendo una respuesta de manera gradual.

En la mayoría de estudios sobre reforzamiento positivo, el reforzador es un medio externo, sin embargo en algunos estudios el reforzador es un evento del interior del cuerpo del organismo, James Olds en 1953 descubrió que la estimulación eléctrica del cerebro en un centro de placer podía reforzar la conducta, en un estudio muy famoso de la literatura una rata aprendió a

presionar una palanca que era seguida por una estimulación en un centro de placer, la conducta era reforzada por un evento interno del organismo.

En el caso de los experimentos o procedimientos de reforzamiento, se procura que la conducta produzca o que sea seguida regularmente por la presencia de un reforzador o un castigo, pero en ocasiones puede ocurrir que un evento sea seguido por una respuesta accidental; en ese caso el sujeto no se percata exactamente de las condiciones y da lugar a la conducta supersticiosa; existen múltiples estudios en los que se analiza la conducta supersticiosa.

Dentro de los procedimientos de condicionamiento operante es difícil en algunas ocasiones que el sujeto se dé cuenta de la conducta que se quiere reforzar y que la dé espontáneamente, cuando esto ocurre se refuerzan aproximaciones cercanas a la conducta deseada, este procedimiento se llama moldeamiento.

La superstición está presente en los experimentos sobre condicionamiento operante y explica la conducta supersticiosa en los humanos en general ya que una conducta que accidentalmente fue seguida por un evento de manera accidental, haya sido reforzador o castigo, puede hacer que volvamos a repetirla o que la suprimamos sin justificación lógica: cargar una pluma especial para los exámenes, los amuletos, los tenis de la suerte, son ejemplos de superstición y es interesante que esta conducta sea a la que tantos humanos parecen aficionarse particularmente.

Los aprendizajes producidos por efecto de Reforzadores Positivos son más resistentes a la extinción que aquellos producidos por efecto de Reforzadores Negativos; sin embargo éstos últimos son aprendizajes de más pronta adquisición (Gross, 1998).

Los factores que influyen dentro del condicionamiento operante, son los intervalos de respuesta-consecuencia, el tiempo que pasa entre el acto y sus consecuencias: reforzador o castigo, el intervalo entre ensayos en el que los

resultados varían de experimento a experimento, el tipo de estímulo que se agrega en el caso de los reforzadores así como en el caso del castigo.

Los trabajos sobre condicionamiento son numerosos y se han desarrollado con sujetos humanos y no-humanos, la presente tesis es un trabajo realizado con humanos. En los años cincuenta se trasladaron los trabajos de investigación con animales a trabajos con humanos, las aplicaciones desde los años cincuenta han sido sistemáticas, desde la generalización conceptual hasta las aplicaciones clínicas directas.

Skinner fue de los primeros psicólogos en aplicar los procedimientos del condicionamiento operante a pacientes psicóticos, más adelante se desarrollaron múltiples trabajos; los principios del condicionamiento operante sirvieron de base para el desarrollo de tratamientos para humanos basados en la teoría del conductismo (Franks, 1995).

La presente tesis se desarrolló con un tratamiento basado en los principios básicos del condicionamiento operante, haciendo referencia específica, al condicionamiento operante secundario, pero como se verá ambos procedimientos en esta tesis se ven directamente relacionados. Es usual que los experimentos en condicionamiento operante impliquen una combinación de dos o más de los procedimientos básicos, como aplicar un protocolo que incluya R+ y R-, o uno que incluya C- y C+, etcétera. (Chance, 1984).

## **2. ELECTROENCEFALOGRAMA**

El EEG es una técnica no invasiva de registro de la actividad eléctrica cerebral, a través del cuero cabelludo que mide las diferencias de potencial eléctrico entre dos regiones cerebrales; es generado por la actividad conjunta de grupos numerosos de neuronas (Niedermeyer, 1999).

### 3.1. Localización de electrodos y Nomenclatura

En el cuarto Congreso Internacional de Neurología, en 1957, se nombró un comité para establecer los criterios de un examen clínico de electroencefalografía. Un año después se estableció el Sistema Internacional 10-20 (figura 1). Así como se estableció una nomenclatura que describe la localización sobre el cuero cabelludo, se estableció una terminología común (Martínez y Rojas, 1998).

El Sistema Internacional 10-20 es una estandarización que fue necesaria para que el registro de un solo sujeto pudiera ser comparado a través del tiempo y para poder hacer comparaciones con otros sujetos, y así es llamado este método específico de colocación de electrodos para la medición de la actividad eléctrica cerebral (Jasper 1957).

El Sistema Internacional 10-20 considera 4 sitios anatómicos: *nasion*, *inion* y los *tragus* de ambas orejas. A partir de estos marcadores, se colocan los electrodos de modo que entre ellos haya una distancia del 10 ó del 20% de la distancia de *tragus* a *tragus* o de *nasion* a *inion*, como se muestra en la Figura 1. Los electrodos se nominan con una letra relacionada con su localización: Frontopolar (Fp), Frontal (F), Central (C), Parietal (P), Occipital (O), Temporal (T) y con un número par, si se trata del hemisferio derecho e impar si se trata del izquierdo. Con la letra z se identifican las derivaciones de la línea media, sobre esta línea la identificación de los electrodos será: Fz (Frontal de la línea media), Cz (Central de la línea media) Pz (Parietal de la línea media), se denomina “z” por la inicial de la palabra alemana *zentrum*.

A estos lugares en los que se colocan los electrodos también se les conoce como “derivaciones”. El Sistema Internacional 10-20 considera las siguientes 19 derivaciones: Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz y Pz (Figura1).

Entre sus ventajas se encuentra que, debido a que se basa en porcentajes, a un electrodo dado lo subyace una misma estructura cerebral, independientemente del sujeto de que se trate y, por lo tanto, del tamaño y la forma de la cabeza del sujeto.

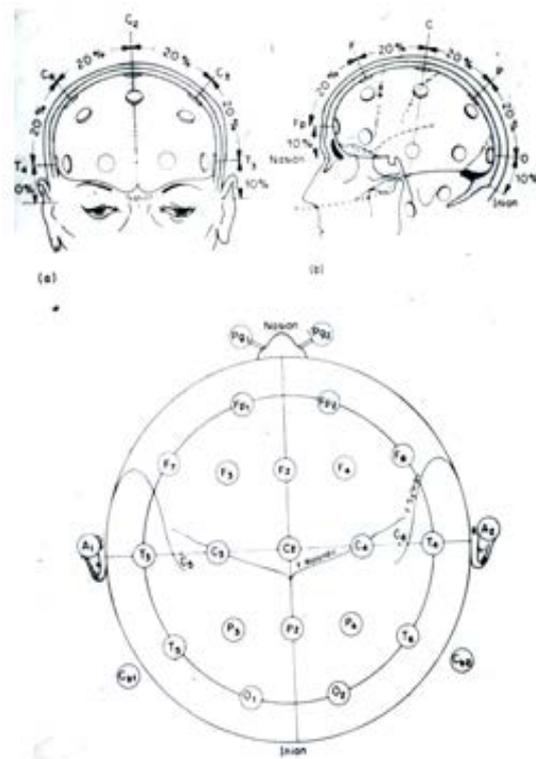


Figura 1: Sistema Internacional 10-20. Tomado de Jasper (1957).

### 3.2. Características del EEG

El registro del EEG está formado por un conjunto de figuras elementales llamados grafoelementos, que son ondas que se agrupan en sucesión más o menos rítmica y que pueden variar de un momento a otro, pero que en términos generales conservan cierto patrón que permite su identificación a pesar de sus continuas variaciones.

Un ciclo (se abrevia con la letra c) consiste en una serie completa de cambios

de un potencial, de una onda (tomando como base la línea isoelectrica), lo que corresponde al registro de una curva por arriba de la línea, seguida por otra situada por debajo de la línea.

La frecuencia se refiere al número de ciclos completos que se registran por unidad de tiempo (segundos), es decir, la frecuencia se expresa en unidades de ciclos por segundo (c/s) o Hertz (Hz).

Las diferentes frecuencias en que se suceden los grafoelementos se ordenan en bandas, las que en mayor o menor número de c/s reciben los nombres de: beta, alfa, theta y delta, entonces, "banda" es un rango de frecuencias, es decir, una porción continua de frecuencias de acuerdo a los límites superior e inferior señalados por cierto número de c/s.

Los ritmos electroencefalográficos se refieren a que las ondas que corresponden a determinada banda, se suceden una a otra, con características más o menos semejantes entre sí. De acuerdo a la banda de frecuencia puede haber ritmos beta, alfa, theta o delta. Al ritmo que predomina sobre los demás elementos se le denomina "ritmo de fondo". Un ritmo no sólo se define con base solamente en su frecuencia, sino que también hay que tomar en cuenta su amplitud, morfología, topografía, reactividad, etc. (Niedermeyer, 1999).

La amplitud se refiere a la diferencia de voltaje entre las dos señales que entran al amplificador diferencial y se mide en microvoltios ( $\mu\text{V}$ ); esto se ve como la longitud que existe de un extremo a otro en sentido vertical, tomando en cuenta ambas fases de un ciclo. Por ejemplo, la amplitud del ritmo alfa en adulto sano es aproximadamente de 50 Hz.

La morfología consiste en la forma en que se presentan las ondas; de acuerdo a su contorno se pueden diferenciar múltiples variedades, las ondas sinusoidales reciben ese nombre por tratarse de ondulaciones repetidas, más o menos homogéneas, como en el caso de alfa; las ondas agudas son anchas

en su base y en la porción superior forman un ángulo agudo, las puntas (o espigas) son también de ángulo agudo pero de base más angosta (menos de 80mseg).

La topografía consiste en la localización en el cerebro donde se presentan los grafoelementos, los que de acuerdo a su distribución se les puede describir como generalizados, localizados, dispersos, aislados, o bien como unilaterales, bilaterales o más localizados, en cuyo caso, de acuerdo al lóbulo afectado podrán ser de localización frontal, central, parietal, occipital o temporal. También podría ocurrir, como en el ritmo alfa, la presencia de un gradiente anteroposterior, lo que significa que alfa se expresa principalmente en regiones occipitales.

La reactividad de un ritmo se refiere a su cambio (atenuación, incremento, desaparición) como consecuencia de un evento, generalmente externo. Por ejemplo, el ritmo alfa es reactivo a la estimulación visual porque se atenúa cuando el individuo abre los ojos.

La actividad es un término más general que se refiere a la sucesión de grafoelementos. Por ejemplo, la actividad de fondo que es el ritmo más frecuente en el trazado, ya sea normal o patológico. El término "actividad rítmica" se refiere a una actividad regular que conserva el mismo número de ciclos por segundo durante un tiempo, mientras que le llamamos "actividad arrítmica" cuando es irregular e inestable, la "actividad periódica" consiste en la secuencia de ondas que tienen una cadencia que varía en determinados momentos en forma de periodos regulares en todos los canales, dando origen a una imagen de fenómenos generalizados alternos. O de acuerdo a la banda predominante: beta, alfa, theta o delta, las que pueden ser rítmicas o arrítmicas y a la vez monomorfas (de contornos regulares) o polimorfas (de contornos irregulares).

### 3.3. Ritmos

Como se mencionó, un ritmo se define de acuerdo a su frecuencia, topografía, reactividad, morfología, etc. Los ritmos cerebrales tradicionalmente encontrados en el EEG que se observan en la inspección visual del mismo son: Delta (1-3 Hz), Theta (4-7 Hz), Alfa (8-12 Hz) y Beta (13-30) (Cantor 1999).

El ritmo Delta es de una frecuencia menor que 4 Hz y mayor que 1 Hz. Su amplitud varía entre 150 y 200  $\mu$ V. Se presenta durante los primeros años de vida del ser humano y va desapareciendo con la maduración del sistema nervioso. Sólo durante las fases más profundas del sueño de ondas lentas se presenta en adultos. No se presenta en el adulto normal en estado de vigilia en reposo, pero emerge cuando la actividad mental requiere de una gran concentración ya que está asociado al proceso de inhibición (Harmony et al., 1996). Su morfología puede ser monomorfa o polimorfa (Niedermeyer 1999).

El ritmo Theta tiene un rango de frecuencia de 4 a 7 Hz aproximadamente. Su amplitud es alta pero menor que la del ritmo Delta. Es de mediano o bajo voltaje. No se observa comúnmente en adulto sano durante vigilia, aunque en esta etapa de la vida es el ritmo característico de las primeras fases del sueño de ondas lentas. En la infancia es normal que se presente durante vigilia. En niños es reactivo a la apertura de ojos, por lo que se ha considerado como un precursor del ritmo Alfa. (Niedermeyer, 1999)

El ritmo Alfa se presenta en un rango de frecuencias de 8 a 13 Hz, su morfología es sinusoidal, modulada en amplitud, y fusiforme, su topografía se encuentra en regiones posteriores, con mayor voltaje en regiones occipitales alcanzando zonas parietales y temporales posteriores. Su amplitud es variable y se encuentra alrededor de 50  $\mu$ V en adultos, se aprecia cuando el sujeto está en reposo, en vigilia con los ojos cerrados, relajado y con "inactividad mental" (sin realizar operación mental alguna). Este ritmo se atenúa o desaparece

cuando el individuo abre los ojos, por lo que se dice que el ritmo alfa es reactivo a la apertura de ojos. (Niedermeyer, 1999).

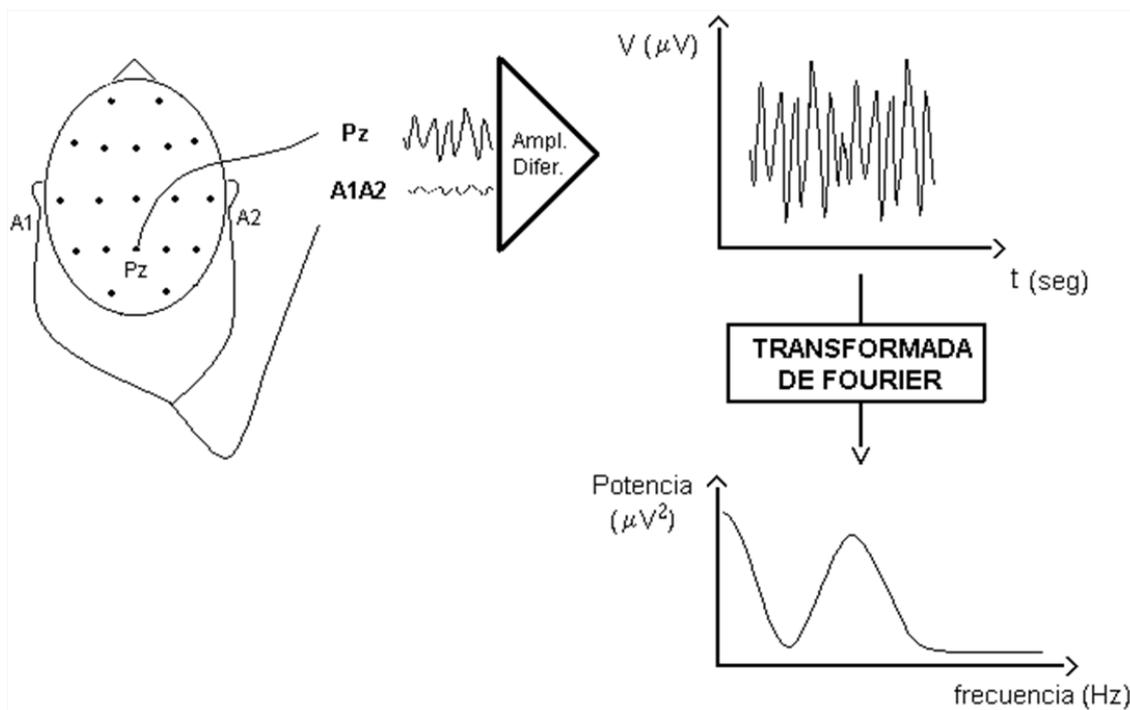
El ritmo Beta presenta una frecuencia mayor a 13 Hz y menor a 30 Hz. No se presenta con una morfología tan regular como el alfa: es variada e irregular, raramente es de 35 a 40 c/s. Es de bajo voltaje y simétrico. Se localiza en las regiones pre y postrolándicas (regiones centrales y frontales) y en algunos casos, debido a las diferencias de grosor de los hemisferios, puede ser asimétrico. Se presenta durante la actividad mental, en vigilia y con ojos abiertos. (Niedermeyer, 1999).

### **3.4. EEG cualitativo y EEG cuantitativo**

Existen dos maneras de analizar un EEG: de manera cualitativa y de manera cuantitativa (QEEG por sus siglas en inglés: Quantitative Electroencephalogram). La primera se refiere al análisis directo del especialista, generalmente un neurofisiólogo clínico, quien es capaz de identificar, mediante la revisión visual del registro, anomalías morfológicas, de frecuencia de aparición de un trazo e incluso de la frecuencia de la señal cuando ésta es evidente. Esta forma de análisis cualitativo es la que se utiliza por excelencia cuando se quiere hacer un diagnóstico de epilepsia. También es llamado Análisis por Inspección Visual.

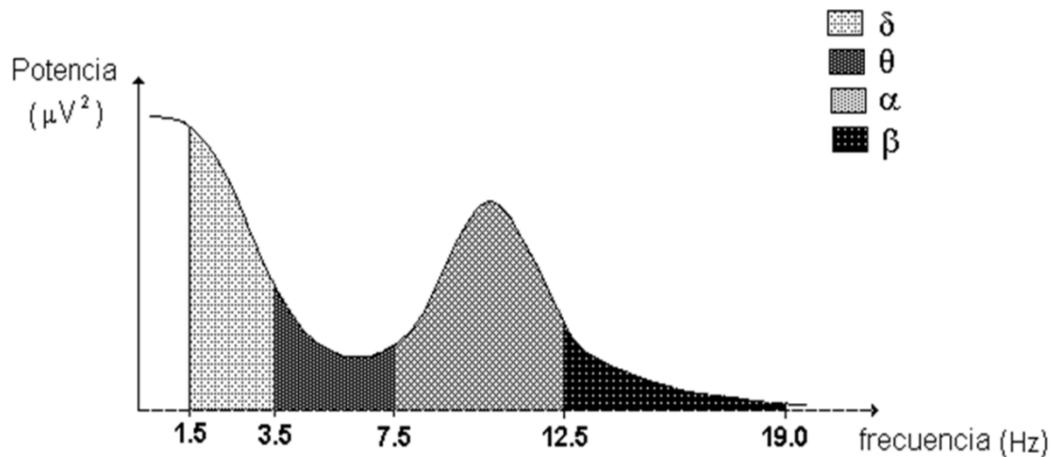
El análisis cuantitativo del EEG permite localizar anomalías que no se pueden detectar por medio del ojo audaz del neurofisiólogo, como es el caso de una actividad electroencefalográfica más lenta que la que corresponde a la edad del sujeto, como la que se observa cuando hay un retraso en la maduración del EEG. El método más usado para obtener los parámetros derivados de este análisis cuantitativo es la Transformada Rápida de Fourier, mediante la cual se convierte la señal del dominio del tiempo al dominio de las frecuencias, por ello se llama análisis de frecuencias del EEG (Figura 2). El

resultado es un espectro de potencias como el que se muestra en la Figura 3.



**Figura 2.** En la figura se muestra cómo se obtiene el EEG en una derivación a partir de la diferencia del registro en esa derivación menos el registro en otro sitio (en este caso, la señal eléctrica de una referencia A1A2 obtenida por cortocircuito del registro en ambos lóbulos auriculares). El EEG es una gráfica del Voltaje en función del tiempo. También se muestra la conversión de la señal del dominio del tiempo (EEG) al dominio de las Frecuencias (espectro de potencias), mediante la Transformada Rápida de Fourier.

En el análisis cuantitativo, dos de las medidas más usadas son la Potencia Absoluta (PA) y la Potencia Relativa (PR). La PA es una medida de energía que se reporta por banda, y la PR es una medida del porcentaje de la energía de una banda en relación a la energía total (Fernández, 2010). En la figura 3, la PA delta se representa como el área bajo la curva limitada por las frecuencias 1.5 y 3.5; por su parte, la PR delta estaría dada por el porcentaje que representa esta área respecto al área total bajo la curva. Más adelante se describirán las características electroencefalográficas de un niño con TA en relación a la PA y a la PR de su EEG.



**Figura 3. Espectro de Potencias del EEG en una derivación. Se distinguen cuatro bandas de frecuencia: Delta, Theta, Alfa y Beta.**

Durante la infancia existe una evolución del EEG, una maduración del mismo. El EEG en estos años de desarrollo debe ser interpretado tomando en cuenta no sólo su análisis cualitativo sino también su análisis cuantitativo, el cual involucra el uso de normas estadísticas basadas en alguna Base de Datos Normativa; sin ello sería prácticamente imposible dar un criterio de normalidad del EEG, principalmente en lo que se refiere a su maduración. Las normas electroencefalográficas deben guiar el trabajo clínico y de investigación de niños.

Una Base de Datos Normativa se hace con individuos normales de diferentes edades; ausentes de cualquier patología. Para cada edad se definen para cada medida (PA y PR) un valor de media (m) y un valor de desviación estándar (S) para cada banda de frecuencias (delta, theta, alfa y beta) y cada derivación (Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz). Tiene que ser para cada edad debido a que si se comparara el EEG de un niño con el EEG de un adulto, por ejemplo, podría concluirse que el EEG del niño presenta anomalías siendo que lo que ocurre es que aún no ha alcanzado la maduración electroencefalográfica del adulto (Niedermeyer, 1999).

Para poder comparar, por ejemplo, el valor de PA de un sujeto en una banda y en una derivación (llámese  $PA_{bd}$ ), se puede obtener el valor Z definido como:

$$Z = (m - PA_{bd}) / S$$

siendo m y S la media y la desviación estándar, respectivamente, de la  $PA_{bd}$  para la edad que tiene ese sujeto. El uso de valores Z permite saber si las características de un sujeto están dentro de un rango normal para su edad, así como realizar comparaciones del mismo individuo a través del tiempo.

Existe abundante literatura que apoya el hecho de que en esta etapa de la vida, a medida que la edad avanza, la PA delta y la PA theta disminuyen (Matousek y Petersén, 1971), mientras que en lo referente a la PA alfa y beta no hay resultados concluyentes. Con respecto a la PR, se ha observado que en la medida en que la edad de un niño aumenta, la PR alfa y beta aumenta mientras que la PR delta y theta disminuye (John et al., 1980). Estas relaciones que se han logrado establecer muestran que el EEGQ juega un rol importante en la evaluación y tratamiento de niños y adolescentes con TA (Chabot et al., 2001).

## 4. TRASTORNO DEL APRENDIZAJE

El término Dificultades de Aprendizaje fue introducido en la comunidad científica por Samuel Kirk en 1962, para referirse a niños con capacidad intelectual dentro de límites normales que presentaban problemas de lectura, escritura, ortografía, razonamiento, lenguaje o cálculo, a pesar de seguir su escolaridad normalmente, desde entonces el término se ha reformulado en varias ocasiones (Portellano, 2008).

Actualmente, el TA se ubica en el Manual de diagnóstico estadístico de los trastornos mentales DSM-IV, dentro de los Trastornos de inicio en la infancia, la niñez o la adolescencia. Este trastorno puede ser específico (trastorno de la lectura, trastorno del cálculo, trastorno de la expresión escrita) o puede ser un trastorno del aprendizaje inespecífico. Se diagnostica cuando el rendimiento de un individuo en lectura, cálculo y expresión escrita, medido mediante pruebas de precisión o comprensión normalizadas y administradas individualmente, se sitúa sustancialmente por debajo de lo esperado de acuerdo a la edad cronológica del sujeto, su coeficiente de inteligencia y la escolaridad propia de su edad. Este bajo rendimiento interfiere significativamente con el rendimiento académico o las actividades de la vida cotidiana que requieren habilidades para la lectura, cálculo, expresión escrita (o las tres). Si existiera un déficit sensorial, las dificultades en la lectura, el cálculo y/o la expresión escrita deben exceder las dificultades que habitualmente se asocian a dicho déficit para que se dé el diagnóstico de Trastorno de Aprendizaje (American Psychiatric Association, 2000).

Es necesario hacer una clara distinción diagnóstica entre el TA Y el TDAH, pues incluso en la práctica médica suelen confundirse aunque corresponden a patologías diferentes. Los niños con TA frecuentemente presentan signos de inatención, pero éstos generalmente no son suficientes para establecer la presencia de un TDAH comórbido con el TA.

Lagae (2008) propone que se puede clasificar a los niños con TA en dos grupos: uno que presenta Dislexia y otro que presenta trastornos en el aprendizaje no verbal.

La dislexia es una dificultad en la lectoescritura de tal grado que los niños que la presentan obtienen puntajes en pruebas de lectura estandarizadas de 2 desviaciones estándar o más, por debajo de lo que corresponde a los niños normales de la misma edad (Rayner y Pollatsek, 1989).

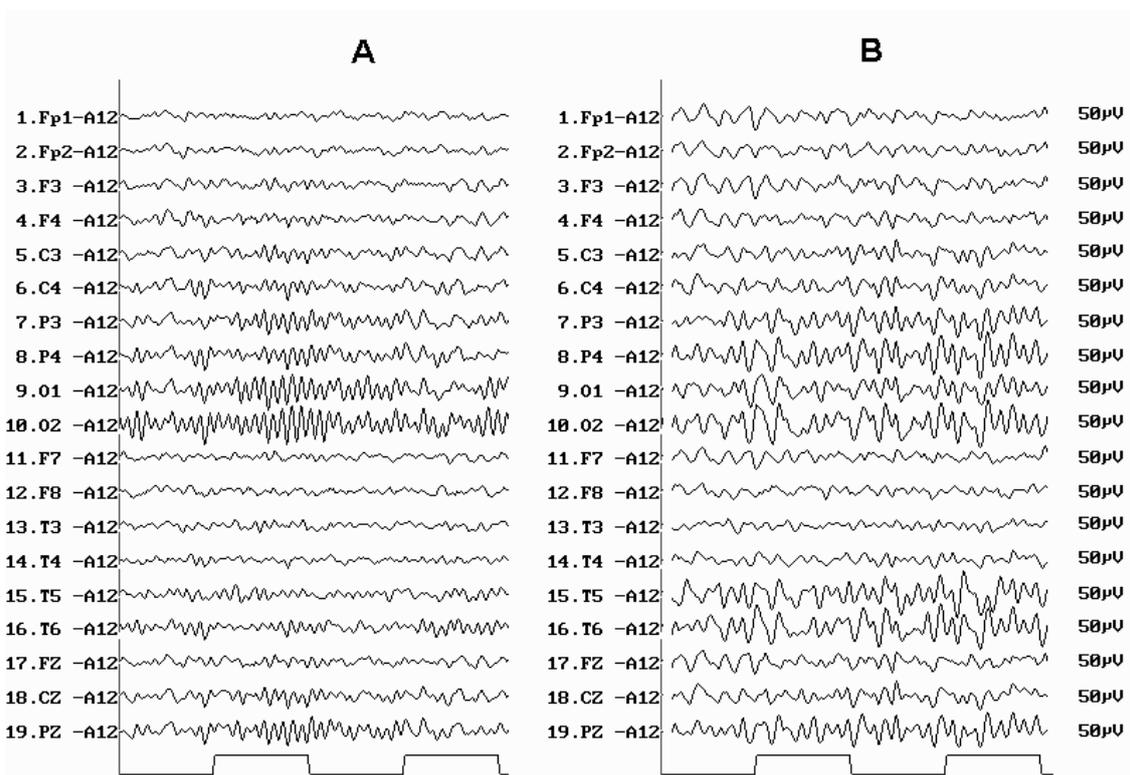
La dislexia también se asocia con problemas en el procesamiento simultáneo (Lassus-Sangosse et al., 2008), en el procesamiento simbólico y en el razonamiento (Baker et al., 1984; Catts et al., 2002; Kerns y Decaer, 1985), así como con déficit específicos en la representación, el almacenamiento y el recuerdo de fonemas (Breteler et al., 2010).

Magallón y Carbona (2009), han encontrado en los niños con trastorno no verbal, dificultades principalmente en la coordinación y automatización motora, en funciones ejecutivas, en la integración visual, lo que desemboca en dificultades en el desarrollo de rutinas, en la comprensión de su contexto y en las habilidades sociales.

En esta tesis, se utiliza la caracterización de TA del DSM-IV, que no involucra esta diferenciación entre Dislexia y Trastorno en el Aprendizaje no verbal. Todos los niños que participaron en esta tesis presentaban un Trastorno de Aprendizaje inespecífico.

#### 4.1 EEG en niños con Trastorno de Aprendizaje

Uno de los rasgos principales del EEG cualitativo de niños con TA es que la actividad eléctrica es más lenta que la de niños normales de la misma edad (Chabot et al., 2001; John et al., 1983), como puede verse claramente en la figura 4.



**Figura 4: A: trazo del EEG de base de un niño control normal de 9 años; B: trazo del EEG de base de un niño de 9 años con TA. Nótese que el EEG del niño que tiene un TA es más lento que el del niño normal. En este caso es muy evidente la diferencia, pero no siempre ocurre así, por lo que es útil hacer un análisis cuantitativo del EEG del niño con TA y compararlo con normas electroencefalográficas para la edad del niño (tomado de Fernández, 2010).**

Según la revisión hecha por Fernández (2010), durante la evaluación cualitativa del EEG con niños con TA se observa principalmente déficit de actividad alfa (Fuller, 1977) y exceso de ondas lentas, tanto en el rango de frecuencias theta (Douglas, 1978; Huges, 1971; John et al., 1983; Lesný et al.,

1977) como en el delta (Huges, 1971; John et al., 1983).

El segundo rasgo principal es que es más frecuente en esta población observar actividad paroxística. Existen en la literatura múltiples investigaciones que han asociado la actividad anormal en el EEG con el TA, las cuales se describen a continuación cronológicamente.

Huges (1971) reportó la presencia de puntas positivas y ondas agudas en niños con TA. En 1977, se reportó una menor reactividad a la apertura y cierre de ojos en la actividad paroxística en niños con TA (Lesný et al., 1977). Delamonica (1984) y Chabot et al. (2001), encontraron ondas agudas en el área occipital y otros focos paroxísticos en áreas occipitales y temporales. También se reporta en estos niños un exceso de delta focal, y asimetría del ritmo delta (Delamonica, 1984; Chabot et al., 2001). Becker et al. (1989) describieron que eran significativamente más frecuentes en niños con TA los signos anormales, como puntas focales, asimetrías consistentes en delta, así como actividad delta polimórfica no paroxística, en comparación con niños normales. En 1992, en una muestra de 232 niños con TA y 56 niños control, se reportó la presencia de actividad paroxística en un 66% de los niños con TA, mientras que en los niños de un grupo control sólo se observaba en un 12.5%; en ambos grupos no había diagnóstico de epilepsia (Álvarez *et al.*, 1992). Este mismo grupo de Álvarez *et al.*, (1992) encontró un Trastorno Cognoscitivo Intermitente (Aarts *et al.*, 1984) en niños diagnosticados con TA sin epilepsia: los niños cometían errores al desempeñar una tarea dada en el momento en que se desencadenaba la actividad paroxística focal, es decir; los paroxismos focales interferían con procesos mentales diferentes en los distintos niños (Alvarez, *et al.*, 1992). Kasteleijin-Nolst, observó este Trastorno Cognoscitivo Intermitente en la mitad de los niños que estudió con TA, de los cuales algunos tenían epilepsia (Kasteleijin-Nolst, 1995).

Aunque hasta ahora el método más eficaz de detectar grafoelementos anormales ha sido la inspección visual, a veces es difícil determinar si la

actividad lenta que presenta un EEG es adecuada para la edad del sujeto o no, sobre todo en estas edades en las que el desarrollo es evidente en periodos muy cortos. Por ello se plantea que el análisis cualitativo y el análisis cuantitativo del EEG son complementarios.

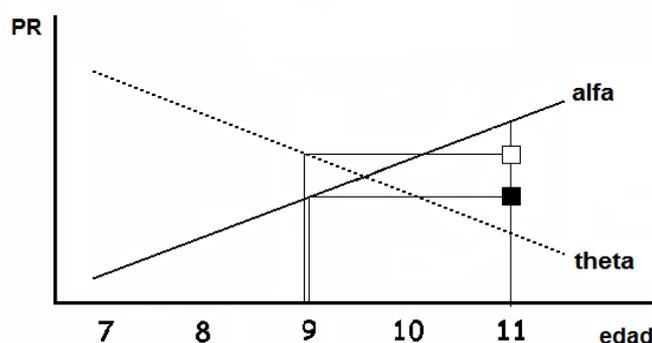
Huges (1999) enfatiza el uso del análisis cuantitativo, pues considera que el QEEG permite observar una concordancia y alta especificidad y sensibilidad en numerosos estudios entre EEG y desórdenes psiquiátricos. Chabot (2001) es más específico en cuanto a las alteraciones psiquiátricas, pues plantea que el QEEG muestra una gran especificidad y sensibilidad que permite hacer evidentes las diferencias entre niños normales, niños con algún trastorno en el aprendizaje y niños con TDAH.

En su capítulo, Chabot (2001) comenta que los niños con Trastorno de Aprendizaje son una población heterogénea en la que, por medio del QEEG, se pueden observar anomalías de un 25% a un 45% en los casos reportados, siendo la actividad lenta del EEG el hallazgo anormal más común. Debido a que esta actividad lenta se manifiesta como un exceso de actividad theta y un déficit de actividad alfa edad (Alvarez et al., 1992; Cantor y Chabot, 2009; Chabot et al., 2001; Fernández et al., 2002; Fonseca et al., 2006; Gasser, 1988; Harmony et al., 1990; John et al., 1981,1983) que hacen que el EEG parezca que es de un niño de menor edad, Harmony (1989) ha interpretado este fenómeno como un retraso en la maduración del EEG (figura 5). En casos en los que el TA es más severo, es común encontrar también un exceso de actividad delta (Fonseca et al., 2006; Harmony et al., 1990; John et al., 1981). Las anomalías en el QEEG pueden estar relacionadas con el rendimiento escolar porque son manifestaciones de alteraciones en el funcionamiento cerebral (Chabot et al., 2001; Fernández, 2010).

En cuanto al análisis del EEG de manera cuantitativa Arns (2007) encontró correlaciones significativas entre test neuropsicológicos y los resultados del

QEEG; él propone que algunas de las diferencias que se observan entre niños normales y niños con dislexia reflejan mecanismos de compensación.

En un estudio de caso de una persona con retraso mental realizado por Damas (2005), se encontró un patrón de afectación generalizado por un aumento de actividad lenta en regiones frontales. Los patrones de especificidad también se mostraron alterados en las regiones frontales de ambos hemisferios cerebrales y en el área temporal izquierda.



**Figura 5: Representación esquemática de la PRTheta y la PRAIfa en el EEG de un niño de 11 años con TA. Las rectas corresponden hipotéticamente al comportamiento normal de estos parámetros electroencefalográficos a medida que aumenta la edad: la PR Alfa aumenta y la PR Theta disminuye. Nótese que el niño de 11 años tiene un valor de PRTheta (cuadrado blanco) y una PR Alfa (cuadrado negro) de un niño normal de 9 años. Por esta razón, algunos autores consideran que los niños con TA frecuentemente tienen un retraso en la maduración electroencefalográfica. (Imagen Tomada de Fernandez 2010).**

Con base en sus investigaciones, Chabot (2001) plantea que el QEEG puede dar información útil para determinar la probabilidad que tienen los niños con trastornos, de aprendizaje o de atención, de responder a un tratamiento médico. Por su parte, Cantor (2009) propone que el QEEG es una herramienta importante para asesorar el tratamiento e incluso para establecer el tratamiento óptimo en dificultades de aprendizaje, retrasos y conductas maladaptativas.

De modo que el QEEG, además de constituir una herramienta diagnóstica en la

población de estudio, es también una herramienta importante para determinar el tratamiento y evaluar los efectos del mismo.

## **5. NEURORRETROALIMENTACIÓN**

La Neuroretroalimentación (NRA) es una terapia que, a través del condicionamiento operante, permite que el individuo aprenda a modificar su propia actividad eléctrica cerebral (Thatcher, 1999), lo cual se ha propuesto que repercute en su conducta (Vernon et al., 2004).

El condicionamiento operante es un proceso mediante el cual una conducta es modificada para que ocurra con mayor frecuencia mediante la aplicación de reforzadores (positivos o negativos). Recuérdese que un reforzador incrementa la probabilidad de ocurrencia de una conducta, mientras que un castigo se utiliza para la eliminación de una conducta, y puede ser cualquier estímulo negativo que se aplique después de la ocurrencia de la conducta (Morris, 1992). Es importante notar la diferencia entre reforzador negativo y castigo: el reforzamiento negativo fortalece una conducta al suprimir algo desagradable; en cambio, el castigo tiende a debilitar una conducta al agregar algo desagradable.

### **5.1. Neuroretroalimentación en niños con Trastorno de Aprendizaje**

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, el diagnóstico de TA no es claro, las muestras han sido muy heterogéneas, constituidas por patologías diversas, y 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 fue aplicado a niños con TA, pero la muestra estuvo integrada por 2 niños con TDAH subtipo inatento, 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,

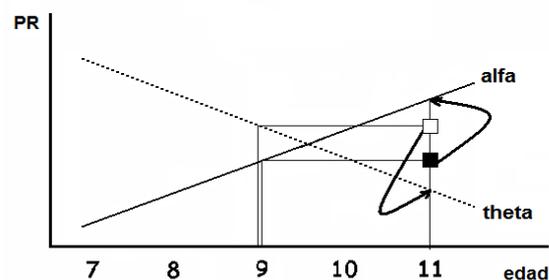
sin reportes de algún EEG que justificara este procedimiento. De manera similar, Linden et al. (1996) también refieren en el título de su artículo que el tratamiento fue aplicado a niños con TA y su muestra estuvo integrada por 18 sujetos con TDAH “algunos de los cuales también manifestaban TA”; el protocolo 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 combinado, ocho con TDAH subtipo inatento, seis con TA y dos con desorden de conducta; en todos utilizó el mismo protocolo: aumento de la frecuencia de 15-18 Hz y disminución de las frecuencias de 4-7 Hz y 22-30 Hz en regiones centrales; tampoco reportan haber tomado en cuenta las características electroencefalográficas de los sujetos.

En vista de tal composición de las muestras, aunque en el título se diga que estos reportes se refieren al tratamiento de NRA en niños con TA, es claro que estos reportes no se refieren a niños con TA. Esto, aparte de la gran variabilidad que introduce en el análisis el hecho de tener muestras tan heterogéneas.

Otro intento de aplicar la NRA a niños con TA ha sido tratar de modificar la actividad electroencefalográfica en aquella región que, según hallazgos neuropsicológicos (comunicación personal: Romano-Micha, 2007 en Fernández, 2010) o imagenológicos, podría estar involucrada en las funciones cognoscitivas en las que ese individuo presenta la alteración; por ejemplo, la región central o temporal izquierda en el caso de un niño con dislexia del desarrollo. Sin embargo, un daño estructural en el plano temporal izquierdo, descrito en la dislexia, no necesariamente tiene una manifestación electroencefalográfica anormal que pudiera ser corregida con la NRA; no debe perderse de vista que mediante la NRA se trata de modificar la actividad eléctrica cerebral, por ello es imprescindible tomarla en cuenta para aplicar este tratamiento.

Apoyándose en el hecho de que la característica electroencefalográfica más frecuente en los niños con TA es un exceso de actividad theta para su edad y

que éste comúnmente se refleja en un déficit de actividad alfa, en el grupo de investigación al que pertenece el presente estudio, hace más de 10 años se decidió aplicar un protocolo de NRA en el que se refuerza positivamente la reducción del cociente P $\theta$ /P $\alpha$  en la derivación en donde este cociente toma los valores anormales más altos para la edad del sujeto, al ser comparados con una Base de Datos Normativa (Valdés et al., 1990), de modo que cada niño recibe un protocolo específico, sobre todo en cuanto a la localización topográfica se refiere, para tratar que los valores de este cociente P $\theta$ /P $\alpha$  que su EEG posee, se aproximen a los valores normales para su edad (Figura 6). Para mayor comodidad en lo que resta de esta tesis se denominará  $\theta/\alpha$  al cociente P $\theta$ /P $\alpha$ . Dada la gran variabilidad del EEG, es muy importante realizar varios estudios de EEG para identificar cuál es la región con base en la cual se dará el tratamiento.



**Figura 6:** Las flechas indican de una manera esquemática lo que se desea que haga la neuroretroalimentación: incrementar la PRA $\alpha$  y disminuir la PR $\theta$  del niño de 11 años para que sus valores se acerquen a la normalidad. Los valores normales están representados en las rectas (ver Figura 5). Es de esperar que estos valores se aproximen a los valores normales para su edad cuando el cociente  $\theta/\alpha$  lo hace.

A continuación mencionaremos algunas ventajas que tiene el protocolo que empleamos (ver Método), principalmente en dos sentidos: tratar de lograr mayor eficiencia en el aprendizaje y reducir la introducción de posibles interferencias con el aprendizaje:

- La tarea del individuo es lo más simple posible, por ello se utilizó un solo estímulo. Emplear un solo estímulo hace más simple la tarea que si se emplearan dos o más estímulos y, como consecuencia, hay una mayor contingencia del reforzador con la respuesta, por lo tanto, el aprendizaje es más eficiente (Stevenson y Wright, 1966). Por esta razón, en vez de reforzar por separado la reducción de la PA theta y el aumento de la PA alfa (o de castigar por separado el incremento de la PA theta y la reducción de la PA alfa) reforzamos la reducción de  $\theta/\alpha$  (o castigamos el incremento de  $\theta/\alpha$ ).
- El estímulo empleado como reforzador es de gran sencillez (detallado en el Método). Según la teoría sobre condicionamiento operante, un aprendizaje más eficiente se asocia a una mayor contingencia del reforzador con la respuesta, por lo tanto un estímulo más simple, como un tono o un *flash*, permite que tal contingencia sea mayor (Stevenson y Wright, 1966).
- El estímulo empleado como reforzador es de modalidad sensorial auditiva. Se sabe que el tiempo de reacción a estímulos auditivos es menor que a estímulos visuales, de ahí que se emplee un tono de 500 Hz a 60 decibeles. Esto también incrementa la contingencia entre el reforzador y la respuesta.
- El protocolo solamente involucra las bandas theta y alfa. Por un lado, no hay una relación tan clara entre estas bandas y la presencia de TA y, por otro lado, en las bandas delta y beta se introducen los artefactos que se observan con mayor frecuencia en el EEG: electrooculograma y electromiograma, respectivamente. Si uno tratara de controlar mediante la NRA estas bandas de frecuencia, uno podría correr el riesgo de que el sujeto lo lograra modificando sus movimientos oculares o su contracción muscular, lo cual estaría muy lejos de la obtención del aprendizaje que uno desearía que tuviera.

Según la revisión de Cantor y Chabot en el año 2009, hasta ese momento sólo

se habían publicado tres artículos que exploran los efectos de la NRA en niños con TA: Fernández et al. (2003), Becerra et al. (2006) y Fernández et al. (2007), realizados por el grupo de investigación al que pertenece el autor de esta tesis. En todos ellos se empleó un reforzador positivo.

García (2006), quien explora la aplicación de reforzador negativo, concluye que Tanto el reforzador positivo como el negativo producen una aceleración en la maduración del electroencefalograma y una reducción de los signos conductuales característicos del Trastorno del Aprendizaje.

Sin embargo, un aspecto debería aún ser resuelto para que el tratamiento de NRA descrito para esta población pudiera ser clasificado como “eficaz” según los lineamientos para la evaluación de eficacia clínica de intervenciones psicofisiológicas, asentados por La Vaque et al. (2002): sería necesario que la superioridad de este tratamiento hubiera sido demostrada por más de un grupo de investigación y esto aún no sucede; por lo tanto, en términos estrictos, este tratamiento es “probablemente eficaz”. No obstante, debe resaltarse que, excepto por este punto, el tratamiento satisface las condiciones para ser considerado “eficaz” e incluso las rebasa, ya que recientemente López-Alanís (2010) demostró que la mejoría observada en la lectura de estos niños, está sustentada por cambios neurobiológicos que se evidencian en los Potenciales Relacionados con Eventos, en particular por la presencia de un componente N400 posterior al tratamiento en sujetos en los que este componente no era evidente antes del tratamiento.

A pesar de que no existen otros trabajos de NRA en niños con TA, hay un estudio en niños con dislexia, el cual fue realizado por Breteler et al. en 2010; en este estudio se asignó al azar a diecinueve niños diagnosticados con dislexia, ya fuera a un grupo experimental (de 10 niños) que recibió tratamiento de NRA o a un grupo control (de 9 niños); los niños de ambos grupos recibieron, de manera adicional al tratamiento de NRA, clases correctivas. El protocolo aplicado fue muy complejo, utilizando medidas de potencia y de

coherencia (evalúa la relación entre dos derivaciones); se dieron 20 sesiones en 10 semanas. Los autores concluyeron que el tratamiento de NRA producía cambios electroencefalográficos, sin diferencias entre los grupos, que no corresponden a un patrón de maduración, sin embargo éste no es un problema referido en niños con dislexia. Desde el punto de vista conductual, observaron una mejoría en la tarea que consistía en deletrear palabras, lo que denota una mejoría ortográfica, mayor en el grupo experimental, aunque la diferencia entre grupos no fue significativa; la falta de otros cambios, incluida la lectura, hace que los autores consideren que la mejoría conductual estuvo más asociada a las clases correctivas que al tratamiento de NRA. El incremento significativo observado en la coherencia de la banda alfa principalmente entre la región frontal y la parietal izquierda, consideran que podría ser un indicativo de una mejoría en el proceso de atención considerando las mejoras en ortografía. Los autores proponen en el artículo considerar los subtipos de dislexia para refinar estudios futuros. Tal vez también sería conveniente considerar las anomalías electroencefalográficas diferentes por separado, unificando el protocolo de tratamiento para todos los individuos, pues emplear protocolos tan distintos entre sí, incrementa la heterogeneidad de las muestras, haciendo muy difícil observar diferencias en los promedios; asimismo, el uso de métodos estadísticos paramétricos en un estudio en el que se violan con seguridad los requerimientos de los métodos, dado el pequeño tamaño de las muestras, nos fuerzan a tomar con reservas los resultados de este artículo.

## IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presente investigación es un seguimiento a largo plazo (3 años) de la investigación realizada en 2006 en la cual se le dio tratamiento de NRA a dos grupos de niños con TA: a un grupo de 8 niños se le dio tratamiento con reforzador positivo (R+) y otro grupo recibió tratamiento con reforzador negativo (R-). Al analizar los efectos del correspondiente tratamiento inmediatamente y dos meses después de finalizado éste, se encontró que ambos grupos presentaban mejoría electroencefalográfica y conductual. Fueron mayores y más rápidos los efectos en el grupo al que se le dio tratamiento con reforzador negativo (García, 2006).

La literatura en Teoría del Aprendizaje del Condicionamiento Operante señala que aquellos aprendizajes que se obtuvieron por medio de Reforzadores Negativos, si bien son más rápidos, tienen menor resistencia a la extinción (Gross, 1998). Sin embargo, en el caso específico de la NRA esto no ha sido comprobado empíricamente.

No se sabe cuál tipo de tratamiento de NRA tendrá mayor resistencia a la extinción. Para saberlo es necesario evaluar los efectos a largo plazo en la conducta, cognición y EEG de los niños con TA que recibieron el tratamiento de NRA ya sea con Reforzador Positivo o Reforzador Negativo, lo cual constituye el objetivo principal de la presente tesis.

## V. JUSTIFICACIÓN

Los niños con TA constituyen entre el 5 y el 12% de la población en edad escolar. Dada la alta incidencia de este trastorno se hace necesaria la investigación de terapias que puedan ayudar a estos niños (Fletcher y Kaufman, 1995).

Gran parte de los niños con TA en edad escolar presenta un retraso en la maduración de su EEG. Esto significa que la actividad eléctrica de su cerebro podría considerarse normal en un niño de menor edad. Por lo tanto, desde el punto de vista orgánico, el niño a los 6 años no tendría las herramientas para poder desarrollar procesos mentales propios de los 6 años, es decir, este niño podría no estar capacitado para leer, escribir y hacer operaciones matemáticas, pero debe ingresar en primaria. De no poner remedio pronto a esa situación el niño podría también desarrollar problemas emocionales pues su autoestima se vería comprometida. La terapia de NRA, aplicada tempranamente, ha demostrado ser útil a muy corto plazo (Fernández et al., 2003) en la remisión de los signos de TA, perdurando estos efectos más de dos años y mejorando la autoestima de los niños que ya estuviera dañada (Becerra et al., 2006).

Con el fin de optimizar el tratamiento de NRA se propone la presente investigación, en la cual se desea evaluar cuál de los dos aprendizajes (NRA $\theta/\alpha$  con Reforzador Positivo o NRA $\theta/\alpha$  con Reforzador Negativo) tuvo un efecto más perdurable en el tiempo.

## VI. OBJETIVOS

### Objetivo General

Realizar una comparación de los efectos en la conducta y en el EEG entre ambos grupos que recibieron tratamiento de NRA (Grupo R+ y Grupo R-) para evaluar si se satisface lo que propone la literatura sobre Condicionamiento Operante en cuanto a que los efectos del Reforzador Positivo tienen mayor resistencia a la extinción que los efectos del Reforzador Negativo.

### Objetivos Particulares

- ↪ Comparar intraindividualmente las evaluaciones realizadas tres años después del tratamiento de NRA con las evaluaciones realizadas antes de recibir el tratamiento en cada uno de los grupos de niños con TA sometidos a tratamiento (R+ o R-), por separado, en cuanto a:
  - el CI Total y las subescalas de la escala de inteligencia WISC-R.
  - RAVEN
  - TOVA
  - CONNERS PADRES
  - CONNERS MAESTROS
  - LECTO-ESCRITURA
  - ENTREVISTA A PADRES
  - EEG
  
- ↪ Comparar a los grupos, con el fin de determinar que tipo de tratamiento tiene mayor resistencia a la extinción, es decir, mejores efectos a largo plazo., en cuanto a:

- el CI Total y las subescalas de la escala de inteligencia WISC-R.
- RAVEN
- TOVA
- CONNERS PADRES
- CONNERS MAESTROS
- LECTO-ESCRITURA
- ENTREVISTA A PADRES
- EEG

## **VII. HIPÓTESIS**

1. Ambos grupos continuarán mostrando mejoría en la conducta después de tres años de haber recibido el tratamiento, por lo que se podrá concluir que la NRA, aplicada con reforzador positivo o con reforzador negativo, es exitosa para el tratamiento de niños con TA y retraso en la maduración de su EEG.
2. Los niños que recibieron tratamiento de NRA con Reforzador Positivo mostrarán mayor resistencia a la extinción que los que recibieron tratamiento con Reforzador Negativo, como lo marca la literatura de la Teoría del Aprendizaje, que constituye el marco conceptual de la presente tesis.

## VIII. POBLACIÓN Y MÉTODO

Esta es una investigación longitudinal. Será a partir de los resultados obtenidos en evaluaciones de pruebas cognoscitivas aplicadas tres años después del tratamiento de NRA, que se harán conclusiones sobre la eficacia o conveniencia de uno u otro tipo de tratamiento. Es una investigación experimental. De análisis cuantitativo, cuantitativo y descriptivo.

### SUJETOS

La muestra está constituida por 15 de los 16 niños con TA que fueron seleccionados en la investigación de García (2006). Para seleccionarlos en 2006 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) Test de Raven
- h) Prueba de atención TOVA
- g) EEG en condición de reposo

Se incluyeron en el estudio aquellos sujetos que cumplieron con todos los criterios de inclusión, exclusión y eliminación:

#### CRITERIOS DE INCLUSIÓN (En 2006)

- a. Edad entre 6 y 10 años.
- b. CI mayor o igual que 70 para descartar la presencia de retraso mental.

- c. Diestros.
- d. Examen neurológico normal.
- e. Diagnóstico de TA de acuerdo a los criterios del DSM-IV, es decir, el niño debía presentar en pruebas estandarizadas un desempeño significativamente inferior al esperado para su edad, grado escolar y nivel intelectual. En otras palabras, el niño debía manifestar por lo menos dos 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 la lectura, 3) obtener una puntuación menor que 8 en la subprueba de aritmética de la prueba WISC-R. Además, el neurólogo a partir de la exploración que realizó debía considerar viable la posibilidad de que el niño tuviera un TA.
- 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  $\theta/\alpha$  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. Carta de consentimiento informado firmada por el Padre o Tutor.

#### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN (En 2006):

- a. Trastornos psiquiátricos (excepto TA).
- b. Antecedentes de enfermedades del SNC que pudieran dejar secuelas.
- c. Alteraciones morfológicas importantes en el estudio de Resonancia Magnética.
- d. Niñas con menarquia.
- e. Actividad paroxística en el EEG en el rango de frecuencias de la banda alfa; esto con la intención de no incrementar la actividad paroxística.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN (En 2006):

- a. Más de dos faltas consecutivas.
- b. No completar las evaluaciones.

Dieciséis niños cumplieron los Criterios de Inclusión y se conformaron los dos grupos mencionados de manera pseudoaleatoria, incluyendo a 8 niños en cada grupo, de modo que entre los grupos, en promedio, no hubiera diferencias en edad, sexo, CI, nivel sociocultural y puntaje global de la prueba TOVA.

En la tesis de García (2006), a los 16 niños, se les dividió en dos grupos de 8 cada uno a los cuales se les dio terapia de NRA:

Grupo R-: NRA con reforzador negativo (8 niños)

Grupo R+: NRA con reforzador positivo (8 niños)

En la presente tesis el único CRITERIO de inclusión es haber pertenecido al estudio de García (2006). El criterio de eliminación es que no se completen las evaluaciones del seguimiento. Uno de los sujetos fue excluido; la madre de uno de los niños del grupo R+ no quiso que su hijo asistiera a las evaluaciones del presente seguimiento, de manera que en esta tesis participaron 15 de los 16 sujetos tratados previamente, quedando:

Grupo R-: NRA con Reforzador Negativo (8 niños).

Grupo R+: NRA con Reforzador Positivo (7 niños).

## **INSTRUMENTOS**

Fueron utilizados por García (2006) los siguientes instrumentos a través de toda la investigación para determinar los cambios en la conducta de los niños:

- WISC–R (Wechler Intelligence Scale for children- edición revisada).
- Test de RAVEN
- Figura humana de Gooudenough
- Prueba de atención TOVA

- Entrevista a Padres
- Conners Padres
- Conners Maestros

Sin embargo en la presente tesis, fue excluido el Test Figura humana de Gooudenough debido a que a pesar de que la prueba fue aplicada de acuerdo a los criterios de Gooudenough, los resultados arrojados fueron espurios, con lo que fue imposible hacer cualquier clase de manipulación cuantitativa o cualitativa con ellos pues en algunos casos no era concordante el desempeño del sujeto en las otras pruebas cognitivas con el resultado en esta, algunos dibujos eran caricaturizados o simplemente adoptaban figuras humanas que puntuarían al sujeto en una edad mental muy por debajo de su edad cronológica, incluso cuando el mismo sujeto tuviera un buen desempeño en subpruebas del WISC-R o en su puntaje del RAVEN. Según Gardner e Ives (1984) los niños de 7 a 12 están interesados en esquemas, modelos y clasificaciones propios de su cultura, sin embargo es común también en esta edad encontrar en algunos niños una pérdida de interés por el dibujo.

A ambos grupos se les evaluó antes, inmediatamente después, dos meses después y tres años después de recibir el tratamiento de NRA. Se realizaron dos tipos de análisis: un análisis cuantitativo en el que se exploran las diferencias intraindividuales a través del tiempo y otro análisis cualitativo entre los grupos que recibieron distintos tipos de tratamiento.

### WISC-R

El WISC- R es la prueba de inteligencia de la escala Wechsler estandarizada para edad escolar en su versión Revisada. Consta de dos partes: una verbal y una de ejecución, 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
  - e) Comprensión
- Suplementaria: Retención de Dígitos

Las subpruebas de la Escala de Ejecución son:

- a) figuras incompletas
  - b) ordenación de dibujos
  - c) diseño con cubos
  - d) composición de objetos
  - e) claves
- Suplementaria: Laberintos (Wechsler, 1981).

En la prueba de WISC-R se analizó:

- El CI Total de cada sujeto
- El CI Verbal, es decir la puntuación total de esta subescala
- El CI de Ejecución, la puntuación total de esta subescala
- La puntuación de cada una de las subpruebas que componen la Escala Verbal
- La puntuación de cada una de las subpruebas que componen la Escala de Ejecución

## RAVEN

El test de Raven es una prueba de la capacidad de razonamiento no verbal con base a estímulos figurativos (Raven y Court, 1986).

La prueba mide la capacidad de un sujeto para hacer comparaciones, razonar por analogía y organizar las percepciones espaciales en un todo relacionado sistemáticamente.

Permite valorar las principales operaciones cognitivas involucradas en el pensamiento abstracto, el nivel desarrollo intelectual, permite ver la claridad de

observación así como el nivel de desarrollo intelectual.

Se presentan figuras geométricas, cada una de las cuales representa una fuente o sistema de pensamiento. Cada serie integra una escala de matrices de complejidad creciente. Consta de 36 reactivos a color y es para una población de 5 a 11 años de edad.

### FIGURA HUMANA

Es una prueba corta de inteligencia no verbal con la que se obtiene la edad mental de un niño. Requiere dibujar una persona y se otorgan puntos por las partes dibujadas. Cubre las edades de 0 a 15 años. El propósito de la prueba es medir madurez intelectual, la habilidad para formar conceptos de tipo abstracto. Esta habilidad comprende: percepción, abstracción y generalización.

La evaluación de los dibujos de la Figura Humana sirve como una forma de medir la complejidad de la formación de conceptos. Se usa Figura Humana porque es la figura más familiar y significativa para el niño. Es un instrumento aceptable para medir la habilidad cognoscitiva, aunque no se justifica su uso como medida de inteligencia y nunca puede ser usada para tomar decisiones.

En esta investigación de seguimiento se excluyeron los resultados de esta prueba.

### TOVA

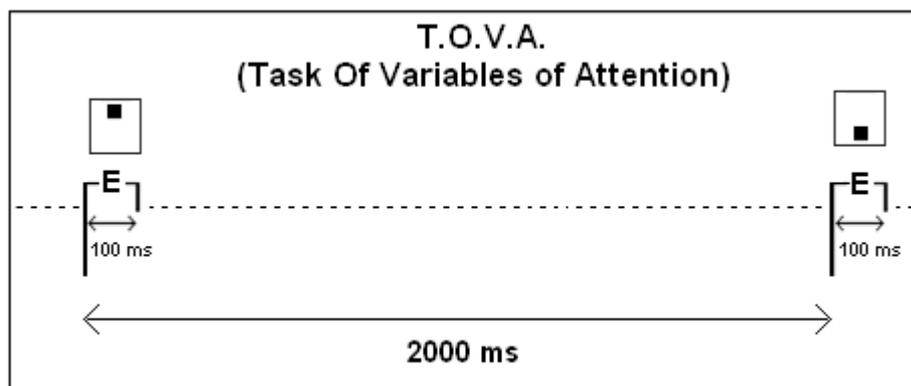
La prueba TOVA (por sus siglas en inglés: Test Of Variables of Attention) fue desarrollada por Greenberg y Kindschi (1996) como un instrumento estandarizado para evaluar el proceso de atención. Es una prueba computarizada que mide atención e inhibición, y tiene una duración de 21.6 minutos.

Para su aplicación se realiza en un cuarto sin ruido, iluminación adecuada, una computadora con el programa y un botón con el que el sujeto dará la respuesta. La prueba computarizada da los resultados crudos (porcentajes de errores de omisión, porcentaje de errores de falsas alarmas, tiempo de reacción, variabilidad del tiempo de reacción, D Prima y puntaje global), así como los valores Z derivados de su comparación con bases de datos normativas por edad y por sexo.

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

La versión visual consta de dos estímulos: un cuadrado blanco con un cuadradito negro en su parte superior (estímulo “blanco”), y un cuadrado blanco con un cuadradito negro en su parte inferior (estímulo “no-blanco”). Cada 2 segundos aparece un estímulo en el monitor durante 100 milisegundos (figura 7). Cada vez que aparece el estímulo “blanco” el sujeto debe presionar el botón con su mano derecha lo más rápidamente posible.

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 100ms y el sujeto debe presionar el botón con su mano derecha lo más rápidamente posible cuando escucha el estímulo “blanco”.



**Figura 7: versión visual de la prueba TOVA (Task Of Variables of Attention). En esta prueba se presentan dos estímulos: estímulo “blanco” (a la izquierda) y estímulo “no-blanco” (a la derecha), cada estímulo tiene una duración de 100 ms. El tiempo inter-estímulo es de 2000 ms.**

Tanto para la versión visual como para la auditiva en la primera mitad y en la segunda mitad los estímulos tienen diferente frecuencia de aparición: Durante los primeros 10.8 minutos aparece frecuentemente el estímulo “blanco”, de modo que el sujeto debe presionar muchas veces el botón para hacer correctamente la tarea. En los siguientes 10.8 minutos, el estímulo que aparece más frecuentemente es el estímulo “no-blanco”, así que el sujeto debe presionar muy poco el botón para ejecutar correctamente la tarea, es decir, debe inhibir la intención frecuente de apretarlo. Comparando ambas partes de la prueba, es posible decir que la primera parte mide principalmente la conducta atenta y la segunda parte mide la conducta impulsiva de un sujeto dado, esto debe ser tomado con las consideraciones debidas, sabiendo que entre los procesos ejecutivos subyacen relaciones complejas.

Las variables que aporta este instrumento y se tomarán en cuenta para su análisis son:

1. Porcentaje de Omisiones (%Om): Es considerada como una medida de inatención, estos errores ocurren cuando el sujeto no responde al estímulo “blanco”, cuando el sujeto omite presionar el botón cuando el estímulo “blanco” aparece.
2. Porcentaje de Falsas Alarmas (%FA): Se considera una medida de impulsividad o desinhibición. Son errores que ocurren cuando el sujeto

responde incorrectamente al estímulo “no blanco” porque no inhibe la acción de responder.

3. Tiempo de Reacción Promedio (TR): Es el promedio de todos los tiempos de reacción en respuesta a los “blancos”. Es la medida del tiempo de procesamiento promedio que le toma al sujeto para responder correctamente a un “blanco”; es el tiempo que transcurre entre la aparición de un estímulo “blanco” y la respuesta del sujeto presionando el botón.
4. Variabilidad del Tiempo de Reacción (VTR): Es la Varianza de los tiempos de reacción. Esta medida es muy importante pues parece ser una de las que mejor discrimina a los sujetos con TDAH.
5. La D Prima (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.
6. 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 y sexo. Si el puntaje global TOVA es menor que -1.80, se concluye que los resultados de la prueba no estuvieron dentro de límites normales para la edad y el sexo del individuo. Esta medida sólo se reporta en la versión visual de la prueba TOVA.

Se calcula con base en la siguiente fórmula:

$$\text{ADHD score} = Z \text{ TR}(1\text{ra mitad}) + Z \text{ d}'(2\text{da mitad}) + \text{VTR (total)}$$

Debido a que en esta tesis se están comparando resultados con diferencia de tres años, lo óptimo es emplear medidas que eliminen el efecto de la edad, como es el caso de la variable Z, ya que se quiere explorar qué tan perdurables son los cambios que ocurrieron en estas medidas con la menor interferencia posible de otras variables. Por esta razón las comparaciones se realizaron empleando los valores de desviación estándar respecto a las normas (por edad y sexo) de todas estas variables, excepto en el caso del Puntaje Global del

TOVA que en sí mismo ya conlleva la eliminación del efecto de la edad. Para la interpretación de los resultados es necesario tomar en cuenta que a medida que esta desviación estándar es más negativa, significa que el problema es mayor, considerándose dentro de límites normales los valores entre -1 y 1 (Greenberg y Kindschi, 1996 p. 72); un valor superior a 1 significa que el sujeto tiene un desempeño mejor que el promedio para su edad.

### ENTREVISTA A PADRES

La entrevista a Padres, fue realizada en el laboratorio de Psicofisiología de la UNAM, no es una prueba estandarizada. Permite indagar sobre la conducta de los niños con TA para conocer cómo es percibida por sus padres.

Se tomaron en cuenta 25 preguntas cuya respuesta es dada en una escala del 0 al 4; donde 0 es nada y 4 es dificultades severas.

Los factores que indagan las preguntas son:

1. Dificultades en el aprendizaje
2. Dificultades en la atención
3. Dificultades en la memoria
4. Dificultades en la escritura
5. Dificultades en la Lectura
6. Dificultades en el Cálculo
7. Problemas de Impulsividad y control
8. Conducta Oposicionista
9. Problemas Sociales

Al dar el padre una respuesta de 0 a 4 es posible saber, a consideración de éste, el grado de dificultad que puede tener el niño en cada factor.

## CONNERS PADRES

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 para las distintas edades. Contiene 80 reactivos, los Padres califican de acuerdo a si el niño tiene o no el comportamiento señalado en una escala de 0 a 3, siendo 0 lo más infrecuente y 3 lo más frecuente de la conducta señalada. Los elementos a evaluar son:

- A) Conducta Oposicionista. Tiene tendencia a romper las reglas, tiene problemas respetando a las autoridades, 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 período 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, tienen 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 Conners de TDAH. Identifica a los niños que “corren del riesgo” de ser diagnosticados con TDAH.

## CONNERS MAESTROS

La Escala de Calificación para el Maestro Conners (Conners, 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 Conners. Consta de 39 reactivos que evalúan 6 factores: Conducta Oposicionista, Problemas de nivel Cognitivo-Distracción, Hiperactividad, Ansioso-Tímido, Perfeccionista, Problemas Sociales, y el Índice Conners de TDAH.

Es importante tomar en cuenta las dos escalas, para padres y para maestros, debido a que uno de los criterios del DSM-IV para el diagnóstico de TDAH es que los síntomas deben manifestarse en dos ambientes diferentes.

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.

También, a lo largo de toda la investigación, García (2006) empleó el EEG como instrumento de medición, pues es aquel sobre el que se desea incidir al emplear el tratamiento de NRA.

## ELECTROENCEFALOGRAMA

El registro y la edición del EEG se llevaron a cabo utilizando el equipo *MEDICID IV*, distribuido por *Neuronic S.A. de C.V.* El análisis se realizó utilizando el programa *Neuronic Quantitative EEG*.

### *Registro:*

El registro de EEG se realizó en una condición de reposo con ojos cerrados; el niño estaba sentado cómodamente, dentro de una cámara sonoamortiguada con iluminación tenue. Se le colocó una gorra "Electrocap", con las 19 derivaciones del Sistema Internacional 10-20 y se utilizó como referencia los lóbulos de las orejas cortocircuitados (A1A2). La frecuencia de muestreo fue de 5ms y se empleó un filtro pasa-banda de 0.5 Hz a 50 Hz, con un factor de ganancia de 20000x. La impedancia de los electrodos no excedió los 10 k $\Omega$ .

### *Edición:*

Se seleccionaron 24 segmentos, libres de artefactos, de 1280 ms cada uno. Estos parámetros no son arbitrarios, sino que fueron los parámetros empleados al construir la Base de Datos Normativa, por ello son los que se deben utilizar para que los resultados, al hacer la comparación con las normas, sean confiables.

### *Análisis:*

Se calculó la PA y la PR en cada una de las cuatro bandas de frecuencia para cada una de las 19 derivaciones, empleando la Transformada Rápida Fourier implementada en el programa *Neuronic Quantitative EEG*. En este mismo programa se obtuvieron los valores Z para la edad del sujeto de cada una de estas variables. La razón para emplear en esta tesis valores Z es que se quiere hacer un análisis de los cambios electroencefalográficos independiente de la maduración del EEG. En estas edades, el proceso de maduración del EEG es muy importante y podría oscurecer el efecto del tratamiento.

En un programa desarrollado por el Dr. Jorge Bosch (2000) se calculó el valor

Z del índice  $\theta/\alpha$  para cada derivación. En esta tesis se considera anormal el presentar un exceso de actividad theta y un déficit de actividad alfa, pero no lo contrario; por lo tanto se empleará una distribución de una sola cola, por ello se considerará que el valor Z de este índice es anormal cuando es superior a 1.645.

Antes del tratamiento se realizó más de un registro de EEG y se siguió el procedimiento descrito con el fin de determinar con mayor certeza cuál es la derivación donde este índice tomaba el valor más anormal. Al tener dos registros en los que la misma derivación resultara ser la más anormal, se seleccionaba de preferencia el último, a no ser que tuviera demasiados artefactos.

Las variables electroencefalográficas empleadas para realizar las comparaciones que permiten explorar los efectos de la NRA serán los valores Z del índice  $\theta/\alpha$  en la derivación más anormal y los valores Z de la PA y de la PR en cada derivación y en cada una de las bandas.

## **TRATAMIENTO DE NEURORRETROALIMENTACIÓN**

En la Tabla 1, se muestra la derivación en la que los sujetos obtuvieron el valor anormal más alto del índice  $\theta/\alpha$ , misma con base en la cual se aplicó el Tratamiento de NRA. Como se puede observar todos los sujetos tenían un coeficiente  $\theta/\alpha > 1.645$ , lo que se interpreta como un retraso en la maduración de su Actividad Eléctrica Cerebral.

**TABLA 1**  
**DERIVACIÓN DONDE SE APLICÓ EL TRATAMIENTO DE NRA Y VALORES**  
**DEL ÍNDICE  $\theta/\alpha$  ANTES DE LA NRA.**

| SUJETOS  |            |            |
|----------|------------|------------|
| Grupo R+ | Deriv. NRA | theta/alfa |
| 1        | T6         | 2.3677     |
| 2        | T6         | 1.8328     |
| 3        | C3         | 3.6343     |
| 4        | T5         | 3.4171     |
| 5        | C4         | 2.7281     |
| 6        | C4         | 2.2838     |
| 7        | C3         | 3.6411     |
| Grupo R- |            |            |
| 8        | O2         | 1.9091     |
| 9        | C3         | 2.6819     |
| 10       | T5         | 2.2031     |
| 11       | C3         | 1.7081     |
| 12       | P4         | 2.0667     |
| 13       | Fp1        | 2.3908     |
| 14       | F8         | 2.6582     |
| 15       | C3         | 3.7268     |

Al Grupo R+ se le dio un Reforzador Positivo ante la reducción del cociente  $\theta/\alpha$ . El equipo de NRA emitía un sonido (tono de 500 Hz) inmediatamente después que el cociente  $\theta/\alpha$  fuera menor que cierto valor umbral (este valor umbral se determinaba en la primera sesión tomando el criterio de que el niño debía recibir el reforzador entre el 60 y el 80% del tiempo. Se le decía al niño: “cada vez que escuches ese sonido significa que tu cerebro estaba trabajando bien”, como el niño quiere que su cerebro trabaje bien, el sonido constituye un reforzador positivo para que se reduzca el valor de  $\theta/\alpha$ . Por supuesto, lo ideal es que  $\theta/\alpha < 1.645$ ; sin embargo el aprendizaje debe hacerse gradualmente.

En cambio, al Grupo R- se le dio un Reforzador Negativo ante el aumento de del cociente  $\theta/\alpha$ . El equipo de NRA emitía el mismo sonido inmediatamente después de que el cociente  $\theta/\alpha$  fuera menor que cierto valor umbral fijado en la primera sesión. Se procedió de manera semejante que en el grupo R+, excepto

por que en este caso se les dijo a los niños: “cada vez que escuches ese sonido, significa que tu cerebro estaba trabajando mal”, cada vez que el niño escuchaba el sonido, tenía que evitarlo por las implicaciones negativas que esto tenía, aumentando así la conducta de reducción del cociente  $\theta/\alpha$ .

## **ANÁLISIS DE RESULTADOS:**

1.- Dado que la composición del grupo R+ es diferente al del estudio de García (2006) es importante determinar si existen o no diferencias entre los grupos, ya que de no existir diferencias entre los sujetos de estos grupos, las diferencias que se observen pueden adjudicarse al tratamiento de NRA. Para ello se compararon los dos grupos en cuanto a edad, sexo, coeficiente intelectual total, ingreso per cápita familiar, e índice  $\theta/\alpha$  en la derivación seleccionada para la NRA.

2.- Para evaluar los efectos a largo plazo de cada uno de los tratamientos de NRA, se consideraron por separado a los dos grupos y en cada uno de ellos se compararon los valores tanto conductuales como electroencefalográficos de la siguiente forma:

Antes vs. Inmediatamente Después de la NRA

Inmediatamente Después vs 3 años Después de la NRA

Antes vs. 2 meses Después de la NRA

Antes vs. 3 años Después de la NRA

Este análisis fue cuantitativo.

Debido a que el tamaño de las muestras es pequeño ( $n=7$  en el Grupo R+ y  $n=8$  en el Grupo R-), es difícil que las variables tengan una distribución Gausiana, por lo tanto, sería un error utilizar una prueba estadística paramétrica, ya que estas pruebas imponen requisitos sobre la distribución y la

varianza de los datos. Por otra parte, la naturaleza de nuestros datos es multivariada, sobre todo en lo que respecta al EEG, por lo cual sería inadecuado utilizar pruebas univariadas. En esta tesis, para el análisis estadístico de los datos se empleó la Prueba Multivariada No-Paramétrica de Permutaciones. Entre sus ventajas están que no considera en sus supuestos que las variables deban distribuirse de una forma específica ni representa un problema la proporción de sujetos en relación al número de variables (Galán et al., 1997).

De forma intuitiva, este método parte de la hipótesis (hipótesis nula) de que los datos en una y otra condición (por ejemplo antes y después del tratamiento) 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 comparara 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.

2.- Para determinar qué tratamiento es más efectivo a largo plazo, se realizaron comparaciones entre los grupos en forma cualitativa.

## **IX. RESULTADOS**

Se compararon a los dos grupos en cuanto a edad, sexo, coeficiente intelectual total, ingreso per cápita familiar, e índice  $\theta/\alpha$  en la derivación seleccionada para la NRA. En todos los casos no se observaron diferencias significativas entre grupos.

### **WISC-R**

#### **COEFICIENTE INTELECTUAL VERBAL**

#### **CI VERBAL TOTAL**

En la Tabla 2 (Izquierda) y en la Tabla 3 (Derecha) se muestran los resultados de la Escala Verbal que contiene las Subescalas de: Información, Semejanzas, Aritmética, Vocabulario, Comprensión y Retención de Dígitos, para el Grupo R+ y el Grupo R-, respectivamente. Cinco de los siete sujetos (71.4%) del Grupo R+ aumentaron su Coeficiente Intelectual Verbal (CI V) en más de 10 puntos después de la NRA, sin embargo sólo 3 (42.9%) conservaron esta mejoría después de 3 años. En contraste, en el Grupo R- sólo 2 de los 8 sujetos (25%) aumentaron su puntuación en el CI V más de 10 puntos después de la NRA, pero pasados 3 años, además de estos dos que conservaron su incremento, otros dos lograron incrementar su puntaje en más de 10 puntos, lo que resultó en un 50%.

**TABLA 2**  
**CI VERBAL**  
**GRUPO R+**

| R+             |       |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
| Sujeto         | CI V  |       |       |
|                | A     | ID    | 3aD   |
| 1              | 70    | 87    | 85    |
| 2              | 72    | 82    | 72    |
| 3              | 75    | 87    | 97    |
| 4              | 75    | 91    | 82    |
| 5              | 67    | 77    | 88    |
| 6              | 74    | 77    | 74    |
| 7              | 80    | 75    | 88    |
| Media          | 73.29 | 82.29 | 83.71 |
| Desv. estandar | 4.15  | 6.18  | 8.65  |

**TABLA 3**  
**CI VERBAL**  
**GRUPO R-**

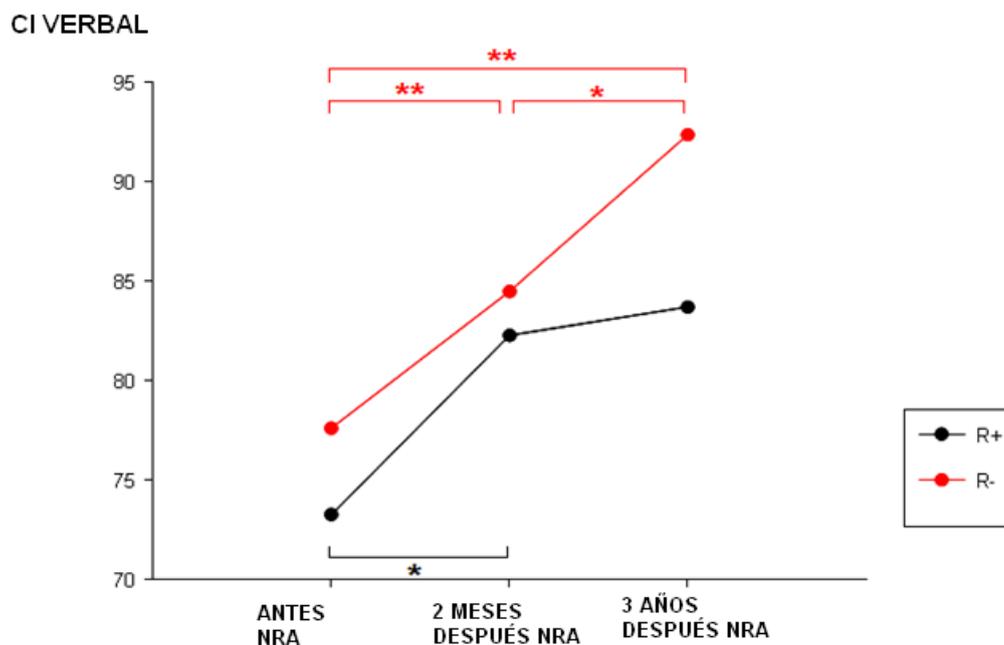
| R-             |       |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
| Sujeto         | CI V  |       |       |
|                | A     | ID    | 3aD   |
| 8              | 87    | 95    | 120   |
| 9              | 68    | 79    | 90    |
| 10             | 88    | 90    | 96    |
| 11             | 70    | 73    | 84    |
| 12             | 78    | 86    | 85    |
| 13             | 67    | 73    | 73    |
| 14             | 82    | 86    | 85    |
| 15             | 81    | 97    | 106   |
| Media          | 77.63 | 84.88 | 92.38 |
| Desv. estandar | 8.37  | 9.22  | 14.74 |

Al realizar las comparaciones estadísticas intragrupo a través del tiempo, en el Grupo R+ se observa que Inmediatamente Después de recibir el Tratamiento de NRA hubo un incremento significativo de la Escala Verbal ( $p=0.01$ ). En este grupo las Subescalas "Información", "Vocabulario" y "Retención de Dígitos" sufrieron un deterioro en los 3 años siguientes, lo cual dio como resultado una ausencia de cambios significativos al comparar Antes con 3 años Después del Tratamiento.

El Grupo R-, Inmediatamente Después de recibir el Tratamiento de NRA incrementó globalmente su puntuación en la Escala Verbal ( $p<0.01$ ), principalmente la Subescala "Vocabulario". Pasados 3 años Después del Tratamiento de NRA continuaron dándose mejorías significativas ( $p=0.03$ ), principalmente en la Subescala "Vocabulario", la cual continuó incrementándose a lo largo de todas las etapas.

El cambio entre Antes del Tratamiento y 3 años Después del Tratamiento de NRA en el Grupo R- fue altamente significativo ( $p<0.01$ ), mientras que en el Grupo R+, no se observaron mejorías significativas. Esta es una evidencia de la superioridad de los puntajes en el grupo R-.

Las pendientes de los segmentos de recta (Figura 8) que unen el puntaje promedio obtenido antes de la NRA y el puntaje promedio obtenido 2 meses después de la NRA son similares para ambos grupos; esto sugiere que, inicialmente, el incremento del CI Verbal en los dos grupos fue parecido. Sin embargo, en la comparación entre 2 meses después y 3 años después de la NRA las pendientes revelan que el puntaje del grupo R+ se mantuvo, mientras que el del Grupo R- continuó incrementándose. Es evidente que a los tres años de finalizado el tratamiento, el Grupo R- supera al Grupo R+ en la puntuación obtenida en la escala Verbal del WISC-R.



**Figura 8. Puntajes del CI Verbal en ambos grupos. Un incremento del CI constituye una mejoría (\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ )**

### CI DE EJECUCIÓN

En la Tabla 4 (Izquierda) y Tabla 5 (Derecha) se muestran los resultados de la Escala de Ejecución, la cual contiene las Subescalas: Figuras Incompletas, Ordenación de Dibujos, Diseño con Cubos, Composición de Objetos, Claves y Laberintos. En la Tabla 4 se encuentran los resultados del Grupo R+ y en la

Tabla 5, los resultados del Grupo R-. Sólo 2 de los 7 niños (28.6%) del Grupo R+ mostraron un aumento de 10 o más puntos Inmediatamente Después de la NRA, aunque 5 de los 7 (71.4%) habían incrementado su puntaje a los tres años en comparación con la puntuación que tenían Antes del tratamiento. En contraste, 7 de los 8 niños (87.5%) del grupo R- aumentaron su puntuación en más de 10 puntos al finalizar el tratamiento, conservándose esta misma proporción de mejoría tres años después.

**TABLA 4**  
**CI DE EJECUCIÓN**  
**GRUPO R+**

| R+             |       |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
| Sujeto         | CI E  |       |       |
|                | A     | ID    | 3aD   |
| 1              | 87    | 106   | 100   |
| 2              | 77    | 78    | 92    |
| 3              | 82    | 91    | 108   |
| 4              | 85    | 91    | 91    |
| 5              | 75    | 84    | 95    |
| 6              | 88    | 86    | 82    |
| 7              | 86    | 98    | 100   |
| Media          | 82.86 | 90.57 | 95.43 |
| Desv. estándar | 5.08  | 9.27  | 8.28  |

**TABLA 5**  
**CI DE EJECUCIÓN**  
**GRUPO R-**

| R-             |       |       |        |
|----------------|-------|-------|--------|
| Sujeto         | CI V  |       |        |
|                | A     | ID    | 3aD    |
| 8              | 95    | 115   | 120    |
| 9              | 91    | 95    | 104    |
| 10             | 100   | 124   | 109    |
| 11             | 84    | 101   | 111    |
| 12             | 77    | 101   | 117    |
| 13             | 85    | 108   | 108    |
| 14             | 71    | 81    | 91     |
| 15             | 63    | 73    | 87     |
| Media          | 83.25 | 99.75 | 105.88 |
| Desv. estándar | 12.43 | 16.82 | 11.62  |

Al realizar las comparaciones intragrupo, en el Grupo R- hubo una mejoría muy significativa ( $p < 0.01$ ) Inmediatamente Después del Tratamiento de NRA (Figura 9), que involucró a todas las subescalas de la Escala de Ejecución. Otras comparaciones hicieron evidente que en el Grupo R- en los siguientes 3 años hubo un deterioro significativo ( $p = 0.02$ ) principalmente en la Subescala "Diseño con Cubos"; esto repercutió en que en el seguimiento sólo se observara una mejoría significativa en la Subescala "Figuras Incompletas" ( $p = 0.05$ ).

En el Grupo R+ no hubo un cambio global significativo con la NRA (figura 9), aunque en las Subescalas: "Composición de Objetos", "Claves" y "Laberintos" se observó una mejoría significativa. En los 3 años siguientes se observó un deterioro global ( $p = 0.04$ ), principalmente en "Claves", lo cual repercutió en

una ausencia de cambios significativos globales al comparar Antes con 3 años Después del Tratamiento de NRA.

Aunque no hubo muchas diferencias significativas en las comparaciones estadísticas intragrupo, en la figura 9 es evidente cómo iniciaron ambos grupos con el mismo puntaje promedio aproximadamente y cómo 2 meses después del tratamiento el Grupo R- superaba al Grupo R+, situación que se sostuvo a los tres años de finalizado el tratamiento.

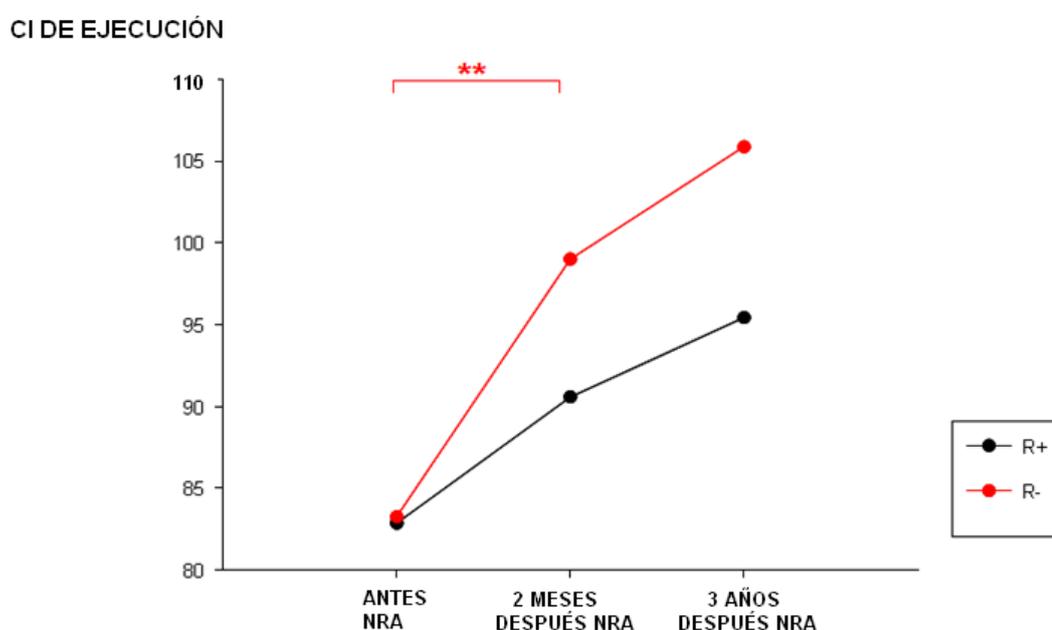


Figura 9. Puntajes del CI de Ejecución en ambos grupos. Un incremento del CI constituye una mejoría (\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ ).

## CI TOTAL

En la Tabla 6 (Izquierda) y Tabla 7 (Derecha), se encuentra el Coeficiente Intelectual Total (CI T) de niños del Grupo R+ y del Grupo R-, respectivamente. En el Grupo R+, tres de los siete niños (42.9%) incrementaron su CI total en más de 10 puntos Después de la NRA, 3 años Después cuatro niños (57.1%) habían incrementado su CI total respecto al puntaje previo al tratamiento. En contraste, 6 de los 8 niños (75%) del Grupo R- sufrieron este incremento después del tratamiento, mismo que sostuvieron por 3 años, cuando otro

niño más también alcanzó esta mejoría, resultando en un 87.5%.

Haciendo un análisis con respecto a las categorías en las que se pueden clasificar a los niños de acuerdo a su CI total, en el Grupo R+ el 71% de los sujetos tenía una puntuación Limítrofe (70-79) y el 29% Subnormal (80-89) Antes del Tratamiento; 3 años Después del Tratamiento de NRA el 57% ya tenía una puntuación Normal (90-110) y el 29% una puntuación Subnormal, quedando sólo un 14% Limítrofe. En el Grupo R- el 75% de los sujetos manifestaba antes del tratamiento un puntaje Limítrofe (70-79) y el 25% restante Normal (90-110); pero 3 años Después del Tratamiento, el 75% se encontraba en puntajes normales, y el 25% restante en una categoría de Subnormal (80-89).

**TABLA 6**  
**CI TOTAL**  
**GRUPO R+**

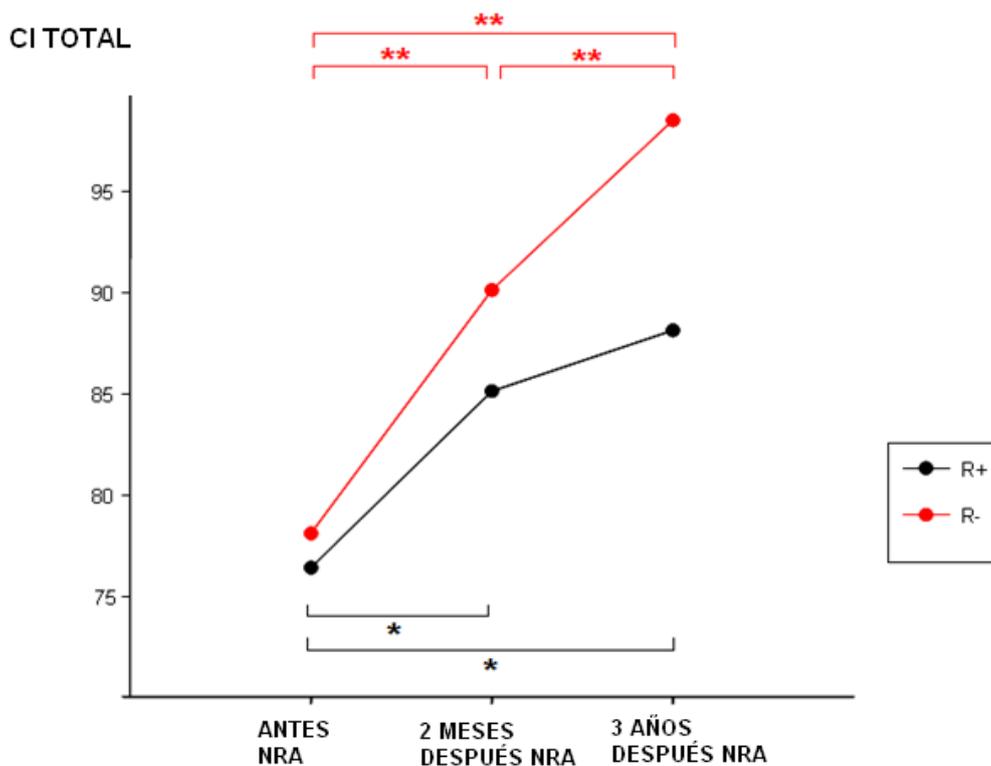
| R+             |      |      |      |
|----------------|------|------|------|
| Sujeto         | CI T |      |      |
|                | A    | DESP | 3Ad  |
| 1              | 77   | 96   | 91   |
| 2              | 72   | 79   | 80   |
| 3              | 77   | 88   | 102  |
| 4              | 78   | 90   | 85   |
| 5              | 70   | 78   | 91   |
| 6              | 80   | 80   | 76   |
| 7              | 81   | 85   | 92   |
| Media          | 76.4 | 85.1 | 88.1 |
| Desv. estandar | 4.04 | 6.64 | 8.63 |

**TABLA 7**  
**CI TOTAL**  
**GRUPO R-**

| R-             |      |           |      |
|----------------|------|-----------|------|
| Sujeto         | CI T |           |      |
|                | A    | DESP      | 3aD  |
| 1              | 90   | 104       | 123  |
| 2              | 78   | 85        | 96   |
| 3              | 92   | 105       | 102  |
| 4              | 75   | 85        | 96   |
| 5              | 71   | 92        | 100  |
| 6              | 74   | <b>88</b> | 88   |
| 7              | 75   | 82        | 87   |
| 8              | 70   | 84        | 96   |
| Media          | 78.1 | 90.6      | 98.5 |
| Desv. estandar | 8.34 | 9.07      | 11.2 |

Los resultados obtenidos al hacer las comparaciones estadísticas intragrupo en el tiempo (figura 10) ponen de manifiesto que, el Grupo R- aumentó el CI Total significativamente con el Tratamiento ( $p < 0.01$ ) y continuó aumentando en los siguientes 3 años Después del Tratamiento ( $p < 0.01$ ). Por su parte, en el Grupo R+, el CI Total aumentó significativamente Inmediatamente Después del Tratamiento ( $p = 0.02$ ), en forma semejante al Grupo R-, aunque no tan

pronunciada, pero sin cambios importantes en los 3 años siguientes, manteniéndose aproximadamente el cambio inicial ( $p=0.02$ ).



**Figura 10. Puntajes del CI Total en ambos grupos. Un incremento del CI constituye una mejoría (\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ ).**

Antes del Tratamiento de NRA, el 71% de los niños del Grupo R+ tenía un puntaje Limítrofe, pasados 3 años Después del Tratamiento de NRA, el 85% tenía un puntaje de Subnormal a Normal. En el grupo R- Antes del Tratamiento el 75% de los sujetos tenía un puntaje Limítrofe y 3 años Después del Tratamiento el 100% tiene un puntaje de subnormal a normal.

Al realizar una comparación entre Antes y Después del tratamiento, considerando el CI de ambas Escalas, el CI Verbal y el CI de Ejecución, se encontró en el Grupo R+ que con la NRA hubo un aumento significativo ( $p=0.04$ ) que involucró a ambas escalas (Verbal:  $p=0.02$  y de Ejecución:  $p=0.03$ ); En los 3 años siguientes no se observaron cambios significativos, sosteniéndose el cambio inicial. Respecto al Grupo R-, con la NRA hubo un

aumento altamente significativo ( $p < 0.01$ ) que involucró a ambas Escalas; en los tres años siguientes al Tratamiento continuó aumentando significativamente el CI de ambas escalas (Verbal:  $p = 0.01$  y de Ejecución:  $p = 0.04$ ).

## RAVEN

En la Tabla 8 (Izquierda) y la Tabla 9 (Derecha), se pueden observar los puntajes que obtuvieron los sujetos de ambos Grupos, R+ y R- respectivamente, en la Prueba de Inteligencia del Raven.

**TABLA 8**  
**RAVEN**  
**GRUPO R+**

| R+             |       |       |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| # SUJETO       | A     | ID    | 2mD   | 3aD   |
| 1              | 17    | 21    | 20    | 36    |
| 2              | 14    | 18    | 21    | 36    |
| 3              | 19    | 23    | 25    | 31    |
| 4              | 19    | 21    | 23    | 26    |
| 5              | 14    | 15    | 19    | 24    |
| 6              | 6     | 14    | 11    | 20    |
| 7              | 23    | 24    | 28    | 31    |
| Media          | 16.00 | 19.43 | 21.00 | 29.14 |
| Desv. Estandar | 5.42  | 3.87  | 5.39  | 6.07  |

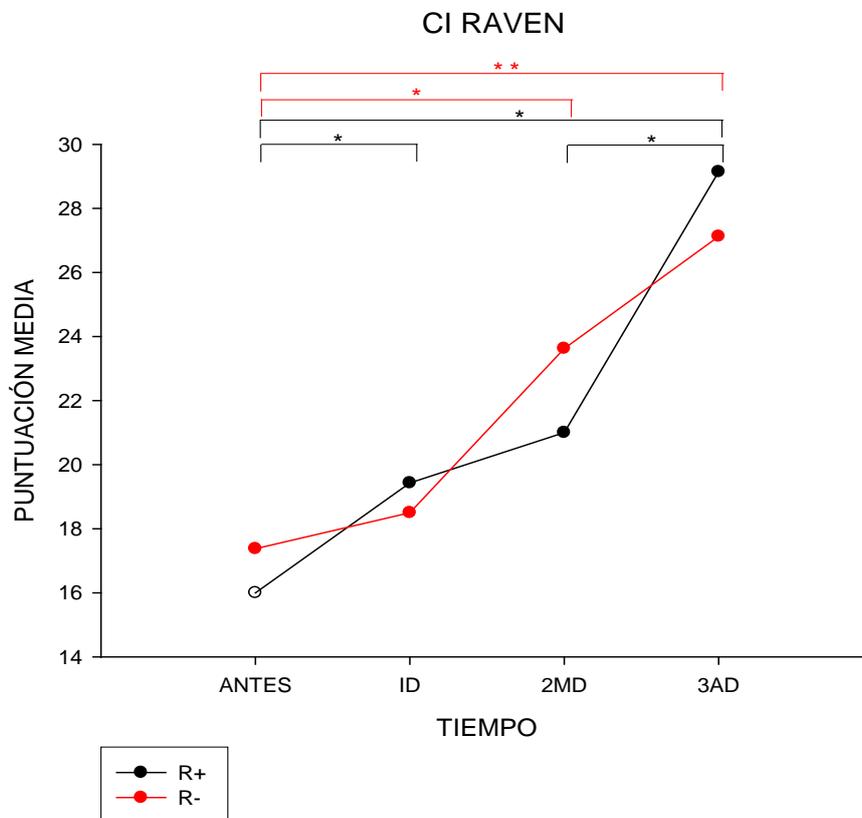
**TABLA 9**  
**RAVEN**  
**GRUPO R-**

| R-             |      |      |      |      |
|----------------|------|------|------|------|
| # SUJETO       | A    | ID   | 2mD  | 3aD  |
| 8              | 14   | 16   | 26   | 29   |
| 9              | 14   | 20   | 23   | 36   |
| 10             | 26   | 22   | 25   | 31   |
| 11             | 28   | 26   | 27   | 36   |
| 12             | 18   | 22   | 23   | 28   |
| 13             | 12   | 12   | 16   | 23   |
| 14             | 14   | 12   | 17   | 20   |
| 15             | 13   | 18   | 32   | 14   |
| Media          | 17.4 | 18.5 | 23.6 | 27.1 |
| Desv. Estandar | 6.21 | 4.99 | 5.24 | 7.72 |

**A: Antes de la NRA, ID: Inmediatamente Después de la NRA, 2mD: 2 meses Después de la NRA, 3aD: 3 años Después de la NRA.**

Inmediatamente después de la NRA, en el grupo R+ cuatro sujetos aumentaron su puntaje en más de 4 puntos (57%) y en el grupo R- sólo tres lo aumentaron (38%), disminuyendo en uno (13%) del grupo R+ dos meses después de la NRA; en este mismo grupo seis de los siete niños incrementaron su puntaje en más de 4 puntos (86%) y en el grupo R- sólo cinco de ocho (63%) dos meses después respecto a la evaluación realizada antes de la NRA. A los 3 años de finalizado el tratamiento, todos los niños del grupo R+ habían incrementado su puntuación en más de 5 puntos (100%) y en el grupo R- quedó un niño que

aunque previamente había logrado incrementarlo, no lo incrementó respecto a su puntaje inicial, resultando en 7 los niños cuyo puntaje aumentó en más de 4 puntos (88%).



**Figura 11. Puntajes de la Prueba RAVEN en ambos grupos. Los asteriscos en negro denotan un cambio significativo en el grupo R+ y los asteriscos en rojo, un cambio significativo en R-; Un incremento del CI constituye una mejoría (\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ ).**

En el Grupo R- Inmediatamente Después del Tratamiento de NRA, no se observó ningún cambio significativo, pero en los 2 meses siguientes al Tratamiento hubo un incremento significativo del CI ( $p=0.01$ ). Al comparar Antes con 3 años Después del Tratamiento de NRA se observó una mejoría altamente significativa ( $p=0.001$ ).

En el Grupo R+ Inmediatamente Después del Tratamiento de NRA se observó un incremento significativo del CI ( $p=0.01$ ), en los 2 meses siguientes al Tratamiento no hubo cambios, y en los 3 años Después del Tratamiento

volvió a darse un incremento significativo del CI ( $p=0.01$ ). Estos cambios redundaron en una mejoría significativa entre Antes y 3 años Después del Tratamiento ( $p=0.01$ ).

Al comparar a los grupos de manera cualitativa, se nota que en el grupo R+ los cambios positivos ocurrieron antes que en el grupo R- y, aunque estadísticamente la mejoría fue más significativa en el grupo R- al comparar Antes vs. 3 años Después, fue en el grupo en el que se observó que un niño (sujeto 15) que había incrementado notablemente su puntaje, éste se redujera llegando a ser a los 3 años casi igual que antes del tratamiento.

## **CONNERS PARA PADRES**

La Tabla 10 y 11 muestran los resultados del Cuestionario Conners para Padres del Grupo R+ y del Grupo R-, respectivamente; se presentan los resultados de Antes del Tratamiento y 3 años Después del Tratamiento de NRA.

Se observó mayor cantidad de cambios positivos y menor cantidad de cambios negativos en el grupo R- que en el grupo R+ al hacer una comparación cualitativa entre Antes y 3 años Después de la NRA: en el grupo R- 3 niños redujeron su puntaje A en más de 10 puntos, 5 el B, 4 el C, 2 el D, 4 el E, 3 el F, 3 el G y 2 el Índice TDAH con sólo tres incrementos (de un niño en B, otro en C y otro en el Índice ADHD); en contraste, en el grupo R+ 3 niños redujeron su puntaje A en más de 10 puntos, 1 el B, ninguno el C, 2 el D, 2 el E, 3 el F, 1 el G y 1 el Índice TDAH, con 7 incrementos: uno en C, D, E, F y G y dos en el Índice TDAH. Debe tomarse en cuenta que la reducción en el puntaje significa una mejoría conductual.

**TABLA 10**  
**CONNERS PARA PADRES**

**ANTES vs. 3 AÑOS DESPUÉS  
GRUPO R+**

| R+            |       |       |       |       |       |       |       |             |                |       |       |       |       |       |       |             |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| SUJETOS       | Antes |       |       |       |       |       |       |             | 3 años Después |       |       |       |       |       |       |             |
|               | A.    | B.    | C.    | D.    | E.    | F.    | G.    | Índice TDAH | A.             | B.    | C.    | D.    | E.    | F.    | G.    | Índice TDAH |
| 1             | 60    | 57    | 54    | 58    | 61    | 90    | 51    | 53          | 57             | 51    | 67    | 60    | 54    | 50    | 51    | 66          |
| 2             | 46    | 58    | 49    | 42    | 66    | 69    | 48    | 47          | 45             | 57    | 52    | 47    | 40    | 68    | 50    | 53          |
| 3             | 69    | 80    | 90    | 76    | 58    | 57    | 53    | 79          | 73             | 72    | 90    | 51    | 65    | 60    | 61    | 72          |
| 4             | 69    | 76    | 67    | 68    | 56    | 63    | 77    | 79          | 51             | 67    | 58    | 66    | 54    | 45    | 71    | 71          |
| 5             | 60    | 71    | 48    | 53    | 54    | 74    | 56    | 62          | 50             | 77    | 54    | 79    | 61    | 84    | 52    | 67          |
| 6             | 40    | 72    | 45    | 58    | 51    | 63    | 60    | 48          | 46             | 67    | 47    | 56    | 72    | 55    | 87    | 65          |
| 7             | 60    | 77    | 74    | 87    | 63    | 61    | 79    | 73          | 49             | 62    | 65    | 61    | 50    | 49    | 47    | 65          |
| Media         | 57.71 | 70.14 | 61.00 | 63.14 | 58.43 | 68.14 | 60.57 | 63.00       | 53.00          | 64.71 | 61.86 | 60.00 | 56.57 | 58.71 | 59.86 | 65.57       |
| desv.estandar | 10.97 | 9.15  | 16.65 | 15.06 | 5.26  | 11.11 | 12.50 | 14.11       | 9.64           | 8.85  | 14.28 | 10.52 | 10.49 | 13.54 | 14.52 | 6.21        |

**TABLA 11  
CONNERS PARA PADRES  
ANTES vs. 3 AÑOS DESPUÉS  
GRUPO R-**

| R-            |       |       |       |       |       |       |       |             |                |       |       |       |       |       |       |             |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| SUJETOS       | Antes |       |       |       |       |       |       |             | 3 años Después |       |       |       |       |       |       |             |
|               | A.    | B.    | C.    | D.    | E.    | F.    | G.    | Índice TDAH | A.             | B.    | C.    | D.    | E.    | F.    | G.    | Índice TDAH |
| 1             | 78    | 47    | 85    | 48    | 69    | 88    | 63    | 62          | 64             | 69    | 83    | 50    | 58    | 49    | 58    | 72          |
| 2             | 52    | 70    | 54    | 53    | 53    | 64    | 56    | 69          | 44             | 48    | 44    | 53    | 47    | 55    | 59    | 44          |
| 3             | 90    | 80    | 90    | 55    | 82    | 83    | 90    | 80          | 89             | 82    | 89    | 55    | 60    | 77    | 88    | 82          |
| 4             | 54    | 73    | 61    | 70    | 53    | 59    | 69    | 60          | 59             | 51    | 49    | 60    | 47    | 55    | 47    | 51          |
| 5             | 49    | 68    | 44    | 43    | 58    | 45    | 58    | 53          | 52             | 54    | 44    | 51    | 60    | 45    | 58    | 55          |
| 6             | 67    | 90    | 90    | 55    | 72    | 86    | 56    | 90          | 53             | 49    | 76    | 56    | 44    | 65    | 55    | 58          |
| 7             | 52    | 74    | 64    | 60    | 49    | 83    | 90    | 69          | 59             | 69    | 80    | 66    | 58    | 61    | 73    | 71          |
| 8             | 80    | 77    | 90    | 66    | 74    | 49    | 78    | 76          | 59             | 59    | 72    | 51    | 48    | 49    | 50    | 69          |
| Media         | 65.25 | 72.38 | 72.25 | 56.25 | 63.75 | 69.63 | 70.00 | 69.88       | 59.88          | 60.13 | 67.13 | 55.25 | 52.75 | 57.00 | 61.00 | 62.75       |
| desv.estandar | 15.75 | 12.32 | 18.65 | 8.91  | 12.04 | 17.48 | 14.39 | 11.90       | 13.25          | 12.12 | 18.50 | 5.44  | 6.82  | 10.42 | 13.35 | 12.74       |

Al realizar las comparaciones estadísticas intragrupo, en el grupo R+ se observó una mejoría significativa entre Antes del tratamiento y 2 meses Después ( $p=0.03$  en problemas del nivel Ansioso-Tímido y  $p=0.04$  en Cognitivo-Distracción) y entre Antes y 3 años después del tratamiento ( $p=0.04$  en problemas del nivel Cognitivo-Distracción).

## B. PROBLEMAS COGNITIVOS DISTRACCIÓN

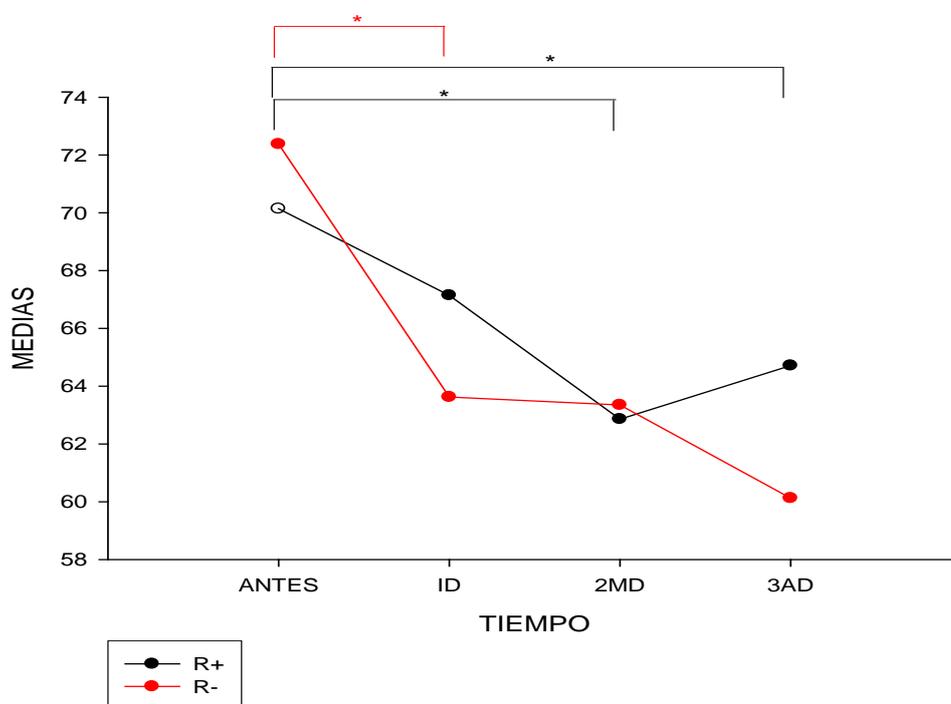
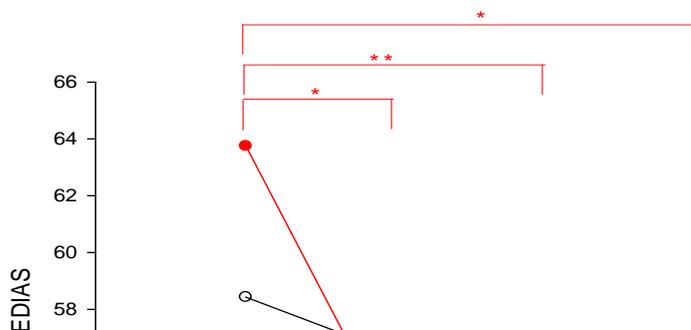


Figura 12. Puntaje reportado por los Padres en la prueba CONNERS PARA PADRES sobre los problemas de nivel “Cognitivo-Distracción”, en ambos grupos. El asterisco en color negro representa un cambio significativo en el grupo R+ al comparar esta variable entre Antes y 3 años Después de la NRA; una reducción en esta variable constituye una mejoría (\* $p < 0.05$ ).

En el grupo R-, la comparación Antes del Tratamiento e Inmediatamente Después del Tratamiento, mostró mejorías significativas en problemas Cognitivo-Distracción ( $p=0.04$ ) (Figura 12), hiperactividad ( $p=0.04$ ), ansioso tímido ( $p=0.02$ ) y perfeccionista ( $p=0.03$ ) (Figura 13), en problemas psicossomáticos ( $p=0.02$ ), así como una disminución significativa ( $p=0.03$ ) en el índice TDAH (Figura 14).

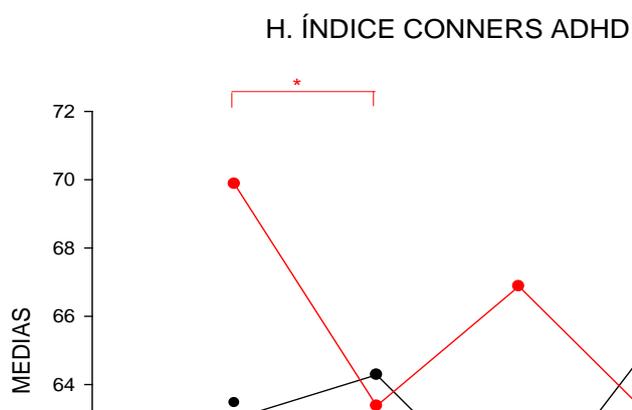
## E. PERFECCIONISTA



**Figura 13. Puntaje reportado por los Padres en la prueba CONNERS PARA PADRES sobre los problemas de nivel “Perfeccionista”, en ambos grupos. El asterisco en rojo denota un cambio significativo en el grupo R-; una reducción en esta variable constituye una mejoría (\*p<0.05, \*\*p<0.01).**

También en la comparación entre Antes del Tratamiento y 3 años después del tratamiento, se mostró disminución significativa en “Perfeccionista” (p=0.04), (Gráfica 6), en “Problemas Sociales” (p=0.01) y en “Psicosomático” (p=0.04).

Como se puede Observar en la Figura 14, hay una disminución del Índice TDAH en el Connors para Padres solamente al comparar Antes vs. 3 años Después del Tratamiento de NRA, en el grupo R-.



**Figura 14. Puntaje reportado por los Padres en la prueba CONNERS PARA PADRES sobre el “Índice Connors TDAH”, en ambos grupos. Una reducción en esta variable constituye una mejoría (\*p<0.05).**

Comparando a los grupos en cuanto a los cambios que ocurren en el tiempo en aquellos rubros en los que se observaron diferencias significativas, puede observarse que el Grupo R- presenta una reducción dramática de su puntaje inmediatamente después de la NRA en Problemas cognitivos/Distracción (Figura 12), Perfeccionista (Figura 13) e Índice Connors de TDAH (Figura 14), que puede sostenerse o aumentar un poco a los dos meses, pero que a los tres años tiene un comportamiento poco consistente (en Problemas cognitivos/Distracción se reduce más, en Perfeccionista se sostiene y en el Índice Connors de TDAH aumenta, regresando al valor que tenía al finalizar el tratamiento). El Grupo R+ presenta cambios menos drásticos, tendiendo a la reducción del puntaje inmediatamente o dos meses después de la NRA, pero a los tres años ocurre un incremento del puntaje, principalmente en el índice Connors de TDAH.

## CONNERS PARA MAESTROS

Se muestran en la Tabla 12 y en la Tabla 13 los resultados del Cuestionario Connors para Maestros del Grupo R+ y del Grupo R-, respectivamente; este cuestionario fue contestado por los diferentes maestros que los niños tuvieron durante su vida escolar.

**TABLA 12**  
**CONNERS PARA MAESTROS**  
**ANTES vs. 3 AÑOS DESPUÉS**  
**GRUPO R+**

| R+            |       |       |       |       |       |       |             |                |       |       |       |       |       |             |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| Antes         |       |       |       |       |       |       |             | 3 años Después |       |       |       |       |       |             |
| SUJETOS       | A.    | B.    | C.    | D.    | E.    | F.    | Índice TDAH | A.             | B.    | C.    | D.    | E.    | F.    | Índice TDAH |
| 1             | 41    | 44    | 48    | 48    | 44    | 42    | 42          | 53             | 71    | 81    | 74    | 54    | 67    | 71          |
| 2             | 70    | 75    | 68    | 76    | 68    | 60    | 64          | 57             | 83    | 85    | 43    | 52    | 52    | 83          |
| 3             | 71    | 74    | 57    | 56    | 60    | 64    | 72          | 66             | 86    | 90    | 83    | 72    | 78    | 84          |
| 4             | 56    | 47    | 53    | 60    | 58    | 68    | 59          | 46             | 56    | 42    | 82    | 52    | 46    | 46          |
| 5             | 66    | 45    | 65    | 43    | 76    | 91    | 71          | 55             | 79    | 58    | 86    | 50    | 63    | 73          |
| 6             | 74    | 82    | 80    | 78    | 86    | 97    | 82          | 46             | 46    | 50    | 70    | 58    | 54    | 55          |
| 7             | 46    | 52    | 55    | 59    | 60    | 60    | 49          | 48             | 57    | 57    | 71    | 59    | 59    | 64          |
| media         | 60.57 | 59.86 | 60.86 | 60.00 | 64.57 | 68.86 | 62.71       | 53.00          | 68.29 | 66.14 | 72.71 | 56.71 | 59.86 | 68.00       |
| desv.estandar | 13.06 | 16.43 | 10.88 | 13.10 | 13.60 | 19.08 | 13.90       | 7.21           | 15.42 | 18.88 | 14.51 | 7.50  | 10.64 | 14.05       |

En la Escala Connors para Maestros el grupo R+ mostró una disminución significativa en “Problemas Sociales” ( $p=0.01$ ) y en Hiperactividad ( $p=0.05$ ) en la comparación entre Antes del Tratamiento e Inmediatamente Después del Tratamiento; sin embargo, al comparar Inmediatamente Después vs. 3 años Después de la NRA se observó un deterioro significativo global ( $p=0.02$ ) dado principalmente por incremento en problemas de nivel cognitivo-distracción ( $p=0.01$ , ver Figura 15) y en la escala ansioso-tímido ( $p=0.01$ ).

B. PROBLEMAS DE NIVEL COGNITIVO DISTRACCIÓN

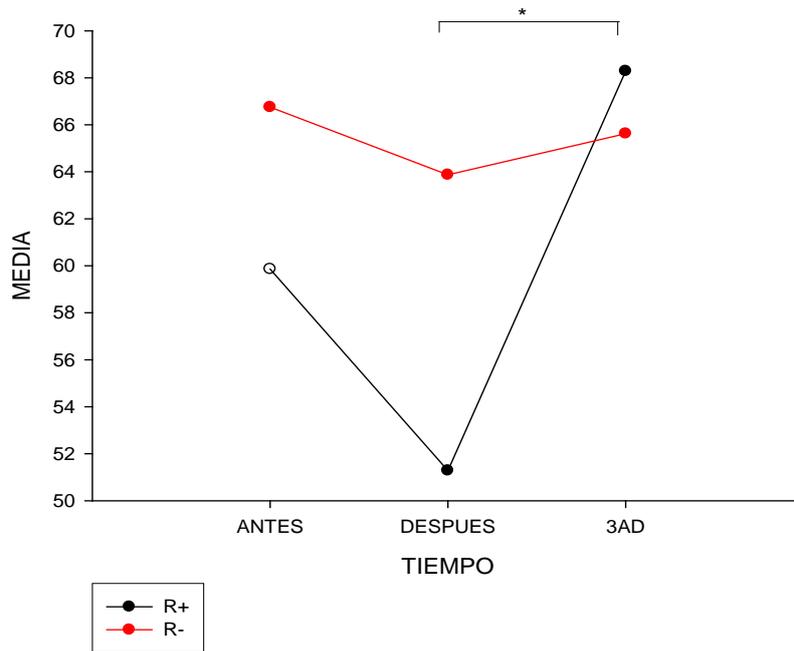
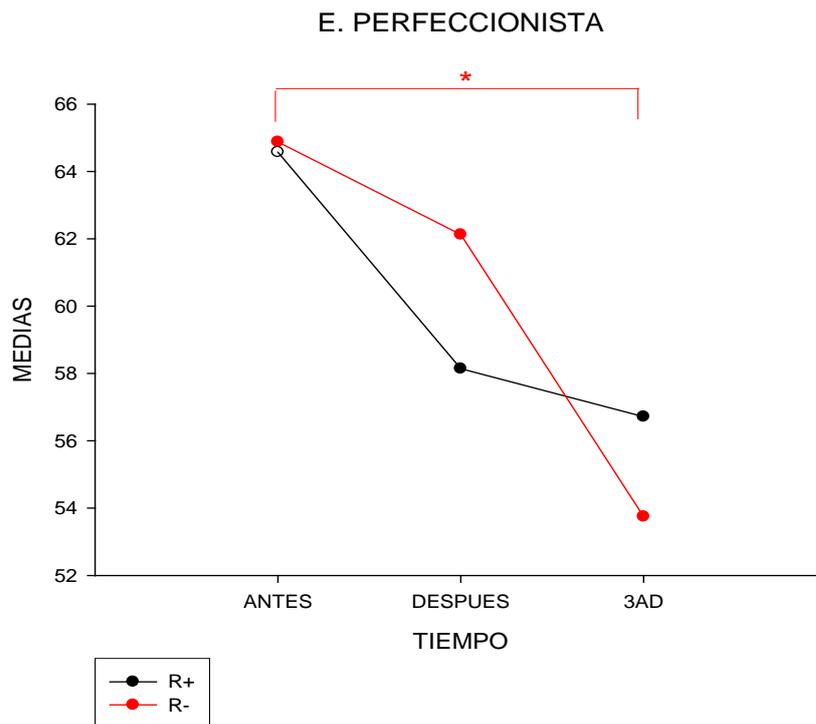


Figura 15. Puntaje reportado por los Maestros en la prueba CONNERS PARA MAESTROS sobre los problemas de nivel “Cognitivo-Distracción” en ambos grupos.

**TABLA 13**  
**CONNERS PARA MAESTROS**  
**ANTES vs. 3 AÑOS DESPUÉS**  
**GRUPO R-**

| R-             |       |       |       |       |       |       |             |                |       |       |       |       |       |             |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| Antes          |       |       |       |       |       |       |             | 3 años Después |       |       |       |       |       |             |
| SUJETOS        | A.    | B.    | C.    | D.    | E.    | F.    | Índice TDAH | A.             | B.    | C.    | D.    | E.    | F.    | Índice TDAH |
| 8              | 77    | 88    | 93    | 57    | 92    | 71    | 90          | 45             | 54    | 60    | 63    | 46    | 61    | 57          |
| 9              | 48    | 51    | 51    | 43    | 62    | 61    | 48          | 46             | 53    | 46    | 78    | 52    | 46    | 57          |
| 10             | 72    | 71    | 71    | 51    | 59    | 61    | 73          | 79             | 71    | 80    | 49    | 55    | 81    | 78          |
| 11             | 52    | 58    | 49    | 49    | 53    | 54    | 46          | 46             | 71    | 46    | 50    | 49    | 50    | 57          |
| 12             | 56    | 64    | 63    | 57    | 68    | 61    | 57          | 53             | 81    | 77    | 62    | 49    | 67    | 89          |
| 13             | 81    | 77    | 86    | 72    | 71    | 79    | 86          | 86             | 71    | 81    | 82    | 68    | 63    | 78          |
| 14             | 57    | 66    | 55    | 42    | 59    | 46    | 60          | 46             | 60    | 64    | 53    | 49    | 51    | 61          |
| 15             | 62    | 59    | 57    | 54    | 55    | 61    | 57          | 66             | 64    | 90    | 83    | 62    | 45    | 78          |
| media          | 63.13 | 66.75 | 65.63 | 53.13 | 64.88 | 61.75 | 64.63       | 58.38          | 65.63 | 68.00 | 65.00 | 53.75 | 58.00 | 69.38       |
| desv. estandar | 12.15 | 11.76 | 16.38 | 9.52  | 12.53 | 9.95  | 16.61       | 16.54          | 9.65  | 16.59 | 14.24 | 7.59  | 12.36 | 12.75       |

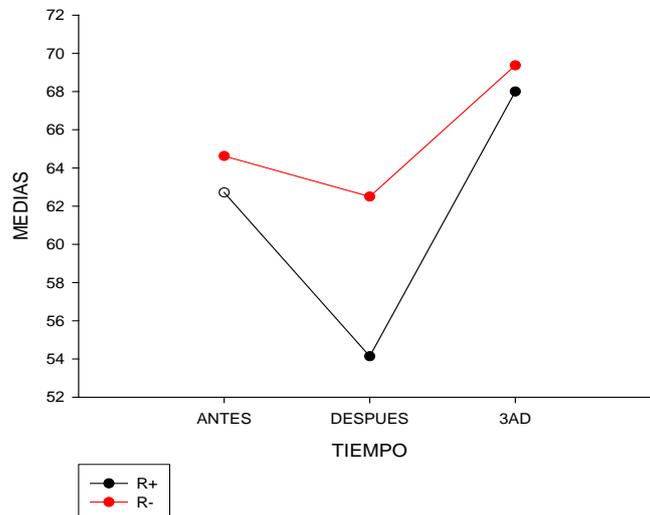
En el Grupo R-, la comparación entre Antes y 3 años después del tratamiento reflejó un aumento significativo del nivel ansioso-tímido ( $p=0.01$ ); sin embargo hubo un decremento global ( $p=0.05$ ) dado posiblemente por la reducción del nivel perfeccionista ( $p=0.02$ ), éste último se muestra en la Figura 16.



**Figura 16. Puntaje reportado por los Maestros en la prueba CONNERS PARA MAESTROS sobre los problemas de nivel “Perfeccionista” en ambos grupos.**

Ambos grupos mostraron una disminución de síntomas de TDAH en la escala Connors para Maestros ( $p=0.03$ ), como se puede observar en la Figura 17, pero no fueron significativos.

#### H. ÍNDICE CONNERS DE ADHD



**Figura 17. Puntaje reportado por los Maestros en la prueba CONNERS PARA MAESTROS sobre el “Índice Conners TDAH” en ambos grupos. No se observaron diferencias significativas.**

### LECTO-ESCRITURA

La prueba de Lecto-escritura fue analizada a partir del promedio que obtuvieron los sujetos en las respuestas correctas e incorrectas a las preguntas de comprensión en los tres niveles de Lectura: Lectura Silente, Lectura en Voz Alta, y Lectura del Examinador, siendo eliminadas para este análisis la evaluación cualitativa de la Lectura y la evaluación cualitativa de la Escritura. Se eliminaron estas dos evaluaciones no porque sean pobres en datos útiles sino por la dificultad para valorar cualitativamente los avances de los sujetos dado que han sido distintas personas las que han llevado el curso de esta investigación; es importante tomar en cuenta que esta prueba no está normalizada.

Así, se consideró que el nivel de comprensión que un sujeto tiene de un texto en los tres niveles, brinda información que puede ser valorada con mayor

nivel de objetividad, con una menor interferencia del evaluador. Se tomaron en cuenta los promedios que obtuvo cada sujeto en las preguntas de comprensión de cada tipo de Lectura. Estos resultados se muestran en la Tabla 14.

**TABLA 14**  
**LECTURA\***

| Sujeto      | ANTES | ID    | 2MD    | 3 AD  | Sujeto      | ANTES | ID    | 2MD   | 3 AD  |
|-------------|-------|-------|--------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| R+          |       |       |        |       | R-          |       |       |       |       |
| 1           | 5.80  | 7.90  | 9.10   | 50.00 | 8           | 33.00 | 94.00 | 94.00 | 76.67 |
| 2           | 4.70  | 5.30  | 7.00   | 53.33 | 9           | 71.00 | 88.00 | 82.00 | 40.00 |
| 3           | 6.50  | 8.80  | 10.00  | 53.33 | 10          | 16.00 | 88.00 | 10.00 | 73.33 |
| 4           | 67.00 | 76.00 | 76.00  | 30.00 | 11          | 36.00 | 84.00 | 96.00 | 70.00 |
| 6           | 22.00 | 29.00 | 41.00  | 56.67 | 12          | 33.00 | 64.00 | 64.00 | 28.33 |
| 7           | 74.00 | 94.00 | 100.00 | 73.33 | 13          | 33.00 | 47.00 | 60.00 | 30.00 |
| media       | 30.00 | 36.83 | 40.52  | 52.78 | 14          | 22.00 | 52.00 | 64.00 | 75.00 |
| desv.estand | 32.08 | 38.68 | 39.60  | 13.89 | 15          | 73.00 | 75.00 | 9.00  | 93.33 |
|             |       |       |        |       | media       | 39.63 | 74.00 | 59.88 | 60.83 |
|             |       |       |        |       | desv.estand | 21.08 | 17.75 | 33.95 | 24.46 |

**\*Los valores de la tabla corresponden al promedio de los tres niveles de Lectura: Lectura Silente, Lectura en Voz Alta, y Lectura del Examinador.**

Debido a que la prueba no está normada por edades, es de esperar que a medida que aumenta la edad se incremente el puntaje, lo que representa una mejoría, pero no necesariamente dada por el tratamiento de NRA. Nótese sin embargo, que en los dos grupos es similar el incremento de edad, por lo cual un incremento superior en los puntajes en un grupo estará hablando muy probablemente de que el tratamiento que recibió ese grupo tuvo un efecto superior sobre la Lectura. Es también importante señalar que los textos de Antes, Inmediatamente Después y 2 meses Después del tratamiento es muy probable que para muchos niños se hayan repetido y que, por tanto, exista algún efecto de aprendizaje; sin embargo el texto de 3 años Después en todos los niños fue diferente de los demás textos.

Haciendo un análisis individual intragrupo, en el Grupo R+ no se incrementó el puntaje de ningún sujeto en más de 30 puntos ni Inmediatamente Después ni 2 meses Después de la NRA, pero 3 años después hubo un incremento de más de 30 puntos en 4 de 6 niños (67%); en contraste, en el Grupo R- en 5 de los

8 niños (63%) hubo un incremento de más de 30 puntos Inmediatamente Después de la NRA, sosteniéndose en 4 sujetos 2 meses Después y sólo en 3 sujetos 3 años Después, aunque se recuperó el niño que no había sostenido su puntuación a los dos meses, resultando en un total de 4 niños con un incremento en el puntaje superior a 30 puntos a los 3 años (50%)

El grupo R+ mostró una mejoría en la comprensión de la lectura, (silente, voz alta, examinador), mostrando una mejoría significativa entre Antes e Inmediatamente después del tratamiento ( $p=0.02$ ), continuando la mejoría 2 meses después del tratamiento ( $p=0.03$ ).

En el grupo R- hubo una mejoría significativa entre Antes del Tratamiento e Inmediatamente después ( $p=0.01$ ) y entre Inmediatamente después y 2 meses después del tratamiento ( $p=0.03$ ).

Sólo en el grupo R- se muestra una mejoría significativa ( $p=0.05$ ) entre Antes del Tratamiento y 3 años después del Tratamiento.

## **TOVA VISUAL**

En la Tabla 15 y en la Tabla 16 se presentan los valores Z obtenidos en la prueba de atención TOVA por los niños del Grupo R+ y del Grupo R-, respectivamente, en las variables Porcentaje de Omisiones, Porcentaje de Falsas Alarmas, Tiempo de Reacción y Variabilidad del Tiempo de Reacción.

**TABLA 15**  
**TOVA VISUAL \***  
**GRUPO R+**

| TOVA VISUAL R+ |       |       |       |            |                |       |       |            |
|----------------|-------|-------|-------|------------|----------------|-------|-------|------------|
| SUJETOS        | Antes |       |       |            | 3 años Después |       |       |            |
|                | %Om   | %F.A. | T.R.  | V.<br>T.R. | %Om            | %F.A. | T.R.  | V.<br>T.R. |
| 1              | -3.6  | 0.38  | -1.3  | -1.7       | -0.5           | 0.78  | -0.5  | -0.1       |
| 2              | -0.77 | -0.3  | -0.6  | -0.3       | -2.6           | 0.63  | 0.27  | -0.7       |
| 3              | -2.51 | 0.64  | -2.2  | -1.6       | -1.7           | 0.22  | -1.5  | -1.4       |
| 4              | -4    | -2.3  | -0.9  | -1.8       | 0.41           | 0.89  | -1.5  | -0.6       |
| 5              | -1    | 0.08  | -1.2  | -1         | 0.29           | 0.63  | 0.74  | 1.14       |
| 6              | -3.59 | -0.5  | 0.33  | -1.1       | -1.9           | -0    | 0.03  | -0.6       |
| 7              | 0.15  | 0.01  | -0    | -0.1       | 0.64           | 0.54  | 0.73  | 0.91       |
| media          | -2.19 | -0.28 | -0.83 | -1.08      | -0.77          | 0.52  | -0.24 | -0.20      |
| desv.estand    | 1.64  | 0.95  | 0.83  | 0.67       | 1.30           | 0.32  | 0.94  | 0.92       |

\*%Om: porcentaje de omisiones, %F.A.: porcentaje de Falsas Alarmas,  
T.R.: tiempo de reacción.V.T.R.: Variabilidad del tiempo de reacción.  
Los datos corresponden a valores de desviación estándar normalizados.

**TABLA 16**  
**TOVA VISUAL \***  
**GRUPO R-**

| TOVA VISUAL R- |       |       |       |            |                |       |      |            |
|----------------|-------|-------|-------|------------|----------------|-------|------|------------|
| SUJETOS        | Antes |       |       |            | 3 años Después |       |      |            |
|                | %Om   | %F.A. | T.R.  | V.<br>T.R. | %Om            | %F.A. | T.R. | V.<br>T.R. |
| 8              | 0.29  | 0.34  | -1    | -0.5       | -0.5           | 0.03  | -0.5 | -0.2       |
| 9              | -4    | 0.02  | -2.3  | -1.1       | 0.41           | -1.2  | 0.7  | 0.5        |
| 10             | -0.4  | -1.1  | -0.4  | -0.7       | 0.32           | 1.33  | -1.3 | -0.5       |
| 11             | -4    | 0.89  | -0.3  | 0.16       | -2.5           | 0.01  | 0.34 | 0.23       |
| 12             | -1.3  | -2.2  | 0.24  | -0.3       | -2.6           | -2.2  | 0.85 | 0.35       |
| 13             | -1.2  | 0.67  | 0.06  | 0.71       | -0.8           | 0.43  | 0.16 | -0.2       |
| 14             | -1.2  | -0.1  | 0.44  | 0.85       | -3.4           | -1.3  | 0.71 | 0.09       |
| 15             | -1.3  | 0.87  | -2.6  | -1.1       | 0              | 0.63  | 0.12 | 0.58       |
| media          | -1.63 | -0.07 | -0.74 | -0.25      | -1.14          | -0.29 | 0.14 | 0.12       |
| desv.estand    | 1.57  | 1.07  | 1.15  | 0.76       | 1.50           | 1.18  | 0.71 | 0.37       |

\*%Om: porcentaje de omisiones, %F.A.: porcentaje de Falsas Alarmas,  
T.R.: tiempo de reacción.V.T.R.: Variabilidad del tiempo de reacción.  
Los datos corresponden a valores de desviación estándar normalizados.

Al trabajar con los valores de desviación estándar del TOVA debe recordarse que el valor cero corresponde al promedio de los sujetos con los que se construyeron las normas, valores negativos corresponden a un desempeño por debajo del promedio y valores positivos corresponden a un desempeño por encima del promedio; una desviación de una magnitud mayor que 1 constituye en estos datos una desviación significativa ( $p < 0.05$ ) en cualquiera de los dos sentidos (p.72 del Manual del TOVA).

Al realizar comparaciones individuales entre Antes y 3 años Después de la NRA, en el Grupo R+ las cifras se modificaron de 5 a 3 niños con valores inferiores a lo normal en el Porcentaje de Omisiones, de 1 a 0 en el Porcentaje de Falsas Alarmas, de 3 a 2 en el Tiempo de Reacción y de 5 a 0 en la Variabilidad del Tiempo de Reacción. En el Grupo R-, los cambios fueron de 6 a 3 niños con valores inferiores a lo normal en el Porcentaje de Omisiones, de 2 a 3 en el Porcentaje de Falsas Alarmas, de 3 a 1 en el Tiempo de Reacción y de 2 a 0 en la Variabilidad del Tiempo de Reacción. Los promedios muestran que en el Grupo R+ las variables Porcentaje de Omisiones y Variabilidad del Tiempo de Reacción, que originalmente tomaban valores anormales, 3 años después de la NRA toman valores normales y los promedios de las otras dos variables, Porcentaje de Falsas Alarmas y Tiempo de Reacción, permanecen dentro de límites normales; mientras que en el Grupo R-, no se observan cambios: el Porcentaje de Omisiones continúa, en promedio, estando por debajo de límites normales y las otras variables continúan tomando valores promedio normales, al igual que Antes de la NRA.

Al realizar las comparaciones intragrupo entre Antes e Inmediatamente Después del tratamiento, sólo se observan cambios significativos globales ( $p = 0.03$ ) en el Grupo R+, dados estos por una reducción del Porcentaje de Omisiones ( $p = 0.01$ ); en la comparación entre Antes y 2 meses Después de la NRA, en el Grupo R+ se reducen significativamente el Porcentaje de Omisiones ( $p = 0.05$ ) y de Falsas Alarmas ( $p = 0.05$ ), mientras que en el Grupo R- se reduce significativamente el Porcentaje de Falsas Alarmas ( $p = 0.03$ ).

Comparando Antes con 3 años después del Tratamiento de NRA, sólo hubo una mejoría global en el grupo R+ ( $p=0.03$ ); ésta se hizo manifiesta en una reducción significativa del porcentaje de omisiones ( $p=0.03$ ), del porcentaje de Falsas Alarmas ( $p=0.04$ ), del Tiempo de Reacción ( $p=0.03$ ) y de la Variabilidad del Tiempo de Reacción ( $p=0.01$ ). El grupo R- sólo tuvo un cambio significativo, que consistió en un menor Tiempo de Reacción a los 3 años de finalizado el tratamiento ( $p=0.04$ ).

En la comparación entre Inmediatamente Después del Tratamiento y 3 años después del tratamiento de NRA, el Grupo R+ mostró mejoría significativa en el Tiempo de Reacción ( $p=0.03$ ) y en la Variabilidad del Tiempo de Reacción ( $p=0.02$ ), mientras que en el grupo R- no hubo cambios significativos. En la comparación entre 2 meses Después del Tratamiento y 3 años después del tratamiento, no se observaron cambios significativos en el Grupo R+, pero el Grupo R- mostró un incremento significativo del Porcentaje de Falsas Alarmas ( $p=0.02$ ).

En la Tabla 17 se muestran los valores Z de la variable  $d'$  obtenidos en la prueba de atención TOVA por los niños de ambos grupos.

**TABLA 17**  
**TOVA VISUAL ( $d'$ )\***

| d' VISUAL R+ |       |       | d' VISUAL R- |       |       |
|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
| SUJETOS      | Antes | 3 aD  | SUJETOS      | Antes | 3 aD  |
| 1            | -1.25 | -0.75 | 8            | 0.04  | -1.02 |
| 2            | -1.41 | -1.02 | 9            | -1.63 | 0.08  |
| 3            | -0.62 | -1.26 | 10           | -0.68 | 0.01  |
| 4            | -2.03 | 0.94  | 11           | -1.69 | -1.29 |
| 5            | -0.78 | -0.48 | 12           | -1.03 | -1.85 |
| 6            | -1.38 | -1.45 | 13           | -0.73 | -0.93 |
| 7            | -0.62 | 0.92  | 14           | -0.64 | -1.80 |
| media        | -1.16 | -0.44 | 15           | -1.17 | -0.47 |
| desv.estand  | 0.52  | 0.99  | media        | -0.94 | -0.91 |
|              |       |       | desv.estand  | 0.57  | 0.74  |

**Los datos corresponden a valores de desviación estándar normalizados.**

En ninguna de las comparaciones hubo diferencias significativas en el Grupo R-; en el Grupo R+ hubo mejoría significativa al comparar Inmediatamente después del Tratamiento de NRA vs. 3 años después del Tratamiento ( $p=0.01$ ); lo mismo ocurrió al comparar Antes del Tratamiento con 3 años después del Tratamiento ( $p=0.05$ ) en este grupo.

En la Tabla 18 pueden verse los valores de la variable ADHD Score de la prueba de atención TOVA para los niños de ambos grupos. Debe recordarse que un valor de ADHD Score por debajo de -1.80 es sugestivo de presentar un problema de atención. En el Grupo R+, 6 de 7 niños (86%) tenían un valor inferior a -1.80 Antes del tratamiento, 3 años después solamente dos niños presentaban este problema (29%). En el Grupo R-, 5 de 8 niños tenían valores inferiores a -1.80 Antes de la NRA (63%) y a los 3 años de tratamiento sólo un niño tenía estos valores de ADHD Score (13%).

**TABLA 18**  
**TOVA VISUAL (ADHD Score)\***

| ADHD Score R+ |       |       | ADHD Score R- |       |       |
|---------------|-------|-------|---------------|-------|-------|
| SUJETOS       | Antes | 3 aD  | SUJETOS       | Antes | 3 aD  |
| 1             | -3.16 | 0.01  | 8             | -3.48 | -2.49 |
| 2             | -2.73 | -1.77 | 9             | -4.42 | 1.55  |
| 3             | -4.27 | -4.44 | 10            | -1.56 | -1.2  |
| 4             | -4.49 | -1.07 | 11            | -2.33 | -0.28 |
| 5             | -2.28 | 1.47  | 12            | -2.59 | 0.95  |
| 6             | -0.47 | -3    | 13            | 0.53  | -1.3  |
| 7             | -3.08 | 2.26  | 14            | 0.24  | 0.95  |
| media         | -2.93 | -0.93 | 15            | -4.4  | 1.89  |
| desv.estand   | 1.34  | 2.39  | media         | -2.25 | 0.01  |
|               |       |       | desv.estand   | 1.90  | 1.57  |

Al realizar las comparaciones intragrupo del ADHD Score obtenido Antes del Tratamiento con el obtenido 3 años después del Tratamiento de NRA, se observó mejoría significativa tanto en el grupo R+ ( $p=0.04$ ), como en el grupo R- ( $p=0.02$ ).

Las otras comparaciones solamente arrojaron resultados significativos para el Grupo R+: Cuando se comparó el ADHD Score obtenido Inmediatamente después del tratamiento con el obtenido 2 meses después ( $p=0.01$ ) y cuando se comparó el ADHD Score obtenido Inmediatamente después de la NRA con el resultado de 3 años después del Tratamiento de NRA ( $p=0.03$ ).

En la Figura 18 puede verse que, a pesar de que no hubo diferencias estadísticas entre los grupos, el ADHD Score promedio en ambos grupos era sugestivo de presentar problemas de atención, aunque estaba más acentuado el problema en el grupo R+. Con el tratamiento se observa una mejoría paulatina en estos promedios, llegando a normalizarse desde los dos meses siguientes al tratamiento y perdurando esta normalidad los 3 años siguientes, sin embargo sigue estando mejor el valor del Grupo R- en el seguimiento de 3 años. La Figura 18 sugiere que los cambios fueron similares en los dos grupos, pues las curvas van de forma más o menos paralela en el tiempo.

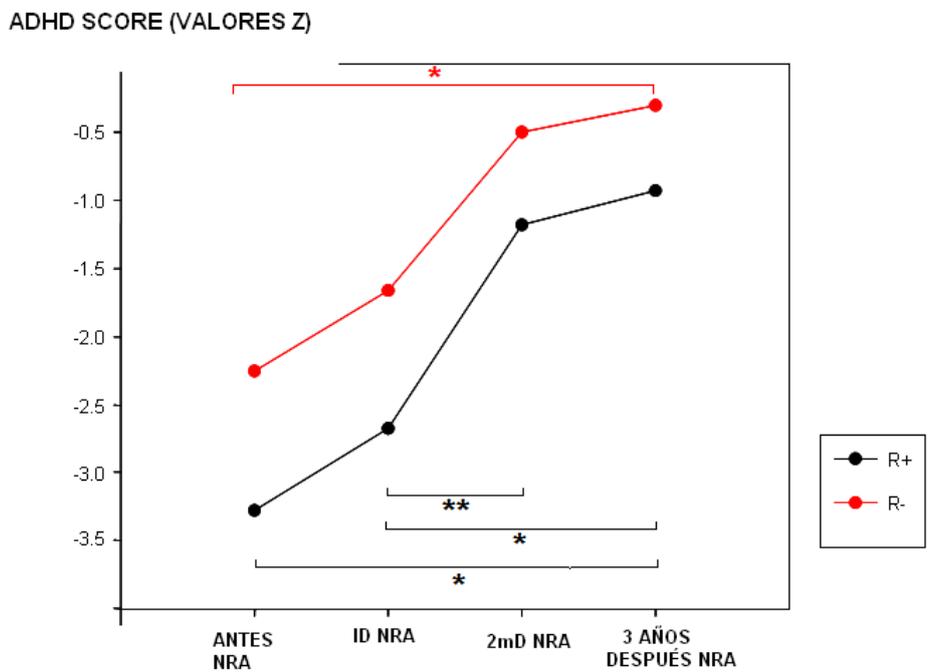


Figura 18. Valores de la variable ADHD Score de la prueba TOVA en ambos grupos.

Al comparar cualitativamente a los grupos, se observa una superioridad del Grupo R+, incluso Inmediatamente Después del tratamiento de NRA, pero al ver la Figura 18 cabe la duda de que en el Grupo R- no se hayan observado tantas diferencias significativas porque los niños de este grupo presentaban valores más cercanos a los normales.

## TOVA AUDITIVO

En la Tabla 19 y en la Tabla 20 se presentan los resultados de la prueba TOVA AUDITIVO en el Grupo R+; en la Tabla 20 se presentan los del Grupo R- en la misma prueba. Los datos mostrados en estas dos tablas son valores de desviación estándar de las variables Porcentaje de Omisiones, Porcentaje de Falsas Alarmas, Tiempo de Reacción y Variabilidad del Tiempo de Reacción.

**TABLA 19**  
**TOVA AUDITIVO**  
**GRUPO R+**

| TOVA AUDITIVO R+ |       |       |      |         |                |       |       |         |       |
|------------------|-------|-------|------|---------|----------------|-------|-------|---------|-------|
| SUJETOS          | Antes |       |      |         | 3 años Después |       |       |         |       |
|                  | %Om   | %F.A. | T.R. | V. T.R. | %Om            | %F.A. | T.R.  | V. T.R. |       |
| 1                | -0.3  | -1.6  | -    | 1.5     | -1.7           | 0.2   | -0.3  | -2      | -1.1  |
| 2                | -0.4  | -2.7  | -    | 0.8     | -1             | -0.2  | -1.1  | 2.1     | -1.2  |
| 3                | -0.4  | -0.2  | -    | 3.9     | -1.3           | -1.2  | -0.3  | 1.8     | -0.9  |
| 4                | -0.6  | -2.1  | -    | 2.2     | -1.7           | -1.5  | -0.4  | 3.7     | -1.4  |
| 5                | -0.2  | -0.3  | -    | 1.7     | -0.9           | 0.25  | 1.03  | -2      | 0.07  |
| 6                | 0.02  | 0.4   | -    | 1.3     | -1             | -0.1  | -0.5  | 0.8     | -0.7  |
| 7                | -0.4  | -3.4  | -    | 0.6     | -1             | 0.32  | -1.6  | 1.5     | -0.4  |
| media            | -0.33 | -1.41 | -    | 1.69    | -1.23          | -0.33 | -0.45 | 1.98    | -0.82 |
| desv.estand      | 0.20  | 1.43  | 1.10 | 0.33    |                | 0.74  | 0.83  | 0.88    | 0.52  |

\*%Om: porcentaje de omisiones, %F.A.: porcentaje de Falsas Alarmas, T.R.: tiempo de reacción, V.T.R.: Variabilidad del tiempo de reacción. Los datos corresponden a valores de desviación estándar normalizados.

En el Grupo R+ la cantidad de niños que presentaban valores por encima de lo normal se modificó de 0 a 2 en el Porcentaje de Omisiones, de 4 a 2 en el Porcentaje de Falsas Alarmas, de 5 a 6 en el Tiempo de Reacción y de 6 a 3 en la Variabilidad del Tiempo de Reacción. En promedio, el Porcentaje de Omisiones permaneció dentro de límites normales, el Tiempo de Reacción continuó siendo anormal y tanto el Porcentaje de Falsas Alarmas como la Variabilidad del Tiempo de Reacción, que tenían valores anormales, normalizaron sus valores promedio.

**TABLA 20**  
**TOVA AUDITIVO**  
**GRUPO R-**

| TOVA AUDITIVO R- |       |       |       |         |                |       |       |         |
|------------------|-------|-------|-------|---------|----------------|-------|-------|---------|
| SUJETOS          | Antes |       |       |         | 3 años Después |       |       |         |
|                  | %Om   | %F.A. | T.R.  | V. T.R. | %Om            | %F.A. | T.R.  | V. T.R. |
| 8                | -0.1  | -0.5  | -1.5  | -0.8    | -0.6           | -4    | -0.9  | -1.4    |
| 9                | -0.4  | 0.21  | -2.5  | -1.2    | 0.05           | -0.9  | -1.5  | -0.4    |
| 10               | 0.25  | -0.5  | -1.3  | -0.7    | 0.33           | -1.5  | -2.4  | -1.1    |
| 11               | -1.6  | -1.1  | -1.6  | -1.3    | 0.58           | -0.7  | -2.9  | -1.4    |
| 12               | 0.35  | -1.3  | 0.13  | 1.12    | 0.11           | -2.7  | 0.04  | 0.7     |
| 13               | 0.02  | -1    | -0.3  | -0.2    | 0.53           | -0.2  | -0.6  | -0.2    |
| 14               | -0.3  | -1.7  | -1.1  | -1.2    | -4             | -4    | -1.1  | -1.8    |
| 15               | -4    | -4    | -2.5  | -1.8    | -0.6           | -0.4  | -2.2  | -0.9    |
| media            | -0.71 | -1.23 | -1.33 | -0.75   | -0.44          | -1.79 | -1.44 | -0.80   |
| desv.estand      | 1.46  | 1.27  | 0.93  | 0.89    | 1.50           | 1.58  | 0.98  | 0.79    |

**\*%Om: porcentaje de omisiones, %F.A.: porcentaje de Falsas Alarmas, T.R.: tiempo de reacción.V.T.R.: Variabilidad del tiempo de reacción. Los datos corresponden a valores de desviación estándar normalizados.**

En contraste, en el Grupo R- la cantidad de niños que presentaban valores por encima de lo normal se modificó de 2 a 1 en el Porcentaje de Omisiones, de 5 a 4 en el Porcentaje de Falsas Alarmas, de 6 a 5 en el Tiempo de Reacción y de 5 a 4 en la Variabilidad del Tiempo de Reacción. En promedio, el Porcentaje de Omisiones y de la Variabilidad del Tiempo de Reacción permanecieron dentro de límites normales, mientras que el Tiempo de Reacción y el Porcentaje de Falsas Alarmas continuaron presentando problemas fuera de los límites de normalidad.

Al realizar las comparaciones de las distintas evaluaciones intragrupo, Inmediatamente Después de la NRA sólo se observaron cambios significativos en el Grupo R-, pero este fue un cambio no deseable, pues se incrementó el Porcentaje de Falsas Alarmas ( $p=0.05$ ). Dos meses después, en ambos grupos hubo una mejoría global, dada probablemente por una reducción del Porcentaje de Omisiones ( $p=0.01$ ) en el Grupo R+ y por una reducción del Porcentaje de Omisiones ( $p=0.05$ ), del Porcentaje de Falsas Alarmas ( $p=0.01$ ), del Tiempo de Reacción ( $p=0.05$ ) y de la Variabilidad del Tiempo de Reacción ( $p=0.03$ ).

En la comparación entre Inmediatamente Después del Tratamiento de NRA y 3 años después del Tratamiento de NRA, el Grupo R+ mostró una mejoría significativa en el porcentaje de Falsas Alarmas ( $p=0.03$ ) y en la Variabilidad del Tiempo de Reacción ( $p=0.05$ ). No se observaron cambios significativos en el grupo R-. Al comparar 2 meses Después vs. 3 años Después del tratamiento, en el Grupo R+ se encontró una mejoría en el Porcentaje de Falsas Alarmas ( $p=0.05$ ) y en el Grupo R- se observó mejoría en el Porcentaje de Falsas Alarmas ( $p=0.03$ ) y en la Variabilidad del Tiempo de Reacción ( $p=0.02$ ).

En la comparación entre Antes del Tratamiento de NRA y 3 años Después del Tratamiento de NRA el grupo R+ mostró una mejoría global significativa ( $p=0.02$ ), posiblemente dada por una reducción del porcentaje de Falsas Alarmas ( $p=0.01$ ) y de la Variabilidad del Tiempo de Reacción ( $p=0.01$ ). En el Grupo R- no se observaron cambios significativos.

En la Tabla 21 se muestran los resultados de la desviación estándar respecto a las normas de la variable  $d'$  en ambos grupos. En el Grupo R+, 5 sujetos presentaban un valor menor que -1 antes de la NRA y a los 3 años de tratamiento sólo 3 presentaban el problema, lo cual se manifestó en la normalización de su promedio; por su parte, en el Grupo R- 3 niños presentaban el problema Antes de la NRA y 5 a los 3 años de finalizado el tratamiento; sin embargo, el promedio mejoró aunque no llegó a alcanzar un valor normal.

En las comparaciones intragrupo, no se observaron diferencias significativas en el Grupo R-. En el Grupo R+ se observó una mejoría de la d' a los 2 meses de tratamiento respecto a Inmediatamente Después ( $p=0.01$ ) y a los 3 años respecto al valor que tenía antes del tratamiento ( $p=0.05$ ).

**TABLA 21**  
**TOVA AUDITIVO (d')**

| d'Auditiva R+ |       |      | d'Auditiva R- |       |       |
|---------------|-------|------|---------------|-------|-------|
| SUJETOS       | Antes | 3 aD | SUJETOS       | Antes | 3 aD  |
| 1             | -1.15 | -0.7 | 8             | -0.71 | -1.77 |
| 2             | -1.51 | -1.5 | 9             | -0.79 | -1.03 |
| 3             | -1.01 | -1.2 | 10            | -0.44 | -0.75 |
| 4             | -1.33 | -1.2 | 11            | -1.49 | 0.26  |
| 5             | -0.74 | 0.89 | 12            | -0.45 | -1.05 |
| 6             | -0.28 | -0.9 | 13            | -0.84 | 0.53  |
| 7             | -1.6  | -0.8 | 14            | -1.1  | -2.67 |
|               |       | -    |               |       |       |
| media         | -1.09 | 0.78 | 15            | -2.28 | -1.25 |
| desv.estand   | 0.46  | 0.78 | media         | -1.01 | -0.97 |
|               |       |      | desv.estand   | 0.62  | 1.03  |

**Los datos corresponden a valores de desviación estándar normalizados.**

## ELECTROENCEFALOGRAMA

Como se puede observar en la Tabla 22, en todos los niños se redujo el valor Z del índice  $PA_{\theta}/PA_{\alpha}$  en la derivación considerada para aplicar el tratamiento de NRA; acercándose o llegando a la normalidad ( $Z=0$ ). En el Grupo R+ comienzan a verse valores normales en un solo niño dos meses después de la NRA, mientras que en el Grupo R- desde que se finalizó el tratamiento hubo dos niños con valores normales del índice y a los dos meses ya fueron 4 niños los que alcanzaron valores normales. Tres años después, cinco niños del Grupo R+ (71%) y cinco del Grupo R- (63%) tenían valores dentro de límites normales. Aun en los niños que no alcanzaron la normalidad, se redujo el valor del índice  $PA_{\theta}/PA_{\alpha}$ ; es decir, comparado con el valor que tenía Antes del Tratamiento absolutamente todos los valores se redujeron.

**TABLA 22**  
**VALOR Z DEL ÍNDICE  $PA_{\theta}/PA_{\alpha}$**   
**DERIVACIÓN CON VALOR Z MÁS ANORMAL**

| #SUJETO  | DERIV NRA | A      | ID     | 2mD    | 3aD    |
|----------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| Grupo R+ |           |        |        |        |        |
| 1        | T6        | 2.3677 | 2.9340 | 2.4090 | 1.4002 |
| 2        | T6        | 1.8328 | 2.2152 | 2.0398 | 0.2932 |
| 3        | C3        | 3.6343 | 3.4484 | 3.3840 | 2.3777 |
| 4        | T5        | 3.4171 | 2.5297 | 3.0969 | 1.6408 |
| 5        | C4        | 2.7281 | 2.4994 | 1.5659 | 1.7439 |
| 6        | C4        | 2.2838 | 2.2672 | 1.9636 | 1.3928 |
| 7        | C3        | 3.6411 | 3.3178 | 2.8918 | 1.2430 |
| Grupo R- |           |        |        |        |        |
| 8        | O2        | 1.9091 | 2.0633 | 1.4962 | 1.5129 |
| 9        | C3        | 2.6819 | 3.0908 | 3.0558 | 2.0366 |
| 10       | T5        | 2.2031 | 2.9039 | 1.4009 | 1.8352 |
| 11       | C3        | 1.7081 | 1.2280 | 1.1070 | 1.0705 |
| 12       | P4        | 2.0667 | 1.6383 | 2.0435 | 0.9345 |
| 13       | Fp1       | 2.3908 | 2.3286 | 1.2720 | 1.1009 |
| 14       | F8        | 2.6582 | 1.8018 | 1.9323 | 1.9934 |
| 15       | C3        | 3.7268 | 3.7798 | 2.8075 | 1.0865 |

Los números en color rojo indican que el coeficiente  $z(PA_{\theta}/PA_{\alpha}) > 1.645$ .

Como se Observa en la Figura 19, la normalización del cociente  $PA_{\theta}/PA_{\alpha}$  ocurre en ambos grupos gradualmente. Debe notarse que en ninguno de los<sub>96</sub>

grupos es significativa la reducción de este cociente Inmediatamente Después del Tratamiento de NRA.

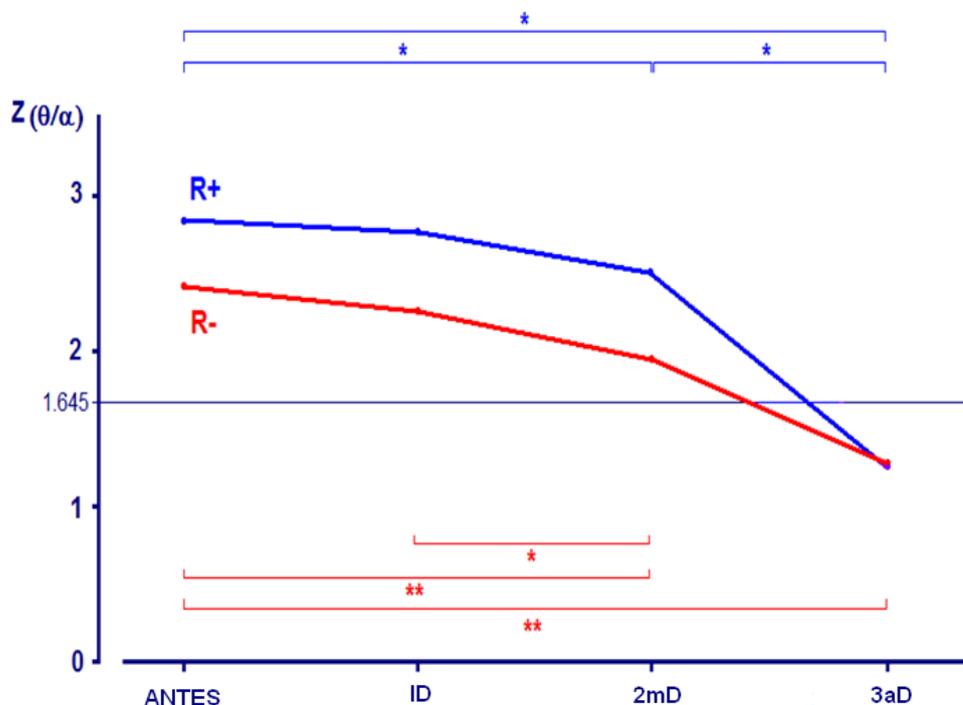


Figura 19. Comportamiento del valor Z del cociente  $\theta/\alpha$ . El color azul muestra los cambios en el Grupo R+ y el color rojo en el Grupo R- (\* $p < 0.05$ , \*\* $p = 0.001$ ). La variable toma valores anormalmente altos cuando  $Z > 1.645$ ; nótese que en ambos grupos hay una reducción paulatina hasta los 2 meses después de la NRA, en los últimos 3 años sigue disminuyendo, en forma más pronunciada en el Grupo R+, hasta alcanzar valores normales, en promedio, en la última evaluación.

Sin embargo, en el Grupo R- hay una reducción significativa del cociente  $\theta/\alpha$  en el período que va de Inmediatamente Después a 2 meses Después del tratamiento ( $p = 0.05$ ), que posteriormente no es significativa en el período de 2 meses Después a 3 años Después ( $p = 0.08$ ); en contraste, en el grupo R+ la reducción no es significativa en el período de Inmediatamente Después a 2 meses Después del tratamiento ( $p = 0.07$ ), pero sí lo es en el de 2 meses Después a 3 años Después ( $p = 0.02$ ). Al comparar Antes vs. 2 meses Después y Antes vs. 3 años Después, se observa en el Grupo R+ una reducción significativa del cociente y en el Grupo R- una reducción altamente significativa.

**TABLA 23**  
**POTENCIA ABSOLUTA**  
**DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS EN LAS**  
**COMPARACIONES INTRAGRUPPO\***

**POTENCIA ABSOLUTA**

|              | GRUPO R+                |                 |  | GRUPO R-                                 |   |   |
|--------------|-------------------------|-----------------|--|--|---|---|
|              | A Vs ID                 | A Vs 2mD        | A Vs 3aD   | A Vs ID                                  | A Vs 2mD  | A Vs 3aD  |
| <b>DELTA</b> | ↓ Fp1,Fp2               | ↑ P4,F7<br>0.02 | ↓ Fp1,Fp2,O1,O2,<br>F7,F8,T3,T4,T5,T6<br>0.01                              | ↓ F4,C3,P3,P4,<br>Fz,Cz,Pz               | ↓ C3,P3,P4,<br>T6,Cz<br>0.02                      | ↓ Fp1,Fp2,P4,<br>O1,O2,F7,F8,<br>T3,T4,T5,T6,Fz<br>0.01 |
| <b>THETA</b> |                         | ↓ P4,Pz         | ↓ Fp1,Fp2,O1,O2,<br>F7,F8,T3,T4,T5,T6<br>0.01                              | ↑ C3,T5                                  | ↓ C3,P3,P4,<br>F7,T4,T5,T6,<br>Pz                 | ↓ Fp1,Fp2,<br>O1,O2,F7,F8,<br>T3,T4,T5,T6<br>0.01       |
| <b>ALFA</b>  | ↓ T3,T5                 | ↑ Fz            | ↓ Fp1,Fp2,F7,F8,<br>T3,T4<br>0.04<br>↑ F4,C3,C4,P3,P4,<br>Fz,Cz,Pz<br>0.02 | ↑ Fp1,Fp2,<br>F4,P3,F7,F8,<br>Fz<br>0.03 | ↑ P4,F7,T6  | ↓ Fp1,Fp2,F7,F8,<br>T3,T4<br>0.04<br>↑ C3,C4,Cz<br>0.02 |
| <b>BETA</b>  | ↑ F3,F4,O1,<br>O2,Fz,Pz | ↑ T5            | ↑ F3,F4,C3,C4<br>P3,P4,O1,O2,<br>Fz,Cz,Pz<br>0.01                          | ↑ Fp2,F3,F4,<br>C3,C4,O1,F7,<br>Fz,Cz    | ↑ Fp1,Fp2,F3,F4,<br>C3,O2,F8,<br>T3,T4,Cz<br>0.04 | ↑ F3,F4,C3,C4,<br>P3,P4,Cz,Pz<br>0.01                   |

\* Las diferencias globales están marcadas en color amarillo. Las flechas indican si el cambio significativo consistió en un aumento (↑) o en una reducción (↓) de la PA; junto a la flecha aparecen las derivaciones en las que el cambio resultó ser significativo (diferencias marginales,  $p < 0.05$ ).

En la Tabla 23 se muestran los resultados de las comparaciones intragrupo para ambos grupos. En el Grupo R+, Inmediatamente Después del tratamiento no hubo cambios globales, se aprecia una reducción de la PA delta frontopolar y de la PA alfa en temporal izquierdo y un aumento de la PA beta en regiones frontales, occipitales y de la línea media; dos meses después el cambio más consistente fue una reducción de la PA theta en regiones parietales con predominio derecho; tres años después se observa una reducción de delta y theta global ( $p=0.01$ ), dado por una reducción de la potencia en todas las derivaciones distales (Fp1, Fp2, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6), y un incremento de alfa y beta global ( $p=0.02$ ,  $p=0.01$ , respectivamente) que ocurre en las regiones menos distales, excepto por un aspecto peculiar de la PA alfa que se reduce globalmente ( $p=0.04$ ) en regiones frontopolares y temporales.

En el Grupo R-, desde que se finalizó el tratamiento se observa un incremento global de la PA alfa ( $p=0.03$ ); entre los cambios marginales de esta comparación, hubo una reducción de delta en áreas frontoparietales y de la línea media y un aumento de la PA en las demás bandas inmediatamente después de la NRA, el cual ocurre en pocas derivaciones en la PA theta, pero en un número considerable en alfa y beta. Dos meses después hubo cambios más pronunciados, con una reducción global de la PA delta ( $p=0.02$ ) y un aumento global de la PA beta ( $p=0.04$ ); entre los cambios marginales, se observó una reducción de la PA delta y theta en un número considerable de derivaciones y aumentando alfa (sólo en P4, F7 y T6) y beta en numerosas derivaciones. A los tres años, el comportamiento de la PA en este grupo se asemeja mucho al del Grupo R+, con cambios significativos globales (con la misma significancia) en todas las bandas.

En resumen (Tabla 23), Inmediatamente después y dos meses Después del Tratamiento de NRA, se observaron diferencias significativas en ambos grupos pero fueron más notorias las del Grupo R-. A los tres años en ambos grupos se observan numerosos cambios. Llama la atención el comportamiento de la banda alfa en ambos grupos: reducción frontopolar y temporal e incremento en regiones centrales (también en frontales y parietales en el Grupo R+).

Los resultados de las comparaciones intragrupo de la PR se muestran en la Tabla 24. En el Grupo R+, inmediatamente después del tratamiento no hubo cambios, salvo por una reducción de la PR delta central; dos meses después se observan cambios aislados sin consistencia, aunque hay una reducción significativa global de la PR alfa y beta ( $p=0.01$  y  $p=0.04$ , respectivamente) y 3 años después de la NRA hay numerosos cambios: reducción de la PR delta y theta y aumento de la PR alfa y beta, involucrando a gran cantidad de derivaciones (a todas en la banda alfa). En el Grupo R-, inmediatamente después del tratamiento hay un cambio global (aumento de la PR beta,  $p=0.01$ ) y cambios marginales en todas las bandas, siendo el más consistente el incremento de la PR beta; dos meses después se observa un aumento global

de la PR alfa y beta ( $p=0.03$ ,  $p=0.01$ ) que involucra a numerosas derivaciones y una reducción marginal de la PR theta principalmente en regiones temporales; tres años después se observa reducción de la PR delta y theta (la reducción de la PR theta es global,  $p=0.03$ ) e incremento global de la PR alfa y beta, que incluye marginalmente a numerosas derivaciones (a todas en la PR beta).

En la Figura 21 es más evidente la ausencia de cambios inmediatamente después de la NRA en el Grupo R+. A los tres años después del tratamiento, principalmente en la banda theta se observan diferencias entre grupos, pues en el Grupo R- nunca se observaron cambios en tantas variables como en el Grupo R+.

**TABLA 24**  
**POTENCIA RELATIVA**  
**DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS EN LAS**  
**COMPARACIONES INTRAGRUPPO\***

|              | GRUPO R+ |                                  |  | GRUPO R-  |  |  |
|--------------|----------|----------------------------------|--|---|--|--|
|              | A Vs ID  | A Vs 2mD                         | A Vs 3aD   | A Vs ID   | A Vs 2mD   | A Vs 3aD   |
| <b>DELTA</b> | ↓ C3,Cz  | ↑ C4,T5                          | ↓ F3,F4,C3,<br>P4, O1,O2   | ↓ Fz,Pz   |  | ↓ F4,P4,O2,Fz  |
| <b>THETA</b> |          | ↓ T4,Fz                          | ↓ Fp1, Fp2,F3,F4,<br>C3,C4,P3,P4,O1,<br>O2,F7,F8,T4,<br>T5,T6,Pz<br><b>0.02</b>          | ↑ Fp1,P4,<br>T3,Fz  | ↓ O1,F7,<br>T3,T4,T5   | ↓ P3,O1,O2<br>T3,T4,T5,T6<br><b>0.03</b>   |
| <b>ALPHA</b> |          | ↑ O1,Fz<br><b>0.01</b>           | ↑ Fp1, Fp2,F3,F4,<br>C3,C4,P3,P4,O1,<br>O2,F7,F8,T3,T4,<br>T5,T6,Fz,Cz,Pz<br><b>0.01</b> | ↑ C3  | ↑ C3,C4,O1,O2,<br>T4,T5,T6<br><b>0.03</b>                    | ↑ F3,F4,<br>C3,C4,P3,P4,O1,<br>O2,T3,T4,<br>T5,T6,Fz,Cz,Pz<br><b>0.03</b>                |
| <b>BETA</b>  |          | ↑ O1,T5,<br>Cz,Pz<br><b>0.04</b> | ↑ Fp1, Fp2,F3,F4,<br>C3,C4,P3,P4,O1,<br>O2,F7,F8,T4,<br>T5,T6,Fz,Cz,Pz<br><b>0.01</b>    | ↑ Fp2,F4,C3,C4,<br>P3,P4,O1,O2,<br>T5,Fz,Cz,Pz<br><b>0.01</b> | ↑ Fp1,F3,C3,C4,<br>P3,P4,O1,O2<br>T4,T6,Cz,Pz<br><b>0.01</b> | ↑ Fp1, Fp2,F3,F4,<br>C3,C4,P3,P4,O1,<br>O2,F7,F8,T3,T4,<br>T5,T6,Fz,Cz,Pz<br><b>0.01</b> |

\* Las diferencias globales están marcadas en color amarillo. Las flechas indican si el cambio significativo consistió en un aumento (↑) o en una reducción (↓) de la PR; junto a la flecha aparecen las derivaciones en las que el cambio resultó ser significativo (diferencias marginales,  $p<0.05$ ).

## X. DISCUSIÓN

Haciendo un recuento del estudio original, destaca que, tanto desde el punto de vista electroencefalográfico, como de la actividad cognitivo-conductual, aunque se observó mejoría en ambos grupos, fueron más tempranos los efectos en el grupo al que se le dio tratamiento con reforzador negativo (García, 2006), lo cual coincide con lo esperado según la literatura que existe al respecto.

En un estudio previo (Becerra et al., 2006) se había demostrado que los efectos de la NRA perduraban largo tiempo. Estos autores compararon los efectos de un tratamiento de NRA que reforzaba positivamente la reducción del cociente P $\theta$ /P $\alpha$  en un grupo de niños con TA y retraso en la maduración de su EEG con los efectos de un tratamiento placebo en un grupo control con las mismas características. Esta es una poderosa razón para no haber considerado en esta tesis un grupo control y para proponer como nuestra primera hipótesis que los cambios positivos que se habían producido en el EEG y la conducta de otros niños de la misma población (García, 2006) perdurarían a través de los años, principalmente en el grupo tratado con reforzamiento positivo.

La NRA es un procedimiento de condicionamiento operante, mediante el cual el individuo puede aprender a modificar la actividad de su propio cerebro (Thatcher, 1999). Por lo tanto, los cambios electroencefalográficos constituyen el aprendizaje inicial y serán los primeros cambios que se analizarán. Los cambios observados en el EEG constituyen una mejoría electroencefalográfica, pues en general fueron compatibles con una maduración de la actividad eléctrica cerebral, ya que casi todos consistieron en una reducción de la actividad en las bandas delta y theta y en un incremento en las bandas alfa y beta. Específicamente en las comparaciones intragrupo del valor Z del cociente P $\theta$ /P $\alpha$  en las derivaciones consideradas para dar el tratamiento, se observó que, en promedio en ambos grupos se alcanza la normalización de los valores. Este experimento está entonces demostrando que en el proceso de

aprendizaje de la NRA se satisfacen las observaciones que postula la Teoría del Aprendizaje: el Grupo R- aprendió más rápido a controlar este cociente mientras que el grupo R+ sostiene los efectos de este aprendizaje a más largo plazo. Aunque no siempre se alcanzan valores dentro de límites normales, puede hacerse extensiva esta observación a los cambios observados en la PA y la PR en el sentido de que tienden a la normalización.

Es un hecho observado con frecuencia que la mejoría electroencefalográfica que produce la NRA, va asociada a una mejoría conductual (Fernández et al., 2003, 2007; Vernon et al., 2004); de hecho, el objetivo principal de este tratamiento es modificar la conducta.

Después de tres años de haber recibido el tratamiento, la mayoría de los resultados conductuales apoyan la primera hipótesis de esta tesis, pues ambos grupos continuaron mostrando mejoría en la conducta. A continuación se analizarán los resultados más relevantes al respecto.

Los sujetos de ambos grupos mostraron mejoría significativa en la prueba de Inteligencia WISC-R, desde la evaluación realizada al terminar el tratamiento, aunque el grupo R- siempre se mostró por arriba en los puntajes del CI Total, así como en el CI Verbal y de Ejecución. En los 3 años siguientes el puntaje promedio del Grupo R- continuó mejorando, sin embargo, excepto en el CI de ejecución, esto no fue tan evidente en el Grupo R+. Realizando otro tipo de análisis, se observó que en el Grupo R+, el porcentaje de niños con un puntaje de Subnormal a Normal se modificó de 29% antes del tratamiento a 85% pasados 3 años de la NRA, en el Grupo R- estas cifras se modificaron de un 25% antes de la NRA a un 100% a los 3 años de haber finalizado el tratamiento. Entonces, podemos concluir que en la prueba WISC-R prevalecieron por arriba los resultados de los sujetos que pertenecieron al Grupo R-, no siendo patente una extinción en ninguno de los grupos, pero menos en el Grupo R-.

En la Prueba del Raven las mejorías altamente significativas pertenecieron al Grupo R-, lo que confirma el resultado del WISC-R; sin embargo, en esta prueba no fue tan evidente la superioridad del Grupo R-, aunque tampoco podría pensarse en una extinción del aprendizaje pues esto sólo se observó en un niño del grupo R-

En la versión de la prueba Conners para Padres, en el Grupo R+ hubo cambios significativos entre Antes y 2 meses Después y entre Antes y 3 años Después del Tratamiento de NRA, y éstos fueron en la disminución de síntomas de nivel cognitivo-distracción y ansioso-tímido. En contraste, en el Grupo R- se observa disminución de los síntomas al comparar Antes vs. Inmediatamente Después, Antes vs. 2 meses y Antes vs. 3 años después, y ésta ocurre en numerosos niveles, sobre todo en las primeras etapas: cognitivo-distracción, hiperactividad, ansioso-tímido, perfeccionista, oposicional, problemas sociales y psicossomático, así como una disminución en el índice Conners TDAH. Estos datos apoyan el hecho de una mejoría conductual más temprana en el Grupo R-; sin embargo tampoco en este caso podría hablarse de una extinción mayor en este grupo.

La versión de la prueba Conners para Maestros fue respondida por maestros diferentes en el seguimiento de tres años que los que habían respondido antes. Aunque inicialmente se observa una disminución de los síntomas que va de ligera a moderada, a los tres años de finalizado el tratamiento, se observa un aumento en muchos niveles y no son evidentes las diferencias entre los grupos; creemos que una razón de ello es la variabilidad inducida por haber sido diferentes personas las que respondieran Antes y 3 años Después del tratamiento de NRA.

En la prueba de Lecto-Escritura existió una mejoría entre Antes del Tratamiento e Inmediatamente Después del Tratamiento en ambos grupos, siendo más significativa en el Grupo R-, como se establece en la teoría del aprendizaje, de hecho, en el análisis individual sólo se observó incremento de más de 30

puntos inmediatamente después de la NRA en el Grupo R-. Al realizar las comparaciones entre Antes del Tratamiento y 3 años Después del Tratamiento de NRA sólo el grupo R- mostró mejoría significativa. Estos resultados son evidencia de que fue mayor el efecto del tratamiento de NRA con reforzador negativo, tanto a corto como a largo plazo y de que no hubo un fenómeno de extinción en el Grupo R-.

En el TOVA, tanto en su versión Visual como en la Auditiva, prevaleció la mejoría del Grupo R+. Esta es la única prueba con base en la cual podría sugerirse que el efecto a largo plazo del tratamiento de NRA con reforzador positivo es superior; en otras palabras, solamente con base en los resultados de la prueba TOVA podría satisfacerse la segunda hipótesis. Esta hipótesis plantea que los niños que reciben tratamiento de NRA con Reforzador Positivo deben mostrar mayor resistencia a la extinción que los que lo reciben con Reforzador Negativo, como lo marca la literatura de la Teoría del Aprendizaje.

En resumen, los resultados electroencefalográficos y conductuales apoyan la primera hipótesis: en general en ambos grupos se observa mejoría a los tres años de finalizado el tratamiento de NRA. Estos resultados coinciden con lo obtenido por Becerra et al. (2006) en un estudio similar utilizando solamente reforzamiento positivo.

Según la Teoría del Aprendizaje, en el Condicionamiento Operante, el aprendizaje con reforzador negativo debería ser más rápido, aunque es también más susceptible a la extinción que el aprendizaje con reforzador positivo (Gross, 1998). Esto se postula en la segunda hipótesis. Tanto en el comportamiento del EEG como en el de algunas pruebas conductuales, como el WISC-R y la de Lecto-escritura, el aprendizaje con reforzador negativo ocurre antes que el aprendizaje con reforzador positivo. Sin embargo, aunque en el EEG el aprendizaje realizado con reforzador positivo parece sostenerse a más largo plazo, en la mayoría de las pruebas aplicadas (WISC-R, RAVEN, Conners y Lecto-escritura) no se observa una extinción del aprendizaje en el

seguimiento realizado a los 3 años de haber dado el tratamiento.

Aun a los tres años, la mejoría en el Grupo R-, es mayor que la del Grupo R+ en prácticamente todos los sentidos. Esto no va de acuerdo exactamente con lo descrito por la Teoría del Aprendizaje del Condicionamiento Operante, pero tomando en cuenta que el Grupo R- tuvo cambios positivos más rápidos, en más cortos períodos de tiempo, podría suponerse que esto favoreció el hecho de que otros tipos de reforzadores hayan influido durante el tratamiento.

Tomando en cuenta que en cada protocolo de reforzamiento, se pueden incluir variables que pueden modificar el protocolo, vale la pena analizar que variables pudieron estar presentes durante este programa. Entre ellas encontramos: (1) todos los niños recibían un dulce al término de cada sesión, (2) todos los niños fueron motivados con palabras de aliento al término de cada sesión. Esto significa que ambos grupos recibieron de manera simultánea al tratamiento un reforzador positivo. (3) Aun más el recibir atención especial de parte de los papás mientras iban al tratamiento, así como llevarlos a las sesiones, implica la presencia de otro factor de Reforzamiento Positivo en todos los niños, independientemente del grupo al que pertenezcan, (4) No puede perderse de vista que cada niño, dependiendo de los logros conductuales y cognitivos que iba teniendo, era reforzado positivamente por los maestros y los padres.

Es importante tomar en cuenta que la NRA produce un aprendizaje de la actividad eléctrica cerebral que puede evaluarse mediante las variables PA y PR del EEG. Si se observan las tablas 23 y 24 es fácil darse cuenta que el aprendizaje producido por la NRA no se extingue en ninguno de los dos grupos. Nuestra hipótesis era que en el grupo R- habría una extinción a los tres años, pero nuestros resultados refutan dicha hipótesis.

Todos estos reforzadores positivos incidieron de manera similar en los niños de uno y otro grupo, por lo tanto las diferencias que se observaron entre los grupos no deberían adjudicarse a ellos. Sin embargo como los niños del

grupo R- tuvieron mejorías más prontas, es posible que les fueran aplicados en la casa o la escuela Reforzamientos Positivos (sociales: casa, escuela), tiempo antes que a los niños del Grupo R+, que les permitieron seguir mejorando en lugar de que se extinguiera la mejoría lograda.

Es necesario, en torno a la teoría del aprendizaje del conductismo, analizar si el entrenamiento consistió en un reforzamiento positivo puro o negativo puro en lugar de un castigo negativo y un castigo positivo aunados a ellos, respectivamente. En el R+ el niño tenía la instrucción de “producir el sonido y mantenerlo porque el sonido significaba que su cerebro estaba trabajando bien”, es decir cuando se reducía theta/alfa recibía el reforzador, aumentando la probabilidad de que theta/alfa permaneciera bajo, mientras que cuando theta/alfa tomaba valores altos el sonido estaba ausente reduciendo la probabilidad de que theta/alfa estuviera alto; es lo mismo aumentar la probabilidad de que theta/alfa sea bajo que disminuir la probabilidad de que theta/alfa sea alto. Análogamente, en el caso del R- el niño tenía la instrucción de “evitar el sonido porque significaba que su cerebro estaba trabajando mal” es decir cuando aumentaba theta/alfa recibía el sonido disminuyendo la probabilidad de que theta/alfa aumentara mientras que cuando theta/alfa era bajo no recibía sonido aumentando la probabilidad de que se redujera theta/alfa.

Los efectos del Tratamiento de NRA sobrepasan los límites del laboratorio debido a que tienen implicaciones en el contexto de la vida del niño, en su motivación, en su voluntad y en la conciencia de él mismo. Por ello parecen mostrar un efecto en cascada sobre la mejoría de los niños con TA que presentan un retraso en la maduración de su EEG.

Estos resultados podrían sugerir un alejamiento de la teoría del conductismo, pero hay que tomar en cuenta que el conductismo presenta limitantes, pues no considera al organismo y su contexto, ni la posibilidad de cambios durante el desarrollo, ni de interpretaciones cualitativas. Por esta razón, para enriquecer

el trabajo es posible analizar estos resultados en el marco conceptual de la “interconducta” (Ribes y López, 1985). La interconducta, si bien entiende al objeto de estudio de la psicología a partir de la categoría de conducta, hace hincapié en la interacción como objeto analítico: la interacción comprende la inseparabilidad de la actividad del organismo y los eventos del ambiente. Por lo tanto, con base en la teoría de la interconducta, podemos asegurar que los resultados de esta investigación son coherentes y requieren tal vez de un nivel de análisis cualitativo más profundo con herramientas que permitiesen examinar el contexto y tanto los efectos que el sujeto ejerce sobre él como los que el ambiente ejerce sobre el sujeto.

Los resultados de investigación enmarcados en el conductismo se encuentran con la dificultad para considerar los cambios o resultados cualitativos al tener sólo resultados cuantitativos para tomar en cuenta, debido a que muchas conductas son funcionalmente pertinentes. Esto no quiere decir que los resultados cuantitativos no sean útiles, sino que requieren ser respaldados por una teoría de la conducta como el interconductismo, que incorpore o desarrolle campos semánticos para la interacción que ocurre entre el ser humano y el ambiente, y marcos conceptuales en los que la investigación en psicología a nivel de ciencia pueda avanzar, tomando en cuenta resultados en los que se vinculen el contexto y los niveles de interacción que presenta el interconductismo, mediante investigaciones en humanos que sirvan para el beneficio social.

Mayor investigación cuantitativa y cualitativa, con marcos teóricos sólidos, que incorpore nuevas formas de tratamiento, así como la evaluación de las ya existentes, es una urgencia de nuestra entidad. Nuevas formas de análisis requerirán más herramientas para adquirir datos, el desarrollo de pruebas cognitivas y neuropsicológicas en nuestro país y universidad son una necesidad imprescindible y que requiere atención inmediata; esto permitirá a su vez mayor investigación y traerá consigo beneficios sociales.

La terapia de NRA es efectiva en la modificación conductual de los sujetos, así como en la maduración electroencefalográfica de niños con TA y con un Retraso en la Maduración, es importante que en las escuelas y centros psicopedagógicos se tome esto en cuenta y se utilicen terapias alternativas. Proponemos utilizar esta terapia en Instituciones como las CeSeCo de la Universidad Autónoma de Querétaro para poder, por un lado, dar una ayuda social y, por otro lado, facilitar que los alumnos aprendan sobre nuevos métodos terapéuticos para sujetos con TA que tengan un retraso en la maduración electroencefalográfica.

Ha pedido la M. en C. Fabiola García, uno de los integrantes del jurado de examen, que en la discusión aparezca el aprendizaje que obtuve durante la realización de la presente tesis; siendo coherente y considerando el aprendizaje como cambio en la conducta debido a la experiencia, tomo conciencia de que las experiencias fueron variadas y de que, al igual que en la tesis, hubo distintos reforzadores para mí (incluso para las mismas respuestas), y hasta algunos eventos supersticiosos,

Comenzando con los conocimientos teóricos que adquirí, desde el tratar de familiarizarme con conceptos de EEG, de estadística en general, de estadística no paramétrica, y de la NRA, hasta la aplicación de los mismos, creo que todos en conjunto constituyen una fuerte herramienta para mí como Psicóloga Educativa. El aplicar este tratamiento en conjunto con un neurofisiólogo clínico que registre, analice e interprete el EEG podría ser un camino muy útil para tratar niños con TA; además de que es motivo de gran satisfacción hacer algo que tiene como resultado que el niño mejore en su aprendizaje escolar y pueda salir adelante, dejando en ocasiones atrás la problemática del TA.

Considero también interesante utilizar un protocolo en el que se vincule el tratamiento psicopedagógico o neuropsicológico histórico-cultural con este tratamiento; los resultados puedan ser sorprendentes, y todo resulta en beneficio de los niños.

En cuanto a conocimientos más empíricos, animarme a terminarla quizá fue el trabajo más pesado, pero una vez terminado la gratificación valió la pena.

El conocimiento sobre cómo se hace ciencia me llevó a una reflexión epistémica sobre el conocimiento, y cómo se forma, cuestiones filosóficas de la ciencia y la psicología, y estas reflexiones ayudaron a que me incorporara a un Grupo de Investigación en Psicología, Ciencia y Tecnología (GIPSICYT), para comprender mejor, como dice Alan Chalmers, “¿qué es esa cosa llamada ciencia?”.

El conocimiento acerca del tratamiento de NRA me permitió acercarme más a las discusiones sobre mente-cerebro y aún me parece que encontré mi propia respuesta.

Pude observar que hay poco de dónde elegir si se quieren pruebas estandarizadas mexicanas; muchas de las pruebas utilizadas para las evaluaciones son traducidas, pero hay poco trabajo desde su raíz aunque estén formuladas como mexicanas. Al contrario de lo que algunos pudieran pensar, la importancia de que los psicólogos trabajemos en hacer nuevas formas de evaluación e intervención, no reside en contar con instrumentos para categorizar gente, sino en que se tienen nuevas formas de ayudar a los que puedan necesitar apoyo.

Así como un regreso constante a las raíces filosóficas, a los supuestos a los que nos afiliamos, a nuestros modelos, a replantearnos nuestra práctica, siempre buscando la mejoría y la Psicología Científica, creo que esta hermosa y apasionante labor requiere de vocación para trabajar arduamente.

Y sobre el éxito profesional, como me lo dijo Thalita (hablando de mis gustos por la Psicología Científica), cuando encuentras pasión en tu hacer y **VOCACIÓN**, allí es donde tú puedes brillar.

## **XI. CONCLUSIONES**

1.- La NRA, aplicada con reforzador positivo o con reforzador negativo, es exitosa para el tratamiento de niños con TA y retraso en la maduración de su EEG.

2.- La NRA con reforzador negativo tiene un efecto positivo, tanto sobre el EEG como sobre la conducta, superior al de la NRA con reforzador positivo. El efecto es más rápido cuando se utiliza reforzador negativo. Aunque en el EEG podría hablarse de una superioridad a largo plazo del tratamiento con reforzador positivo, en la conducta se observa una superioridad del tratamiento aplicado con reforzador negativo, aun a largo plazo.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

American Psychiatric Association. (2000). *Text Revision of The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV-TR)*.

Aarts, J.H., Vine, C.D., Smit, A.M. y Wilkins, A.J. (1984). Selective cognitive impairment during focal and generalized epileptiform EEG activity. *Brain*, 107, 293-308.

Alvarez, A., Pérez-Avalo, M.C. y Morenza, L. (1992). Neuropsychological assessment of learning disorder children with paroxymal EEG activity. *New Issues in Neuroscience*, IV(1), 40-50.

Arns, M., Peters S., Breteler R., Verhoeven L. ( 2007). Diffenent brain activation patterns in dyslexic children: evidence from EEG power and coherence patterns for the double-deficit rheory of dyslexia. *Journal of Integrative Neuroscience*, Vol 6, N°1; 175-190.

Baker, L.A., Decaer, S.N., y DeFries, J.C. (1984). Cognitive habilities in reading disabled children: a longitudinal study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 25(1), 111-117.

Becerra J., Fernández T, Harmony T, Caballero M.I., García F., Fernández-Bouzas A., Santiago-Rodríguez E., and Prado-Alcalá R.A. (2006). Follow-Up Study of Learning-Disabled Children Treated with Neurofeedback of Placebo. En: *Clínical EEG and Neuroscience*. Vol.37. N° 3; 198-203.

Becker, J., Velasco, M., Harmony, T., Marosi, E., y Landázuri, M., (1989). Electroencephalographic characteristics of children with learning disabilities. *Clinical Electroencephalography*, 18, 93-101.

Bower, G., (1989). *Teorías del Aprendizaje*. Ed. Trillas. 2a Ed. México, D.F. Pp. 217-230.

Breteler, MH., Arns M., Peters S., Giepman I., Verhoeven L., (2010). Improvements in spelling after QEEG-based neurofeedback in dyslexia: a randomized controlled treatment study. *Appl. Psychophysiol Biofeedback*. 35;5-11.

Caballero, MI., (2004). Comparación entre la Neuro-retroalimentación (NRA) aplicada con un estímulo visual y la NRA aplicada con un estímulo auditivo, a niños en edad escolar con Trastorno de Aprendizaje. Tesis de Licenciatura en Psicología Educativa. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro.

Cantor D.S., Chabot, R. (2009). QEEG studies in the assessment and treatment of childhood disorders. *Clinical EEG and Neuroscience*, 40(2), 113-21. Review.

Catts, H.W., Gillispie, M., Leonard, L.B., Kail, R.V., y Miller, C.A. (2002). The role of speed of processing, rapid naming, and phonological awareness in reading achievement. *Journal of Learning Disabilities*, 35(6), 509-524.

Chabot R., Micheli F., Pritchep 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.

Chance, P., (1984). Aprendizaje y Conducta. Traducido por: Mtro Florento López R. Ed. Manual Moderno. México D.F.

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.

Chabot RJ., di Micheli F., Pritchep L., John ER., (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(2): 171-186.

Conners K., (1997). *Conners'rating Scales-Revised*. Technical Manual. Multi-health system. Inc., New York.

Damas J., Martín Rodríguez J., León- Carrión, J. (2005) Patron Neurofisiológico del Retraso Mental: Estudio de un Caso en Electroencefalografía Cuantitativa. *Revista Española de Neuropsicología* 7, 2-4:135-149.

Delamonica, E. (1984). *Electroencefalografía*. México: El Ateneo.

Douglas, M. (1978). Behavioral and electrophysiological correlatos of visual performance in normal and learning disabled boys. *Activitas Nervosa Superior*, 39, 21-25.

Franks C., (1995) "Orígenes, historia reciente, cuestiones actuales y estatus futuro de la terapia de conducta: una revisión conceptual." En: Caballo V. (ed.). *Manual de Técnicas de Terapia y Modificación de Conducta*. Ed. Siglo XXI. 2º Edición. Madrid, España.

Fernández T. (2010). Neuroretroalimentación en niños con Trastorno de Aprendizaje. *En: CA Novo Olivas y L Chacón Gutiérrez (eds.)*. EEG cuantitativo como herramienta diagnóstica y terapéutica: Neurofeedback. Editorial: Universidad de Guanajuato, Guanajuato, 156-188.

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., Fernández-Bouzas, A., Díaz-Comas, L., Prado-Alcalá, R.A., Valdés-Sosa, P., Otero, G., Bosch, J., Galán, L., Santiago-Rodríguez, E., Aubert, E., & García-Martínez, F. (2007). Changes in EEG current sources induced by Neurofeedback in Learning Disabled children. An exploratory study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 32, 169-183.

Fernández, T., Herrera, W., Harmony, T., Díaz-Comas, L., Santiago, E., Sánchez, L., Bosch, J., Fernández-Bouzas, A., Otero, 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*, 43, 145-152.

Fernández T., Silva J., Alanís P., Rodríguez MC., Becerra J.,(en preparación). Neurofeedback effects on Evoked Related Potentials in Reading Disabled Children.

Fonseca, L.C., Tedrus, G.M., Chiodi, M.G., Cerqueira, J.N., Tonelotto, J.M. (2006). Quantitative EEG in children with learning disabilities: analysis of band power. *Archivos de Neuropsiquiatría*, 64(2B), 376-381.

Fletcher, T., Kaufman de López, C. (1995). A Mexican Perspective on learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 28 (9) 530-534.

Fuller, P., (1977). Computer estimated alpha attenuation during problem solving in children with learning disabilities. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 42, 149-56.

Galán L, Biscay R, Rodríguez JL, Pérez-Avalo MC, Rodríguez R. (1997). Testing topographic differences between event related brain potentials by using non-parametric combinations of permutation tests. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 102: 240-247.

García, F. (2006). Comparación entre la Neuroretroalimentación (NRA) aplicada con reforzador positivo y la NRA aplicada con reforzador negativo, a niños en edad escolar con trastorno de aprendizaje. Tesis de Maestría, UNAM campus Juriquilla, Querétaro, México.

Gardner H., Ives W S. (1984) "Influencias Culturales en los dibujos infantiles. Una perspectiva evolutiva". En: *El arte en la educación. Una perspectiva Internacional*. Pennsylvania State University Press, Pp 13-30.

Gasser, T. (1988). Quantitative topographic component analysis for the EEG at rest. En *Statistics and Topography in Quantitative EEG* (pp 139-145). Paris: Elsevier.

Greenberg, L., Kindschi, C. (1996). *Test of Variables of Attention: Clínical Guide*. California.

Gross, D. (1998). *Psicología, la ciencia de la mente y la conducta*. Ed. Manual Moderno.

Harmony, T. (1989). Psychophysiological evaluation of children's with neuropsychological disorders. En: Reynolds, C.R. y Fletcher-Janzen, E. *Handbook of Clinical Child Neuropsychology*. New York: Plenum Publ.

Harmony T, Fernández T, Silva J, Bernal J, Díaz-Comas L, Reyes A, Marosi E, Rodríguez M, Rodríguez MT. EEG delta activity: An indicator of attention to internal processing during the performance of mental tasks. *International Journal of Psychophysiology*. Special issue: New advances in EEG and cognition, 24: 161-171, 1996.

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.

Hughes, J. (1971). Electroencephalography and learning disabilities. Stratton, G. y Myklebust, H.R. *Progress in Learning Disabilities vol II* (pp 18-55). New York: Grune y Stratton.

Huges J., Roy John E., (1999). Conventional and Quantitative Electroencephalography in Psychiatry. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*. 11:190-208.

Iglesias, A., Derman, B. (1985). *Prueba de Lecto-escritura*. Progreso.

John, E.R., Ahn, H., Prichep, L., Kaye, H., Trepetin, M., & Fridman J. (1981). Neurometric evaluation of EEG in normal, learning disabled, and neurologically at risk children. *Recent advances in EEG and EMG data proceedings*, 163-177.

John, E.R., Ahn, H., Prichep, L., Trepetin, M., Brown, D., & Kaye, H. (1980). Developmental equations for the electroencephalogram. *Science*, 210(4475): 1255-1258.

Kerns, K. y Decaer, .S.N. (1985). Multifactorial assessment of reading disability: identifying the best predictors. *Perceptual and Motor Skills*, 60(3), 747-753.

Jasper, H. (1957). Report of committee on methods of clinical examination in electroencephalography; 53: 370-375.

John, E., Prichep, 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.

Kastelejin-Nost Trenité D.G. (1995). Transient cognitive impairment during subclinical epileptiform electroencephalographic discharges. *Seminars in Pediatric Neurology*, 2(4), 246-253.

Lagae, L. (2008). Learning disabilities: definitions, epidemiology, diagnosis, and intervention strategies. *Pediatric Clinics of North America*, 55(6), 1259-1268, vii.

Lassus-Sangosse, D., N'guyen-Morel, M.A., y Valdois, S. (2008). Sequential or simultaneous visual processing déficit in developmental dyslexia? *Vision Research*, 48(8), 979-988.

La Vaque, T.J., Hammond, D.C., Trudeau, D., Monastra, V., Perry, J., Lehrer, P., Matheson, D., & Sherman, R. (2002). Template for Developing Guidelines for the Evaluation of the Clinical Efficacy of Psychophysiological Interventions. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 27(4), 273-281.

Lesný, L., Provazník, K., Jirásek, J., y Komárek, L. (1977). The value of EEG, especially of hyperventilation test in learning disabilities. *Activitas Nervosa Superior*, 19(4), 263-264.

Linden, M., Habib, T., & Radojevic, V. (1996). A controlled study of the effects of EEG biofeedback on cognition and behavior of children with Attention Deficit Disorder and Learning Disabilities. *Biofeedback and Self-Regulation*, 21, 35-49.

López-Alanís, P. (2010). Alteraciones en el componente electroencefalográfico N400 en niños con Trastorno de Aprendizaje. Tesis de Licenciatura. Facultad de Psicología. Universidad Latina de América.

Magallón, S. y Carbona, J. (2009). Detection and specific studies in procedural learning difficulties. *Revue Neurologique*, 48 Suppl 2, S71-76.

Martínez C, Rojas B, (1998). Manual de Técnicas de Electroencefalografía. (2ª ed). Editado por: Comunicaciones Científicas Mexicanas, S.A. de C.V. México D.F. Pp95-114.

Matousek, M. & Petersén, I. (1971). Frequency analysis of EEG registrations in normal children 1-16 years old. *Nordisk Medicin*, 85(20), 637-638.

Morris, G.C. (1992). *Psicología un nuevo enfoque*. Prentice Hall.

Morris, G.C, Maisto, A. (2001). *Psicología*. Pearson Educación. México.

Niedermeyer, E. (1999). Maturation of 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.

Othmer, S., Othmer, S., & Marks, C. (1991). EEG biofeedback training for attention deficit disorder, specific learning disabilities, and associated conduct problems. Publicado en internet en, [www.eegspectrum.com](http://www.eegspectrum.com) como monografía del EEG Spectrum, Encino CA.

Pasantes, H. (2003). *De Neuronas, Emociones y Motivaciones*. Fondo de Cultura Económica 2ª Edición, México. Pp 9-22.

Pavlov, I.P. (1927). *Reflejos condicionados* (G.V. Anrep, Trans). London:Oxford

University Press.

Pinel, J.P.J. (2001). Biopsicología. 4ªed. Pearson Educación. Madrid.

Portellano, J.A., (2008). Neuropsicología Infantil. Ed. Síntesis. España, II-20; 117-144.

Rayner, K. y Pollatsek, A. (1989). The Psychology of reading. USA: Prentice Hall.

Raven J, Court J. (1986). Manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales. London: Lewis.

Ribes E., López, F. (1985). Teoría de la Conducta. Un análisis de campo y paramétrico. Ed. Trillas. México. Pp. 9-33.

Ruddle, H., Bradshaw, C., Szabadi, E. (1981). Performance of humans in variableinterval avoidance schedules programmed singly, and concurrently with variable-interval schedules of positive reinforcement. Quarterly Journal of Experimental Psychology.

Sandler J., Davidson R. (1980). Psicopatología. Ed. Trillas. México D.F., pp 131-151.

Skinner, B.F. (1953). Some contributions of an experimental analysis of behavior to psychology as a whole . American psychologist.

Stevenson, H.W. & Wright, J.C. (1966). Child Psychology. En: Sidowski, J.B. (Ed.), *Experimental methods and instrumentation in Psychology* (pp 577-605). New York: McGraw Hill.

Tansey, M.A. (1991). Wechsler (WISC-R) changes following treatment of learning disabilities via EEG biofeedback training in a private practice setting. *Australian Journal of Psychology*, 43,147-153.

Thatcher, R. (1999). EEG database-guided neurotherapy. En: Evans, J.R. &

Abarbanel, A. (Eds.). *Introduction to quantitative EEG and Neurofeedback* (pp 29-64). New York: Academic Press.

Thorndike, E. L. (1911). *The elements of psychology*. 2° ed. New York. A.G. Seiler.

Valdés, P., Biscay, R., Galán, L., Bosch, J., Zsava, S., & Virués, T. (1990). High resolution spectral EEG norms topography. *Brain Topography*, 3: 281-282.

Vernon, D., Frick, A., & Gruzelier, J. (2004). Neurofeedback as a treatment for ADHD: A methodological review with implications for future research. *J Neurother* 8, 53-82.

Wechsler, D. (1981). *Manual for Wechsler intelligence Scale-Revised*. The Psychological Corporation.