Facultad de Humanidades y Educación
Escuela de Psicología

EL TEST DE CINCO DIGITOS (TCD): UN NUEVO PARADIGMA EN EL ESTUDIO CONDUCTUAL Y ELECTROFISIOLÓGICO DE LA MADURACIÓN DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Trabajo de investigación presentado por:

DE VITA, Gabriela
HERNANDEZ, Alexandra

A la
Escuela de Psicología
Como requisito para obtener el título de
Licenciado en Psicología

Profesora Tutora:
MORENO, Marianela

Caracas, Septiembre de 2014

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero dedicarle esta tesis a mi tío Settimio Pietro Tuzzato Minozzi y a mi amigo José Rafael Pacheco Díaz, quienes no se encuentran entre nosotros pero me dieron la fuerza para finalizar este proyecto de vida. Doy las gracias a mis amados padres, María Eugenia Franco Ocaríz y Leopoldo Hernández Tuzzato por haberme apoyado de forma incondicional. Asimismo a mis apreciadas abuelas Rosa Tuzzato y Sonia Ocaríz, por su amor, cariño y sabiduría. De manera especial agradezco a mi querida compañera de tesis Gabriela De Vita, por estar ahí siempre y hacerme sentir que no estaba sola. A mis amigos, a quienes conocí en esta etapa universitaria y quienes han estado conmigo durante toda la vida, por su confianza y amistad. A mi compañero Ivanhoe Gamarra por su soporte incondicional. Por ultimo a mis queridos profesores que admiro Marianela Moreno y Cesar Jáyaro, por su excelente asesoría, por haberme impulsado en este campo de la Neuropsicología y sobre todo por su profesionalismo.

Alexandra Hernández

Primero que nada quiero agradecerle a mi abuela Vincenza que aunque hoy no se encuentre conmigo fue mi guía y mi modelo. A mi madre Betsabé Vidal por ser siempre comprensiva, a mis padres Leonardo De Vita y Ramón Raven por siempre apoyarme. A mi compañera de tesis Alexandra Hernández por ser más que una compañera una amiga incondicional. A mi tutora Marianela Moreno por ser un apoyo y por ayudarnos a hacer posible esta tesis. A Cesar Jayaro y Cesar Rodriguez por aportarnos sus conocimientos. A todos los participantes que nos ofrecieron su tiempo y a la UCAB por ser nuestra casa de estudio. A ti Dani por ser mi soporte durante todo este tiempo. A todos muchas Gracias!

Gabriela De Vita Vidal

Queremos agradecerle de forma especial a A la Dra María Elena Garassini y a la Dra Elena Martínez por habernos permitido el uso de las instalaciones del laboratorio de Neuropsicología de la UNIMET y hacernos sentir como en casa.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen……..……7

Introducción……..……..8

Marco Teórico

Funciones Ejecutivas…….……....12

Maduración y desarrollo de las redes neurales asociadas a las Funciones Ejecutivas……..……..……..15

Aspectos generales de la maduración y desarrollo…….…….……..15

Redes neuronales asociadas a las Funciones Ejecutivas…….……..17

Maduración y desarrollo de las redes ejecutivas……..….19

Las funciones ejecutivas en relación con otras variables……..…….....……..27

Test de Cinco Dígitos (TCD)…….…….……..37

Modelo de integración neural sobre las redes ejecutivas de Stuss…….....……...43

Potenciales relacionados a eventos (PRE) o potenciales cognitivos……..……...45

Investigaciones……48

Paradigma del Test de Cinco Dígitos……..……..58

Método

Problema……...…….60

Hipótesis general……...……...….60

Hipótesis Específicas……...……..……60

Variables de estudio

Variables Dependientes……...…….61

Funciones Ejecutivas……...…….….61

Variables Independientes……...63

Paradigma del Test de Cinco Dígitos……..……..……63

Lectura……...…….…...64

Conteo……...…….……64

Elección……...…….…..65

Alternancia……..…….…..65

Edad……..…….....65

Variables a controlar……..……66

Sexo……..…….....66
Inteligencia……..……..66
Nivel Educativo…….……66
Trastornos Mentales…….…….66
Tipo de Investigación…….……..….67
Diseño de Investigación…….……...68
Población y muestra…….…….69
Instrumentos…….…….69
Test de Cinco Dígitos…….……...69
Software Neuron Spectrum 5…….……...72
Escala Weschler (WAIS-III)…….……...73
Cronómetro……73
M.I.N.I plus……..…… 74
Procedimientos……..……..……..74
Análisis de resultados……79
Discusión……...……..105
Conclusiones…….……..116
Recomendaciones……117
Referencias……..119
Anexos…….……..……..126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficientes de confiabilidad del TCD……..72

Tabla 2. Tiempo en las cuatros fases del TCD…… 82

Tabla 3. Errores en las cuatros fases del TCD…… 82

Tabla 4. Errores y Tiempo de ejecución en las cuatro fases del TCD……. 83

Tabla 5. Media y Desviación estándar de la Amplitud, Latencia y área bajo la curva…… 85

Tabla 6. Contrastes de las cuatro fases del TCD con las variables electrofisiológicas…....87

Tabla 7. Contrastes de la variable amplitud con las cuatro fases del TCD……..88

Tabla 8. Contrastes de la variable latencia con las cuatro fases del TCD……89

Tabla 9. Contrastes de la variable área bajo la curva con las cuatro fases del TCD……90

Tabla 10. Medias y desviaciones estándar de las cuatro fases del TCD con las 19 localizaciones……92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variables de los componentes de los potenciales relacionados a eventos……..…48
Figura 2. Poder y amplitud promedio de la activación cerebral…….……54
Figura 3. Ejemplo de las salidas gráficas de los componentes de los PRE, su mapeo y tabla con valores correspondientes……... 77
Figura 4. Distribución del CI en los tres grupos de etareos…….....81
Figura 5. Medias de los grupos en las cuatro fases del TCD de acuerdo al tiempo empleado…….84
Figura 6. Fases del TCD con las 19 localizaciones del TCD…….....93
Figura 7. Amplitud de las 19 localizaciones en las cuatro fases del TCD en los sujetos de 21 años…….…… 95
Figura 8. Ejemplo de mapeo cerebral de las regiones activadas en un sujeto de 21 años…….96
Figura 9. Amplitud de las 19 localizaciones en las cuatro fases del TCD en los sujetos de 22 años…….97
Figura 10. Ejemplo de mapeo cerebral de las regiones activadas en un sujeto edad de 22 años ……..…… 98
Figura 11. Amplitud de las 19 localizaciones en las cuatro fases del TCD en los sujetos de 23 años…….98
Figura 12. Ejemplo de mapeo cerebral de las regiones activadas en un sujeto edad de 23 años……. 99
Figura 13. Amplitud en las 19 localizaciones en la fase I de Lectura del TCD en los tres grupos etarios……..…….. 100
Figura 14. Amplitud en las 19 localizaciones en la fase II Conteo del TCD en los tres grupos etarios……..…… 101
Figura 15. Amplitud en las 19 localizaciones en la fase III Elección del TCD en los tres grupos etarios……..…… 101
Figura 16. Amplitud en las 19 localizaciones en la fase IV de Alternancia del TCD en los tres grupos etarios……...…….. 102

RESUMEN

En la presente investigación se evaluaron las Funciones Ejecutivas (FE) y sus correlatos conductuales (errores y tiempo de ejecución) y electrofisiológicos (amplitud, latencia y área bajo la curva) en estudiantes universitarios masculinos de 21, 22 y 23 años de edad**,** con CI promedio o superior. Se utilizó la entrevista M.I.N.I diagnóstica para controlar los principales trastornos mentales (Eje I del DSM-IV y la CIE-10) y el Test de Cinco Dígitos (TCD) para evaluar FE.

Se realizó un análisis de varianza no paramétrico (Kruskall-Wallis) con contrastes a posteriori (U de Mann-Whitney). No hubo diferencias significativas en el número de errores y el tiempo de ejecución entre las fases del TCD en los grupos etarios. En los correlatos electrofisiológicos surgió un nuevo componente de los PRE: la onda N500 entre 250 y 600 msegs, diferente a P300 y N400, encontrándose diferencias significativas en su latencia, amplitud y área bajo la curva entre los grupos de 21 y 23 años y entre 21 y 22 años, no entre los 22 y 23 años. Se evidencia una maduración conductual de las FE hasta los 21 años, no a nivel electrofisiológico indicando que el desarrollo de las redes frontales asociadas a las FE no culmina en la adolescencia tardía.

En las cuatro fases del TCD, se encontraron diferencias significativas en amplitud y área bajo la curva en la primera y segunda fases (Lectura y Conteo). En la tercera fase (Elección) no hubo diferencias en ningún correlato electrofisiológico y en la última fase (Alternancia) hubo diferencias en latencia, implicando mayor tiempo de procesamiento.

En el análisis cualitativo y exploratorio de datos hubo una activación regional diferencial entre las fases del TCD y entre los grupos etarios, interpretándose como el ritmo de desarrollo propio de redes neurales asociadas a diversos componentes de FE. Las regiones activadas con mayor amplitud fueron: dorsomediales derechas, frontal y posterior derecha (Lectura); dorsomedial derecha y frontal derecha e izquierda (Conteo); dorsomedial derecha y frontal derecha e izquierda (Elección) y temporal media derecha sin activación medial derecha (Alternancia). No hubo sustentación empírica suficiente referente al Modelo de Integración Neural propuesto por Stuss (2011).

Palabras claves: Maduración de las Funciones Ejecutivas, correlatos electrofisiológicos y conductuales, Test de Cinco Dígitos.

INTRODUCCIÓN

La funciones ejecutivas se pueden definir como un conjunto de habilidades cognoscitivas que permiten la anticipación y el establecimiento de metas, el diseño de planes y programas, el inicio de las actividades y de las operaciones mentales, la autorregulación y la monitorización de las tareas, la selección precisa de los comportamientos y las conductas, la flexibilidad en el trabajo cognoscitivo y su organización en el tiempo y en el espacio para obtener resultados eficaces en la resolución de problemas (Pineda, 2000).

En el campo de la Psicología Cognitiva, la Neuropsicología y las Neurociencias Cognitivas, donde se enmarca la presente investigación, la culminación del proceso de maduración de las funciones ejecutivas es un elemento aún de controversia. Autores como Pineda (2000) señalan que el mismo culmina a los 16 años, mientras que el autor Giedd (citado en Universidad Cornell, 2002), investigador del Instituto Nacional de Salud Mental (NIMH) de los Estados Unidos de América plantea que termina a los 20 años. Oliva (2007), por su parte, indica que las diversas regiones de la corteza pre-frontal, responsables de las Funciones Ejecutivas (FE) son las últimas en completar su desarrollo, el cual lleva hasta la tercera década.

Sedó (2007) creó el Test de Cinco Dígitos que se compone de cuatro partes: Lectura, Conteo, Elección y Alternativa que permiten evaluar diversos componentes de los que constituyen las funciones ejecutivas, cada una de la cuales puede considerarse como niveles de un nuevo paradigma experimental para el estudio de las FE tanto en lo conductual y específicamente en lo electrofisiológico (Steven Hillyard, comunicación personal, julio 2012), que a semejanza de los paradigmas Stroop y Go-No Go, se denominó en la presente investigación paradigma TCD (Test de Cinco Dígitos).

Stuss (2011) halló evidencias de que a las funciones ejecutivas subyacen redes neuronales que corresponden a la activación de procesos frontales diferenciados pero interdependientes que están relacionados con otras regiones cerebrales. Estas redes se

vincularían con procesos, entre los cuales señala la energización, ejecución (configuración de la tarea, monitorización), regulación emocional-conductual y metacognición.

El Modelo de Integración Neural propuesto por Stuss sobre funciones ejecutivas y las redes que subyacen a las mismas podrían estar vinculadas a este nuevo paradigma experimental del TCD (Rodríguez, 2012), lo que puede ser investigado a través del estudio de la electrofisiología cerebral de procesos cognitivos, donde se vinculan medidas conductuales con medidas electrofisiológicas como el mapeo cerebral del electroencefalograma digital o**,** como en la presente investigación**,** a través del registro de los potenciales relacionados a eventos (PRE).

Como antecedentes de estudios realizados con el TCD en una línea de investigación abierta por Moreno desde el 2002 en la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) sobre procesos cognitivos, Tomassetti y Tracanelli (2003) demostraron que el Test de Cinco Dígitos (TCD) en población de niños venezolanos es una prueba válida y confiable como indicador de la madurez de las funciones ejecutivas del lóbulo frontal, lo que apoya la decisión seleccionar esta prueba para investigar FE en otro grupo etario donde conductualmente se ha alcanzado la madurez pero en el cual se desconoce si con medidas de mayor resolución temporal, como son los potenciales relacionados a eventos, las redes asociadas a las FE siguen aún en ese proceso de maduración.

Moreno, Sedó, Dos Santos, Rodríguez y Jáyaro (2012), en un estudio preliminar a la presente investigación, evaluaron el mapeo cerebral del electroencefalograma de seis estudiantes universitarios (3 hombres y 3 mujeres) entre 18 y 20 años, bajo el paradigma del TCD, encontrando diferencias estadísticamente significativas en la activación cerebral entre las cuatro partes del Test de Cinco Dígitos.

Posteriormente**,** Rodríguez (2012), en la línea de investigación señalada de la UCAB, evaluó a un grupos de niños con autismo de alto funcionamiento, niños con trastorno deficitario de atención y niños sin diagnóstico con el TCD, utilizando medidas conductuales y electrofisiológicas a través de potenciales relacionados a eventos.

Corroboró la activación cerebral diferencial con la aplicación de cada una de las cuatro partes del TCD, como niveles de medida de la variable independiente, y encontró diferencias entre los tres grupos estudiados, asociando las diferencias en las cuatro partes del TCD a la activación de las redes y procesos neuronales señalados por Stuss (2011).

Es así que, se pareciera evidenciarse a través de la línea de investigación presentada, que el TCD podría ser un nuevo paradigma experimental para el estudio de las Funciones Ejecutivas, lo cual es de interés central en la presente investigación.

Debido a que los estudios anteriores fundamentalmente se han centrado en muestras de niños en desarrollo y con alteraciones y en muestras relativamente pequeñas de sujetos adultos, la presente investigación, como un aporte a la correspondencia entre teoría y evaluación, pretendió en una muestra mayor a los estudios preliminares de Moreno, et al. (2012) de estudiantes universitarios entre 21 y 23 años, determinar si el TCD, como nuevo paradigma experimental, es un indicador, no sólo conductual sino electrofisiológico (por su mayor resolución temporal), de la madurez de las funciones ejecutivas del lóbulo frontal en correspondencia con los componentes, dimensiones o subcomponentes considerados en el Modelo de Integración Neural de Stuss (2011) como un aporte a la Psicología Cognitiva, la Neuropsicología y las Neurociencias Cognitivas.

En estos sujetos de las tres edades señaladas: 21, 22 y 23 años, se evaluó, mientras realizan las cuatro partes del TCD, si conductualmente no mostrarían diferencias entre las tres edades con medidas conductuales que son de menor resolución temporal (segundos, minutos). Ya que**,** según el autor Giedd (citado en Universidad Cornell, 2002), investigador del Instituto Nacional de Salud Mental (NIMH) de los Estados Unidos de América**,** las funciones ejecutivas alcanzan su madurez conductual desde los 20 años, y, por otro lado, si al ser evaluados a través de medidas electrofisiológicas con potenciales relacionados a eventos (PRE), cuya resolución temporal es mayor (milésimas de segundos), si se encontrarían diferencias estadísticamente significativas en función del ritmo de maduración de cada red neuronal asociada a los componentes de las funciones ejecutivas evaluadas.

De acuerdo con el Código Deontológico de la Investigación en Psicología (Escuela de Psicología 2002) la investigación garantizó los principios de responsabilidad, respeto por los individuos y consentimiento informado. Se le explicó a los sujetos en forma clara y sencilla los procedimientos que se llevaron a cabo antes de comenzar la actividad, respetando la confiabilidad de los datos obtenidos. Las investigadoras del presente estudio se comprometen a mantener un nivel de conocimiento razonablemente amplio y actualizado de las áreas en las cuales se realizaron las actividades de investigación con niveles altos de competencia.

Una de las limitaciones para la presente investigación es que al ser novedosa hay pocas investigaciones en el área que den mayor soporte empírico a la misma y las realizadas han sido en niños sin diagnóstico o con algún trastorno del desarrollo o en muestras pequeñas de adultos. Por otro lado, el estudio es complejo al adentrarse en el campo de la neuropsicología y la electrofisiología cerebral de procesos cognitivos, lo que implica capacitación en métodos, técnicas y procedimientos específicos de recolección y análisis de datos, así como manejo de equipo y programas de alta tecnología.

MARCO TEÓRICO

El presente trabajo de investigación se enmarca en el ámbito de la Psicología Cognitiva, que "puede definirse como la rama de la psicología que intenta proporcionar una explicación científica de cómo el cerebro lleva a cabo funciones mentales complejas como la visión, la memoria, el lenguaje y el pensamiento" (Parkin, 1999, p.3). La Psicología Cognitiva con sus teorías de procesos cognitivos, conjuntamente con la Psicología Experimental con sus métodos y diseños de investigación y la Psicología Clínica con la caracterización de las diversas entidades nosológicas dentro de los llamados Trastornos Mentales, dan aportes fundamentales al campo de la Neuropsicología (Pinel, 2007).

Junqué (2002) señala que la Asociación Psicológica Americana diferencia entre la Psicología Clínica (División 12) que incluye la práctica, investigación, enseñanza, administración y/o el estudio del área, y el campo de la Neuropsicología (División 40), que al considerar el estudio de las relaciones entre el cerebro y la conducta humana, integra contribuciones educativas, científicas y profesionales de la Psicología con el desarrollo de las Neurociencias, promoviendo la interdisciplinariedad entre diversas áreas del conocimiento científico. Lo cual es central en la presente investigación.

Moreno y Jayaro (2012) plantean que la Neuropsicología constituye el referente paradigmático de las Neurociencias Cognitivas, es decir, guía la investigación de este campo al nutrirse de los aportes antes señalados de la Psicología y brindar además el conocimiento sobre la relación de las estructuras cerebrales y los grandes sistemas que subyacen a los procesos cognitivos y las alteraciones del comportamiento, así como el diseño de pruebas que permiten la evaluación de los componentes y sub-componentes de los mismos. En este sentido, facilita el diagnóstico y la evaluación de los individuos y el diseño de la rehabilitación e intervención cognitiva, tomando en cuenta los componentes biológicos, psicológicos, socio-culturales y el contexto etnogeográfico donde la persona se encuentra inmersa. Así mismo, consideran que para poder estudiar los procesos cognitivos, los correlatos neurobiológicos y sus trastornos, es importante basarse en los aportes de la electrofisiología cerebral de los procesos cognitivos, debido a que proporcionan

información importante sobre los correlatos neurobiológicos de dichos procesos y los subcomponentes con mayor resolución temporal que las medidas conductuales.

A continuación se profundizará en los procesos de maduración y desarrollo de las redes neurales asociadas a las funciones ejecutivas.

En la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) Moreno y Jáyaro (2012) están desarrollando una línea de investigación en el área anteriormente señalada, que se describirá más adelante; es importante destacar que la presenta investigación es parte de la misma, delimitándose al estudio de las funciones ejecutivas, como procesos superiores considerados en la Psicología Cognitiva, la Neuropsicología y las Neurociencias Cognitivas con sus respectivos métodos de exploración.

FUNCIONES EJECUTIVAS

El concepto de funciones ejecutivas ha ido evolucionando a través del tiempo. Según Moreno, et al. (2012) el primer autor que definió las funciones ejecutivas fue Fuster, en la década de los setenta, considerándolas como la capacidad de controlar el propio comportamiento, procesar la información de la secuencia, cambiar las estrategias cognitivas en la resolución de problemas (flexibilidad cognitiva), desarrollar y organizar planes y por último, mantener en la memoria operaciones para poder llevar a cabo una tarea (memoria de trabajo).

A finales de los años 80, Stuss y Benson (según Barroso, Martín y León-Carrión, 2002), señalan que las funciones ejecutivas se rigen por un grupo de sistemas fijos, funcionales, integrados y organizados que contemplan la selección de metas, anticipación, planificación y monitorización que van a mantener el control sobre la conducta.

La divulgación amplia del concepto de funciones ejecutivas se atribuye a Lezak (1995), quien señala que son las capacidades que permiten a las personas comprometerse en una conducta autogenerada, con propósito, de manera independiente y exitosa.

Pineda (2000) define las funciones ejecutivas como un conjunto de habilidades cognoscitivas que permiten la anticipación y el establecimiento de metas, el diseño de planes y programas, el inicio de las actividades y de las operaciones mentales, la autorregulación y la monitorización de las tareas, la selección precisa de los comportamientos y las conductas, la flexibilidad en el trabajo cognoscitivo y su organización en el tiempo y en el espacio para obtener resultados eficaces en la resolución de problemas.

Para Barroso, et al. (2002) el funcionamiento ejecutivo tiene cuatro componentes: *formulación de metas* (proceso complejo de delimitar necesidades); *planificación* (organización de la secuencia de pasos forzosos para llevar a cabo una acción con un fin específico; concebir alternativas posibles, realizar elecciones, predecir las consecuencias de las decisiones y elecciones que se toman); *implementación de planes* (acciones que facilitan el inicio, mantenimiento y cambios de las distintas secuencias de conductas complejas que forman el plan) y por último *la ejecución efectiva de los planes* (habilidad para dirigir; regular la intensidad, el tiempo y todos los aspectos de la acción que se quiere llevar a cabo; capacidad para auto-corregir, para valorar el cumplimiento de objetivos y costo energético empleado; capacidad para valorar el resultado alcanzado y el proceso empleado).

Considerando los conceptos anteriormente desarrollados se hace evidente que las funciones ejecutivas no son un constructo unitario sino que está compuesto de una serie de dimensiones, subdimensiones o componentes que actualmente están en el centro de muchos estudios en los campos anteriormente señalados de la Psicología Cognitiva la Neuropsicología y las Neurociencias cognitivas en las cuales resalta el interés en las redes y estructuras neurales involucradas en estos procesos cognitivos.

A continuación se abordarán los procesos de maduración y desarrollo de las redes neurales que han sido asociadas a las funciones ejecutivas.

Maduración y Desarrollo de Las Redes neurales asociadas a las Funciones Ejecutivas

Se considera de importancia enmarcar este punto en primer lugar en aspectos generales de la maduración y desarrollo del sistema nervioso, para luego entrar en aquellas redes que se han vinculado a las funciones ejecutivas y cómo se desarrollan.

Aspectos generales de la Maduración y el Desarrollo

En opinión de Munakata, Casey y Diamon (citado en Lozano-Gutierrez y Ostrosky, 2011), la maduración es el grupo de cambios dirigidos por procesos genéticos fundamentales que permiten poseer las condiciones necesarias, aunque no suficientes**,** para tener un adecuado desarrollo cognitivo.

Por su parte, Papalia, Wendkos-Olds y Feldman (2010) consideran que el desarrollo cerebral es el desenvolvimiento de una secuencia natural de cambios físicos y conductuales**.**

Pinel (2001) explica que el desarrollo del cerebro comienza en el embrión a partir del ectodermo, capa embrionaria externa que va dar lugar al SNC (Sistema Nervioso Central) a partir de la conformación del tubo neural. La primera muestra del cerebro en desarrollo son tres protuberancias o vesículas que se moldean en el extremo anterior del tubo neural. Dichas protuberancias formarán el Mesencéfalo, Prosencéfalo y Rombencéfalo que posteriormente se transforman en cinco, denominadas el Telencéfalo, Diencéfalo, Mesencéfalo, Metencéfalo y el Mielencéfalo.

Una de las partes más importantes del Mielencéfalo con proyección hasta el Telencéfalo, es la formación reticular, algunas de sus partes intervienen el proceso del despertar, del sueño, el mantenimiento del tono muscular, el movimiento, la atención, diversos reflejos cardíacos, circulatorios y respiratorios, donde, para la presente investigación, su participación en los procesos atencionales cobra importancia. El Metencéfalo posee una división llamada puente de Varolio o protuberancia anular y otra

llamada cerebelo (estructura que ha sido implicada en los giros atencionales, buscar Courchesnexxxxx y, por ende, se involucra en la flexibilidad cognitiva). Por otro lado**,** del Mesencéfalo se derivan el Téctum y el Tegmentum. El Téctum está formado por el colículo o tubérculo cuadrigémino inferior (estructura involucrada en la función auditiva) y el colículo o tubérculo cuadrigémino superior (implicado en la función visual). Por su parte, el Tegmentum, está formado por la sustancia gris periacueductal (mediador en el efecto analgésico de las drogas opiáceas), el núcleo rojo y la sustancia negra (constituyentes del sistema sensomotor). El Diencéfalo está constituido por dos estructuras, el Hipotálamo y el Tálamo. El Tálamo está compuesto por varios pares de núcleos considerados importantes centros de relevo de los sistemas auditivos, visuales y somatosensorial. En cambio el Hipotálamo, siendo el principal centro neurovegetativo, regula interacciones funcionales en los mecanismos adaptativos, se vincula con el sistema inmune, interviene en los ritmos circadianos, entre otras funciones. El núcleo Acummbens, cuyo origen embriológico sigue en discusión es la principal estructura que regula los comportamientos motivados. Por último, el Telencéfalo está encargado de interpretar señales, iniciar movimientos voluntarios, interpretar señales sensoriales y mediar los procesos cognitivos como el aprendizaje, el habla y la resolución de problemas. A partir del Telencéfalo surgen los cuatro lóbulos (frontal, temporal, parietal y occipital), la corteza cerebral (Neocorteza), las principales fisuras (central, lateral y longitudinal), los giros principales (precentral, poscentral, temporal superior y cingulado), el sistema límbico (Amígdala, Hipocampo, Fornix, Corteza cingulada, Septum, Cuerpos mamilares), los Ganglios básales (Amígdala, Cuerpo estriado, Globo pálido) y**,** por último**,** las comisuras cerebrales en las cuales se encuentra el cuerpo calloso (Pinel, 2001).

Capilla, Romero, Mestú, Campo, Fernández y González-Marquez (citado en Lozano-Gutiérrez y Ostrosky, 2011) argumentan que los procesos madurativos que se llevan a cabo en el sistema nervioso central son progresivos y regresivos. Los procesos progresivos consisten en el incremento celular, en el nacimiento y crecimiento de dendritas y en el revestimiento de los axones de las neuronas con mielina; en cambio los procesos regresivos hacen referencia a la apoptosis y la poda neuronal, este argumento es congruente con la opinión de García-Molina Enseñat-Cantallo, Tirapu-Ustárroz y Rovira (2009),

quienes consideran que los fenómenos regresivos aluden a la poda neuronal y a la apoptosis.

Estos procesos son importantes considerarlos considerando que ante todo aprendizaje inicial se produce un mayor crecimiento dendrítico y de conexiones y redes neuronales que se traducen en una mayor activación cerebral que podría ser captada electroencefalográficamente, pero posteriormente, cuando las personas han logrado aprender o apropiarse de los procesos cognitivos ante los cuales se les somete, se produce un proceso de reorganización neural que, en función de la economía cerebral, ocasiona que solamente se mantengan las conexiones y redes requeridas para ser eficientes en la resolución de los problemas o situaciones a las cuales el individuo se enfrente. Lo anterior se basa en lo señalado por Kandel, Schwartz y Jessell (2001), haciendo referencia a los estudios de Donald Hebb, que se expondrán posteriormente, en cuanto a que en el cerebro más eficiente se fortalecen aquellas sinapsis que son más utilizadas y se pierden aquellas que no se usan o no son útiles a las exigencias de las funciones cognitivas demandadas por el medio.

En este sentido, se procede a ahondar en aquellas redes neurales que se han asociado a las funciones ejecutivas que es el proceso cognitivo central en la presente investigación.

Redes neurales asociadas a las funciones ejecutivas:

Ya Luria en 1988 resaltaba la importancia de los lóbulos frontales en el tipo de conductas cognitivas que han sido referidas anteriormente como funciones ejecutivas.

Según diversas investigaciones realizadas sobre las redes vinculadas a estas funciones ejecutivas del lóbulo frontal, Gaviria y Beristain (1995) y Kolb y Whishaw (2006) señalan que hay al menos tres regiones de importancia: la corteza orbito-frontal, la corteza del cíngulo anterior (Medial Frontal) y la corteza dorsolateral (convexidad pre-frontal), las cuales se describen brevemente a continuación.

La corteza órbito-frontal, tiene la función de inhibir lo que no se debe hacer, es decir, de controlar las conductas, de elaborar e integrar los impulsos límbicos, así como

también de recibir información elaborada de la experiencia previa y del ambiente para integrarla a la conducta socialmente adaptativa.

La corteza del cíngulo anterior (Medial Frontal) está ligada al comportamiento espontáneo, a la motivación, al inicio de acciones, a la intencionalidad de las respuestas y la focalización de la atención.

Por último, la corteza dorsolateral (convexidad pre-frontal), se encarga de planificar la acción al recibir la información sensorial de áreas posteriores. Se encuentra directamente asociada con la memoria de trabajo, la planificación de acciones, la flexibilidad cognoscitiva, el ordenamiento secuencial de hechos recientes, la conceptualización (el establecimiento de categorías, semejanzas y diferencias), la regulación de acciones o pistas externas, el aprendizaje a partir de la experiencia y la organización de acciones hacia una meta.

Pineda (2000) ratifica que las funciones ejecutivas son una actividad característica de los lóbulos frontales, específicamente de las áreas pre-frontales, y sus conexiones recíprocas con otras zonas del córtex cerebral y otras estructuras subcorticales como el cerebelo, el diencéfalo, el núcleo amigdalino y los núcleos de la base.

Asimismo, Pineda (2000) considera que los lóbulos frontales forman el sistema de control sobre las respuestas comportamentales que establecen distintas conexiones con el sistema reticular activador (sistema de atención sostenida), con el sistema límbico (sistema emocional y motivacional, este último en coordinación con el núcleo accumbens), con las áreas de asociación posterior (sistema organizativo del reconocimiento), con las estructuras subcorticales (núcleos básales) y con otras zonas de asociación. De manera que los lóbulos frontales se conectan con diversas estructuras del sistema nervioso a fin de realizar sus funciones de manera eficiente.

Según García-Molina, et al. (2009) la gran red de conexiones desde la corteza prefrontal a distintas regiones cerebrales permite que exista un monitoreo de la información en distintos niveles de complejidad.

La pregunta de interés que surge para el presente estudio es ¿cómo es el proceso de maduración y desarrollo normal de estas redes ejecutivas a fin que los lóbulos frontales hagan su trabajo adecuadamente? Aspecto que se procede a abordar a continuación.

Maduración y desarrollo de redes ejecutivas

Pineda (2000) considera que el período de mayor desarrollo de las funciones ejecutivas ocurre entre los seis y los ocho años. Este período en los niños representa cierto grado de impulsividad; sin embargo, adquieren la habilidad de autorregular sus comportamientos y conductas, toda vez que pueden anticiparse a los eventos, determinar metas, sin depender de instrucciones externas. Esta capacidad cognoscitiva está vinculada a la aparición del nivel de las operaciones lógicas formales, al desarrollo de la función reguladora del lenguaje, a la maduración de las zonas prefrontales del cerebro. Asimismo**,** los procesos de maduración abarcan la mielinización, el crecimiento celular, el crecimiento dend**r**ítrico, la activación de sistemas neuroquímicos y el establecimiento de nuevas rutas sinápticas. Por lo general**,** los niños de 12 años ya tienen una organización cognoscitiva muy cercana a la que se observa en los adultos; sin embargo, el desarrollo completo según este autor se consigue alrededor de los 16 años.

Por su parte, Giedd (citado en Universidad Cornell, 2002), afirma que la maduración cerebral continúa hasta los 20, según los estudios realizado**s** por este grupo a través de resonancia magnética funcional sobre los procesos de conectividad cerebral y poda en adolescentes.

Posteriormente, los investigadores Gogtay et.al (2004), estudiaron la corteza cerebral en una población de 13 jóvenes sin diagnóstico previo de alguna patología**,** reclutados por el Instituto Nacional de Salud Mental del desarrollo del cerebro humano, con edades comprendidas entre 4 y 21 años de edad con un CI promedio superior de 125. La

muestra fue estudiada de manera prospectiva cada dos años por 8-10 años. Se encontró que el volumen total de sustancia gris incrementó en edades tempranas, pero luego hubo una disminución en la pubertad, interpretado por los autores como un indicador de maduración. Las primeras zonas donde se evidenció dicha disminución fueron en las cortezas parietales y dorsales, específicamente en las áreas sensoriomotoras primarias, para luego seguir hasta la corteza frontal, parietal, occipital y, por último, al temporal. Es importante resaltar que la corteza prefrontal dorsolateral pierde sustancia gris al final de la adolescencia.

El proceso de poda descrito en el estudio anteriormente se vincula, según los autores antes señalados, con un cerebro más eficiente debido al fortalecimiento de aquellas sinapsis que son más utilizadas con pérdida de aquellas que no se usan o no son útiles a las exigencias de las funciones cognitivas demandadas por el medio. Este tipo de proceso de fortalecimiento y debilitamiento de conexiones neurales le otorgó a Donald Hebb el Premio Nobel de Medicina, por lo que son llamadas sinapsis de Hebb, y de gran importancia para procesos cognitvos como la memoria y el aprendizaje (Kandel, Schwartz y Jessell., 2001).

Por otra parte, Tsujimoto (citado en Lozano-Gutiérrez y Ostrosky, 2011) estima que el metabolismo cerebral de la glucosa en la corteza prefrontal aumenta desde el nacimiento logrando el valor adulto a los dos años, a los tres o cuatro años supera en un 2,5 al cerebro del adulto, este nivel se mantiene hasta los 9 años y posteriormente, en la segunda década de vida, se establece el nivel del adulto.

El grupo de Gogtay, et al. (2004) concluyó que las diferentes regiones de la corteza cerebral siguen trayectorias de maduración temporalmente distintas, debido a que las regiones sensorio-motoras maduran primero que las áreas de asociación superior, es decir, que las partes del cerebro asociadas con funciones más básicas maduran temprano, seguidas por las áreas relacionadas con la atención y la orientación espacial (lóbulos parietales superiores e inferiores). Las áreas involucradas en la función ejecutiva, la coordinación motora y la atención son las que maduran más tarde (lóbulos frontales).

Este argumento se encuentra apoyado por los estudios de Oliva (2007), quien explica que el cerebro continúa desarrollándose después de la infancia, aunque la idea es relativamente nueva. A pesar de que el número de neuronas no presenta cambios importantes, desde el mismo momento del nacimiento comienzan a establecerse nuevas conexiones entre neuronas. Este período temprano de proliferación sináptica de varios meses de duración, es seguido por otro que se prolonga hasta al final de la infancia y en el que se eliminan aquellas conexiones que no se usan. Proceso que no culmina en la infancia sino que continúa hasta la adolescencia. La utilización de técnicas de resonancia magnética funcional, indica el autor, ha apoyado los resultados de los estudios postmortem, indicando un desarrollo o maduración tardía de algunas zonas cerebrales, fundamentalmente de la corteza prefrontal, que no culmina hasta la adultez temprana, planteamiento central para la presente investigación. Estos estudios encuentran que en la zona prefrontal la sustancia gris aumenta hasta los 11 años en las púberes y los 12 en los púberes para disminuir después, lo que sin duda está reflejando el establecimiento de nuevas sinapsis en esa zona en la etapa inmediatamente anterior a la pubertad y su posterior poda, en una secuencia que va desde la corteza occipital hasta la frontal y que afecta principalmente a conexiones de tipo excitatorio. De manera que Oliva (2007) concuerda con lo encontrado por el grupo de Gogtay, et al. (2004) en que las zonas cerebrales que soportan funciones más básicas, como las motoras o sensoriales, maduran en los primeros años de la infancia, sin embargo, enfatiza que, desde el punto de vista filogenético, aquellas regiones cerebrales más modernas, como la corteza prefrontal, son las últimas en completar su desarrollo ontogenético y plantea que el mismo no concluye hasta la tercera década de la vida, aspecto que en edades de 21 a 23 años se investigó en el presente estudio a través de métodos electrofisiológicos debido a la divergencia de criterios etarios evidenciados en lo anteriormente descrito.

Con relación a las regiones pre-frontales, García-Molina, et al. (2009) señalan que el proceso de mielinización finaliza primero en la corteza órbito-frontal que en la corteza prefrontal dorsolateral en el cerebro, los procesos madurativos siguen un orden secuencial en el que las áreas de proyección maduran antes que las de asociación. En este sentido**,** dichos autores aclaran que cuando las personas nacen, la densidad neuronal es mayor a la

que poseen los adultos, debido a que se evidencia un crecimiento longitudinal y volumétrico de las ramificaciones dendríticas de las neuronas piramidales de la tercera capa de la corteza prefrontal, dichas dendritas siguen creciendo hasta establecer vínculos con las neuronas situadas en la cuarta capa de dicha corteza; luego disminuye en los primeros seis meses de vida. Entre los 2 y 7 años se produce un descenso de la densidad neuronal prefrontal junto con un aumento de los árboles dendríticos de las neuronas ubicadas en la tercera capa de la corteza prefrontal**,** siendo una de las diferencias más relevantes entre la maduración de dicha corteza y otras regiones corticales el descenso progresivo de sinapsis en los primeros años de vida. Se puede concluir entonces que las tres regiones pre-frontales asociadas a las funciones ejecutivas maduran cada una a su propio ritmo.

Igualmente, García-Molina, et al. (2009) señalan que en el nacimiento, la sustancia gris prefrontal aumenta su volumen hasta aproximadamente los 12 años, luego disminuye de forma progresiva. Entre los 5 y 11 años la corteza cerebral con mayor grosor se encuentra en el parietal y en el prefrontal dorsolateral. Sin embargo, el volumen de la sustancia blanca prefrontal no deja de aumentar en la infancia y adolescencia, dicho aumento ocurre sobre todo en la corteza prefrontal dorsolateral. Concluyen que las funciones cognitivas relacionadas a la corteza pre-frontal dependen no s**ó**lo de la maduración de dicha región cerebral, sino también de la maduración de otras regiones y conexiones cerebrales con las cuales está interconectada.

Hackman y Farah (citado en Lozano-Gutiérrez y Ostrosky, 2011) opinan que el desarrollo de las funciones ejecutivas depende tanto de la maduración de la calidad y cantidad de experiencias de aprendizaje como de los procesos biológicos, en consecuencia**,** variables culturales pueden influir en su desarrollo.

En relación a lo anterior, cabe destacar la teoría histórico-cultural de Vygostsky, señalada por Peña-Casanova y Sánchez-Benavides (2010), en la cual se plantea que los fenómenos mentales tienen un origen social, mediado por el lenguaje y otros instrumentos construidos socialmente a lo largo de la historia. En este proceso la mediación de los otros importantes juega un papel determinante en el desarrollo de las funciones superiores. Al

respecto, Wertsch (1988) expresaba que las funciones superiores, según Vygostky, tienen una estructura altamente compleja y cada estructura tiene su propia génesis socio-histórica adquiriendo atributos funcionales peculiares en el hombre. Cerrando este planteamiento, Peña-Casanova y Sánchez-Benavides (2010) expresan que "La solución real del problema del desarrollo de las funciones mentales superiores se halla en la premisa fundamental de que el hombre es un ser social, un producto de la historia social y sujeto activo de las relaciones sociales" (p.30).

Es así que a continuación se desarrollan algunas investigaciones que consideran aspectos tales como la edad y el nivel socioeconómico sobre el desarrollo de estas funciones.

Aran (2011) tuvo como objetivo estudiar el estrato socioeconómico y la edad en el cumplimiento de tareas ejecutivas y comprender cuáles son las variables socioeconómicas que pronostican una mejor ejecución; participaron 254 niños con edades comprendidas entre 7 a 12 años pertenecientes a variados estratos socioeconómicos de la ciudad de Santa Fe, Argentina. Como instrumentos se utilizaron el Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin, Test de laberintos de Porteus y el Método social Graffar, Prueba de fluidez verbal (FV), semántica (FVS, frutas y animales) y fonológica (FVF, se utilizaron las letras A, F y S), Test de colores y palabras (Stroop).

En relación a la influencia del nivel socioeconómico, investigaciones previas realizados por Farah, Lipina, Martelli, Vuelta, Injoque-Ricle, Co-lombo, Mezzacappa, Noble, Norman y McCandliss (citado en Aran, 2011) han demostrado que los niños de estrato socioeconómico bajo (ESB) obtienen desempeños cognitivos inferiores en diversas tareas que valoran la función ejecutiva, respecto a niños de estrato socioeconómico medio (ESM).

Aran utilizó como análisis estadísticos un MANOVA y los contrastes post hoc para cada grupo de edad.

Se encontraron diferencias significativas entre el grupo de bajo nivel socioeconómico y medio nivel socioeconómico [(F de Hotelling (4, 249) = 512.760; *p* = .000, Eta² parcial = .892)] sobre el desempeño ejecutivo. Los niños de nivel socioeconómico bajo presentaron patrones diferenciales (diferencias negativas) de funcionamiento ejecutivo respecto a los niños de nivel socioeconómico medio (Aran, 2011).

La investigación aporta información sobre como el nivel socioeconómico bajo influye negativamente en el desempeño cognitivo en aquellas tareas que evalúan la función ejecutiva. Por ello en la presente investigación se control**ó** dicha variable, para evitar que existiese una influencia del nivel socioeconómico en el rendimiento de los sujetos cuando ejecutan cada una de las partes del TCD.

Asimismo, Musso (2010) realizó una investigación con el objetivo de informar la descripción y el análisis de los efectos de algunos mecanismos de la pobreza sobre el desarrollo de funciones ejecutivas tales como el control de interferencia y la planificación al inicio de la edad escolar. Ya que se ha encontrado la existencia de periodos sensibles de distintas funciones cognitivas, en los cuales el cerebro es más capaz de responder la exposición la estimulación del entorno.

Para este estudio se seleccionó una muestra no aleatoria de población en riesgo, constituida por 80 niños entre 6 y 10 años de edad, que formaban parte de una escuela que pertenece al Plan Nacional de Mil Escuelas Bajo el Nivel de Pobreza, además se trabajó con un grupo control de 40 niños que asistían a escuelas no incluidas en este Plan Nacional en Argentina. Se diseñó una modalidad mixta de evaluación, utilizando pruebas formales y observaciones en situación áulica.

Los instrumentos que se administraron fueron: “La tarea de Simón dice”; Guía de observación comportamental para niños; La torre de Hanoi; Inventario Argentino de la percepción que los niños tienen de la relación con sus padres para niños de 4- 5 años.

Los resultados encontrados por Musso (2010) con respecto a la percepción con el vínculo de los padres; se comparó a través de un MANOVA la percepción del vínculo con respecto a la madre de los niños en riesgo con la percepción de un grupo de niños del grupo control, hallándose una diferencia estadísticamente significativa a nivel general [F (5, 92) = 10.59; $p \leq .000$]. Y una diferencia significativa en cuanto al vínculo con el padre [F (5, 79) = 8.05; $p \leq .000$].

En cuanto a la pobreza y el lenguaje se encontró que existe una diferencia significativa entre el grupo de riesgo y el grupo control, en cuanto al nivel de Conciencia Fonológica, a nivel general [F (10, 95) = 5.428;$p \leq .001$].

Según Musso (2010) en cuanto a la pobreza y el control ejecutivo, en la primera parte de la Tarea "Simón dice" se halló una diferencia significativa [F(5, 79) = 38.406; $p \leq .001$] entre ambos grupos, en cuanto a la cantidad de aciertos de Activación (F = 13.454; $p \leq .001$),de Inhibición (F = 109.392; $p \leq .001$), Demoras(F = 33.598; $p \leq .001$) y Correcciones(F = 19.027; $p \leq .001$).En la segunda parte se encontró también una diferencia significativa a nivel general[F (5, 79) = 2.676; $p \leq .028$],y específicamente en la cantidad de Demoras(F = 6.708; $p \leq .011$) y en los Aciertos de Inhibición (F = 7.099; $p \leq .010$).

Y finalmente, en cuanto a la pobreza y la resolución de problemas a nivel general, existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos en cuanto al proceso de resolución de un problema: Torre de Hanoi de dos anillos [F (5, 70) = 7.503; $p \leq .001$]. Todos estos resultados indican que existen en las diferentes pruebas realizadas diferencias significativas entre el grupo control y el grupo de riesgo (Musso, 2010).

Dada la compleja naturaleza de la pobreza y sus correlatos, el listado de las posibles causas es largo, incluyendo tanto factores genéticos como físicos, psicológicos y ambientales (Farah, et. al., citado en Musso, 2010). Se ha encontrado que la disparidad del coeficiente intelectual es genética y la otra mitad es debido a factores físicos y psicológicos. Tal como se evidencia en el estudio que se informa, el comienzo y la duración de la pobreza impactan sobre el desarrollo neurocognitivo, siendo mayores los efectos cuando

más pequeños se experimentan (Duncan, Brooks-Gunn&Klebanov, citado en Musso, 2010).

En el estudio se encontró que los sistemas del desarrollo neurocognitivo que presentan mayor disparidad entre niños de edad pre-escolar de bajo y medio nivel socioeconómico son los sistemas de lenguaje, memoria y ejecutivo. Y el sistema más alterado es el sistema lateral pre- frontal. Esto se debe a tres mecanismos principales que influyen en el desarrollo del cerebro:

El estrés, las situaciones de estrés son más comunes en familias de bajo nivel socioeconómico, los niños de bajo nivel socioeconómico tienden a tener mayores niveles de cortisol, propia del estrés.

Complejidad del entorno la cantidad de estimulación perceptual, interacción social y oportunidad para una actividad variada.

Las diferencias en cuanto al lenguaje incluyen específicamente la cantidad de estimulación lingüística recibida. En el grupo de niños con riesgo se observaron tres indicadores de esta escasa estimulación del lenguaje: por un lado, el menor nivel de conciencia fonológica alcanzado comparado con el grupo control y el menor uso de auto-instrucciones, y por otro, el mayor control patológico de parte de los padres que se caracteriza por un mayor uso de órdenes y menor mediación verbal.

Tal como se evidencia en el estudio, el comienzo y la duración de la pobreza impactan sobre el desarrollo neurocognitivo en consecuencia los sistemas del desarrollo neurocognitivo que se ven afectados por el nivel socioeconómico son los sistemas medial de memoria y ejecutivo, sistemas de lenguaje y el sistema lateral pre-frontal (áreas asociadas a la maduración de las funciones ejecutivas). Por lo tanto**,** dicha evidencia apoya la pertinencia del control de dicha variable, razón por la cual la muestra estuvo conformada por sujetos masculinos pertenecientes a la Universidad Católica Andrés Bello.

De manera que, al investigar sobre las funciones ejecutivas, como la cúspide del desarrollo de las funciones superiores en el hombre, habría que considerar y controlar variables socio-culturales, tales como el nivel educativo y socio-económico de la población a ser estudiada, como fue tomado en cuenta en la presente investigación.

A continuación se desarrolla la vinculación de las funciones ejecutivas con otras variables tales como el rendimiento académico y el género y cómo pueden verse afectadas por determinados trastornos mentales.

Las funciones ejecutivas en relación con otras variables

Echavarri, Godoy, y Olaz, (2007) realizaron un estudio comparativo con el objetivo de analizar las diferencias de género en habilidades cognitivas y las aptitudes para el aprendizaje en su relación con el rendimiento académico de los ingresantes de la Universidad Empresarial Siglo 21 entre los años 1998 y 2000, en la ciudad de Córdoba, Argentina. Para ello se administró cinco subtest del Test de Aptitudes Diferenciales (DAT) a una población de 1529 estudiantes (713 hombres y 816 mujeres). La batería DAT se encontraba compuesta por cinco de las ocho pruebas de la misma: razonamiento verbal, razonamiento abstracto, cálculo, ortografía y lenguaje.

Los resultados indicaron que existen diferencias significativas en las habilidades cognitivas en ambos sexos, debido a que se observó que los hombres tenían mejor desempeño que las mujeres en las pruebas de razonamiento verbal, abstracto y cálculo (obtuvieron una *d* de Cohen de 0,11 y 0,16 respectivamente).

Con respecto a la combinatoria del test, los varones obtuvieron puntajes ligeramente superiores en razonamiento verbal y cálculo (RV+C) debido a que los varones lograron una media de 41, 27 y las mujeres alcanzaron una media de 39,45 (t: 2,90, $p < 0.01$ y una *d* de Cohen de 0,15). Asimismo, los hombres alcanzaron puntajes superiores en relación a las mujeres en razonamiento verbal y abstracto (RV+RA), ya que los varones obtuvieron una media de 61,04 a diferencia de las mujeres que obtuvieron una media de 58,67 (t: 3,06, p <

0.01 y una *d* de Cohen de 0,16). Sin embargo, las mujeres en el test total (razonamiento verbal, calculo, abstracto, ortografía y lengua) lograron un mayor puntaje, su media fue de 120,18 en cambio los varones consiguieron una media de 105,35 (t:-12,70, p <0,001 y una *d* de Cohen de -0,66). Igualmente se encontró que las mujeres en los primeros tres años de carrera lograron un desempeño mejor que los varones (en el primer año obtuvieron promedio de 0,41 desvíos estándar superiores a los varones; dicha diferencia aumento en el segundo año con un promedio de 0,54 y progresivamente para el tercer año se alcanzaron 0,61 desviaciones estándar). Asimismo se evidenció que cada sexo emplea estrategias distintas para resolver problemas complejos, las mujeres utilizan estrategias verbales, en cambio los varones estrategias razonamiento espacial y abstracto.

Se encontraron diferencias significativas en las habilidades cognitivas en los varones y mujeres; en razonamiento verbal la puntuación media de los hombres se encuentra 0,11 desviaciones estándar por encima de las mujeres ($p<0,05$), así como también presentaron 0,16 desviaciones estándar con respecto a las mujeres en tareas de cálculo y razonamiento abstracto ($p<0,01$); Sin embargo**,** las mujeres superaron en un 0,53 y 0,65 desviaciones estándar a los hombres en tareas que involucraban ortografía y lenguaje ($p<0,001$).

Salthouse (citado en Ardila y Ostrosky-Solís, 2008) observó que el desempeño en la prueba de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin y la fluidez verbal, dos pruebas de funciones ejecutivas, están estrechamente correlacionadas con la velocidad perceptual y la habilidad de razonamiento.

Las diferencias anteriormente descritas se relacionan con la han evidenciado otras diferencias relacionadas con maduración cerebral diferencial en las partes posteriores y anteriores del cerebro entre ambos sexos. Las hormonas influyen de forma distinta en la maduración de las funciones ejecutivas en el cerebro de las mujeres y de los hombres, haciendo que los hombres tengan mayor diferenciación en las partes posteriores del cerebro y las mujeres mayor diferenciación en la parte anterior (Pinel, 2007).

Debido a que se evidenciaron habilidades cognitivas distintas en los hombres y en las mujeres, en la presente investigación se hizo pertinente controlar dicha variable por ello se utilizar**o**n s**ó**lo sujetos masculinos en la muestra, ya que es evidente que las diferencias en las habilidades cognitivas que predominan en un sexo u otro pueden influir en los resultados de las pruebas que miden las funciones ejecutivas.

Otro aspecto a considerar es la presencia o ausencia de algunos trastornos mentales cuyos estudios han demostrado que comprometen las funciones ejecutivas, lo que se pasa a revisar de manera general, comenzando por el Trastorno Deficitario de Atención.

Según La Fundación Cantabria Ayuda al Déficit de Atención e Hiperactividad (CADAH, 2006), el TDAH o también conocido como Déficit de Atención e Hiperactividad afecta entre el 5 y 10% de la población infantil, llegando inclusive a la edad adulta en el 60% de los casos. Es un trastorno neurobiológico de probable transmisión genética, sintomáticamente evolutivo, de carácter crónico. Tiene la particularidad de presentar dificultades en el control de impulsos e ineficiencias para sostener la atención voluntaria por largos períodos de tiempo en las actividades de la vida cotidiana. Es considerado como una limitación de las funciones ejecutivas; de esta manera dicha fundación argumenta que las personas que padecen este trastorno presentan deficiencias en la función de la voz privada de la mente, en la autorregulación de las emociones y las motivaciones, en la memoria de trabajo y en la habilidad para solucionar problemas.

Las dificultades que se presentan en la memoria de trabajo ocasionan déficit en la habilidad para almacenar en la mente aquella información imprescindible para guiar acciones, deficiencias para memorizar y seguir instrucciones, dificultad para manipular y modificar la información que almacena el individuo al servicio de guiar su conducta hacia una meta, así como también para recordar el hacer las cosas en un futuro próximo, igualmente se evidencian inconvenientes en el olvido de una información mientras se maneja otra y para memorizar datos matemáticos y de ortografía (Fundación CADAH, 2006)**.**

Las habilidades para solucionar problemas se ven afectadas principalmente por las dificultades que presentan las personas para prestar atención a las diversas características de un problema al mismo tiempo, los inconvenientes para no prever las estrategias adecuadas en la solución de problemas, así como tampoco en la planificación de los problemas de manera equilibrada, además se observa una incapacidad para inhibir las tendencias voluntarias que conducen a un error y**,** por último**,** se sostiene que existen deficiencias en captar lo fundamental de una situación complicada y manejarla a tiempo (Fundación CADAH, 2006).

Para finalizar**,** según la Fundación CADAH (2006) con respecto a la función de la voz privada de la mente o lenguaje interior se observan dificultades en indagar opciones para superar obstáculos, siendo más predispuestos a frustrarse y a no dominar adecuadamente las emociones.

A partir de lo anteriormente explicado, existen evidencias que apoyan que las personas con TDAH tienen dificultades en realizar tareas que implican la atención sostenida y las funciones ejecutivas (específicamente en la memoria de trabajo).

Dentro de las cuatro partes del TCD (Lectura, Elección, Conteo y Alternancia) que pueden verse más comprometidas en personas con TDAH son la fase de Elección y Alternancia, las cuales están asociadas con la memoria de trabajo. Debido a que el subtest de Elección implica entre otras cosas, la inhibición activa de respuestas voluntarias aprendidas para la realización de la tarea; en cambio en la fase de Alternancia una de las habilidades que se requieren, es mantener en la memoria dos operaciones mentales distintas que se deben ir alternando (Sedó, 2007).

La depresión es otro trastorno en el que las funciones ejecutivas están comprometidas. Ruiz (2009) realizó una investigación con el objetivo de comparar el desempeño neuropsicológico de un grupo de personas que padecen Trastorno depresivo mayor (TDM) con un grupo control (que no cumplían con el criterio de diagnóstico de TDM) y así poder comparar las funciones que podrían estar afectadas en las personas que

sufren dicho trastorno como la atención, memoria explicita y función ejecutiva. La autora esperaba encontrar un peor desempeño en el grupo de adultos con TDM, pero diferencias no significativas con el grupo control.

En este estudio se seleccionaron adultos que poseyeran una edad comprendida entre veinte y cincuenta años, además que poseyeran una escolaridad superior de seis años; en consecuencia se escogieron dieciocho adultos con diagnóstico previo de trastorno depresivo mayor y además se seleccionaron 15 adultos jóvenes (grupo control) que no cumplían con el diagnóstico previo de depresión edad, sexo y años de escolaridad. Se utilizó un muestreo no probabilístico de diversas bases de datos procedentes de proyectos de investigación de psiquiatría previos sobre trastorno depresivo mayor originados en el Hospital Universitario San Vicente de Paúl, en cambio**,** los controles fueron buscados según los criterios previos de selección. Ambos grupos de participantes firmaron el consentimiento informado de participación en el estudio.

Para llevar a cabo la investigación utilizaron tres diferentes medidas neuropsicológicas para la atención, la memoria explicita y la función ejecutiva. En las medidas neuropsicológicas de la atención se utilizó el test de colores y palabras de Stoop, el TrailMaking Test (TMT) y el subtest de dígitos de la Escala de Memoria de Weschsler (EMW). Por otra parte**,** para las medidas neuropsicológicas de la memoria explicita se empleó el Test de Aprendizaje Verbal España-Complutense (TAVEC), Figura compleja de Rey-Osterrieth, el subtest de memoria lógica y el subtest de reproducción visual de la EMW. Por último**,** las medidas neuropsicológicas de la función ejecutiva se empleó el Subtest de diseño con cubos de la Escala de Inteligencia para Adultos de Wechsler-III y el Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin.

Se evidenció en los resultados que las personas que padecen de TDM son estadísticamente y clínicamente mayores que las de los adultos sin depresión, a pesar de que el desempeño cognitivo (en todas las medidas de memoria explicita verbal) de los pacientes con TDM fue similar al de los sujetos sin depresión. Una posible interpretación de los resultados es que la existencia de depresión no influye negativamente sobre el

aprendizaje explícito. Otra posible justificación es que a mayor edad de inicio de la depresión mayor grado de deterioro mnésico o bien a mayor edad mayores alteraciones en la memoria. Otra probable explicación puede ser que los pacientes con TDM se vuelvan más aprensivos frente a los olvidos frecuentes que se presentan en el diariamente. Por último, se podría decir que las pruebas utilizadas en el estudio evaluación en su gran mayoría memoria semántica, pero si evaluara la memoria episódica es posible que los pacientes con TDM obtuvieran un peor desempeño.

Otros resultados encontrados indican que existe una falla en la velocidad psicomotora. Sin embargo, aspectos como la atención sostenida o dividida, cambio de foco atencional se encuentran conservados. Por lo tanto, los pacientes con TDM la atención no se encuentra afectada.

Por último, en la función ejecutiva el grupo con TDM exhibió un peor rendimiento que el grupo control en diseños con cubos del WAIS y WCST-64 en el número de aciertos y en el porcentaje de respuestas de nivel conceptual, esto indica dificultades en pacientes con TDM en la capacidad de análisis y de conceptualización. Estas fallas podrían explicar algunos de los síntomas del trastorno relacionados con la dificultad en la toma de decisiones.

En conclusión, se encontró un peor desempeño en el grupo de adultos con TDM, pero las discrepancias con el grupo control no fueron significativas.

A partir de la investigación señalada se puede concluir que los pacientes con depresión pueden presentar dificultades en aquellas tareas que involucran funciones ejecutivas; tal como se describió con las personas que presentan TDAH, la ejecución del TCD se puede ver influenciada por los individuos que presentan dificultades en realizar tareas que involucran esta función; es decir**,** el número de errores, el tiempo de ejecución (asociados al paradigma conductual), así como también la amplitud, la latencia y el área bajo la curva de los potenciales relacionados a eventos encontrados entre 250 y 600 mseg

(relacionados al paradigma electrofisiológico) pueden verse alterados ante la ejecución por personas con TCD.

En relación a la evaluación a través de medidas electrofisiológicas, además de las conductuales, como los potenciales evocados corticales de larga latencia o potenciales relacionados a eventos (PRE), parecieran ser un parámetro neurofisiológico objetivo en el deterioro de funciones cognitivas en pacientes depresivos. Diferentes trabajos comprueban un retraso de la latencia de la P300 en patologías depresivas y otras patologías neurológicas y la consideran como un índice de la capacidad cognitiva de pacientes depresivos.

Ortiz, Pérez, Zaglug, Coullaut y Rodriguez (2002) realizaron una investigación con el fin de analizar la utilidad clínica de la onda o componente P300**,** tanto en el análisis de la latencia como en el de la amplitud**,** en pacientes con depresión mayor. Los resultados para el comportamiento de la P300 en cuanto a la amplitud lo asocian con el riesgo de suicidio en los pacientes depresivos estudiados, señalando los autores que la menor actividad del lóbulo frontal refleja recursos corticales pobres que explicarían las tendencias suicidad en estos sujetos.

La muestra estuvo compuesta por un grupo control de edades entre 45 y 15,2 años sin antecedentes neurológicos o psiquiátricos. Y por un grupo con depresión constituido por 595 sujetos con un rango de edad de 48 y 17,9 años que tuvieran la enfermedad desde hace 24 meses.

En el procedimiento se midieron los potenciales evocados de larga latencia durante la presentación de una secuencia pseudoaleatoria de 300 estímulos auditivos biaurales de 50 msg de duración. Los estímulos eran de dos tipos**:** uno frecuente de 1000 Hz y uno raro de 2000 Hz, los sujetos levantaban el dedo medio de la mano derecha al oír el estímulo raro. Luego se llevó a cabo una secuencia visual con una duración de 300 msg, los estímulos visuales era de dos tipos**:** uno frecuente que era una circunferencia que aparecería en el medio de la pantalla y otro raro que consistió en un cuadrado. Las repuestas cerebrales fueron registradas a través de electrodos colocados en la cabeza utilizando el sistema 10/20.

En cuanto a los resultados el componente principal de los potenciales evocados se caracteriz**ó** por una onda positiva de gran amplitud que se localizó a los 300 msg en el grupo control y una menor amplitud con una latencia más larga alrededor de los 350 msg en el grupo depresivo. Se encontraron diferencias significativas en los grupos con una p= 0.05 en cuanto a la amplitud de la onda. Las latencias medias de la onda P300 se encontraron alrededor de los 360 msg en el grupo control y alrededor de 420 msg en el grupo depresivo con diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto a esta variable con una p=0.05.

La disminución importante encontrada tanto en la tarea visual como en la auditiva en el grupo depresivo, fue explicada por los autores como una menor capacidad de recursos corticales para poder llevar a cabo la función perceptiva de este tipo de pacientes. El aumento en la latencia tanto en estímulos visuales como auditivos implica un deterioro importante en el tiempo de procesamiento de la información en los depresivos. La P300 es un indicador electrofisiológico válido de las alteraciones cognitivas y emocionales de la depresión.

La investigación planteada anteriormente aporta información sobre la amplitud y latencia en la onda P300 en aquellos sujetos que no presentan antecedentes neurológicos y psiquiátricos, así como en las personas que padecen depresión, las cuales presentan un deterioro importante tanto en la activación cerebral requerida para procesar la información, evaluada por la amplitud de la onda P300, como en el tiempo de procesamiento, evaluado por la latencia.

Otras investigaciones formuladas por Emilien, Penasse y Waltregny (citado en Calderón-Hernández, 2013) han considerado que en los estados depresivos, algunos de los procesos cognitivos que se han mostrado afectados son la percepción, atención, resolución de problemas, velocidad de respuesta cognitiva, memoria (sobre todo en la memoria de evocación, a largo plazo y reconocimiento) y aprendizaje.

En relación a la ansiedad**,** Friede, et al. (citado en Calderón-Hernández, 2013) aseguran que la memoria de trabajo se encuentra afectada por la ansiedad, generando una menor eficiencia en el desarrollo cognitivo como en el razonamiento complejo. En consecuencia el estado de ansiedad puede modular las funciones cognitivas. Otros autores como Tirapu, et al. (citado en Calderón-Hernández, 2013) descubrieron que los estudiantes universitarios que presentan ansiedad, tienen dificultades en realizar tareas que implican el uso de las funciones ejecutivas, tales como concentración, orientación, habilidad para mantener la información en línea, inhibición de respuestas impropias en determinadas circunstancias y**,** por último**,** para modular las conducta en referencia a los estados emocionales y motivacionales**.**

La neuropsicóloga Calderón-Hernández (2013) realizó una investigación observacional de nivel correlacional con un diseño Transversal, con el objetivo de analizar la correlación de la función ejecutiva y estados emocionales de depresión y ansiedad en estudiantes universitarios, pertenecientes a la Corporación Universitaria de Dios en Bello Antioquia en Medellín (Colombia). Esperaba encontrar una correlación no estadísticamente significativa entre la función ejecutiva y los estados de ansiedad y depresión en los estudiantes.

Se evaluaron 87 estudiantes (24 hombres y 63 mujeres) de una muestra de 320 sujetos (pertenecientes al primer año de psicología) quienes tenían una media de edad de 20 años y pertenecían a distintos estratos socioeconómicos. Todos los estudiantes evaluados cumplían con el criterio de inclusión, ya que no tenían antecedentes neurológicos ni psiquiátricos y no presentaban indicios de abuso de sustancias psicoactivas. Se descartaron aquellos estudiantes que presentaban déficit sensitivo o motor, alteraciones auditivas o visuales que le impidan comprender y reconocer los estímulos de evaluación, que poseían algún antecedente neurológico o psiquiátrico y que presentaban farmacodependencia o alcoholismo.

La evaluación de las funciones ejecutivas se llevó a cabo a través de instrumentos neuropsicológicos como el Test de fluidez de figuras de Ruff (RFFT), el Test del Trazo

(TMT), el Test de palabras y colores de Stroop, el Test de clasificación de tarjetas de Wisconsin (WCST) y el Test de fluidez Verbal (FAS). Para evaluar la ansiedad se utilizó la escala de ansiedad de Hamilton y por último para la evaluación de la depresión se empleó el inventario de depresión de Beck.

Con un nivel de significación estadística p=0,05 se concluyó que existía una correlación entre la función ejecutiva y los estados de ansiedad, debido a que se obtuvo una correlación moderadamente alta (Coeficiente de correlación de Spearman: .412) entre la medida de abstracción mediante el índice conceptual de Wisconsin y la medida de atención mediante el instrumento TMT parte A con la escala de ansiedad de Hamilton. Asimismo**,** se obtuvieron correlaciones bajas entre los aciertos, los errores y el total de ensayos en el Test de clasificación de tarjetas de Wisconsion (.371, .136 y .320 respectivamente) con esta escala de ansiedad de Hamilton (Calderón-Hernández, 2013).

Por otro lado**,** con un nivel se significancia estadística p=0,05 la autora Calderón-Hernández (2013) determinó una correlación baja y poco significativa entre la medida de función ejecutiva de Wisconsin a nivel de número de aciertos, errores y respuestas a nivel conceptual (.385, .014 y .049) y la medida de atención del Test del trazo parte A (.337) con la escala de depresión de Beck. En cambio se obtuvo una correlación moderadamente alta entre el índice de conceptualización de Wisconsin y la escala de depresión (.414).

En conclusión**,** según Calderón-Hernández (2013) existe una correlación entre la capacidad de abstracción y el control atencional con la depresión y la ansiedad; lo que permite concluir que estados emocionales normales, benefician las habilidades metacognitivas. Asimismo**,** se concluyó que en estado de ansiedad y depresión se presentan mayores niveles de inferencia de información no significativa, menor eficacia en la ejecución de la tarea y mayor número de errores. Por último**,** la autora concluyó que en la medida que exista una alteración en los estados emocionales, se pueden presentar fallas en las funciones ejecutivas (Calderón-Hernández, 2013).

De manera que se consideró que el rendimiento de los estudiantes universitarios a ser evaluados en esta investigación a través del TCD, como prueba de funciones ejecutivas, podría verse afectada por los trastornos antes descritos, por lo cual se decidió controlar estas variables a través de la entrevista diagnostica M.I.N.I., la cual explora los principales trastornos psiquiátricos del Eje I del DSM-IV y la CIE-10 (Sheehan, Janavs, Baker, Harnett-Sheehan, Knapp y Sheehan, 1992/2004).

Habiendo tomado en cuenta otras variables vinculadas a las funciones ejecutivas, se replantea la controversia aún existente sobre la edad de culminación del proceso de maduración y desarrollo de estas funciones cognitivas a nivel conductual, considerando que podría ser un aporte al esclarecimiento de la misma realizar la evaluación conductual a través de pruebas neuropsicológicas que han demostrado ser válidas y confiables en la población venezolana, como lo es el Test de Cinco Dígitos, (TCD), asociado a variables electrofisiológicas de mayor resolución temporal como son los potenciales relacionados a eventos (PRE), puntos que se desarrollan a continuación.

En consecuencia, es pertinente controlar dicha variable a través del M.I.N.I debido a que la ejecución del TCD puede verse influenciada por aquellas personas que presentan el trastorno, ya que el test además de medir las funciones ejecutivas (Tomassetti y Tracanelli, 2003), uno de sus objetivos es medir la atención selectiva (Sedó 2007).

TEST DE CINCO DÍGITOS (TCD)

El Test de los cincos dígitos tiene como objetivo estimar en cualquier idioma la eficiencia y velocidad mental del sujeto, así como también examinar la disminución de la eficacia y velocidad que caracterizan a las personas con dificultades neurológicas. Es un test neuropsicológico que tiene como objetivo medir la atención selectiva del sujeto y la fluidez (Sedó, 2007).

El Test de los Cinco Dígitos (TCD) fue creado por el psicólogo español Manuel Sedó en el 2004, siendo un test multilingüe, debido a que requiere unos conocimientos lingüísticos mínimos (Sedó, 2007). Los principales antecedentes del TCD son el "Test de las Cinco Cifras" (TS) y el "Test de Colores y Palabras" (STROOP), como se describirá a continuación.

El TCD está basado conceptualmente en el denominado Test de Stroop (Golden, 2001). Sedó (2007) afirma que fue creada en 1935 por el psicólogo John Ridley Stroop; siendo un test neuropsicológico que mide la atención selectiva del sujeto y la fluidez verbal. Golden (2001) considera que es capaz de detectar problemas neurológicos y cerebrales y medidas de interferencia. La prueba consta de tres partes cada una con 100 estímulos, un límite de tiempo de 45 segundos y 3 colores (rojo, azul y verde). La primera parte requiere que el sujeto lea de forma veloz las palabras escritas de los colores, en cambio la segunda parte está conformada por impresiones de colores con la letra X (verde, azul y rojo); por último, en la parte de interferencia se le coloca al sujeto las palabras escritas con una tinta no equivalente al significado semántico de la palabra, Y el sujeto debe mencionar los colores que observa e inhibir sus impulsos de leer la palabra (Golden, 2001).

Posteriormente fue diseñado el "Test de las Cinco Cifras" (TS), como una adaptación simplificada del test de Stroop (test neuropsicológico que mide la atención selectiva del sujeto y la fluidez verbal), se convirtió en un instrumento neuropsicológico en 1972 a partir de la investigación de Nehemkis y Lewinsohn. El test consiste en el nombramiento de manchas de colores como el verde, el azul y el rojo y en la lectura de los colores "verde", "rojo" y "azul" (Sedó 2007).

Para Sedó (2007) el Test de Stroop no puede aplicarse a sujetos disléxicos, no lectores, ni a personas que presentan dificultades en la percepción de colores; en consecuencia, es necesario adaptar el test cuando se intenta aplicar a situaciones interculturales, ya que las palabras se presentan de forma escrita; estos inconvenientes son solventados con el TCD, ya que sustituye las palabras escritas por símbolos visuales

reconocibles y verbalizables en todos los idiomas, en consecuencia**,** el TCD puede utilizarse sin necesidad de traducciones previas.

Sedó (2007) señala que el TCD consta de cuatro partes: Lectura, Conteo, Elección y Alternancia que difieren en su nivel de dificultad en la evaluación de funciones ejecutivas y se aplican en secuencia. Cada parte de la prueba consta de 50 ítems. Las partes de Lectura y Conteo miden procesos automáticos y sencillos, en cambio la parte de Alternancia y Elección miden procesos más complejos debido a que requieren un control mental activo y obligan al sujeto a movilizar un esfuerzo voluntario que reduce la velocidad de las respuestas (Sedó, 2007)**.**

En la fase de Lectura la persona debe reconocer y leer los dígitos que corresponden exactamente a sus valores. Se le pide al examinado que lea el número que hay dentro de cada recuadro. La lectura implica funciones como velocidad de procesamiento, el acceso a las palabras a partir de un indicio fonológico y la producción serial a partir de la atención sostenida (Sedó, 2007).

Por su parte en la fase de Conteo, la persona debe reconocer y contar la agrupación de asteriscos presentados. Se le pide al sujeto que cuente los asteriscos de cada recuadro, implica funciones como velocidad del procesamiento, acceso a las palabras sin utilizar un indicio fonológico y la producción serial a partir de una atención sostenida (Sedó, 2007).

En la fase de Elección, de acuerdo con Sedó (2007), los sujetos debe utilizar mayores recursos mentales, debido a que las personas deben contar los dígitos que se presentan independientemente del valor aritmético que represente, teniendo que controlar la tendencia de lo aprendido a leer el número, lo que es considerado como el efecto Stroop. Para ello se le pide al sujeto que cuente cuantos números hay en cada recuadro en lugar de leerlos. La Elección implica velocidad de procesamiento, acceso a conceptos verbales y la movilización voluntaria de recursos adicionales en tareas complejas ya que implica la inhibición activa de respuestas espontáneas aprendidas pero irrelevantes para la instrucción dada para la ejecución de la tarea.

Para finalizar, en la fase de Alternancia, señala Sedó (2007) que el sujeto debe alternar entre dos instrucciones, por un lado debe contar los ítems como venía haciendo en Elección, pero cada vez que llega a un recuadro más grueso debe leer conscientemente los números y posteriormente regresar a la rutina cognitiva de Elección. Se le pide al sujeto que cuente los números como se le requirió anteriormente, pero cuando llegue a un recuadro con el borde más grueso debe cambiar la regla y leer el número, siendo que el 20% de los recuadros con los dígitos contienen un marco más grueso. La Alternancia implica velocidad de procesamiento, acceso a conceptos verbales y la movilización voluntaria de recursos adicionales en tareas complejas ya que requiere mantener en la memoria dos operaciones mentales diferentes que debe ir cambiando, según la instrucción, lo que exige flexibilidad cognitiva.

Los indicadores conductuales de esta prueba, que fueron utilizados en la presente investigación, representan las puntuaciones obtenidas por los sujetos en las cuatro fases del TCD, que corresponden al tiempo en segundos que emplean las personas en realizar cada una de las partes que compone el Test y el número de errores que comenten.

Desde 2002 en la UCAB, Moreno, con el apoyo de Sedó, autor del TCD, abrió una línea de investigación con esta prueba, iniciándose con el estudio del comportamiento psicométrico de la misma en una muestra de niños venezolanos. En el estudio de Tomassetti y Tracanelli (2003) compararon el TCD y el Test de Stroop en un grupo de 192 niños provenientes de Caracas con edades comprendidas entre 7 y 11 años de edad, pertenecientes a dos clases sociales distintas (alta y baja); y 24 estudiantes autistas. Se plantearon como objetivo estudiar las propiedades psicométricas del Test de los cinco dígitos en poblaciones SinDX y con autismo. Tomando en cuenta que el TCD mide la madurez de las funciones ejecutivas, se planteó como propósito de la investigación examinar la activación cerebral electrofisiológica durante la administración de las cuatro partes del TCD.

En relación a los criterios de validez convergente se encontraron correlaciones significativas al p: .01 y positivas (r: .493 y r: .736) entre el Stroop y las distintas partes que conforman el TCD. Las correlaciones más fuertes se evidenciaron entre las partes correspondientes a la prueba A del Stroop, donde se le solicita que el sujeto lea de forma ágil las palabras escrita de los colores y parte I del TCD que corresponde al subtest de Lectura con resultado de r = .700; la prueba B del Stroop, donde aparecen las tres X en distintos colores y la parte II o Conteo del TCD con una r = .641; la parte C del Stroop que requiere que el sujeto mencioné los colores presentados e inhiba sus impulsos de leer la palabra y la parte III del TCD correspondiente a la Elección con una r = .736. El Test de Stroop no tiene cuarta parte por lo cual la parte IV del TCD que corresponde a Alternancia no correlaciona con el Test de Stroop.

Asimismo Tomassetti y Tracanelli (2003) encontraron que el test cuenta con un alto grado de estabilidad temporal, ya que existen coeficientes de confiabilidad altas en la aplicación test-retest en cada parte de la prueba; con una correlación significativa al 0,01, se obtuvieron coeficientes de confiabilidad de .772 en la parte de Lectura; en la parte de Conteo el coeficiente fue de .808; en Elección el coeficiente fue de .637 y, por último**,** en Alternancia el coeficiente de confiabilidad fue de .835.

Para finalizar se concluyó que el TCD es capaz de discriminar las funciones ejecutivas en niños que presentan autismo y los niños SinDX, esto se pudo ver en los tiempos empleados y errores cometidos por los distintos grupos en las diversas partes que conforman el TCD. En relación al tiempo empleado por los sujetos SinDX, se pudo observar una media de tiempo empleado de 28,94 segundos en Lectura, en Conteo la media fue de 40,20 segundos, en Elección la media fue de 69,71 segundos y en Alternancia la media obtenida fue de 81,31 segundos. Por otro lado**,** los sujetos diagnosticados con autismo en Lectura obtuvieron una media de tiempo empleado 28,15 segundos**;** en Conteo obtuvieron una media de 38,48 segundos**;** en Elección la media fue de 72,69 segundos y en Alternancia la media fue de 77,57 segundos. En consecuencia se puede afirmar que los niños autistas emplearon un tiempo mayor en realizar las distintas partes del test.

En relación a los errores cometidos por ambos grupos**,** los niños Sin DX alcanzaron una media de error .00 en Lectura**;** en Conteo obtuvieron una media de .92**;** en Elección la media fue de 3,08 **y** en Alternancia la media de error fue de 3,17. En cambio los sujetos autistas lograron una media de errores cometidos de 1,00 en Lectura**;** de 2,33 en Conteo**;** en Elección lograron una media de error de 3,96 y**,** por último**,** en Alternancia la media obtenida fue de 6,75. Por lo tanto**,** se puede afirmar que las personas con autismo cometieron mayor cantidad de errores en las distintas partes del TCD.

Con los resultados anteriores los autores concluyeron que el TCD es una prueba válida y confiable como indicador de la madurez de las funciones ejecutivas en personas con edades comprendidas entre 7 y 11 años de edad.

Los resultados presentados son relevantes para la presente investigación, debido a que demuestran que el TCD es una prueba válida y confiable como indicador de la madurez de las funciones ejecutivas en una población de niños con edades comprendidas entre 7 y 11 años de edad en pleno proceso de desarrollo. Sin embargo, no se ha estudiado en muestras venezolanas en edades en la cuales estas funciones conductualmente, para algunos autores como Pineda (2000) y el Instituto Nacional de Salud Mental de los Estados Unidos se consideran maduras y para otros como Oliva (2007) aún se encuentran desarrollando**,** en función del ritmo de cada red neural asociada a los subcomponentes de estos procesos cognitivos. Como contribución a esta diatriba se estudiaron en la presente investigación universitarios hombres con edades comprendidas entre 21, 22 y 23 años, para confirmar si efectivamente el TCD, como nuevo un paradigma experimental, podría ser un indicador de la maduración de las diferentes redes neurales asociadas a las funciones ejecutivas del lóbulo frontal no sólo conductualmente sino con medidas electrofisiológicas con una mayor resolución temporal, como de explicará posteriormente.

Siguiendo lo propuesto por Rodríguez (2012), a continuación se describe el Modelo de Integración Neural de Stuss (2011) sobre las redes neurales que subyacen a las funciones ejecutivas y que se pretenden asociar a las diversas fases del TCD.

MODELO DE INTEGRACIÓN NEURAL SOBRE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS DE STUSS

Stuss (2011) plantea que no hay un ejecutivo central sino que existen varios procesos generales distribuidos en distintas regiones frontales que actúan conjuntamente para lograr el control ejecutivo y propone como procesos básicos ejecutivos: Energización, Ejecución (configuración de la tarea, monitorización), regulación emocional-conductual y Metacognición, asociados a redes neurales de los lóbulos frontales vinculadas a las funciones ejecutivas. El autor señala que estos procesos pueden diferenciarse, pero no son independientes entre sí.

La Energización, se refiere al proceso de iniciación y mantenimiento de una respuesta, y se basa en la existencia de una tendencia interna a iniciar y mantener una actividad neuronal en ausencia de input. Sin energización no es posible seleccionar y mantener una respuesta durante períodos prolongados.

La Ejecución de tareas hace referencia tanto a la configuración de la tarea como a su monitoreo. Se requiere de procesos atencionales que permitan seleccionar un estímulo y dar una respuesta adecuada. La conexión entre el estímulo y la respuesta requeriría la formación de un criterio para responder apropiadamente a un objetivo definido con características específicas, así como la organización del esquema necesario para completar una tarea exitosamente.

Por su parte, la Monitorización se refiere al proceso de chequeo de las tareas a lo largo del tiempo a modo de control de calidad y de ajuste de la conducta. La monitorización puede ocurrir a diferentes niveles: control de la actividad en curso con respecto al esquema establecido, tiempo de la actividad, anticipación de estímulos, detección de errores y discrepancias entre la respuesta conductual y la realidad externa.

La regulación emocional-conductual que implica la integración de aspectos motivacionales, recompensa/riesgo, emocionales y sociales del comportamiento no se

considerará en la presente investigación ya que es un componente que para Stuss sale del ámbito ejecutivo.

La Metacognición implica integrar y coordinar los procesos anteriores para completar exitosamente tareas novedosas y complejas y sería el proceso cúspide de las funciones ejecutivas.

Rodríguez (2012), como se señalara anteriormente, considera que las cuatro partes del TCD podrían activar los diversos componentes del modelo de funciones ejecutivas propuesto por Stuss (2011). En ese sentido señala que la fase uno (Lectura) activaría aquellos circuitos frontales dorsomediales vinculados a la energización o activación atencional; la fase dos (Conteo) a la activación frontal dorsolateral derecha correspondiente a la configuración de la tarea; la fase tres (Elección) al monitoreo que implica memoria operativa que activaría región dorsolateral derecha y la cuarta fase (Alternancia) a las funciones metacognitivas integradoras de la región frontopolar.

Esta consideración de Rodríguez (2012) se intentó verificar con las variables electrofisiológicas que se describieron dentro de su estudio pero en otro grupo etario**,** ya que él estudió niños Sin Dx comparados con otras condiciones. Su muestra estuvo constituida por niños Sin Dx, con AAF y con TDAH. En la presente investigación se propuso dar un nuevo aporte al conocimiento científico en la búsqueda de correspondencia entre la teoría y el test, al estudiar las funciones ejecutivas en un grupo de estudiantes universitarios Sin Dx entre 21 y 23 años de edad, donde la literatura ha señalado que estas funciones cognitivas están ya desarrolladas conductualmente, mientras se les administraba el TCD, como nuevo paradigma experimental, utilizando tanto medidas conductuales como electrofisiológicas a través de los potenciales cognitivos o potenciales relacionados a eventos (PRE), en la búsqueda de indicadores más moleculares o de grano fino de la madurez de las diferentes redes neurales asociadas a las funciones ejecutivas, tales como las planteadas por Stuss (2011) en su Modelo de Integración Neural sobre las Funciones Ejecutivas vinculadas al lóbulo frontal.

A continuación se dará una visión general de los potenciales relacionados a eventos como un método de exploración de las neurociencias cognitivas que, apoyado en la neuropsicología como su referente paradigmático, apoya el avance del conocimiento en el campo de la psicología cognitiva para finalizar con la conclusión de porqué el TCD se considera como un nuevo paradigma experimental en el campo de la electrofisiología cerebral de procesos cognitvos donde se inserta el presente estudio.

En la presente investigación se asociarán las cuatro partes del TCD con los procesos que conforman el Modelo de Integración Neural sobre las Funciones Ejecutivas vinculadas al lóbulo frontal propuesto por Stuss (2011); con la finalidad de señalar la correspondencia entre la teoría y el test.

POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS (PRE) O POTENCIALES COGNITIVOS

Según Moreno (1992) la actividad neuronal cerebral espontánea origina actividad eléctrica, la cual puede ser registrada a través del uso del electroencefalograma (EEG), para ello se colocan electrodos en el cuero cabelludo. Por su parte, la actividad cerebral generada ante una situación experimental que intenta estudiar funciones cognitivas se registra a través de otros métodos electrofisiológicos sustentados en el EEG, como son el EEG cuantitativo y los potenciales evocados de latencia larga, cognitivos o Potenciales Relacionados a Eventos (PRE), los cuales se consideraron en el presente estudio.

Los potenciales relacionados a eventos (PRE) fueron definidos por Picton y Hillyard (1988) como "cambios en el voltaje ("potencial") que ocurren en un momento particular antes, durante o después ("relacionados") que algo ocurre en el mundo físico y/o en algún proceso psicológico ("evento")" (p. 1).

Handy (2005) amplía el anterior concepto y define los PRE como pequeños cambios en la actividad eléctrica del cerebro, cambios que se registran a través del cuero cabelludo y son provocados por un evento externo o interno, que cambia rápidamente con el tiempo y

tienen un campo espacialmente extendido; con una resolución temporal de unos pocos milisegundos, que se registran desde múltiples ubicaciones del cuero cabelludo.

De manera que, a diferencia de las medidas conductuales, como se señalara anteriormente, los PRE tiene una resolución temporal mayor para el estudio de los procesos cognitivos, lo cual ha sido un gran aporte a la teorización dentro de la Psicología Cognitiva ya que ha permitido re-conceptualizar componentes, dimensiones y sub-dimensiones de las funciones superiores. Al respecto, Handy (2005) señala que los PRE, en forma de ondas, se pueden emplear para estudiar los procesos cognitivos, incluso cuando hay poca o ninguna información útil sobre la importancia funcional del comportamiento y, esto se hace evidente, ya que la electrofisiología cerebral de procesos cognitivos es un campo relativamente nuevo en pleno desarrollo.

En relación a cómo son obtenidos los PRE, Picton y Hillyard (1988) señalaron que las ondas de los PRE son componentes que están constituídos por una promediación que realizan los programas de los equipos sobre las diferentes ondas cerebrales que aparecen en respuesta a las condiciones o paradigmas experimentales utilizados.

Rugg y Coles (1996) y Springer y Deustch (2001) aclaran lo anterior cuando explican que los componentes de los PRE se pueden evidenciar a través de un muestreo continuo de la actividad cerebral registrada en el EEG durante el procesamiento cognitivo, luego de la promediación, que realizan los programas de los equipos correspondientes, de las señales funcionalmente relacionadas con la condición experimental.

De manera que la condición o paradigma experimental utilizado es fundamental para la interpretación de los componentes de los PRE obtenidos en función de los procesos cognitivos que quieren ser investigados ya que son respaldados por un marco teórico referencial proveniente bien de la Psicología Cognitiva y/o de la Neuropsicología o de las ciencias cognitivas en general, sin el cual ninguno de los métodos de exploración de la Neurociencias Cognitivas tendría sentido.

Los componentes de los PRE son estudiados mediante tres variables: la amplitud, la latencia y la distribución en el cuero cabelludo. Según Rodríguez-Camacho, Prieto y Bernal (2011), la amplitud, medida en microvoltios (mV), se relaciona con la cantidad de esfuerzo que el sujeto realiza para ejecutar la tarea y la latencia, medida en milisegundos (msegs.), representa una medida de tiempo de evaluación del estímulo. Para Periañez y Barceló (2004) la distribución en el cuero cabelludo se relaciona con la activación de las estructuras anatómicas subyacentes relacionadas con el paradigma, situación experimental o tarea cognitiva que se utilice para explorar las funciones cognitivas a través de diferentes tareas.

En cambio, Luck (2005) considera que las variables anteriormente descritas "no capturan la esencia del componente" (p.58). En función de cada respuesta cerebral promediada ante los estímulos que se presentan en una condición experimental determinada, la latencia de cada respuesta tiene una fluctuación que afecta la amplitud de la onda registrada, que puede ser corregida con una medida más fuerte como lo es el área bajo la curva, la cual para Moreno (1999) refleja la cantidad de información que es procesada ante la actividad cognitiva.

En función de lo anteriormente señalado se considera importante tomar como medidas electrofisiológicas de los PRE la amplitud, la latencia, el área bajo la curva y la distribución regional de cada componente, el cual entonces, según Moreno (2006), considerando el concepto anterior de componente de Picton y Hillyard (1988) quedaría definido como, cambios en el voltaje, amplitud y área bajo la curva que ocurren en un momento particular antes, durante o después que algo ocurre en el mundo físico y/o en algún proceso psicológico en diferentes regiones cerebrales (p. 2)

En la figura 1 se ilustran las variables descritas anteriormente de los PRE que se considerarán en la presente investigación.

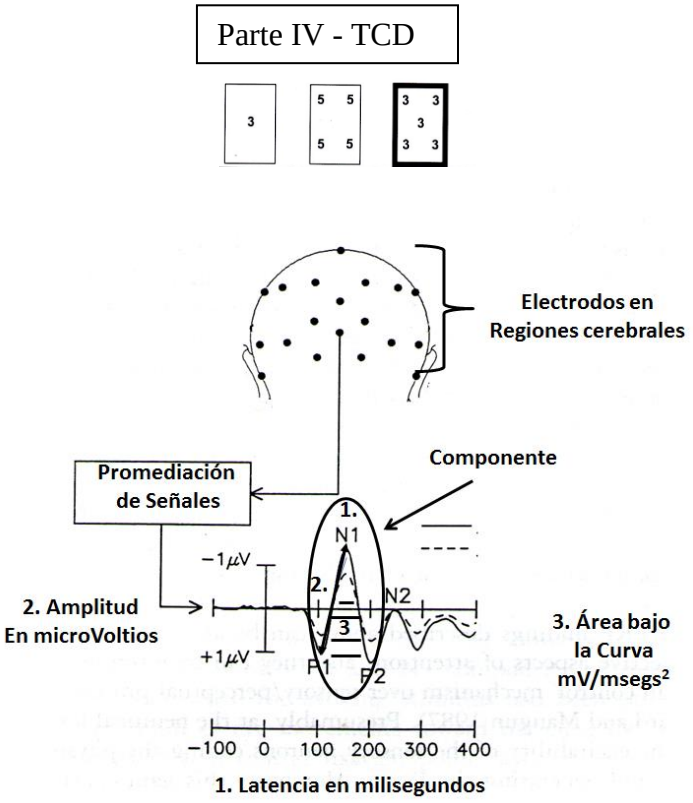


Figura 1. Variables de los componentes de los potenciales relacionados a eventos (PRE) Elaboración propia basada en Mangun y Hillyard (1996)

A continuación se describirán investigaciones relacionas con la electrofisiología cerebral de procesos cognitivos y las variables a considerar en la presente investigación.

INVESTIGACIONES

En una línea de investigación electrofisiología cerebral de procesos cognitivos abierta por Moreno en la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), se han realizado algunos estudios. En el primero se investigó la eficacia de un programa computacional para la rehabilitación cognitiva de niños con dificultades en las matemáticas a través del

mapeo de la actividad cerebral, que se considera como antecedente de la experiencia en el manejo de los programas y equipos adquiridos y, al no estar vinculado con las variables del presente estudio, no se desarrolla en este apartado (Rodríguez, Rojas, Moreno, Tarrío y Solórzano, 2012).

En relación a los Potenciales Relacionados a Eventos (PRE), los estudios se iniciaron con investigaciones relacionadas con los marcadores psicológicos propuestos por Volkmar, Lord, Bailey, Schultz y Klin (2004) que deben guiar la investigación neurobiológica en los trastornos del desarrollo. Estos marcadores psicológicos son Teoría de la Mente, Coherencia Central y Funciones Ejecutivas. Se considera como antecedentes en la parte electrofisiológica con PRE describir estos estudios y como antecedente del TCD describir también un estudio con mapeo cerebral en el cual se encontró una activación de diferentes regiones cerebrales con las diversas partes de esta prueba.

En el primer estudio de los marcadores psicológicos, Dos Santos, Piñero y Moreno (2012) estudiaron la Teoría de la Mente, una capacidad cognitiva humana, que subyace a la capacidad de participar en interacciones complejas, la cual permite hacer inferencias sobre otros estados me**n**tales (Stone, Cohen y Knight, citados en Dos Santos, Piñero y Moreno**,** 2012). Los autores se plantearon como objetivo de la investigación establecer las diferencias en la Teoría de la Mente (Theory of Mind, TOM) a través de las Historias Extrañas de Happé y sus correlatos electrofisiológicos (P300 y N400 amplitud y latencia) en 10 niños con un CI mayor a 70, pertenecientes a un nivel socioeconómico medio-alto con edades comprendidas entre 8 a 12 años; la muestra estaba representada por niños sin diagnóstico (SinDx), con trastorno deficitario de atención e hiperactividad (TDAH), y con autismo de alto funcionamiento (AAF).

Electrofisiológicamente evaluaron las latencias y amplitudes en los componentes de los Potenciales Relacionados a Eventos P300 y N400 de los grupos, considerando distintas regiones cerebrales: FP1, FP2, F3, F4, T3, T4, P3 y P4. Se llevó a cabo un análisis de variaza Kruskal-Wallis y un U-Mann-Whitney y un contraste a posteriori utilizando el CI como covariable; se obtuvieron diferencias significativas ($p > 0.05$) en cuanto a la teoría de

la mente en los niños con condición clínica (AAF y TDAH) y los que no presentaban ningún diagnóstico (U: 19,5 sig: .021; U: 15,5 sig: .009; respectivamente). No se encontraron diferencias significativas entre los sujetos con autismo y con déficit de atención (U: 40,5 sig: .481).

Además se encontraron diferencias significativas en la amplitud de P300 en P3, (AAF >SinDX y AAF >TDAH). Asimismo se encontraron diferencias significativas en la amplitud N400 en T4 (AAF > SinDX). Por último, se observaron diferencias significativas en la latencia en FP2 entre los grupos, siendo mayor en el grupo de sujetos autistas (AAF>TDAH>SinDX), debido a que en el gráfico de caja y bigote se pudo observar que dicho grupo presentó una mediana de 488, a diferencia del grupo con TDAH que logró una mediana de 453, en cambio el grupo SinDX presentó una mediana de 440.

En conclusión, se encontraron diferencias en el tiempo de activación y procesamiento en varias regiones cerebrales estudiadas entre los grupos, ya que los niños autistas presentan un procesamiento más local y menos global, con menor flexibilidad cognitiva (asociada al área dorsolateral, prefrontal o convexidad prefrontal) a diferencia de los niños con TDAH. También se evidenciaron en los TDAH dificultades con el TOM debido a la labilidad atencional y a los problemas de control atencional e inhibición de la información, asociados al área del prosencéfalo; sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas en esta afirmación (Dos Santos, Piñero y Moreno, 2012).

La investigación expuesta aporta información relacionada con el rendimiento de los sujetos sin diagnóstico en los indicadores electrofisiológicos (amplitud y latencia), brindando información sobre los correlatos fisiológicos P300 y N400 en dicha población. Esta investigación dio aportes fundamentales para el estudio de las variables electrofisiológicas en la presente investigación, así como para la metodología a ser empleada en este tipo de investigación para: colocación de electrodos, conocimiento de equipo y software, análisis de datos, dificultades a ser superadas, recomendaciones, entre otros aspectos. Lo anterior puede aplicarse a la segunda investigación del grupo de la UCAB sobre los marcadores psicológicos antes señalados que se describe a continuación.

Moreno y Dos Santos (2012) estudiaron la coherencia central, constructo definido por Frith (2003) como la característica del procesamiento de la información que permite integrar la información diversa del contexto para elaborar representa ciones significativas globales. Los autores se plantearon como objetivos evaluar las diferencias obtenidas en la coherencia central utilizando el EPRs (P300 y N400) y el Test de las Diferencias, diseñado por Moreno y Dos Santos (2012) en una muestra conformada por siete niños varones, en la cual se incluyeron sujetos sin diagnóstico previo y personas diagnosticadas con Déficit de Atención (TDAH) y Autismo de Alto Funcionamiento (AAF). Los niños tenían edades comprendidas entre 8 y 12 años de edad, además pertenecían a un nivel socioeconómico medio y medio-alto y presentaban un CI promedio de 102.

A partir de los análisis de varianza de Kruskal- Wallis y de U de Mann Whitney y el contraste a posteriori, se evidenció que en las medidas conductuales de los niños que presentaban TDAH hubo significativamente una mayor cantidad de errores, a diferencia de los otros dos grupos sin diagnóstico y con autismo (U: 6, sig: 0,017 U: 4, sig: .030 respectivamente); dichos errores fueron atribuidos a distracciones y dificultad para mantener la atención. Los sujetos sin condición clínica cometieron más errores que los niños con autismo (U: 16, sig: 0,876 con $p. < 0.05$).

Además se encontró que los sujetos con autismo de alto funcionamiento (AAF) presentaron diferencias significativas en relación a una mayor cantidad de omisiones que los sujetos con TDAH y los sujetos SinDx (AAF >TDAH> SinDx)**.** A partir del análisis exploratorio de datos, representado visualmente por la gráfica de caja y bigotes, se evidenció que los tres grupos difirieron en la distribución y recorrido de los datos.

Por otro lado los sujetos sin diagnóstico presentaron una mejor percepción global de las diferencias entre los dibujos que las personas con TDAH y autismo de alto funcionamiento, quienes obtuvieron un puntaje total similar. Nuevamente a partir del análisis exploratorio de datos representado visualmente a través de la gráfica de caja y

bigotes se evidenció una distribución diferencial entre los tres grupos estudiados aún cuando los sujetos con autismo obtuvieron la misma mediana que los sujetos sin diagnóstico.

En cuanto a las medidas electrofisiológicas con Potenciales Relacionados a Eventos (PRE) se encontraron diferencias significativas de 0.05% en la amplitud de P300 en la región izquierda del parietal posterior (P3); igualmente se encontraron diferencias en la latencia de la región occipital izquierda (O2); siendo mayor en el grupo con autismo de alto funcionamiento en relación a los otros dos grupos, lo que fue interpretado como un indicador de mayor dificultad para realizar las tareas en este grupo clínico. Se evidenció nuevamente una distribución diferencial entre los tres grupos estudiados a partir del análisis exploratorio de datos realizado.

A partir de los resultados obtenidos, tanto a nivel conductual como electrofisiológico, se concluyó que las personas con autismo de alto funcionamiento tienen dificultades en la integración de los detalles dentro de un contexto siendo indicador de debilidad en la coherencia central y que las dificultades en los niños con TDAH se deben a los problemas en cuanto al control atencional, lo que evidenciaría el compromiso de redes neuronales diferentes implicadas en sub-dimensiones de este marcador psicológico.

Como se señalara anteriormente, lo dos estudios precedentes sobre los marcadores psicológicos de la Teoría de la Mente y sobre la Coherencia Central son relevantes para la presente investigación ya que brindaron información sobre el rendimiento de sujetos sin diagnóstico en las variables electrofisiológicas (amplitud y latencia) a partir de los Potenciales Evocados Relacionados a Eventos, así como sobre la metodología a utilizar, el tipo de análisis de datos y variables a considerar en estudios electrofisiológicos de este tipo.

En relación a las Funciones Ejecutivas, marcador psicológico en el que se centra la presente investigación, hay dos estudios con medidas conductuales y electrofisiológicas realizadas en la UCAB en los últimos años.

Moreno, et al. (2012) investigaron el electroencefalograma cuantitativo (EEGq es un método que mide la actividad eléctrica del cerebro), con su respectivo mapeo cerebral (representación topográfica de la actividad espontánea o de los potenciales evocados), en las regiones Fp1, Fp2, F3, F4, T3, T4, C3, C4, P3, P4, O1 y O2, en 6 estudiantes universitarios (3 mujeres y 3 hombres) con edades comprendidas entre 18 y 20 años, sin diagnóstico, tanto en dos fases de línea de base: una fase con ojos cerrados (OC) y otra con ojos abiertos (OE), así como durante la realización de las cuatro partes del TCD (I, II, III y IV), con el objetivo de examinar la activación cerebral en cada una de estas fases.

El procedimiento fue el siguiente; el EEG comenzó luego de colocarle a los sujetos los electrodos y pedirles que cerraran los ojos. Se estableció el marcador OC (cerrar los ojos) en el momento que la línea base se mantuvo estable. Luego de 2 minutos, se les solicitó que abrieran los ojos para poder establecer el marcador que correspondía a los ojos abiertos (OE) obteniendo un EEG de 20 a 30 segundos. Posteriormente durante el registro del EEG se administró el TCD. En cada una de las cuatro partes del TCD se consideró el promedio de la potencia y las frecuencias; con la finalidad de poder estudiar la actividad cerebral.

Los análisis estadísticos fueron contrastados con un ANOVA y un post hoc Tukey; encontraron diferencias estadísticamente significativas en la activación cerebral en cuanto a la frecuencia promedio en la región Fp2 entre la fase de OE y las cuatro partes del TCD ($p < .005$ .014; .008; .008; .041 respectivamente) y en cuanto la potencia promedio al contrastar las partes II y III de TCD con la fase de OA ($p < .005$ .045 y .048 respectivamente). En conclusión, el TCD parece activar la región frontal derecha, especialmente en la región frontal dorso-lateral derecha como había sido propuesto por Sedó (2007).

Este estudio aporta información sobre el rendimiento de sujetos universitarios en las distintas fases del TCD mientras se evalúa la activación cerebral en las regiones Fp1, Fp2, F3, F4, T3, T4, C3, C4, P3, P4, O1 y O2. El estudio corroboró que cada fase del TCD activa regiones frontales asociadas a las funciones ejecutivas. Activación que fue creciendo

hacia la región pre-frontal dorsolateral derecha en función de la complejidad de la tarea, según lo hipotetizado por Sedó (2011) con un incremento de la actividad hacia la región parieto-occipital izquierda en la última fase vinculada con el llamado "cerebro matemático" (Kolb y Whishaw, 2006) al tener que mantener en la memoria dos instrucciones matemáticas (Moreno et al., 2012). En la figura 2 se muestra lo descrito por los autores.

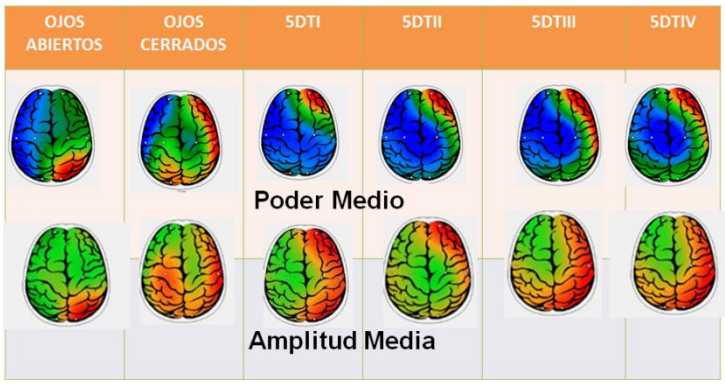


Figura 2. Poder y amplitud promedio de la activación cerebral por mapeo en cada fase por Moreno et al. (2012)

Moreno et al. (2012) concluyen que considerando el Modelo de Integración Neural sobre Funciones Ejecutivas de Stuss (2011), descrito el TCD es un paradigma experimental poderoso para acumular evidencia empírica en el estudio de este modelo, sugiriendo el realizar estudios con el TCD y PRE, lo que se considera en la presente investigación.

Rodríguez (2012), evaluó a un grupos de niños con autismo de alto funcionamiento, niños con trastorno deficitario de atención y niños sin diagnóstico con el TCD, utilizando medidas conductuales y electrofisiológicas a través de potenciales relacionados a eventos. Corroboró la activación cerebral diferencial y encontró diferencias entre los tres grupos estudiados, asociando las diferencias en las cuatro partes del TCD a la activación de las redes y procesos neuronales señalados por Stuss (2011).

Al respecto se considera pionero el estudio de Rodríguez (2012). Su investigación tuvo como objetivo estudiar si existían diferencias significativas en el rendimiento de Funciones Ejecutivas, medidas conductualmente a través del número de errores y tiempo de ejecución de cada una de las cuatro fases del TCD y en su correlato electrofisiológico, específicamente en el componente P300, medidos en su latencia y amplitud, en 27 niños varones (9 por condición) con edades comprendidas entre 8 y 12 años de edad con Autismo de Alto nivel de Funcionamiento (AAF) Trastorno Deficitario de Atención e Hiperactividad (TDAH) y Sin Diagnóstico (Sin DX), pertenecientes a un nivel socioeconómico medio y medio-alto y con un CI>70.

El déficit en las funciones ejecutivas se ha documentado a través de las últimas décadas en una gran cantidad de desórdenes de la niñez, incluidos los Trastornos del Espectro Autista (TEA) y el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) (Pennington y Ozonoff, citado en Rodríguez, 2012). Por su parte, Hill (2004) afirma que el déficit en las funciones ejecutivas se manifiesta en pacientes con daño de la corteza frontal adquirido al igual que en desórdenes neuro comportamentales que pueden incluir déficit congénitos de los lóbulos frontales. Entre estos se encuentran el TEA, TDAH, Fenilcetonuria, Síndrome de Tourette, entre muchos otros (citado en Rodríguez, 2012).

Rodríguez (2012) esperaba encontrar diferencias en la función ejecutiva medidas a través del Test de Cinco Dígitos (TCD) y los correlatos electrofisiológicos entre niños con Autismo de Alto nivel de Funcionamiento (AAF), trastorno deficitario de atención con hiperactividad (TDAH) y niños sin diagnóstico (Sin DX).

De acuerdo con los parámetros conductuales Rodríguez (2012) realizó un contraste no paramétrico (Prueba de Kruskal- Wallis), en las cuatro fases del TCD, entre los grupos. No se encontraron diferencias significativas en el tiempo de ejecución en las cuatro fases del TCD. Sin embargo, se encontraron diferencias significativas con respecto a los errores en las fases 3 y 4 con una significancia de 0.006 y 0.001 respectivamente. Al observar estos resultados, se realizó una U de Mann- Whitney con el fin de examinar el comportamiento de los grupos en mayor detalle. En la fase 3, el grupo TDAH comete más errores en

comparación al grupo Sin DX; mientras que en la fase 4, el grupo Sin DX comete menos errores que ambos grupos clínicos. Al realizar la comparación entre los grupos AAF y TDAH se evidencia que los segundos cometen más errores que los primeros en estas fases.

En relación al número de errores, se encontraron mayor número de errores en la fase III en el grupo TDAH con respecto al grupo Sin DX (p.=0.006). Sin embargo en la fase IV se encontró mayor número de errores en el grupo TDAH en relación al grupo de los niños que presentaban autismo (p.=0.05); mayor número de errores en el grupo con niños autistas en relación al grupo que no presentaba un diagnóstico específico (p.= 0.031).

En cuanto a los parámetros electrofisiológicos se encontraron diferencias significativas (p.=0.000) en cuanto al componente de latencia, donde el grupo AAF parece presentar una latencia general mayor a los otros grupos. En cuanto a la amplitud con referencia a las fases uno y dos del TCD, al realizar el contraste no se evidenciaron diferencias significativas entre los tres grupos. En la fase 3, para el contraste Sin DX y TDAH se encontraron diferencias a nivel de T6 (p.=0.05), mientras que para el contraste AAF y TDAH se encontraron diferencias a nivel de O2. En la fase 4 para el contraste Sin DX y TDAH se encontraron diferencias de nuevo a nivel de T6 (p.=0.05), y para el contraste AAF y TDAH se encontraron diferencias de nuevo a nivel de O2 (p.=0.05).Para finalizar el grupo TDAH tuvo menores tiempos de procesamiento a nivel temporal medio (p.= 0.05).

Rodríguez (2012) señala de acuerdo con las variables conductuales que el no haber encontrado diferencias entre los grupos en las fases del TCD en relación al tiempo de ejecución se puede deber al tamaño y variabilidad de la muestra. En cuanto al número de errores se encontraron diferencias, teniendo un mayor número de errores en las fases de Elección y Alternancia los niños con TDAH ya que en esta fase requiere de un control inhibitorio.

En las variables electrofisiológicas Rodríguez (2012) concluyó en relación a la latencia que el grupo de niños AAF tuvo diferencias significativas en las latencias del

componente P300 en cada una de las fases del TCD en relación con los niños Sin DX y los TDAH. Los niños con TDAH tuvieron latencias del componente P300 estadísticamente menores que las del grupo de niños Sin DX. En cuanto a la amplitud se encontraron diferencias significativas en el grupo de TDAH a nivel de la región temporal derecha en las fases uno, tres y cuatro. Lo que apoya las redes que propone Stuss en su Modelo de Integración Neural, en cuanto a la activación de las distintas áreas cerebrales que a su vez se relacionan con las funciones ejecutivas evaluadas en las cuatro fases del TCD.

Por otra parte, Pennington, Ozonoff e Ibáñez (citado en Rodríguez, 2012) concluyeron en sus estudios que los niños con autismo obtuvieron mayores latencias en comparación con los otros grupos debido a que los niños con autismo, en general, presentan déficit en flexibilidad cognitiva y generación de nuevas respuestas lo que conlleva a un mayor tiempo de procesamiento. Estos resultados concuerdan con los señalados por Rodríguez (2012).

Rodríguez (2012) finaliza indicando que el TCD puede ser útil en el establecimiento de las diferencias entre las disfunciones ejecutivas no s**ó**lo en el grupo de AAF, TDAH sino también en otros trastornos como aporte al diagnóstico diferencial como para la Psicología Cognitiva en general, tanto a nivel conductual como electrofisiológico.

Es así que para finalizar la presente revisión se consideró importante realizar un apartado sobre el TCD como paradigma experimental en la investigación dentro de las ciencias cognitivas.

PARADIGMA DEL TEST DE CINCO DÍGITOS (TCD)

Martínez (1997) concibe los paradigmas como un cuerpo de creencias, presupuestos, reglas y procedimientos de cómo hacer ciencia, siendo un "principio rector del conocimiento" (p. 23). Desarrolla el concepto señalando:

"Conocer es siempre aprehender un *dato* en una cierta *función*, bajo una cierta *relación e*n tanto significa *algo* dentro de una determinada estructura; pero, a su vez, el método para alcanzar ese conocimiento también estará siempre ligado a un paradigma específico, que le fija los rieles por los cuales ha de caminar, y atado a una función ideológica que le determina la metas y a la cual le sirve" (p.23).

En el área de investigación neuropsicológica se utilizan los tests y sus subpruebas o subtests como paradigmas experimentales, de los cuales entre los más conocidos para evaluar funciones ejecutivas están el test de Stroop con sus diversas variantes y los paradigmas Go-No Go (Rodríguez, 2012). Es así que, cuando Moreno (2012), tutora de la presente investigación, consulta al Dr. Steven Hillyard (Departamento de Neurociencias, Universidad de California en San Diego) sobre los resultados de la investigación sobre funciones ejecutivas y potenciales relacionados a eventos, realizada por Rodríguez 2012, también bajo su tutoría, le señala que el Test de Cinco Dígitos con sus cuatro partes pareciera constituirse en un nuevo y poderoso paradigma experimental para el estudio electrofisiológico de las funciones ejecutivas, lo cual es de interés central en la presente investigación (comunicación personal, Julio 26, 2012).

Lo anterior supone la búsqueda de nuevos componentes, diferentes a los “típicos P300 y N400”, descritos en los estudios anteriores, que puedan asociarse a este nuevo paradigma experimental, lo que se indagó en el presente estudio en un rango comprendido entre los 250 y 600 mseg con la finalidad de considerar un mayor rango temporal.

Debido a que las investigaciones anteriores fundamentalmente se han centrado en muestras de niños en desarrollo y con alteraciones y en muestras relativamente pequeñas de sujetos adultos, la presente investigación, como un aporte a la correspondencia entre teoría y evaluación, pretendió en una muestra mayor de estudiantes universitarios entre 21 y 23 años de edad, determinar si el TCD, como nuevo paradigma experimental en este campo de investigación, es un indicador, no sólo conductual sino electrofisiológico, de la madurez de las funciones ejecutivas del lóbulo frontal en correspondencia con los componentes considerados en el Modelo de Integración Neural de Stuss (2011).

En estos sujetos de las tres edades señaladas: 21, 22 y 23 años, se buscó determinar, mientras realizaban las cuatro partes del TCD, si conductualmente no mostraban diferencias entre las tres edades con medidas de menor resolución temporal (segundos, minutos), ya que pareciera que desde los 20 años las funciones ejecutivas alcanzan su madurez conductual, y si al ser evaluados a través de medidas electrofisiológicas con potenciales relacionados a eventos, cuya resolución temporal es mayor (milésimas de segundos), si se encontrarían diferencias estadísticamente significativas en función del ritmo de maduración de cada red neuronal asociada a los componentes de las funciones ejecutivas evaluadas.

De manera que, como integración de lo encontrado anteriormente, se hace evidente que en la presente investigación se busc**ó** determinar en una muestra de estudiantes universitarios de 21, 22 y 23 años si el TCD, como nuevo paradigma experimental en el estudio de las funciones ejecutivas, es un indicador, no sólo conductual sino electrofisiológico (con medidas de mayor resolución temporal), de la madurez de las diferentes redes neurales del lóbulo frontal asociadas a estas funciones cognitivas, que pudieran aún estar desarrollándose en función del ritmo de cada red neural asociada a los subcomponentes de las funciones ejecutivas, considerando lo propuesto por Oliva (2007) en cuanto a que el desarrollo de estas redes neuronales puede seguir hasta la tercera década de la vida y en correspondencia con los componentes propuestos para las funciones ejecutivas en el Modelo de Integración Neural de Stuss (2011), buscando mayor evidencia empírica que apoye la teoría en el campo de la Psicología Cognitiva

MÉTODO

PROBLEMA

¿Existirán diferencias significativas en las funciones ejecutivas de hombres universitarios entre 21, 22 y 23 años de edad, evaluadas mediante el paradigma experimental del TCD, conductualmente a través del número de errores y tiempo de ejecución y electrofisiológicamente a través de la amplitud, latencia y área bajo la curva del componente mayor de los potenciales relacionados a eventos encontrados entre los 250 y 600 mseg, como indicadores de la maduración cerebral de las redes neurales asociadas a las funciones ejecutivas del lóbulo frontal?

HIPÓTESIS GENERAL

Si las funciones ejecutivas siguen madurando en hombres universitarios entre los 21, 22 y 23 años de edad, en función de las redes neurales del lóbulo frontal asociadas, entonces existirán diferencias significativas en los tres grupos etarios en el paradigma experimental del TCD en cuanto al número de errores y tiempo de ejecución, como medidas conductuales, y en la amplitud, latencia y área bajo la curva del componente mayor de los potenciales relacionados a eventos encontrados entre los 250 y 600 mseg, como medidas electrofisiológicas.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

1. Si se encuentran nuevos componentes de los potenciales evocados en un rango de 250 y 600 msegs, diferentes a los típicos potenciales evocados P300 y N400, en las cuatro fases del paradigma experimental del TCD, entonces sus latencias tendrán diferencias estadísticamente significativas en los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad.

2. Si se encuentran nuevos componentes de los potenciales evocados en un rango de 250 y 600 msegs, diferentes a los típicos potenciales evocados P300 y N400, en las cuatro fases del paradigma experimental del TCD, entonces sus amplitudes tendrán diferencias estadísticamente significativas en los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad.

3. Si se encuentran nuevos componentes de los potenciales evocados en un rango de 250 y 600 msegs, diferentes a los típicos potenciales evocados P300 y N400, en las cuatro fases del paradigma experimental del TCD, entonces sus áreas bajo la curva tendrán diferencias estadísticamente significativas en los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad.

4. Se espera que no existan diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad, en el número de errores en las cuatro fases del paradigma experimental del TCD.

5. Se espera que no existan diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad, en tiempo de ejecución en las cuatro fases del paradigma experimental del TCD.

6. Se espera que existan nuevos componentes de los potenciales evocados en los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad diferentes a los típicos potenciales evocados P300 y N400, con la aplicación del paradigma del TCD.

7. Si el TCD, en cada una de sus cuatro fases, es un indicador de la madurez de las redes neurales asociadas a las funciones ejecutivas, entonces que habrá una activación regional diferencial entre los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad.

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Variable Dependiente

Funciones Ejecutivas

Definición Conceptual: Pineda (2000) define las funciones ejecutivas como un conjunto de habilidades cognoscitivas que permiten la anticipación y el establecimiento de metas, el diseño de planes y programas, el inicio de las actividades y de las operaciones mentales, la autorregulación y la monitorización de las tareas, la selección precisa de los comportamientos y las conductas, la flexibilidad en el trabajo cognoscitivo y su organización en el tiempo y en el espacio para obtener resultados eficaces en la resolución de problemas. Esto se mide a través de indicadores conductuales y electrofisiológicos.

Definiciones Operacionales

Indicadores conductuales:

Puntuaciones obtenidas por los sujetos en las 4 fases del TCD, que vienen dadas por el tiempo utilizado en responder en cada fase y por el número de errores cometidos.

Tiempo de respuesta: Medida del tiempo en segundos, que se registrará a través de la duración que emplean los sujetos en realizar cada una de las fases del paradigma TCD. El tiempo será medido en segundos con un cronómetro. A mayor tiempo de respuesta mayor esfuerzo atencional por parte del sujeto (Sedó, 2007).

Número de errores: Puntaje obtenido correspondiente a la sumatoria de errores que el sujeto obtiene al realizar las cuatro partes del TCD. El puntaje va de un rango de 1 a 50 en puntaje directo, en cada una de las fases. El sujeto obtendrá una puntuación en cuanto al número de errores, en cada parte del TCD (lectura, conteo, elección y alternancia). A menor número de errores mayor esfuerzo atencional por parte del sujeto (Sedó, 2007).

Indicadores electrofisiológicos:

Amplitud: Según Rodríguez-Camacho, Prieto y Bernal (2011), la amplitud, medida en microvoltios (□V), se relaciona con la cantidad de esfuerzo que el sujeto realiza para ejecutar la tarea indicando la activación regional cerebral correspondiente. A mayor cantidad de microvoltios mayor esfuerzo atencional por parte del sujeto. Voltaje máximo o altura máxima del componente mayor encontrado entre 250 y 500 mseg en cada fase, diferente a P300 y N400.

Latencia: Medida en milisegundos (msegs.), representa una medida de tiempo de evaluación del estímulo (Rodríguez-Camacho, Prieto y Bernal, 2011). A mayor cantidad de milisegundos mayor tiempo de procesamiento. Tiempo alcanzado por la cresta del componente de máxima amplitud encontrado entre 250 y 500 msegs en cada fase, diferente a P300 y N400.

Área bajo la curva: refleja la cantidad de información que es procesada ante la actividad cognitiva (Moreno, 1999). A mayor microvoltios x milisegundos elevado al cuadrado, mayor cantidad de información está procesando el individuo. Se calcula considerando la multiplicación de la amplitud por la latencia y elevando el resultado al cuadrado en cada fase.

Estos indicadores se obtendrán a partir de la promediación de los registros encefalográficos de los sujetos, luego de promediación de las respuestas cerebrales de cada parte del TCD a través del Software Neuron Spectrum 5.

4.2 Variables Independientes

4.2.1. Paradigma Experimental del Test de Cinco Dígitos (TCD)

Martínez (1997) concibe los paradigmas como un cuerpo de creencias, presupuestos, reglas y procedimientos de cómo hacer ciencia, siendo un "principio rector del conocimiento" (p. 23). El paradigma experimental del TCD tiene cuatro partes que se consideran cuatro niveles de aplicación que son:

Lectura

Definición conceptual: es una conducta automática y determinada por los estímulos que se le presenta al sujeto. La lectura implica procesos como velocidad de procesamiento, el acceso a las palabras a partir de un indicio fonológico y la producción serial a partir de una atención sostenida (Sedó, 2007).

Definición operacional: puntaje obtenido a través de la lectura y reconocimiento de 50 ítems de la parte I del TCD, que representan dígitos en cantidades que corresponden exactamente con sus valores. Este puntaje se obtiene por la sumatoria de las respuestas dadas a los 50 ítems, se anotan los números de errores que el sujeto haya obtenido en esta parte y se multiplica por el tiempo que tardó. El puntaje será un puntaje directo que va de un rango de 1 a 50.A menor puntaje directo en esta parte del test mayor dotación aptitudinal en lectura (Sedó, 2007).

Conteo

Definición conceptual: es una conducta automática y determinada por los estímulos que se le presentan al sujeto. El conteo implica procesos como velocidad del procesamiento, acceso a las palabras sin utilizar un indicio fonológico y la producción serial a partir de una atención sostenida (Sedó, 2007).

Definición operacional: puntaje obtenido en la II parte del TCD a través del reconocimiento del "conjunto" y el conteo de los asteriscos existentes. Este puntaje se obtiene por la sumatoria de las respuestas dadas a los 50 ítems, se anotan los números de errores que el sujeto haya obtenido en esta parte. El puntaje será un puntaje directo que va de un rango de 1 a 50. A menor puntaje directo en esta parte del test mayor dotación aptitudinal en conteo (Sedó, 2007).

Elección

Definición conceptual: es una conducta controlada y consciente que obliga al sujeto a movilizar un esfuerzo voluntario y a inhibir la respuesta. La elección implica velocidad de procesamiento, acceso a conceptos verbales y la movilización voluntaria de recursos adicionales en tareas complejas ya que implica la inhibición activa de respuestas espontáneas pero irrelevantes para la tarea (Sedó, 2007).

Definición operacional: puntaje obtenido de la III parte del TCD a través del conteo de los grupos de dígitos. Para ello es necesario que el sujeto mantenga la atención de contar a

pesar de la interferencia de la lectura; e inhibir su tendencia voluntaria a leer los números. Este puntaje se obtiene por la sumatoria de las respuestas dadas a los 50 ítems, se anotan los números de errores que el sujeto haya obtenido en esta parte y se multiplica por el tiempo que tardó en culminar. El puntaje será un puntaje directo que va de un rango de 1 a 50. A menor puntaje directo en esta parte del test mayor dotación aptitudinal en elección (Sedó, 2007).

Alternancia

Definición conceptual: es una conducta controlada y consciente que obliga al sujeto a movilizar un esfuerzo voluntario. La elección implica velocidad de procesamiento, acceso a conceptos verbales y la movilización voluntaria de recursos adicionales en tareas complejas ya que implica escoger entre dos operaciones mentales diferentes (Sedó, 2007).

Definición operacional: Puntaje obtenido de la IV parte del TCD a través de la variación entre dos operaciones (conteo de los ítems y lectura consistente de los números).Este puntaje se obtiene por la sumatoria de las respuestas dadas a los 50 ítems, se anotan los números de errores que el sujeto haya obtenido en esta parte y se multiplica por el tiempo que tardó en culminar. El puntaje será un puntaje directo que va de un rango de 1 a 50. A menor puntaje directo en esta parte del test mayor dotación aptitudinal en alternancia (Sedó, 2007).

4.2.2. Edad

Definición conceptual:

Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales (RAE, 2010).

Definición operacional:

Se les preguntará a los sujetos su edad en años y meses para así poder asignarlos a los tres grupos etáreo, que se diferenciaran a partir de la fecha de nacimiento:

21 años: 21 años 0 meses a 21 años 12 meses

22 años: 22 años 0 meses a 22 años 12 meses

23 años: 23 años 0 meses a 23 años 12 meses

4.3 Variables controladas

4.3.1. Sexo

El sexo se define como una condición orgánica, masculina o femenina de los animales y plantas (RAE, 2010). El sexo se controló a través de la selección de hombres, es decir, a través de una estrategias de homogenización, ya que el cerebro de las mujeres se diferencia del cerebro de los hombres por influencias de las hormonas y esto a su vez determina que la maduración de las funciones ejecutivas sean distintas (Pinel, 2007) además se ha encontrado que las mujeres tienen una mayor diferenciación en la parte anterior del cerebro en comparación con los hombres que tienen mayor diferenciación en las zonas posteriores (Pinel, 2007).

4.3.2. Inteligencia

Capacidad mental muy general que permite razonar, planificar, resolver problemas, pensar de modo abstracto, comprender ideas complejas, aprender con rapidez, y aprender de la experiencia. No constituye un simple conocimiento enciclopédico, una habilidad académica particular, o una pericia para resolver tests, sino que refleja una capacidad más amplia y profunda para comprender el ambiente –darse cuenta, dar sentido a las cosas, o imaginar qué se debe hacer (Colom y Puello, 1999).

Para la determinación del nivel de inteligencia, se aplicó el WAIS III, se realizó a través de un proceso de homogenización ya que solo los sujetos que tengan un CI en el rango igual o mayor al promedio (95-105) fueron incluidos en la muestra.

4.3.3. Nivel Educativo

El nivel educativo se define como niveles por los cuales debe pasar la persona en el sistema de educación , es específico el nivel superior en Venezuela comprende la formación profesional y de postgrado, y puede cursarse en las Universidades, los Institutos Universitarios Pedagógicos, Politécnicos, Tecnológicos y Colegios Universitarios y en los Institutos de Formación de Oficiales de las Fuerzas Armadas ; los Institutos Especiales de Formación Docente, de Bellas Artes y de Investigación; los Institutos Superiores de Formación de Ministros del Culto; y en general, aquellos que tengan los objetivos señalados en la Ley y se ajusten a sus requerimientos (Herrera, 2014) .El nivel educativo se controló a través de una estrategia de homogenización ya que la muestra estuvo compuesta de estudiantes universitarios del Área Metropolitana de Caracas. Esto se obtendrá partir de un cuestionario de datos personales.

4.3.4. Trastornos Mentales (Anexo G)

Síndrome o un patrón comportamental o psicológico de significación clínica, que aparece asociado a un malestar (p. ej., dolor), a una discapacidad (p. ej., deterioro en una o más áreas de funcionamiento) o a un riesgo significativamente aumentado de morir o de sufrir dolor, discapacidad o pérdida de libertad. Además, este síndrome o patrón no debe ser meramente una respuesta culturalmente aceptada a un acontecimiento particular (p. ej., la muerte de un ser querido). Cualquiera que sea su causa, debe considerarse como la manifestación individual de una disfunción comportamental, psicológica o biológica. Ni el comportamiento desviado (p. ej., político, religioso o sexual) ni los conflictos entre el individuo y la sociedad son trastornos mentales, a no ser que la desviación o el conflicto sean síntomas de una disfunción (Asociación Americana de Psiquiatría, 2005). Esta variable se controló a través de la entrevista MINI plus, se descartaron a los sujetos que puntuaron en algún trastorno de los que mide la entrevista de acuerdo con el DSM- IV-TR

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación fue cuasi-experimental, que es aquella en la que se manipula la variable independiente o las variables independientes, pero que no se cumple con el criterio de triple aleatorización ni con un grupo control (Kerlinger y Lee, 2002). En el estudio se cumplió con el criterio de manipulación de una de las variables independientes que corresponde a las cuatro partes del paradigma experimental del Test de Cinco Dígitos (conteo, lectura, alternancia y elección), consideradas cada una como niveles de la variable independiente, pero no se cumplió con el criterio de triple aleatorización ya que los sujetos fueron escogidos por condición de edad lo que confirma el tipo de diseño cuasi- experiemental.

Es una investigación transversal ya que los sujetos se evaluaron en un punto en el tiempo (Kerlinger y Lee, 2002), es decir, que a los sujetos se le administró el TCD y se tomaron las medidas conductuales y electrofisiológicas en una sesión. En función del propósito del estudio se realizó en un solo punto para poder obtener las medidas correspondientes y evitar la muerte experimental.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Con respecto al diseño, se utilizó un diseño multivariado que es un diseño en el cual hay más de una variable dependiente y más de una variable independiente, debido a que la investigación está compuesta por dos variables independientes (Paradigma experimental del TDC y la edad) y una variable dependiente con cinco niveles (indicadores conductuales**:** tiempo de respuesta y números de errores y los indicadores electrofisiológicos**:** amplitud, latencia y área bajo la curva), este diseño supone que las variables independientes no estén correlacionadas, así mismo (Kerlinger y Lee, 2002).

En la presente investigación cada participante fue medido más de una vez a través del paradigma experimental del TCD y sus cuatro partes (consideradas como niveles de aplicación de la variable independiente) en relación a los niveles de la variable dependiente tanto con medidas conductuales (número de errores y tiempo de ejecución) como con

medidas electrofisiológicas (latencia, amplitud y área bajo la curva) en correspondencia a las partes del test (elección, conteo, alternancia y lectura).

POBLACIÓN Y MUESTRA

La población la constituyen los estudiantes universitarios del Área Metropolitana de Caracas y la muestra del estudio estuvo conformada por 30 estudiantes hombres elegidos a través de un muestreo no probabilístico y propositivo, que se caracteriza por el uso de juicio e intenciones deliberadas para obtener muestras representativas al incluir áreas o grupos que se presumían típicos de la muestra de edades comprendidas entre 21, 22 y 23 años, de las universidades del Área Metropolitana de Caracas (Kerlinger y Lee, 2002). La muestra se conformó por tres grupos de 10 sujetos por cada edad, que correspondió a los 30 de la muestra.

INSTRUMENTOS

8.1 Test de Cinco Dígitos: (Sedó, 2007)

El Test de Cinco Dígitos (TCD) fue creado por Sedó en 1994, como una alternativa multilingüe del test de Stroop (Sedó y DeCristoforo, 2001; Sedó, 2004). Su objetivo es evaluar la velocidad y eficiencia del procesamiento cognitivo, fluidez verbal, atención selectiva y la reacción ante el esfuerzo sostenido y la eficiencia y alternancia de procesos mentales. Al evaluar Funciones Ejecutivas (FE) la prueba requiere conocimientos lingüísticos mínimos, como leer los números del 1 al 5. La prueba utiliza los números como unidades cognitivas en tareas de dificultad creciente, que permite entonces medir en cualquier idioma la velocidad y eficiencia mental de sujetos con desórdenes neurológicos (Sedó y DeCristoforo, 2001). Esta modalidad del test de Stroop se ha convertido en una alternativa especialmente útil en el caso de la evaluación neuropsicológica, ya que permite evaluar a individuos que se pueden ver perjudicados por trastornos de lenguaje, extranjeros, analfabetos, etc. (Sedó y DeCristoforo, 2001).

La prueba consta de dos partes que evalúan procesos automáticos, lectura y conteo, y procesos controlados, elección y alternancia (Sedó 2007). A continuación se brinda una breve explicación de los procesos a seguir para su aplicación (Anexo A, B C, y D):

Lectura: se realiza un ensayo antes de la tarea donde se indica al sujeto que lea el número que se encuentra en cada cuadrado.

Conteo: se pide al sujeto que cuente los asteriscos que hay en cada cuadrado.

Elección: se pide al sujeto que cuente los números que están dentro del cuadrado.

Alternancia: se pide al sujeto que cuente los números dentro del cuadrado, pero cuando observe un cuadrado con un borde más grueso, debe invertir la regla y leer el número que ve. En todas las etapas se registra el tiempo empleado y el número de errores cometidos a la mitad y al final de la tarea (Sedó, 2007)

El test se aplica en secuencia primero se administra la prueba de lectura se le pide al sujeto que lea el número en cada recuadro al finalizar con los 50 ítems se procede a la próxima parte del test la de conteo donde se le pide al sujeto que cuente los asteriscos que hay dentro de cada recuadro cuando finalice los 50 ítems se procede a continuar con la parte de elección y se le pide al sujeto que cuente cuantos números hay en cada recuadro y que debe contar los números en lugar de leerlos al finalizar los 50 ítems se pasa a la última parte de alternancia donde se le pide al sujeto que cuente los números como ha hecho antes pero cuando llegue a un recuadro con el borde más grueso debe cambiar la regla y leer el número (Sedó, 2007).

Se corrige contando los errores cometidos por el sujeto en cada una de las partes y multiplicándolo por el tiempo que obtuvo en cada parte, lo que resultará en un puntaje directo. Finalmente, es necesario obtener dos puntuaciones complementarias, la de inhibición de respuestas y la de flexibilidad mental. Este cálculo se realiza para inhibición restando el puntaje directo elección menos lectura, y el cálculo de flexibilidad restando el puntaje directo de alternancia y lectura. Los puntajes directos se transforman en una tabla

de baremos de donde se obtienen los percentiles (Pc) y las puntaciones típicas conocidas como decatipos (De) (Sedó, 2007).

Se interpreta como, a menor puntaje directo en cualquiera de las cuatro partes del test mayor dotación aptitudinal en las variables medidas (velocidad de procesamiento, acceso a conceptos verbales, atención sostenida, inhibición activa de respuestas espontáneas y movilización voluntaria de recursos adicionales). Si el sujeto se encuentra de (4-7) entraría en un rango promedio, (1-3) en un rango bajo y de (8-10) en un rango alto (Sedó, 2007).

El TCD se ha usado en población venezolana. Tomassetti y Tracanelli (2003) utilizaron un grupo de 192 niños con edades comprendidas entre 7 y 11 años de edad (pertenecientes a dos clases sociales distintas); y 24 estudiantes autistas. Moreno y Jáyaro (2012) estudiaron a 9 estudiantes de pregrado con edades comprendidas entre 17 y 20 años (3 hombres y 5 mujeres con lateralidades derechas y zurdas). Finalmente, Rodriguez (2012) utilizó una muestra de 27 niños varones (9 por condición) con edades comprendidas entre 8 y 12 años de edad con Autismo de Alto nivel de Funcionamiento (AAF) Trastorno Deficitario de Atención e Hiperactividad (TDAH) y Sin Diagnóstico (Sin DX), pertenecientes a un nivel socioeconómico medio y medio-alto y con un CI>70.

Sedó (2007) utilizó para la obtención de la fiabilidad el procedimiento de división por mitades, aplicándose el mismo procedimiento en las cuatro partes del test. Se presentarán en la siguiente tabla los coeficientes de fiabilidad de muestras extranjeras y españolas:

Tabla 1. Coeficientes de confiabilidad del TCD (Sedó, 2007)

Partes	Muestra clínica de USA	Muestra clínica de adultos españoles normales	Muestra clínica de adultos españoles con ACV	Total
N	126	314	92	406
Lectura	.98	.94	.90	.95
Conteo	.98	.92	.92	.94
Elección	.95	.86	.92	.93
Alternancia	.95	.90	.89	.92

En la tabla (1) se observa que los coeficientes son altos van de un rango de (.89 a .98). Lo que indica la exactitud del TCD al medir las cuatro partes que lo componen, es decir que podemos interpretar los datos del instrumento con un grado de confianza (Magnunsson, 2009). El TCD es válido y confiable y se puede utilizar en el presente estudio.

8.2 Software Neuron Spectrum 5

Consiste en un sistema multifuncional para EEG y PRE, de la empresa Neurosoft que se encuentra en los laboratorios de Neurociencias en la UCAB. A través de este programa se obtuvieron los indicadores electrofisiológicos de latencia, amplitud y área bajo la curva y los correspondientes mapeos cerebrales de los PRE en 19 regiones cerebrales siguiendo el sistema internacional de colocación de electrodos 10/20 (Jasper, 1958).

8.3 Escala Weschler para Adultos (WAIS-III)

El WAIS- III es una escala para medir Inteligencia en adolescentes y adultos a partir de los 17 años de edad. La escala está compuesta por 14 test (Figuras incompletas, vocabulario, clave de números, semejanzas, cubos, aritmética, matrices, dígitos, información, historietas, comprensión, búsqueda de símbolos, letras y números y rompecabezas) cada una de estas pruebas aporta a dos índices el CI Verbal y el CI Manipulativo y estas a su vez se dividen en cuatro índices:

CI Verbal:

Índice de comprensión verbal: conceptualización, conocimiento y expresión verbal.

Índice de memoria de trabajo: habilidades numéricas y proceso secuencial.

CI Manipulativo:

Índice de organización perceptiva: Pensamiento verbal y coordinación visomotora.

Índice de velocidad de proceso: rapidez de respuesta.

El procedimiento consiste en pasarle los 14 sub- test al sujeto y registrar sus respuestas correspondientes a cada uno (Weschler, 1999). La muestra de la adaptación española de la WAIS-III está formada por 1002 participantes (478 varones y 524mujeres), la consistencia interna de la adaptación española de la WAIS-III se ha estudiado mediante el método de dos mitades y el coeficiente alfa de Cronbach, excepto para las pruebas de Búsqueda de símbolos, Claves de números y Cancelación, que se ha usado la correlación test-retest. Los coeficientes de confiabilidad varían ligeramente según el grupo de edad y oscilan entre 0, 72 y 0,93 para las pruebas y entre 0,87 y 0,97 para los Índices y el CI total (Amador, 2013).

8.4 Cronómetro

Instrumento con el cual se medirá el tiempo de los sujetos en cada una de las fases del TCD. Será utilizado al inicio de cada fase del TCD hasta que el sujeto culmine la fase. El tiempo será medido en segundos.

8.5 M.I.N.I plus

La MINI es una entrevista diagnóstica estructurada de breve duración que explora los principales trastornos mentales del Eje I del DSM-IV y la CIE-10. Estudios de validez y de confiabilidad se han realizado comparando la MINI con el SCID-P para el DSM-IV-TR y el CIDI (una entrevista estructurada desarrollada por la Organización Mundial de la Salud para entrevistadores no clínicos para la CIE-10). Los resultados de estos estudios demuestran que la MINI tiene una puntuación de validez y confiabilidad aceptablemente alta, y puede ser administrada en un período de tiempo mucho más breve (Media: 15 minutos) que los instrumentos mencionados anteriormente (Sheehan, Janavs, Baker, Harnett-Sheehan, Knapp y Sheehan, 1992/2004).

La MINI está dividida en módulos identificados por letras, cada uno corresponde a una categoría diagnóstica. Al comienzo de cada módulo (con excepción del módulo de los trastornos psicóticos), se presentan en un recuadro gris, una o varias preguntas «filtro» correspondientes a los criterios diagnósticos principales del trastorno. Al final de cada módulo, una o varias casillas diagnósticas permiten al clínico indicar si se cumplen los criterios diagnósticos (Sheehan, Janavs, Baker, Harnett-Sheehan, Knapp y Sheehan, 1992/2004).

Esta entrevista fue utilizada para descartar los posibles trastornos mentales que puedan tener los sujetos que serán parte de la muestra.

PROCEDIMIENTO

Este estudio se dividió en dos fases, en la primera fase se realizó un muestreo propositivo de los sujetos, que debían tener una edad entre 21 y 23 años a fin de cumplir con el criterio conductualmente reportado en las investigaciones descritas de madurez conductual de las funciones ejecutivas. Los sujetos inicialmente seleccionados fueron evaluados con la escala Weschler (WAIS-IV) donde se obtuvo su nivel y perfil Intelectual. Los jóvenes que evidenciaron un CI por debajo del promedio (CI>100) fueron excluidos de

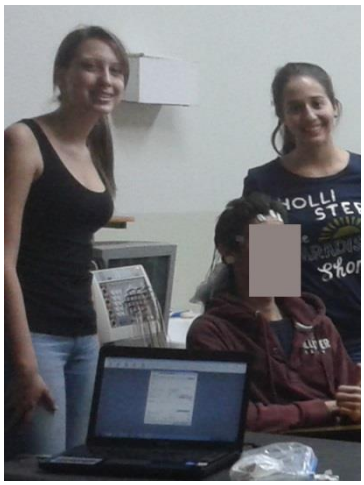
la investigación, ya que se deseaba una homogenización de la muestra como control de la variable Inteligencia. Luego se les administró a los sujetos el M.I.N.I plus para descartar depresión, ansiedad u otras condiciones que pudiesen afectar su ejecución en el TCD.

La segunda fase consistió en la aplicación de las cuatro partes de TCD para las medidas conductuales y electrofisiológicas lo cual se realizó en el Laboratorio de Neurociencias II de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB) y el Laboratorio de la Universidad Metropolitana (UNIMET), debido a problemas iniciales en la operatividad de los equipos de la UCAB, donde se mantuvieron constantes condiciones de tipo ambiental, como iluminación, ruido y temperatura (Foto 1 y 2, respectivamente).

Foto 1. Laboratorio Neurociencias II – UCAB Foto 2. Laboratorio Psicología -UNIMET

Además se le explicó a cada sujeto la tarea que realizarían, una vez culminado esto se les colocó a cada sujeto 23 electrodos en el cuero cabelludo, siguiendo el Sistema Internacional 10/20 de Colocación de Electrodos (Jaspers,1958), adheridos con una pasta conductora y un papel absorbente humedecido alcohol, para bajar la resistencia al paso de la corriente de los mismos hasta 5 kOhms, en las diversas regiones cerebrales seleccionadas: Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, Fz, Cz, Pz, F7, F8, T3, T4, T5 y

T4 referidos a los respectivos pabellones auriculares (A1 y A2) en un montaje monopolar, donde se coloca en cada derivación una región de actividad cerebral y otra inactiva a la misma, un electrodo de tierra en Fpz y un electrodo de referencia común en Oz. Colocados los electrodos se introducían los datos del sujeto en el programa Neuron-Spectrum 5 y se revisaba la impedancia (fotos 3 y 4).



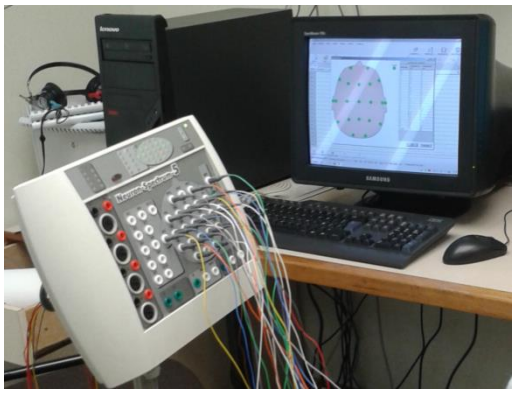


Foto 3. Datos del sujeto introducidos al Neuron-Spectrum5 Foto 4. Revisión de impedancia

Toda vez colocados los electrodos y explicado el TCD, se procedió a dar las instrucciones específicas de cada parte para que realizaran las tareas de esta prueba de funciones ejecutivas mientras se realizaba el registro electrofisiológico, al mismo tiempo que se fueron obteniendo las medidas conductuales a través de la observación del tiempo de ejecución y errores cometidos de los sujetos en cada fase del TCD (fotos 5 y 6), llevando el control en las hojas del protocolo correspondiente (Anexo E).

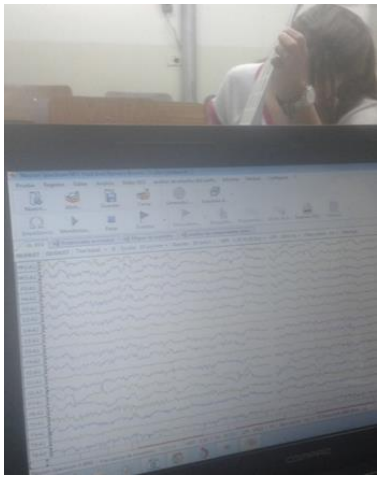


Foto 5. Registro Electrofisiológico

Foto 6. Registros Conductuales

Una vez obtenido los registros, se procedió a eliminar todos aquellos segmentos del electroencefalograma que tuvieran algún tipo de artefacto (potencial ajeno a la actividad cerebral, como movimientos de ojos, contractura muscular, actividad cardíaca o algún otro que se hubiese identificado) a fin de obtener una salida de los PRE, sus mapeos y tablas de valores correspondientes (Figura 3) lo más confiable posible con el mínimo error de medida que permite un equipo y programa como los utilizados.

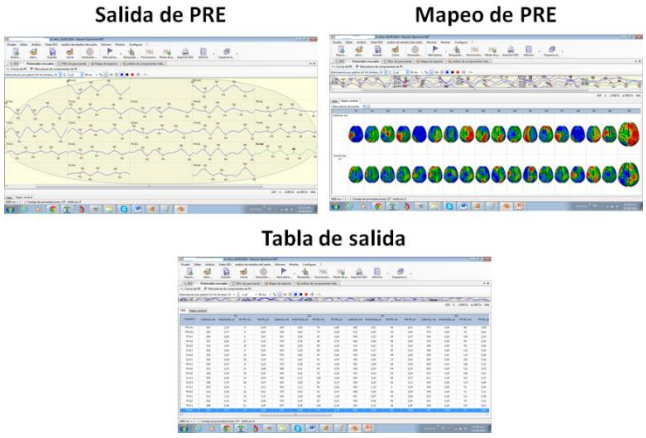


Figura 3. Ejemplo de las salidas gráficas de los componentes de los PRE, su mapeo y tabla con valores correspondientes.

Con las salidas de los PRE, se procedió entonces un análisis visual de los mismos, haciendo los ajustes requeridos de los marcadores de todos los componentes en un lapso de mil milésimas de segundo que permitiera identificar la presencia o ausencia de los componentes tanto tradicionales como aquellos nuevos que parecieron surgir con el

paradigma del TCD con mayor amplitud y área bajo la curva dentro de los 250 a 600 msegs. Se elaboró inicialmente una tabla cualitativa (Anexo F) con lo observado visualmente que apoyara la selección posterior del componente.

Se pasaron al programa Excel las tablas con los datos de salida automática dados por el programa Neuron-Spectrum5. Se seleccionó para el análisis el componente que cumplió con los requisitos establecidos, en cuanto a la amplitud y la latencia y se calcul**ó** su área bajo la curva.

Además se procedió a tabular los datos obtenidos de las medidas conductuales, tiempo de ejecución y errores cometidos para poder realizar el análisis exploratorio de datos, establecer los descriptivos y la contratación de hipótesis de ambas medidas con los procedimientos estadísticos pertinentes, analizándose los datos tomando en cuenta las cuatro fases del Test de los Cinco Dígitos y los grupos etarios.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de resultados se inicia con una revisión de los estadísticos descriptivos de la variable a controlar coeficiente intelectual, en el que se contrastaron los tres grupos de la variable independiente (21, 22 y 23 años), para saber si se controló eficazmente dicha variable.

Luego se procedió a realizar una revisión de los estadísticos descriptivos de la muestra de estudiantes universitarios de 21, 22 y 23 años en las variables dependientes del estudio tanto conductuales (número de errores y tiempo de ejecución) como electrofisiológicas (área bajo la curva, amplitud y latencia). Para comprobar las hipótesis se utilizaron pruebas no paramétricas ya que no se cumplía con el criterio de homogeneidad de varianza de Levene ni la muestra contaba con una distribución normal por la cantidad de sujetos del estudio.

El desempeño de los sujetos en cada una de las fases del TCD fue evaluado a partir de los parámetros conductuales, se midió el tiempo de ejecución del test y la cantidad de errores cometidos por cada participante en cada fase. Se realizó un Kruskal- Wallis para realizar los contrastes correspondientes de acuerdo con el grupo etario tanto para las el tiempo de ejecución como para el número de errores cometidos en cada una de las cuatro fases del TCD. En todos los contrastes se utilizó un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Para las variables electrofisiológicas se procedió a un análisis tanto cualitativo como cuantitativo requerido para la selección del PRE a fin de realizar el contraste de hipótesis planteado, el cual se describe a continuación para facilitar la comprensión del mismo.

Se realizó un análisis visual a fin de identificar tanto los componentes tradicionales (P300 y N400) como los nuevos componentes considerando su presencia en diferentes regiones cerebrales y su amplitud. Se ajustaron los marcadores para las latencias de los PRE correspondientes a los primeros 1000 ms considerando en cada uno el punto de su mayor amplitud, esperando encontrar nuevos PRE. Se realizó un análisis visual para identificar la presencia o ausencia de los PRE en cada uno de los sujetos de cada grupo

etario considerando las amplitudes, construyéndose una tabla cualitativa en la que se observó la frecuencia de activación de los PRE (Anexo Z), la cual facilitó la toma de decisión sobre cuál onda o componente analizar estadísticamente.
Se encontró que las PRE que se activaron con mayor frecuencia en la fase TCD 1 y 2 fueron P300, N400, N500, N600, N700 y N800 mientras que en las fases del TCD 3 y 4 se activaron con mayor frecuencia las ERP N400, N500, N600, N700, N800 y N900 (Anexo E)**.**

Luego se consideró la tabla de valores cuantitativos arrojada por el programa NeuroSpectrum encontrándose como punto de corte para la amplitud 0,60 mV ya que fue el valor a partir del cual se encontraron los PRE en la mayoría de los sujetos. Se sumaron las amplitudes que superaban este punto de corte.

En la tabla cualitativa se sombrearon en gris los espacios donde hubo presencia de los componentes y se vertieron en ellos los valores antes señalados, lo que permitió cruzar los datos cualitativos del análisis visual con los cuantitativos para corroborar la existencia de los PRE así como la frecuencia de mayor activación de los mismos evaluada por las amplitudes en función del criterio de corte establecido a fin de decidir cuál ERP analizar.

El PRE que satisfizo los dos análisis y que además, según lo planteado en el marco metodológico de la presente investigación, constituía un nuevo PRE, diferente a P300 y N400, con latencias desde los 250 a los 600 ms fue N500, de manera que fue el PRE seleccionado para realizar el contraste de hipótesis electrofisiológicas.

En cuanto al análisis de las características electrofisiológicas, se utilizaron los parámetros de latencia, amplitud y área bajo la curva del PRE N500 para cada uno de los grupos de estudio en las distintas fases del TCD. En el análisis de los PRE, se utilizó un Kruskal- Wallis para comprobar si hay diferencias significativas en las variables en relación al grupo etario y para contrastar las diferencias significativas se realizó un análisis post hoc con la prueba no paramétrica U- Mann Whitney. En todos los contrastes se utilizó un nivel de significancia de $p< .0.05$.

Finalmente, de manera específica para observar si existía activación diferencial de las regiones cerebrales en los tres grupos estudiados y en las fases de TCD, se realizó un análisis exploratorio de los datos el cual es un resumen más resistente de los mismos a través de la mediana, el rango intercuartílico o dispersión cuando hay valores extremos, como se dio en la presente investigación, dando valores que representan más precisamente el valor típico de la distribución y la dispersión de valores alrededor de él, cuya representación visual a través de las cajas y bigotes facilita el análisis.

Variable controlada

Se realizaron los descriptivos de la variable a controlar inteligencia encontrándose una media de 108, 43 y una desviación estándar de 10,997. Al sacar el contraste para verificar no habían diferencias entre los grupos se realizó un Anova de un factor donde se comprobó que no existían diferencias significativas (p: 0, 441).

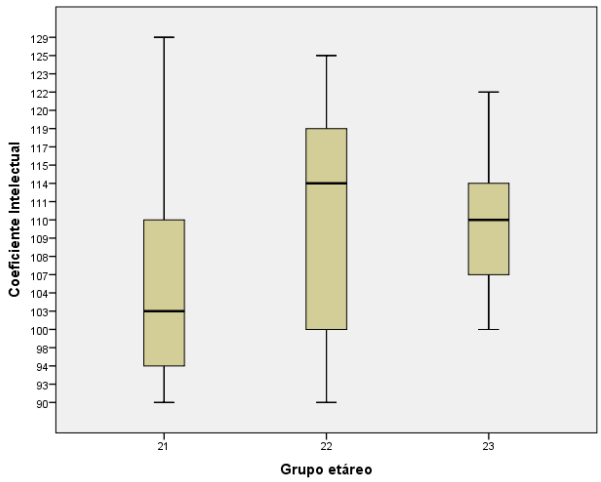


Figura 4. Distribución del CI en los tres grupos de etareos

Variables conductuales

A continuación se muestran los descriptivos de las variables conductuales, tiempo de ejecución y número de errores:

Tabla 2. *Tiempo en las cuatros fases del TCD*

Fases del TCD	Media	Desviación estándar
Lectura	28,80	8,584
Conteo	28,20	6,890
Elección	32,83	7,571
Alternancia	39,77	7,123

Tabla 3. *Errores en las cuatros fases del TCD*

Fases del TCD	Media	Desviación estándar
Lectura	0,17	0,747
Conteo	0,07	0,254
Elección	0,17	0,379
Alternancia	1,57	3,530

En las tablas 2 y 3 se puede observar que en la fase de Lectura la media del tiempo de ejecución fue 28,80 con una desviación estándar de 8,584; en cambio la media de los errores cometidos fue 0,17 con una desviación estándar de 0,747.

En la fase de Conteo la media del tiempo de ejecución y la media de los errores cometidos fue la que obtuvo puntajes menores respecto a las otras fases (X: 28,20 y X: 0,07 respectivamente) con una desviación estándar de 6,890 para el tiempo de ejecución y 0,254 para el numero de errores cometidos.

Seguidamente en la fase de Elección la media del tiempo de ejecución fue de 32,83 con una desviación estándar de 7,571; en cambio la media de los errores cometidos fue 0,17 con una desviación estándar de 0,379.

En la fase de Alternancia la media de los errores cometidos y el tiempo de ejecución fue mayor en relación a las otras fases X: 1,57 y X: 39,77 respectivamente, con una desviación estándar de 7,123 para el tiempo de ejecución y 3,530 en los errores cometidos.

Por otro lado**,** en la tabla 4 se muestran los contrastes de acuerdo con las tres edades y las variables conductuales y además la explicación de los contrastes primero el de los errores y luego del tiempo de ejecución en las cuatro fases del TCD.

Tabla 4. *Errores y Tiempo de ejecución en las cuatro fases del TCD*

Fases TCD	Errores (significación)	Tiempo (significación)
Lectura	0,356	0,595
Conteo	0,803	0,596
Elección	0,256	0,197
Alternancia	0,181	0,328

p.<.05

Errores

Con respecto a los errores, se realizó un contraste no paramétrico (Prueba de Kruskal- Wallis), en las cuatro fases del TCD, entre los grupos, se aceptó la hipótesis planteada, por lo tanto**,** no existen diferencias significativas en cuanto a los errores en los tres grupos de edad, como era esperado.

Tiempo de ejecución

Con respecto al tiempo de ejecución se realizó un análisis Kruskal- Wallis y no se encontraron diferencias significativas en los tres grupos de edad en relación a las cuatro fases del TCD, como era esperado.

De manera que en los parámetros conductuales tiempo y errores no se encontraron diferencias entre los tres grupos de edad (21, 22 y 23 años), como fue planteado en la presente investigación.

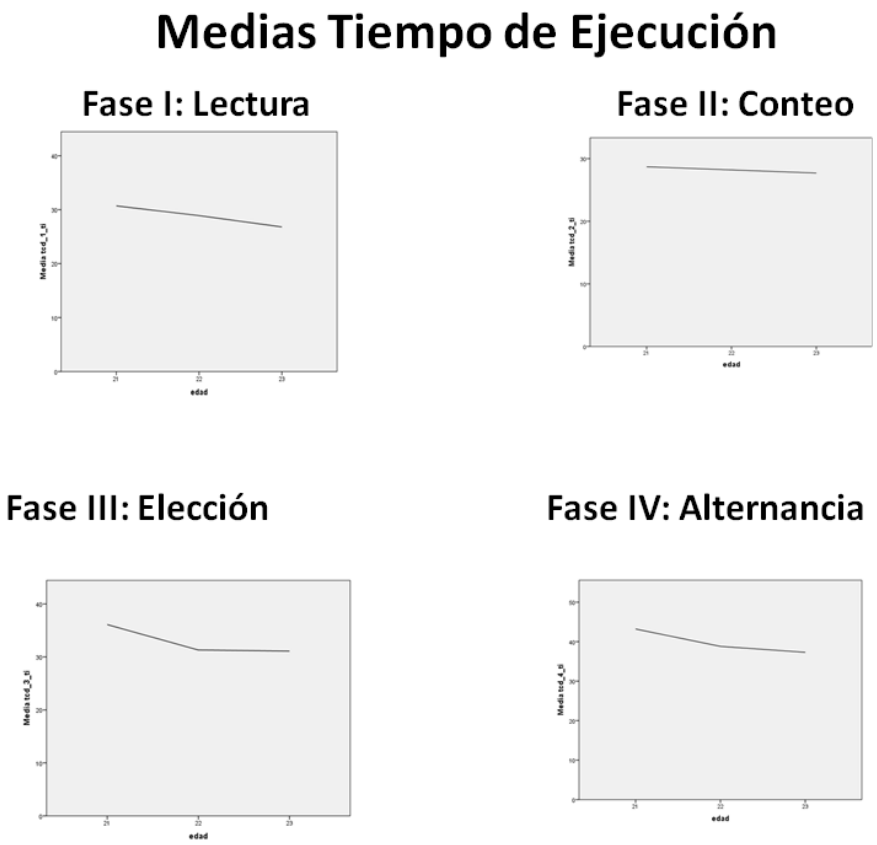


Figura 5. Medias de los grupos en las cuatro fases del TCD de acuerdo al tiempo empleado.

Variables electrofisiológicas

A continuación se presentan los descriptivos (media y desviación) de las variables electrofisiológicas latencia, amplitud y área bajo la curva.

Tabla 5. *Media y Desviación estándar de la Amplitud, Latencia y área bajo la curva*

Variables electrofisiológicas	Media	Desviación estándar
Amplitud N500	1,0909	0,53375
Latencia N500	509,36	25,396
Área bajo la curva N500	387740,432	495096,39771

Tabla 5. En la tabla 5 se refleja la media y desviación estándar de las variables electrofisiológicas en las cuatro fases del TCD, en los tres grupos de edades estudiados (21, 22 y 23 años).

Se presentan los contrastes de las variables electrofisiológicas, Latencia, Amplitud y área bajo la curva de N500.

Se realizó el análisis de varianza No Paramétrico de Kruskal- Wallis el contraste se realizó entre los tres grupos etarios y las cuatro fases del TCD. Encontrándose diferencias significativas al p=0.000 por lo cual se decidió realizar un análisis Pos**t** Hoc a través de una U- Mann Whitney para las variables electrofisiológicas, Latencia, Amplitud y área bajo la curva de N500.

Latencia

Al realizar el análisis Post Hoc con la U-Mann Whitney se encontró que existen diferencias significativas entre los estudiantes de 21 y 22 años (p= 0,001)**,** así como también se encontraron diferencias significativas entre las edades de 21 y 23 años (p= 0,039) sin embargo**,** no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de 22 y 23 años (p= 0,171)**.**

Amplitud

En cuanto a la amplitud de N500 se encontraron diferencias significativas entre los grupos etarios (p: 0,003). En el análisis Post Hoc (U- Mann Whitney) se observaron

diferencias significativas entre los grupos de 21 y 23 años (p: 0,000), así como también entre los grupos de 21 y 22 años (p: 0,001). En cambio no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de 22 y 23 años (p: 0,550). Lo que implica que el grupo de 21 años es más heterogéneo que los grupos de 22 y 23 años.

Área bajo la curva

En cuanto al área bajo la curva de la onda N500 a través del análisis de Kruskal-Wallis no se encontraron diferencias significativas entre los grupos (p: 0,000), sin embargo, considerando los resultados las anteriores variables, se procedió al análisis Post Hoc U- Mann Whitney, encontrándose diferencias significativas entre los grupos etarios de 21 y 23 años (p: 0,000) así como entre los grupos de 21 y 22 años (p: 0,002). Asimismo como en las variables de latencia y amplitud, no se encontraron diferencias significativas entre los estudiantes de 22 y 23 años (p: 0,504). Lo que implica que el grupo de 21 años es más heterogéneo que los grupos de 22 y 23 años en la variable de área bajo la curva.

De manera que, en relación a las variables electrofisiológicas, las tres variables dan diferencias significativas en las cuatro fases del TCD en los tres grupos etarios estudiados. Se encontraron mayores diferencias entre los grupos de los extremos que serían los correspondientes a 21 y 23 años. También se encontraron diferencias entre el grupo de 21 y 22 años y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de 21 y 22 años.

Análisis por Fases del TCD en relación a las variables electrofisiológicas

A continuación se presentan los contrastes a través de un Kruskal- Wallis de las cuatro fases del TCD con las variables electrofisiológicas (Latencia, amplitud y área bajo la curva)

Tabla 6. *Contrastes de las cuatro fases del TCD con las variables electrofisiológicas*

Fases	**Lectura**	**Conteo**	**Elección**	**Alternancia**
Latencia	0,119	0,626	0,374	**0,000****
Amplitud	**0,023****	**0,000****	0,417	0,218
Área bajo la curva	**0,025****	**0,000****	0,347	0,318

p.<.05

Como se observa en la Tabla 6, la primera fase del TCD (Lectura) mostró diferencias significativas en la amplitud (p: 0,023) y área bajo la curva (p: 0,025) en los tres grupos etarios. Mientras que no se encontraron diferencias significativas en la latencia (p: 0,119).

En la fase de Conteo, hay diferencias significativas en la amplitud (p: 0,000) y área bajo la curva (p: 0,000) en los tres grupos etarios. Sin embargo**,** no se encontraron diferencias significativas en la latencia (p: 0,626) en los tres grupos de estudio.

En la fase de Elección no se encontraron diferencias significativas en las tres variables electrofisiológicas, latencia (p: 0,374), amplitud (p: 0,417) y área bajo la curva (p: 0,347) en los tres grupos de edad.

Por último**,** en la fase de Alternancia, se encontraron diferencias significativas en la latencia (p: 0,000), mientras que no se encontraron diferencias significativas ni en amplitud (p: 0,218) ni el área bajo la curva (p: 0,318) en los tres grupos de edad estudiados.

Análisis por regiones en las cuatro fases del TCD

A continuación se presentan los contraste de los tres grupos etarios con las localizaciones en las cuatros fases del TCD, para ello se llevó a cabo una ANOVA de un factor para comparar los tres grupos, se realizó un ANOVA por cumplir con el supuesto de

homogeneidad de varianza de Levene y por la cantidad de localizaciones cerebrales. Se realizó el contraste para cada una de las variables electrofisiológicas: amplitud, latencia y área bajo la curva. Anteriormente se estaban comparando las fases con las edades y las cuatro fases del TCD, el siguiente análisis tiene como objetivo identificar las localizaciones cerebrales que más se activaron en las cuatro fases en relación a las variables electrofisiológicas.

Tabla 7. *Contrastes de la variable amplitud con las cuatro fases del TCD*

Regiones	Lectura	Conteo	Elección	Alternancia
FP1	0,301	0,723	0,219	0,652
FP2	0,757	0,134	0,158	0,458
F3	0,344	0,115	0,183	0,627
F4	0,457	0,098	0,481	0,284
FZ	0,914	0,524	0,241	0,258
C3	0,384	0,160	**0,045***	0,862
C4	0,971	0,301	0,693	0,931
CZ	0,284	0,211	0,054	0,275
P3	0,811	0,345	0,344	0,673
P4	0,735	0,177	0,627	0,582
PZ	0,211	0,617	0,957	0,669
O1	0,298	0,228	0,244	0,306
O2	0,645	0,427	0,832	0,828
F7	0,604	0,888	0,849	0,455
F8	0,351	0,599	0,376	0,952
T3	**0,019***	0,866	0,151	0,783
T4	0,384	0,744	0,704	0,845
T5	0,481	0,663	0,992	0,480
T6	0,959	0,938	0,549	0,982

Como se puede observar en la Tabla 7 la regiones en donde hay diferencias significativas son T3 (p= 0,019) en la fase de lectura y C3 (p=0,045) en la fase elección del TCD que son las regiones con menor amplitud.

Tabla 8. *Contrastes de la variable latencia con las cuatro fases del TCD*

Regiones	Lectura	Conteo	Elección	Alternancia
FP1	0,752	0,993	0,066	0,282
FP2	0,212	0474	0,381	0,311
F3	0,986	0,504	0,351	0,641
F4	0,190	0,823	0,483	0,105
FZ	0,505	0,740	0,469	0,114
C3	0,390	0,675	0,188	0,611
C4	0,295	0,782	0,901	0,329
CZ	0,458	0,329	0,408	0,011
P3	0,353	0,539	0,839	0,261
P4	0,375	0,772	0,814	0,120
PZ	0,466	0,858	0,845	0,026
O1	0,815	0,652	0,351	**0,022***
O2	0,150	0,846	0,673	0,413
F7	0,989	0,361	0,224	0,254
F8	0,111	0,116	0,159	0,340
T3	0,050	0,755	0,822	0,917
T4	0,298	0,223	0,384	0,148
T5	0,546	0,619	0,535	0,262
T6	0,125	0,134	0,160	0,102

En la tabla 8 se puede observar que la región en donde se encuentran diferencias significativas en la O1, en la fase de alternancia para la latencia. No se encuentran diferencias significativas en las otras regiones, en las cuatro fases del TCD.

Tabla 9. *Contrastes de la variable área bajo la curva con las cuatro fases del TCD*

Regiones	Lectura	Conteo	Elección	Alternancia
FP1	0,355	0,303	0,277	0,445
FP2	0,701	0,097	0,724	0,417
F3	0301	0,085	0,253	0,189
F4	0,565	0,200	0,689	0,470
FZ	0,827	0,330	0,452	0,420
C3	0,217	**0,020***	**0,021***	0,419
C4	0,803	0,237	0,467	0,494
CZ	0,223	0,139	0,101	0,366
P3	0,636	0,153	0,732	0,680
P4	0,721	0,266	0,652	0,385
PZ	0,365	0,966	0,973	0,610
O1	0,275	0,204	0,189	0,156
O2	0,558	0,599	0,808	0,683
F7	0,512	0,406	0,807	0,273
F8	0,669	0,823	0,632	0,570
T3	0,153	0,264	0,162	0,875
T4	0,376	0,614	0,673	0,582
T5	0,614	0,259	0,668	0,334
T6	0,784	0,824	0,706	0,505

La tabla 9 muestra que los contrastes que dan significativos en la región C3 tanto en la fase de conteo (p=0,020) y elección (p=0,021) del TCD.

Como se señalara anteriormente, el no encontrar casi diferencias significativas en la activación regional puede ser debido al número de sujetos de la muestra estudiada por lo cual se procedió a realizar un análisis exploratorio de datos que da una imagen de la distribución de los datos considerando parámetros resistentes a valores extremos, considerando previamente un análisis cualitativo de lo observado regionalmente.

Análisis Cualitativo y Exploratorio de Datos

Se presenta un análisis cualitativo de datos considerando las localizaciones de acuerdo a cada fase del TCD, anteriormente se mostraron los contrastes estadísticos de las regiones con las variables electrofisiológicas. El análisis visual se realizó con la amplitud y las cuatro fases del TCD para así poder observar hacia dónde iban los datos, se escogió la amplitud por ser la medida que ha sido interpretada como el esfuerzo que realiza el sujeto en la tarea por lo cual sería un indicador del nivel de activación de las diferentes regiones a analizar.

Finalmente, de manera específica para observar si existía activación diferencial de las regiones cerebrales en los tres grupos estudiados y en las fases de TCD, se realizó un análisis exploratorio de los datos el cual es un resumen más resistente de los mismos a través de la mediana, el rango intercuartílico o dispersión cuando hay valores extremos, como se dio en la presente investigación, dando valores que representan más precisamente el valor típico de la distribución y la dispersión de valores alrededor de él, cuya representación visual a través de las cajas y bigotes facilita el análisis.

Se escogió realizar un análisis exploratorio de datos debido al tamaño de la muestra (n=30) y la cantidad de variables del estudio, de acuerdo con Kerlinger y Lee (2001) a menor tamaño de la muestra, mayor será el error. Este tipo de análisis, como se señalara anteriormente, es un resumen más resistente de los mismos a través de la mediana, el rango intercuartílico o dispersión cuando hay valores extremos, como se dio en la presente investigación. Estos valores representan más precisamente el valor típico de la distribución y la dispersión de valores alrededor de él, cuya representación visual a través de las cajas y bigotes facilita el análisis

A continuación se presenta la tabla 10 en la cual se observan las cuatro fases del TCD con las activaciones de las regiones cerebrales que se corresponden a los 19 electros

colocados en la sesión electroencefalográfica. Se consideraron las amplitudes mayores a 0,60 para determinar las zonas con mayor activación cerebral. Dicho valor fue determinado a partir de las medias de los valores obtenidos en función de las desviaciones de la misma, de esta manera obtienen las zonas que se activan con mayor proporción.

Tabla 10. *Medias y desviaciones estándar de las cuatro fases del TCD con las 19 localizaciones.*

	FASE I: LECTURA		**FASE II: CONTEO**		**FASE III: ELECCIÓN**		**FASE IV: ALTERNANCIA**	
REGIONES	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
FP1	0,5030	0,47998	**0,7090**	**0,58933**	**0,6277**	**0,53436**	0,4837	0,40681
FP2	**0,8730**	**0,85477**	**0,7623**	**0,59487**	**0,6663**	**0,57900**	0,5737	0,55034
F3	0,4740	0,59619	0,5403	0,45295	0,2813	0,23841	0,2847	0,26302
F4	**0,8173**	**0,72640**	**0,6183**	**0,52137**	0,5733	0,50238	0,4913	0,39895
FZ	**0,8017**	**0,68672**	**0,6017**	**0,47481**	**0,6357**	**0,44773**	0,4527	0,30547
C3	0,3073	0,33976	0,4397	0,42932	0,2887	0,21825	0,2533	0,20921
C4	**0,7150**	**0,69922**	0,5057	0,49604	**0,6040**	**0,60348**	0,4610	0,34278
CZ	0,4010	0,35550	0,3927	0,41759	0,3267	0,24687	0,2953	0,26723
P3	0,3617	0,45212	0,4147	0,36840	0,2493	0,19319	0,2247	0,23745
P4	**0,8073**	**0,74233**	0,5100	0,53756	**0,6257**	**0,47223**	0,4740	0,33862
PZ	**0,7383**	**0,73747**	0,5873	0,53260	**0,6850**	**0,41510**	0,4963	0,34936
O1	0,3063	0,47437	0,3503	0,36769	0,2620	0,25813	0,2863	0,22946
O2	**0,8270**	**0,77339**	0,5607	0,58965	0,5657	0,49266	0,4663	0,37413
F7	0,3930	0,64205	0,4337	0,41293	0,4337	0,34789	0,2813	0,20604
F8	**0,9013**	**0,73168**	0,5180	0,47923	0,5793	0,48869	0,5733	0,46132
T3	0,3020	0,54232	0,5277	0,45904	0,2597	0,23994	0,3307	0,25711
T4	**0,8067**	**0,94748**	0,4757	0,38582	0,4483	0,45940	**0,6077**	**0,46236**
T5	0,3377	0,30245	0,4017	0,36695	0,2337	0,25398	0,2920	0,20343
T6	**0,7050**	**0,67911**	0,3820	0,42040	0,4443	0,46179	0,4827	0,30766

Considerando la Tabla 10 se puede observar que las regiones que presentan mayores amplitudes en la Fase I de Lectura fueron: FP2 (M=0,8730; S=0,85477), F4 (M=0,8173; S=0,7264), FZ (M=0,8017; S=0,68672), C4 (M=0,7150; S=0,69922), P4 (M=0,807; S= 0,74233), PZ (M=0,7383; S= 0,73747), O2 (M=0,8270; S=0,77339), F8 (M=0,9013;

S=0,73168), T4 (M=0,8067; S=0,94748) y T6 (M=0,7050 ; S=0,67911). En esta fase la región que tuvo una mayor amplitud en comparación con las otras fue la F8.

En la fase II de Conteo las regiones que más se activaron fueron: FP1 (M=0,7090; S=0,58933), FP2 (M=0,7623; S=0,59487), F4 (M=0,6183; S=0,52137), FZ (M=0,6017; S=0,47481). Siendo en la fase de Conteo la región que se activó con una mayor amplitud FP2.

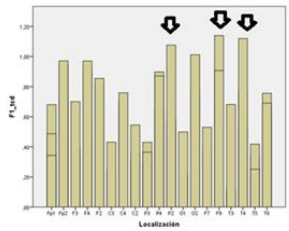
Se pudo observar que en la fase III de Elección las regiones que tuvieron una mayor amplitud fueron: FP1 (M=0,6277; S=0,53436), FP2 (M=0,6663, S= 0,57900), FZ (M=0,6357; S=0,44773), C4 (M=0,6040; S=0,60348) , P4 (M=0,6257; S=0,47223) y PZ (M=0,6850; S=0,41510). En esta fase la región que se activa con mayor amplitud es la PZ.

En la fase IV de Alternancia la región que se activó con mayor amplitud fue T4 (M=0,6077, S=0,46236).

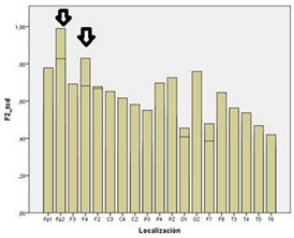
En comparación de la primera y la última fase del TCD la activación de las regiones disminuye al igual que la magnitud de las amplitudes, mientras que cuando se comparan la primera y la tercera fase las regiones se activan en casi igual proporción.

Además se pudo observar que en las cuatro fases en la amplitud, la mayoría de los sujetos utilizan más regiones que involucran el lado derecho del cerebro que el izquierdo (FP2, C4, P4, O2, F8, T4, T6).

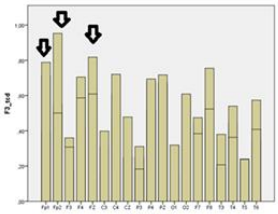
Fase I: Lectura



Fase II: Conteo



Fase III: Elección



Fase IV: Alternancia

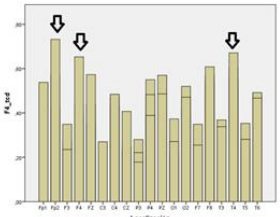


Figura 6. Fases del TCD con las 19 localizaciones del TCD.

Los gráficos de la Figura 6 resumen visualmente y facilitan la comprensión de lo descrito anteriormente, donde los gráficos superiores corresponden a las dos primeras fases del TCD que son los procesos automáticos, mientras que los gráficos inferiores corresponden a las fases 3 y 4 del TCD que son los procesos controlados.

A pesar de que la salida del SPSS el valor de la abscisa cambia, se puede observar que hay una disminución de la amplitud. Y que hay una activación diferencial de las localizaciones en las cuatro fases del test, lo que se puede apreciar mejor a través de la representación visual del análisis exploratorio de datos que se realizó seguidamente.

A continuación, para el análisis exploratorio de datos, se presentan las cajas y bigotes de cada grupo etáreo en cada una de las fases del TCD con cada una de las 19 localizaciones. En este análisis, según Hartwig y Dearing (1979), se representa la mediana por la línea horizontal dentro de la caja en la cual se encuentran la mitad de los casos de la distribución (un cuarto entre la mediana y el cuartil inferior y un cuarto entre la mediana y el cuartil superior). Los bigotes a ambos lados de la caja representan los valores a menis de 1.5 de la dispersión media y los valores superiores están representados por un punto o asterisco. La dispersión superior describe el rango de la mitad superior de los datos y el rango de la mitad inferior de los datos está descrito por la dispersión inferior.

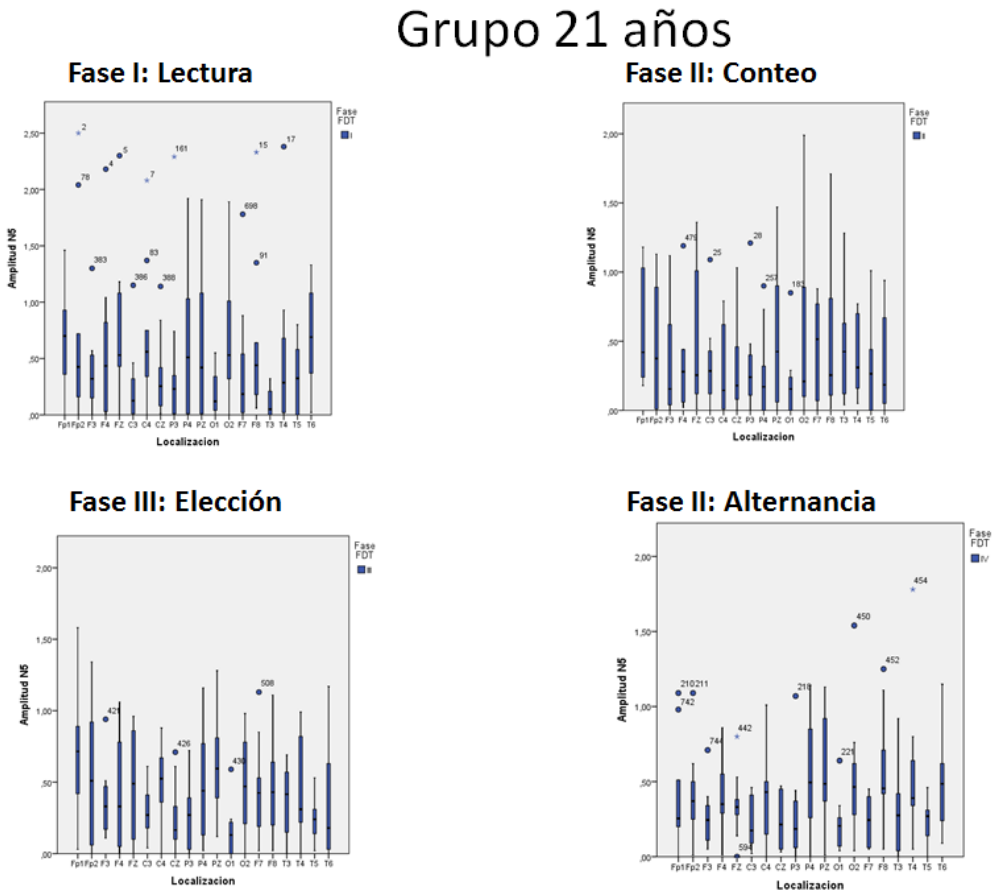


Figura 7. Amplitud de las 19 localizaciones en las cuatro fases del TCD en los sujetos de 21 años.

Como se puede observar en la figura 7, en cada fase se observó una activación regional diferencial, a pesar de haberse encontrado en el análisis previo pocas diferencias estadísticamente significativas. Cada región mostró una dispersión diferente de los datos. En la fase I de Lectura resalta la activación de P4, Pz, T6 y las regiones frontales (Fp1, Fp2, F4 y Fz). En la Fase II de Conteo se observó que las regiones frontales Fp1, Fp2 y Fz tuvieron un rango mayor de activación que en la fase I al igual que la región O2, disminuyendo P4 yF4, manteniéndose tanto O1 como Pz. En la Fase III de Elección siguió subiendo el rango de activación de Fp1 y Fp2, disminuyó el de Fz y P4 y en la Fase IV

Alternancia se observa una disminución en general de las amplitudes en todas las regiones siendo P4, PZ, O2, F8 y T6 las que presentaron mayores amplitudes.

Lo descrito anteriormente se representa en la Figura 8 a través del mapeo cerebral de la activación cerebral regional de un sujeto de 21 años en cada una de las 4 Fases del TCD, donde los colores rojo, naranja, amarillo son las regiones más activadas y lo representado en verde y azul son regiones con menor activación.

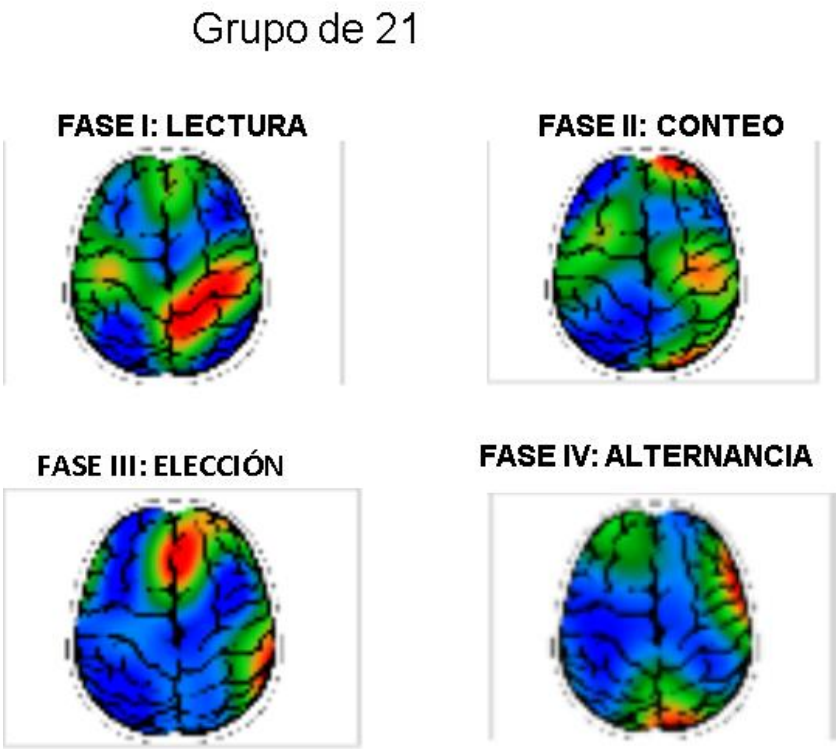


Figura 8. Ejemplo de mapeo cerebral de las regiones activadas en un sujeto de 21 años

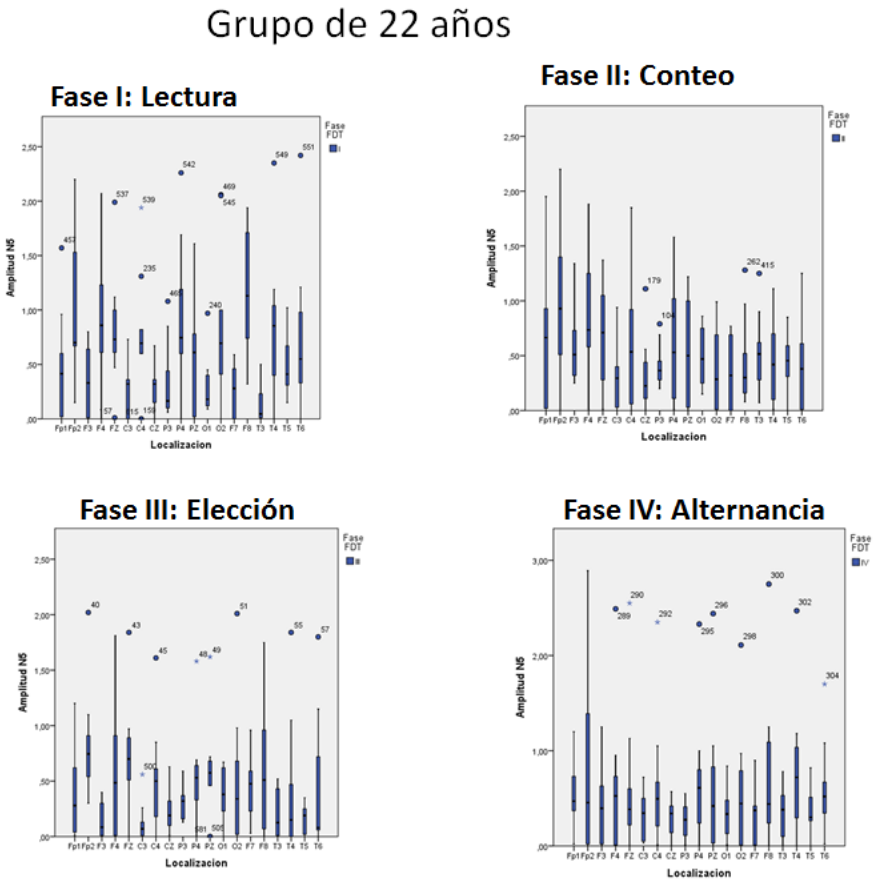


Figura 9. Amplitud de las 19 localizaciones en las cuatro fases del TCD en los sujetos de 22 años.

Como se puede observar en la figura 9, en la fase de Lectura en los sujetos de 22 años se activaron con mayor amplitud las localizaciones correspondientes a F4, F8 y T4. En la fase de Conteo en los sujetos de 22 años se activaron con mayor amplitud las localizaciones correspondientes a FP2, F4 y FZ.En la fase de Elección en los sujetos de 22 años se activó con mayor amplitud las localizaciones correspondientes a FP2 y FZ. En la fase de Alternancia en los sujetos de 22 años se activaron con mayor amplitud las localizaciones correspondientes a P4 y T4.

La Figura 10 representa el mapeo cerebral de la activación cerebral regional, como se describió anteriormente, de un sujeto de 22 años en cada una de las 4 Fases del TCD.

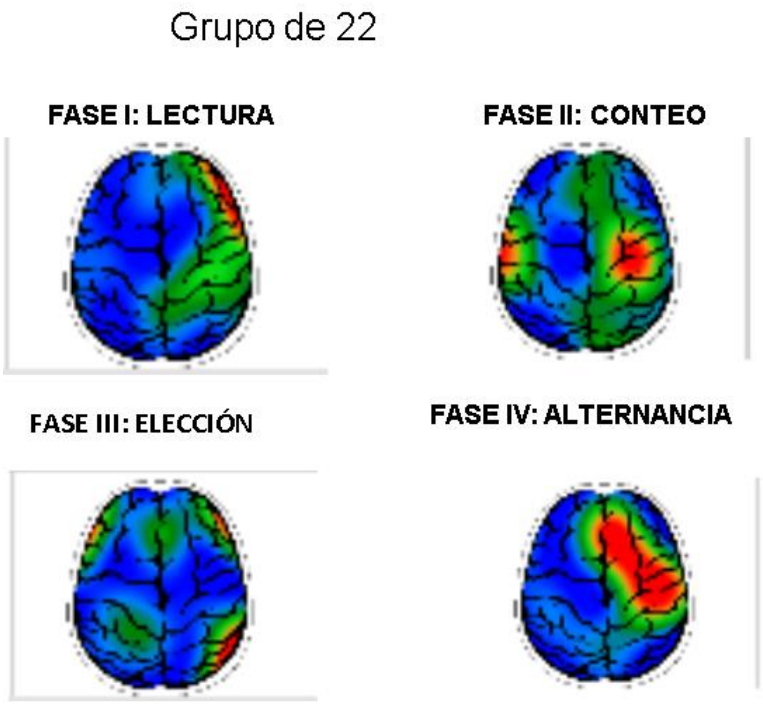


Figura 10. Ejemplo de mapeo cerebral de las regiones activadas en un sujeto edad de 22 años.

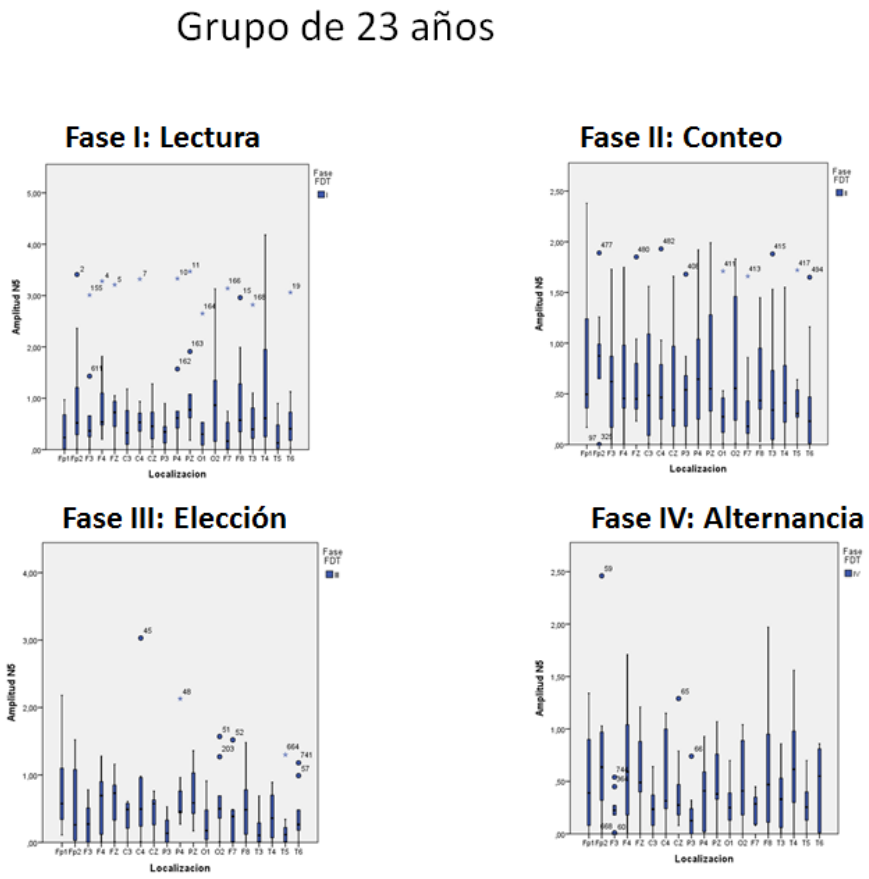


Figura 11. Amplitud de las 19 localizaciones en las cuatro fases del TCD en los sujetos de 23 años.

Como se observa en la figura 11, en la fase de Lectura en los sujetos de 23 años se activaron con mayor amplitud las localizaciones correspondientes a FZ, PZ y O2. En la fase de Conteo en los sujetos de 23 años se activaron con mayor amplitud las localizaciones correspondientes a FP2 y F4. En la fase de Elección en los sujetos de 23 años se activaron con mayor amplitud las localizaciones correspondientes a F4 y FZ. En la fase de Alternancia en los sujetos de 23 años se activaron con mayor amplitud las localizaciones correspondientes a FP2, F4 y T4.

En la Figura 12 se representa el mapeo cerebral de la activación cerebral regional, como se describió anteriormente, de un sujeto de 23 años en cada una de las 4 Fases del TCD.

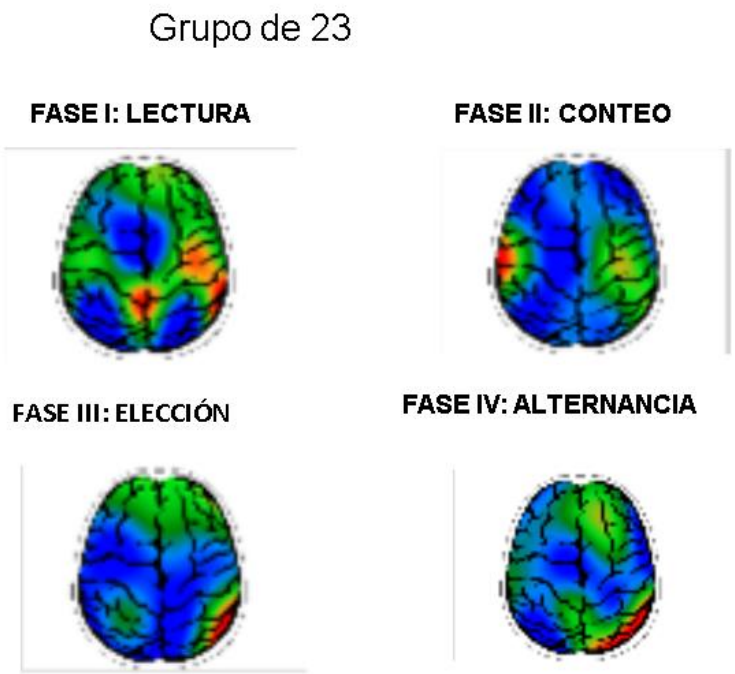


Figura 12. Ejemplo de mapeo cerebral de las regiones activadas en un sujeto edad de 23 años.

Toda vez explorados cada grupo etario en todas las fases, a continuación se analizaran las cajas y bigotes de los tres grupos etarios en cada fase donde se evidenció un patrón diferencial de activación regional en cada edad.

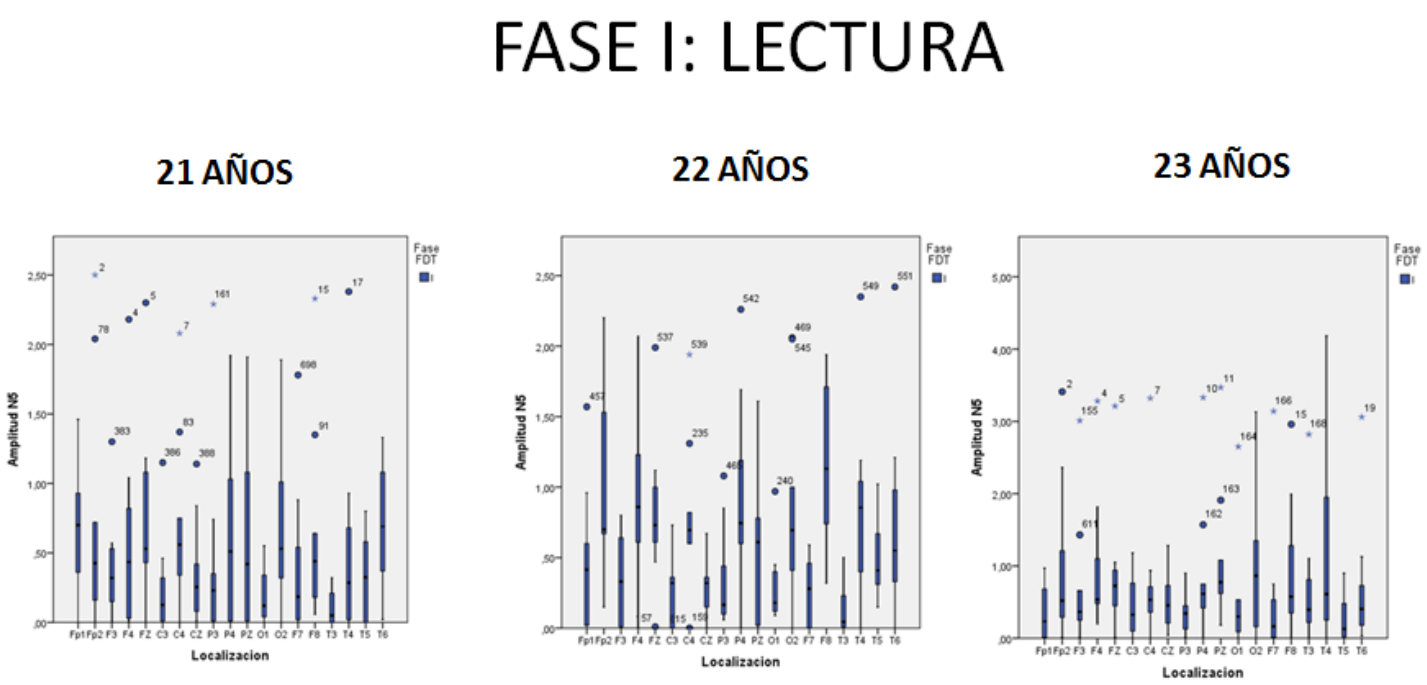


Figura 13. Amplitud en las 19 localizaciones en la fase I de Lectura del TCD en los tres grupos etarios.

De acuerdo con la figura 13, en la Fase de Lectura se observó que el grupo de 21 años presentó mayor activación en Fp1 y los otros dos grupos en Fp2. La activación de las regiones p4 y Pz en los 21 años fue muy similar, en 22 y en 23 años fue diferente, mostrando mayor recorrido de la variable a los 22 años en ambas regiones y menor en el grupo de 23 en relación a las otras dos edades. Resalta la mayor activación de F8 en los sujetos de 22 años y de T4 en el grupo de 23.

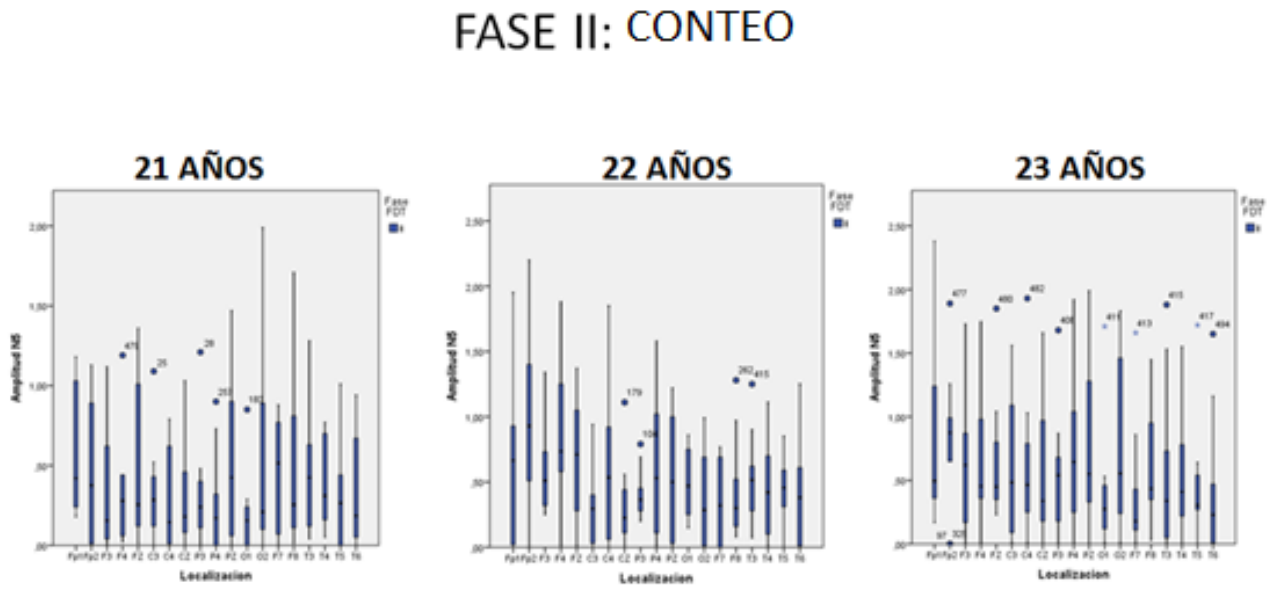


Figura 14. Amplitud en las 19 localizaciones en la fase II Conteo del TCD en los tres grupos etarios.

En la fase de Conteo, los sujetos de 21 años utilizan mayormente el hemisferio izquierdo mientras que los sujetos de 22 y 23 años utilizan el hemisferio derecho. Al igual que los sujetos de 22 y 22 años obtuvieron mayores amplitudes en la segunda fase del test.

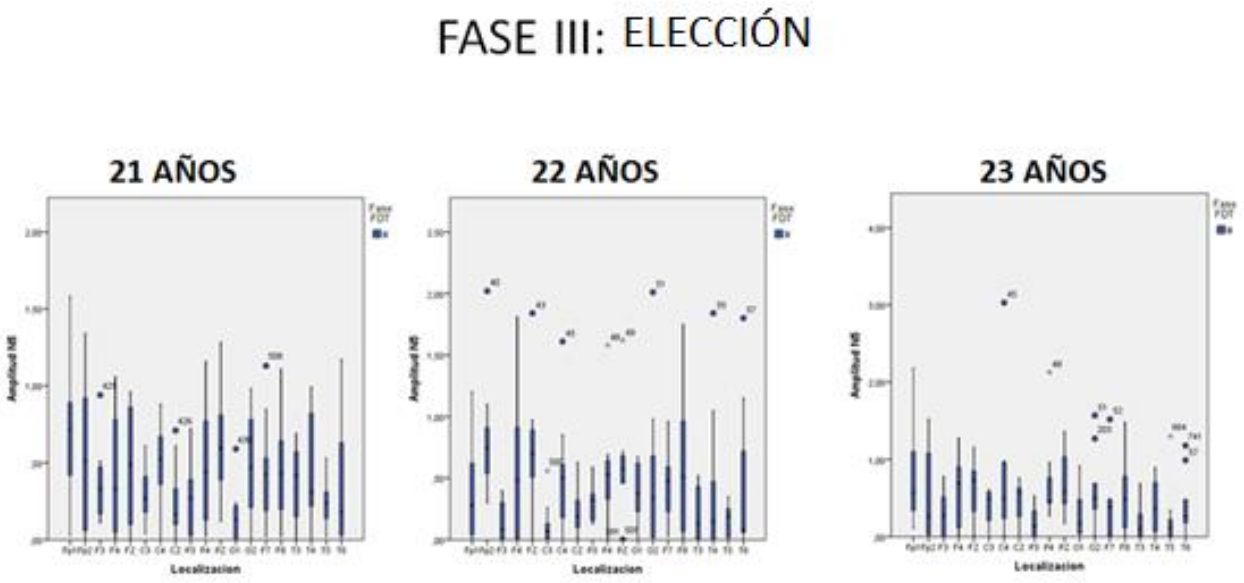


Figura 15. Amplitud en las 19 localizaciones en la fase III Elección del TCD en los tres grupos etarios.

En la fase de Elección, en esta fase tanto los sujetos de 21, 22 y 23 años utilizan el hemisferio derecho de igual forma. Y los sujetos de 23 años obtuvieron mayores amplitudes.

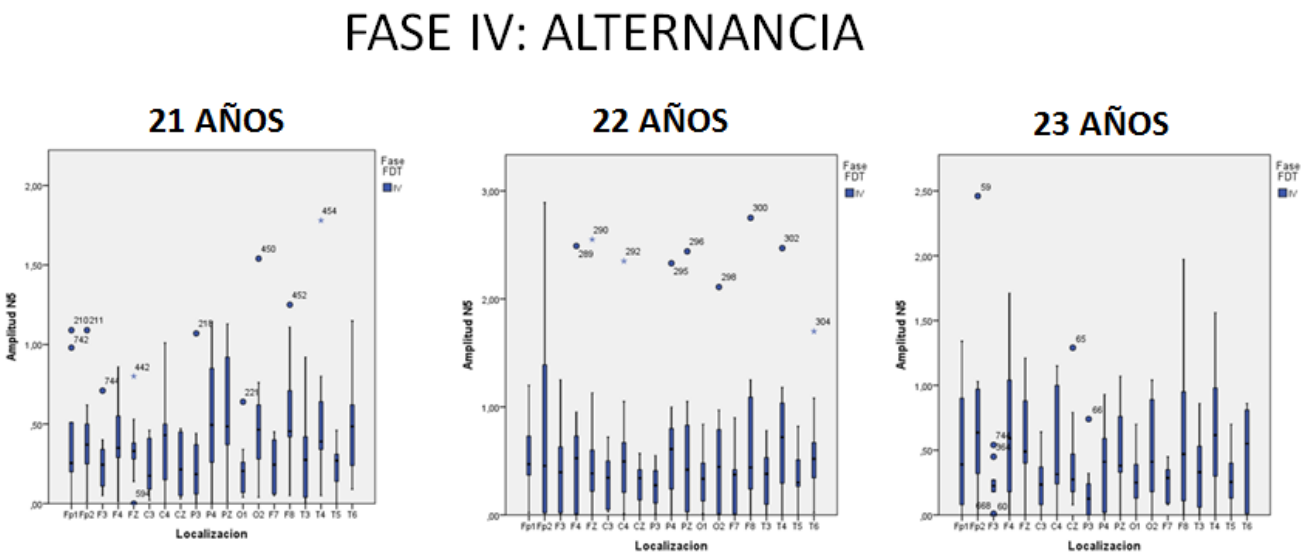


Figura 16. Amplitud en las 19 localizaciones en la fase IV de Alternancia del TCD en los tres grupos etarios.

En la última fase de test, los sujetos utilizan de igual forma el hemisferio derecho en esta tarea. Y los sujetos de 22 años obtuvieron mayores amplitudes en esta fase del test.

Una vez realizado el análisis estadístico de cada una de las variables de estudio y el análisis cualitativo y exploratorio de los datos, se procedió al análisis de las hipótesis planteadas en este estudio. Para este fin, se indicó la hipótesis de trabajo junto con su contraste en base a lo anteriormente mencionado.

En la primera hipótesis específica donde se plante**ó** que existen diferencias significativas en la latencia en las cuatro fases del paradigma experimental del TCD en las

tres edades, se concluy**ó** que existen diferencias significativas en las cuatro fases, por lo que se comprueba esta hipótesis. Se encontró que existen diferencias representativas tanto entre los estudiantes de 21 y 22 años como entre los de 21 y 23 años, sin embargo**,** no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de 22 y 23 años.

En la segunda hipótesis donde se plante**ó** que existirían diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad en la amplitud en un rango de 250 y 600 msegs en las cuatro fases del paradigma experimental del TCD. En cuanto a la amplitud de la onda N500 existen diferencias significativas entre los grupos etarios. Se observaron diferencias relevantes entre los grupos de 21 y 23 años, así como también entre los grupos de 21 y 22 años. En cambio no existen diferencias relevantes entre los grupos de 22 y 23 años.

En la tercera hipótesis específica se planteó que existirían diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad en el área bajo la curva en un rango de 250 y 600 msegs en las cuatro fases del paradigma experimental del TCD, esta hipótesis se comprobó. Además se encontraron diferencias significativas entre los grupos etarios de 21 y 23 y los grupos de 21 y 22 años. Sin embargo**,** no existen diferencias significativas entre los estudiantes de 22 y 23 años.

En la cuarta hipótesis se plante**ó** que no existirían diferencias estadísticamente significativa entre los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad, en el número de errores, en las cuatro fases del paradigma experimental del TCD. Se aceptó la hipótesis nula**,** es decir**,** no hay diferencias significativas en el número de errores en los tres grupos de edad.

En la quinta hipótesis se plante**ó** que no existirían diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad en el tiempo de ejecución**,** medido en segundos, en las cuatro fases del paradigma experimental del TCD. Se comprobó la hipótesis nula, en consecuencia**,** no hay diferencias significativas en el tiempo de ejecución en los tres grupos de edad.

Por último**,** en la sexta hipótesis se planteó que existirían nuevos componentes en

los potenciales evocados en los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad diferentes a los típicos potenciales evocados, es decir, P300 y N400**,** en un rango de 250 a 600 msegs, con la aplicación del paradigma del TCD. Se comprobó dicha hipótesis puesto que se evidenció la existencia del componente N500, como fue descrito.

DISCUSIÓN

El propósito de la investigación consistió en verificar la existencia de diferencias significativas en las funciones ejecutivas en hombres universitarios de 21, 22 y 23 años de edad, utilizando el TCD, como nuevo paradigma experimental en el estudio de estos procesos cognitivos superiores, en cuanto al número de errores y tiempo de ejecución, como medidas conductuales y en la amplitud, latencia y área bajo la curva, como medidas electrofisiológicas, que a su vez son indicadores del esfuerzo que realizan los sujetos para realizar el procesamiento cognitivo requerido en las tareas, el tiempo de procesamiento de la información y la cantidad de información procesada, respectivamente (Moreno, 1999; Luck, 2005; Rodríguez-Camacho, Prieto y Bernal, 2011).

Hay que resaltar que la mayoría de los estudios con PRE estudian las variables de amplitud y latencia de los componentes y no el área bajo la curva, cuya importancia conceptual se evidencia en lo anteriormente señalado pero se debe considerar otro aspecto. Rugg y Coles (1996) y Springer y Deustch (2001), como se señalara en la revisión realizada sobre los PRE, explican que los componentes de los PRE se evidencian por un muestreo continuo de la actividad cerebral registrada en el EEG durante el procesamiento cognitivo, luego de la promediación, que realizan los programas de los equipos correspondientes, de las señales funcionalmente relacionadas con la condición experimental.

Para Luck (2005), esta promediación de las respuestas cerebrales evocadas ante las condiciones experimentales a que los sujetos son sometidos, produce una fluctuación de la latencia de cada respuesta que afecta la amplitud de la onda registrada. De manera que para este autor, tanto la latencia como la amplitud no reflejarían por sí solas las características fundamentales de los componentes de los PRE y esa fluctuación es corregida por el área bajo la curva que se constituye así en una medida más fuerte, otra razón de importancia por la cual fue estudiada en la presente investigación. Sin embargo, se planteaba un problema debido a que el software del Neuron-Spectrum 5 no calcula automáticamente el valor del área bajo la curva, como lo hace con las otras dos variables de latencia y amplitud de los

componentes, en base a la ubicación de los marcadores que son establecidos por los investigadores.

De manera que un aporte dado, tanto para el presente estudio como para las investigaciones futuras que se realicen en el Laboratorio de Neurociencias de la UCAB, fue el establecer la fórmula para el cálculo del área bajo la curva, a partir de la asesoría recibida de la Profesora Marianela Moreno de Ibarra, tutora de este trabajo de investigación, de parte de la Dra. Selene Cansino del Laboratorio de Neurocognición de la Universidad Autónoma de México (Comunicación personal, octubre 2012).

En relación a la hipótesis del presente trabajo de investigación, se plantearon como primera, segunda y tercera hipótesis específicas que existirían diferencias significativas en la latencia, amplitud y área bajo la curva, respectivamente, en las cuatro fases de este nuevo paradigma experimental del TCD en los tres grupos etarios. Estas hipótesis fueron comprobadas con significación estadística, encontrándose diferencias más marcadas en los grupos extremos del rango de edad, es decir, entre los grupos de 21 y 23 años y entre los de 21 y 22.

Se pudo comprobar que durante la ejecución del TCD existieron diferencias significativas en la amplitud del componente N500, lo cual refleja el esfuerzo que los sujetos realizan para llevar a cabo la actividad cognitiva (. Mientras la persona avanza en la ejecución de cada una de las cuatro fases de la prueba disminuye la amplitud a nivel electrofisiológico.

Tirapú-Ustárroz, Pérez-Sayes, Erekatxo-Bilbao y Pelegrin-Valero (citado en Climent-Martínez, Luna-Lario, Bombín-González, Cifuentes-Rodríguez, Tirapu-Ustárroz y Díaz-Orueta, 2014) proponen que "las funciones ejecutivas hacen referencia a la capacidad de hallar soluciones para un problema novedoso llevando a cabo predicciones de las consecuencias a las que nos pueden llevar cada una de las soluciones imaginadas" (p.465), de manera que se considera el esfuerzo realizado, representado por la amplitud del componente N500 disminuyó debido a una mejor apropiación de parte de los sujetos de las

estrategias para resolverlas en función la pérdida de novedad de los estímulos presentados, aun cuando las instrucciones de cada fase sean cada vez más complejas, cuya capacidad para afrontarlas se evidenció en los hallazgos de otras variables del componente de los PRE en estudio que se discute en párrafos posteriores.

Continuando con el aspecto descrito anteriormente, al haberse encontrado que el grupo de 21 años realizó un mayor esfuerzo para realizar la tarea, reflejado en amplitudes mayores del componente N500, con diferencias estadísticamente significativas en comparación con los grupos de 22 y 23 años, de manera que se evidencia que el grupo de 21 años se comporta electrofisiológicamente distinto a los grupos de 22 y 23 años, lo que puede explicarse porque nuevas conexiones se siguen dentro del proceso evolutivo de las funciones ejecutivas, no estando aún desarrolladas completamente las estrategias requeridas para resolver las demandas de las tareas involucradas en las evaluaciones correspondientes (Salvador Cruz, agosto 2014, comunicación personal), toda vez que se podría considerar lo planteado por Knapp y Morton (2013) para períodos evolutivos más tempranos en cuanto a que a mayor edad ciertas regiones de la corteza pre-frontal, específicamente, funcionarían de "manera más eficaz y podrían sostener un nivel comparable de desempeño de funciones ejecutivas con menos gasto de energía" (p.3).

En la cuarta y quinta hipótesis se planteó que no existirían diferencias estadísticamente significativas entre los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad, en el número de errores y tiempo de ejecución segs en las cuatro fases del paradigma experimental del TCD, se aceptó la hipótesis, es decir, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el número de errores ni en el tiempo de ejecución en los tres grupos de edad.

A partir de los resultados señalados anteriormente en los que se evidenció que no hubo diferencias significativas en las variables conductuales (tiempo de ejecución y número de errores) en los tres grupos etarios, mientras que si se encontraron diferencias significativas en las variables electrofisiológicas (latencia, área bajo la curva y amplitud) igualmente en los tres grupos estudiados, pareciera evidenciarse que si hay una maduración de las funciones ejecutivas a nivel conductual antes de los 21 años, como ha sido señalado en investigaciones anteriores (Pineda, 2001; Ardila y Otrosky, 2008) en cambio a nivel

electrofisiológico pareciera que este proceso no culmina sino posteriormente, como señala Oliva (2007) en cuanto a que la corteza prefrontal y, por ende, las funciones ejecutivas, es la última en completar su desarrollo ontogenético y que el mismo no concluye hasta la tercera década de la vida, como fuese planteado previamente por otros autores según Knapp y Morton (2013), lo que cabría seguir investigando.

Los hallazgos encontrados constituyen un aporte importante al estudio de las funciones ejecutivas debido a que, contrario a lo que se creía, en cuanto a que la maduración cerebral de las redes neuronales frontales asociadas a estas funciones culmina en la adolescencia tardía (Pineda, 2001; Ardila y Otrosky, 2008; Giedd, 2002), no parece ser de este modo sino que se siguen desarrollando y remodelando hacia otras décadas.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, conjuntamente con lo planteado por Oliva (2007), abre un reto para seguir investigando sobre el desarrollo de las funciones ejecutivas no sólo a nivel conductual, cuya resolución temporal es en segundos o minutos, sino a nivel electrofisiológico, cuya resolución temporal en milésimas de segundos proporciona un aporte de grano fino, muy poco estudiado hasta los momentos, que permite plantear que este proceso de maduración y desarrollo no culmina a los 21 años y proporciona una mejor comprensión de este proceso evolutivo cognitivo.

Por otra parte en esta investigación se planteó verificar si el TCD podía ser un paradigma en el estudio de las funciones ejecutivas, de acuerdo con el estudio realizado por Rodríguez (2012), quien sugirió que, de acuerdo a sus hallazgos, el TCD podía ser útil en el establecimiento de las diferencias entre las disfunciones ejecutivas, no sólo entre los grupos investigados en su estudio, sino que podría ser utilizado en la investigación de las funciones ejecutivas en otros trastornos como un aporte al diagnóstico diferencial, así como para la psicología cognitiva en general.

Partiendo de lo señalado por Periañez y Barceló (2004) en cuanto a que la distribución de la actividad de los PRE registrada en los electrodos colocados en el cuero cabelludo, se relaciona con la activación de las estructuras anatómicas subyacentes

relacionadas con el paradigma, situación experimental o tarea cognitiva que se utilice para explorar las funciones cognitivas a través de diferentes tareas y de acuerdo con los resultados de la presente investigación, se encontró que el TCD no sólo es un paradigma útil en el establecimiento de las diferentes disfunciones ejecutivas sino también como un indicador de maduración cerebral de las funciones ejecutivas íntegras, permitiendo evaluar procesos automáticos y controlados (Sedó, 2007) que permiten diferenciar entre diferentes grupos etarios, así como diferenciar las redes neurales asociadas a las sub-dimensiones o subcomponentes de las funciones ejecutivas, considerando las activaciones diferenciales de las localizaciones cerebrales en esos procesos controlados y automáticos de las fases del TCD.

El hallazgo anteriormente descrito en estudiantes universitarios excluidos de las condiciones principales de diagnóstico clínico del DSM-IV y ICD-10, corrobora lo encontrado por Rodríguez (2012), en esta misma línea de investigación conductual y electrofisiológica con potenciales relacionados a eventos de la UCAB, a través del paradigma del TCD. En su estudio, en niños con y sin trastornos del desarrollo (AAF, TDAH y Sin DX), también encontró una activación cerebral regional diferencial con la aplicación de cada una de las cuatro partes del TCD, como niveles de medida de la variable independiente, toda vez que evidenció diferencias entre los tres grupos investigados. Lo encontrado en ambos estudios ratifica que el TDC es no sólo un indicador válido y confiable de la madurez cerebral de diversos componentes, sub-componentes o dimensiones de las FE sino que aporta elementos de juicio para el diagnóstico diferencial entre entidades nosológicas diferentes entre sí mismas y en comparación con sujetos normales del mismo grupo etario, poniendo de manifiesto, a su vez, indicadores sobre esas redes y conexiones involucradas en estas complejas funciones cognitivas superiores, lo que sería interesante investigar a lo largo del ciclo vital con grupos, por ejemplo, de la tercera edad con proceso de envejecimiento normal y patológico y/o en otras entidades diagnósticas.

En cuanto a las cuatro fases del TCD, los sujetos de la presente investigación en la primera fase (Lectura) y en la segunda (Conteo), evidenciaron diferencias significativas en

la amplitud y área bajo la curva lo que indica que los sujetos, en los tres grupos de edad, requieren de un mayor esfuerzo atencional y procesan una mayor cantidad de información, respectivamente, a pesar que estas fases evalúan procesos automáticos.

En los procesos controlados del TCD, en la fase de Elección no se encontraron diferencias significativas y en la última fase de Alternancia hubo diferencias en la latencia, es decir, en el tiempo de procesamiento cognitivo que se tomaron los sujetos para responder a esta condición experimental. Es decir, que en los procesos controlados los sujetos utilizaron el mismo esfuerzo atencional, reflejado por la amplitud del PRE N500, y procesaron la misma cantidad de información, reflejado en el área bajo la curva del PRE N500, mientras que se diferenciaron en el tiempo que requirieron para procesar la información, reflejado en la latencia del PRE N500.

El que en las tres variables electrofisiológicas (latencia, amplitud y área bajo la curva) en las 4 fases del TCD los sujetos de 21 años se diferenciaran de manera estadísticamente significativa en relación a los otros dos grupos etarios (21 y 22 años) donde no se presentaron las mismas, evidencia que en el grupo de 21 años los diferentes componentes de FE evaluados por esta prueba aún están en desarrollo y se podría considerar a los grupos de 22 y 23 años como un grupo más homogéneo que pareciera alcanzar una estabilización en el desarrollo de las FE, lo cual debería ser profundizado con una muestra más grande y maximizando la edad como variable independiente contrastando grupos con edades más separadas, por ejemplo, contrastando sujetos de 22 años y 23 años con sujetos de 30 años que estarían en la tercera década de la vida hasta la cual Oliva (2007) propone que las FE siguen desarrollándose

Por último, en la sexta hipótesis se planteó que, con la aplicación del paradigma del TCD, se encontrarían nuevos componentes de los potenciales evocados entre los 250 y 600 msegs, diferentes a los típicos potenciales evocados, es decir, P300 y N400, en los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad. Se comprobó dicha hipótesis ya que en los registros de los PRE se encontraron nuevos componentes más allá de los 400 milésimas de segundos, seleccionándose analizar la onda N500, puesto que fue la onda de mayor amplitud y

frecuencia observada en los sujetos del estudio en el lapso temporal establecido en la metodología planteada para esta investigación. Sin embargo, cabe destacar que se observaron otros componentes por encima de los 600 msegs. que deben ser considerados en posteriores investigaciones, como han evidenciado Moreno, Rodríguez, Sedó y Jayaro (2014)

Rodríguez (2012) considera que las cuatro partes del paradigma experimental del TCD podrían arrojar evidencia empírica a los diversos componentes del modelo de funciones ejecutivas propuesto por Stuss (2011) con sus correspondientes redes neuronales, según el cual la fase uno activaría aquellos circuitos frontales dorsomediales vinculados a la energización o activación atencional; la fase dos a la activación frontal dorsolateral derecha correspondiente a la configuración de la tarea; la fase tres al monitoreo que implica memoria operativa que activaría región dorsolateral derecha y la cuarta fase a las funciones metacognitivas integradoras de la región frontopolar.

En la presente investigación se encontró que las regiones donde el componente N500 se activó con mayor amplitud en la fase uno fueron las dorsomediales específicamente derechas, además de frontal y posterior derecha**;** en la fase dos la dorsomedial derecha y frontal derecha e izquierda; en la tercera fase la dorsomedial derecha y frontal derecha e izquierda mientras que en la última fase hubo una activación medial derecha. Lo que indicaría que el componente N500 en sujetos de 21, 22 y 23 años vinculado funcionalmente al paradigma del TCD activa regiones más amplias y algunas diferentes a aquellas consideradas en el Modelo de Integración Neural de propuesto por Stuss (2012) para el cual cabría recabar mayor evidencia empírica.

Cabe señalar que Rodríguez (2012) estudió P300 y N400 en niños sin diagnóstico clínico, autistas de alto nivel de funcionamiento y niños con trastorno deficitario de atención y en este estudio se investigó N500 en sujetos sin diagnóstico en otras edades, por lo que cabría evaluar si los componentes P300 y N400 o alguno de los otros componentes observados más allá de los 600 msegs. en sujetos de 21, 22 y 23 años se relacionarían más

con ese modelo, lo que constituiría el objetivo de otras investigaciones, mostrando el valor heurístico de la presente.

Se encontró que los sujetos utilizan más el hemisferio derecho que el izquierdo y en específico el lóbulo frontal derecho (FP2), esto se puede deber a que este lóbulo tiene la función central de decodificar la información no verbal (Kolb y Whishaw, 2003) y el TCD es una prueba que está diseñada con un lenguaje no verbal.

Como séptima hipótesis se planteó que el TCD, en cada una de sus cuatro fases, es un indicador de la madurez de las redes neurales asociadas a las funciones ejecutivas, entonces habrá una activación regional diferencial entre los sujetos de 21, 22 y 23 años de edad. Esto se comprobó a través del análisis exploratorio de datos donde se observó que existen diferencias en la activación del número de regiones cerebrales a medida que el sujeto realizaba la prueba, es decir, a medida que avanzaba en el TCD existía una tendencia de que la amplitud de la onda N500 disminuyera progresivamente, sin embargo, cuando se comparó la primera y la tercera fase las regiones se activaban en casi igual proporción, a pesar de la disminución del número de regiones activadas en la segunda fase en relación a la primera. Hubo una activación diferencial tanto en las cuatro fases del test como en los tres grupos etarios.

Posiblemente la disminución progresiva en la activación del número de regiones durante las primeras dos fases (Lectura y Conteo) y posteriormente entre la tercera y la última (Alternancia y Elección), puede explicarse a través de la teoría de Shafer (citado en Colom 1999), quien argumenta que un cerebro funcionalmente eficaz utilizará un número menor de neuronas para procesar mentalmente un estímulo previamente visto, en cambio, cuando se tratan de estímulos inesperados se activará mayor cantidad de neuronas, es decir, la modulación de la actividad electroencefalográfica produce unas mayores amplitudes en los potenciales evocados dependiendo si el estímulo es conocido o no. Sabiendo que la fase de Lectura y Conteo miden procesos automáticos y que la parte de Alternancia y Elección miden procesos más complejos (Sedó, 2007) y que además los sujetos que participaron en la presente investigación presentan un coeficiente intelectual promedio o superior al

promedio (caracterizados por presentar un cerebro funcionalmente eficaz), se puede deducir que la disminución de la primera fase en relación a la segunda está relacionada con el hecho de que los estímulos presentados eran similares, sin embargo, posteriormente en la tercera fase al cambiar el estímulo se activaron las distintas regiones cerebrales en igual proporción que en la primera fase, para luego seguidamente evidenciarse una disminución en la cuarta fase, por tratarse de estímulos similares a fases anteriores aunque las instrucciones impliquen procesos ejecutivos más complejos.

A un nivel de explicación de las Neurociencias Celulares (Pinel, 2007) se puede aplicar lo que argumentan Capilla, Romero, Mestú, Campo, Fernández y González-Marquez (citado en Lozano-Gutiérrez y Ostrosky, 2011), así como García-Molina Enseñat-Cantallo, Tirapu-Ustárroz y Rovira (2009) en cuanto a los procesos de poda neuronal que se da durante el proceso madurativo pero que ha sido vinculado con el aprendizaje.

Como se señalara anteriormente, Kandel, Schwartz y Jessell. (2001), considerando lso estudios que le valieron a Hebb el Premio Nobel de Medicina, en cuanto a que en el cerebro más eficiente se fortalecen aquellas sinapsis que son más utilizadas y se pierden aquellas que no se usan o no son útiles a las exigencias de las funciones cognitivas demandadas por el medio, se produce, por ende, una poda neuronal. En el aprendizaje inicial se produce un mayor crecimiento dendrítico y de conexiones y redes neuronales que se traducen en una mayor activación cerebral que podría ser captada electroencefalográficamente, lo que se evidenció en la presente investigación con esa mayor activación regional cerebral al inicio de la aplicación del TCD. Posteriormente, cuando las personas han logrado aprender o apropiarse de los procesos cognitivos ante los cuales se les somete, se produce un proceso de reorganización neural, a través de la poda que, en función de la economía cerebral, ocasiona que solamente se mantengan las conexiones y redes requeridas para ser eficientes en la resolución de los problemas o situaciones a las cuales el individuo se enfrenta y esa poda en la reorganización cerebral se tradujo en la presente investigación en la disminución de la amplitud descrita entre las fases del TCD en todos los grupos etarios evaluados.

Por otro lado, el hecho de que exista poca heterogeneidad de la población utilizada en relación al CI no sólo parece haber influido en la amplitud de las regiones a medida que avanzaba la prueba, sino que también parece que influyó en el hecho de sólo haber encontrado diferencias significativas en la latencia de la onda N500 en la región O1 y no en el resto de las regiones cerebrales. Shafer, Erl, Bennett, Schucard y Horn (citado en Colom 1999.) encontraron que a mayor CI mayor latencia del potencial evocado, lo que podría aplicarse, por analogía, a este nuevo componente N500 encontrado en la presente investigación.

En la presente investigación no se encontró a nivel cuantitativo diferencias significativas en la activación de las distintas ondas cerebrales correspondientes a los 19 electros colocados en la sesión electroencefalográfica mientras los sujetos realizaban las cuatro fases del TCD, sin embargo, cuando se llevó a cabo un análisis exploratorio de datos se pudieron observar que ciertas regiones se activaron más que otras. ¿Cómo se explicaría dicha discrepancia?

De acuerdo con Kerlinger y Lee (2001) a menor tamaño de la muestra, mayor será el error, es posible que existan relaciones espurias a nivel cuantitativo debido a que la muestra estuvo conformada por sólo 10 sujetos en cada grupo, en consecuencia, no se evidenciaron a nivel numérico diferencias estadísticamente significativas que podrían observarse al aumentar el número de la muestra en estudio. Sin embargo, al realizar el análisis exploratorio de datos, como resumen más resistente de los mismos en las variables estudiadas, se pudo apreciar de manera más precisa el valor típico de la distribución y los valores alrededor de él en cada grupo etario. El resultado obtenido en este análisis en cuanto a la activación regional diferencial en cada grupo etario concordaría con lo concluido por Gogtay, et al. (2004) en relación a que las diferentes regiones de la corteza cerebral siguen trayectorias de maduración temporalmente distintas, lo que puede vincularse con García Molina, et al. (2009) en cuanto a que, al menos, las tres regiones pre-frontales que más han sido asociadas a las funciones ejecutivas maduran cada una a su propio ritmo, a saber la corteza óbito-frontal, la corteza dorsolateral o de la convexidad pre-

frontal y la corteza medial frontal o del cíngulo anterior (Garviria y Beristein, 1995; Kolb y Whishaw, 2006).

Por otra parte, en este análisis exploratorio de datos se observó que hubo un cambio en la amplitud en las cuatro fases del TCD, en cada fase se observó una activación regional diferencial, a pesar de haberse encontrado en el análisis previo pocas diferencias estadísticamente significativas, por las razones anteriormente expresadas. Cada región mostró una dispersión diferente de los datos en cada parte del TCD, lo que sugiere que cada fase del mismo pareciera activar regiones cerebrales distintas asociadas a los componentes, dimensiones o sub-componentes de las funciones ejecutivas evaluadas por cada fase, siendo que las funciones ejecutivas no son un proceso unitario sino, como señala Pineda (2002), un conjunto complejo de habilidades cognitivas.

De manera que se considera que el TCD constituye realmente un nuevo paradigma experimental para el estudio no sólo conductual sino electrofisiológico del proceso de maduración y desarrollo de las funciones ejecutivas y de las redes neuronales asociadas a los subcomponentes o dimensiones de estos procesos cognitivos complejos con un alto valor heurístico para ampliar la base empírica y teórica en el campo de la Psicología Cognitiva, la Neuropsicología y las Neurociencias Cognitivas y que debe seguir siendo investigado a lo largo del ciclo vital.

CONCLUSIONES

Se concluye que el TCD un nuevo paradigma experimental para el estudio conductual y electrofisiológico del proceso de maduración y desarrollo de las funciones ejecutivas y de las redes neuronales asociadas a procesos automáticos y controlados, observándose diferencias de las localizaciones cerebrales en ambos procesos, tanto en las cuatro fases del test como en los tres grupos etarios estudiados.

Se encontró que pareciera existir una maduración de las funciones ejecutivas a nivel conductual hasta los 21 años pero no a nivel electrofisiológico, es decir, la corteza cerebral prefrontal, siendo la última en completar su desarrollo ontogenético, no culmina su proceso de maduración y desarrollo en la adolescencia tardía. Razón por la cual no se encontraron diferencias significativas en relación al número de errores y el tiempo de ejecución en las cuatro fases del TCD pero sí se encontraron diferencias significativas en cuanto al área bajo la curva, la latencia y la amplitud del componente N500 en los grupos de etarios de 21 y 23 años y entre 21 y 22 años de edad.

Las diferencias encontradas en las fases de Lectura, Conteo y Alternancia y no en la fase de Elección de los correlatos electrofisiológicos del TCD en cuanto al esfuerzo para realizar las tareas evaluado por la amplitud parecieran vincularse a la familiaridad con los estímulos previamente presentados en cada fase, siendo el CI una variable importante a considerar para el tiempo de procesamiento de las tareas implicadas en el test evaluado a través de la latencia y para la cantidad de información a ser procesada evaluada por el área bajo la curva del componente N500.

El componente N500 pareciera no aportar evidencia empírica al Modelo de Funciones Ejecutivas de Stuss (2012) pero es importante investigar sobre los otros componentes observados, como los tradiciones P300 y N400, y aquellos encontrados más allá de los 600 msegs. que estuvieron fuera del alcance de la presente investigación.

La presente investigación con el paradigma del TCD para el estudio de las funciones ejecutivas tiene un alto valor heurístico para ampliar la base empírica y teórica en el campo de la Psicología Cognitiva, la Neuropsicología y las Neurociencias Cognitivas y que debe seguir siendo investigado a lo largo del ciclo vital.

RECOMENDACIONES

- Ampliar la muestra de estudio a un número mayor de 10 sujetos por grupo etario a fin de corroborar lo observado en el análisis exploratorio de datos.
- Investigar los correlatos electrofisiológicos del TCD, además de los conductuales, a lo largo del ciclo vital y con diversas poblaciones con y sin trastornos o cuadros clínicos.
- Estudiar a mayor profundidad la influencia del CI como posible variable moderadora de las variables latencia, amplitud y área bajo la curva del componente N500.
- Maximizar la variable edad utilizando contrastes entre grupos etarios que difieran más que la muestra utilizada en el presente estudio al haber encontrado mayores diferencias significativas al contrastar los sujetos de 21 y 23 años.
- Analizar los componentes tradicionales P300 y N400 que parecieran estar más vinculados al Modelo de Stuss.
- Investigar los componentes con mayor amplitud encontrados más allá de los 600 msegs. a fin de determinar si están vinculados funcionalmente con las funciones ejecutivas.
- Seguir la línea de investigación sobre electrofisiología cerebral de procesos cognitivos abierta en la UCAB por la tutora de la presente investigación Profesora Marianela Moreno de Ibarra.

REFERENCIAS

Amador, J. A (2013). *La escala de inteligencia de Wechsler para adultos* (4ta ed.). Barcelona, España: Campos Facultat de Psicología.

Aran V. (2011). Funciones ejecutivas en niños escolarizados: efectos de la edad y del estrato socioeconómico. *Avances en psicología latinoamericana 29*(1), 08- 113.

Ardila A., Ostrosky-Solis F. (2008). Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias 8*(1), 1-21. Asociación Americana de Psiquiatría (2005). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales DSM-IV-TR (4°ed). Barcelona: Masson.

Barroso, J.M., Martín J., León-Carrión. (2002). Funciones ejecutivas: control, planificación y organización del conocimiento. *Revista de Psicología General y Aplicación, 55*(1), 27-44.

Calderón-Hernández, V. (2013). *Correlación entre función ejecutiva y estados emocionales de ansiedad y depresión en estudiantes de primer año de psicología de la corporación universitaria minuto de Dios en bello Antioquia* (Trabajo de Grado de Maestría no publicado). Universidad San Buenaventura Seccional Medellín, Medellín, Colombia.

Climent-Martínez, G., Luna-Lario, P., Bombín-González, I., Cifuentes-Rodríguez, A., Tirapu-Ustárroz, J. & Díaz-Orueta, U. (2014). Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas mediante realidad virtual. *Rev Neurol*, 58(10), 465-475.

Colom, M. Y Puello, A (1998). *Ciencia y Política de la Inteligencia en la Sociedad Moderna* (2da ed.). Barcelona, España: Biblioteca Nueva.

Colom, M. y Puello, A. (1999). El estudio de la inteligencia humana: recapitulación ante el cambio de milenio. *Psicothema, 11* (3), 453- 476.

Dos Santos, A. Piñero, D y Moreno, M. (2012, Febrero). *Theory of Mind (TOM) in High Functioning Autistic (HFA), Atenttion Deficit And Hyperactivity Disorder (ADHD) and children Without Diagnosis (Wd).* Artículo presentado en el forty Meeting de la International Neuropsychological Society, Caracas, Venezuela

Echavarri, M., Godoy, J., Olaz, F (2007). Diferencias de género en habilidades cognitivas y rendimiento académico en estudiantes universitario. *Univ. Psicol. Bogota (Colombia), 6*(2), 319-329. Recuperado en http://redalyc.uaemex.mx/pdf/647/64760211.pdf

Ediciones Universidad Salamanca [dicciomed]. (2007). *Diccionario medico-biológico, histórico y etimológico* (5ta ed.). Recuperado de http://dicciomed.eusal.es/palabra/apoptosis

Escuela de Psicología (2002). *Contribuciones a la deontología de la investigación en psicología*. Caracas: Publicaciones UCAB.

Frith, U. (2003) *Autism explaning the eniga* (2da ed). Oxford, Reino Unido: Blackwell Publishing.

Fundación CADAH. (2006). Que son las fundaciones ejecutivas y que relación tiene con el TDAH. Recuperado en http://www.fundacioncadah.org/web/

Fuster, J.M. (2000). Executive frontal functions. *Experimental Brain Research.*

García-Molina, A., Enseñat-Cantallo, J., Tirapu-Ustárroz, T y Rovira, R.(2009). Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Revista Neurologica, 48* (8), 435-440.

Gaviria, M. y Beristain, X. (1995). Lóbulos Frontales. En M. Gaviria y J. Téllez (Eds), *Neuropsiquiatría: Imágenes del cerebro y la conducta humana*. Bogptá, Colombia: Nuevo Milenio.

Gogtay, N., Giedd, J., Lusk, L., Hayashi, K., Greenstein, D., Vaituzis, C., Nugent III, F., Herman, D., Clasen, L., Toga, Rapoport, T y Thompson P. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *PNA, 101*(21), 8174-8179.

Golden, C.J (2001). *Test de Colores y Palabras* (2da ed). Madrid, España: Publicaciones de psicología aplicada TEA Ediciones.

Handy, Todd C. (2005). *Event- Related Potentials, a methods handbook*. Estados Unidos, Massachusetts: Massachusetts Institute of Techonology.

Hartwig, F. y Dearing, B. (1979). *Exploratory Data Analysis*. Bervely Hills: Sage Publications.

Herrera, Mariano (2014). *El sistema educativo venezolano*. Recuperado de http://www.cice.org.ve/descargas/Sistema%20Educativo%20Venezolano.pdf.

Jasper, H. (1958). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neuropsysiology*, 10, 371-375.

Junqué. C. (2002) Neuropsicología: Introducción. Material del Curso Universitario de Actualización en Neuropsicología. Programa INMS. UOC, Universidad Virtual, www.uoc.es (España).

Knapp K, Morton B. (2013). *Enciclopedia sobre el Desarrollo de la Primera Infancia*. Recuperado de: http://www.enciclopedia-infantes.com/documents/Knapp-MortonESPxp1.pdf.

Kandel, E., Schwartz, J y Jessel, T. (2001). *Principios de neurociencia* (4ta ed.). Madrid, España: McGraw-Hill.

Kerlinger, F. & Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento* (4ta ed.). Ciudad de México, México: Mc Graw Hill.

Kolb, B., y Whishaw, I. (2006). *Neuropsicología Humana* (5ta Ed). Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.

Lezak, M. (1995). *Neuropsychological Assessment* (3ra ed.). New York, Estados Unidos: Oxford University Press.

Lozano-Gutierrez, A. & Ostrosky, F. (2011). Desarrollo de las funciones ejecutivas y de la corteza prefrontal. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, *11* (1), 159-172.

Luck, S. (2005). *An Introduction to the Event- Related Potential Technique.* Cambridge, Estados Unidos: The MIT Press.

Luria, A. (1988). *El cerebro en acción*. (5ta. Ed). Barcelona: Martínez Roca;

Magnunsson, D. (2009). *Teoría de los test* (2da ed.). DF, México: Trillas.

Mangun, G. y Hillyard, S. (1996). Mechanism and models of selective attention. En M. Rugg y M. Coles (Eds.). *Electrophysiology of Mind: Event- Related Brain Potentials and Cognition.* Oxford, New York: Oxfors: University Press.

Martínez, M. (1997). El paradigma emergente. Hacia una nueva teoría de la racionalidad científica. México: Editorial Trillas

Moreno, M. Sedó, M. & Jayaro, C (2011, Febrero). *Measurement of Academic Maturity, Executive Control and Pervasive Developmental Diagnosis in Venezuela, Through Rapid Recurrent Reading Tests.* Artículo presentado en el thirty-nine Annual Meeting de la International Neuropsychological Society, Boston, Estados Unidos.

Moreno, M. (1992).*Comparación de potenciales evocados endógenos entre sujetos con autismo, retardo mental y normales.* (Trabajo de maestría no publicado) Universidad Simón Bolívar.

Moreno, M. (1999). *Comparación de potenciales evocados endógenos entre sujetos con autismo, retardo mental y normales*. (Trabajo de ascenso presentado a la Universidad Católica Andrés Bello como requisito para para optar al escalafón de profesor asistente).

Moreno, M. (2006). Clase Inaugural de Neurociencias I. Escuela de Psicología, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.

Moreno, M. Dos Santos ,A. (2012, Febrero). *Central Coherence in High Functioning Autistic (HFA), Atenttion Deficit and Hyperactivity Disorder (ADHD) and children Without Diagnosis (WD).* Ponencia Oral presentada en el 40th Meeting de la Internacional Neuropsychological Society, Montreal, Canadá.

Moreno, M. Sedó, M. Dos Santos, A. Rodríguez, C. & Jayaro C (2012, Febrero).*Quantitative EEG Brain Mapping (QEEG) of Executive Function through Five Digit Test (5DT).* Artículo presentado en el forty Meeting de la International Neuropsychological Society, Caracas, Venezuela.

Moreno, M. & Jayaro, C. (2012, Febrero). *Brain Electrophysiology of Cognitive processes: Transdisciplinarity Essential.* Artículo presentado en el forty Meeting de la International Neuropsychological Society, Caracas, Venezuela.

Moreno de Ibarra, M., Rodríguez, C., Sedó, M. y Jayaro, C. (2014). New Neuropsycological Paradigms In Brain Electrophysiology Of Executives Functions Research: Clinical Applications. International Neuropsychological Society The 2014 Mid-Year Meeting of INS (Jerusalem, Israel).

Musso, M (2010). Funciones ejecutivas: Un estudio de los efectos de la pobreza sobre el desempeño ejecutivo. *Interdisciplinaria, 27* (1), 95-110.

Oliva, A. (2007). Desarrollo cerebral y asunción de los riesgos durante la adolescencia. *Apuntes de psicología*, *25*(3), 239-254.

Ortiz, T., Pérez, J., Zaglug C., Coullaut, J., Rodriguez, J. (2002). Utilidad clínica de la P300 en pacientes con depresión mayor. *Actas españolas de psiquiatría*, 30(1), 1-6. Recuperado en http://www.psiquiatria.com/articulos/depresion/6746/.

Papalia, D.E., Wendkos-Olds, S., Feldman R.D. (2010). *Desarrollo humano* (11ma ed.). D.F, Mexico: Mc Graw Hill.

Parkin, A.J. (1999). *Exploraciones en neuropsicología cognitiva* (2da ed.). Madrid, España: Panamericana.

Peña-Casanova, J. y Sánchez-Benavidez, G. (2010). Un encuentro crucial: Vygostki, la troika y la piatroika. Neuropsicología- Neurología Cognitiva. Recuperado de http://www.neurocog.com/luria.htm.

Periáñez, J. y Barceló, F. (2004). Electrofisiología de las funciones ejecutivas. *REV NEUROL*, 359-365.

Picton, T. y Hillyard, S. (1998). Endogenous Event- Related Potentials. En T. Picton. *Handbook of Elrctroencephalography and Clinical Neurophysiology*. Amsterdam: Elsevier.

Pineda, D. (2000). La función ejecutiva y sus trastornos.*Revista Neurologica, 30* (8), 764- 768.

Pinel, J (2001). *Biopsicologia* (4ta ed.). Madrid, Espana: Pearson Educacion, S. A.

Pinel, J. (2007). *Biopsicología* (6ta ed). Madrid, España: Pearson educación, S. A.

Real Academia Española de la Lengua, (2010) Ortografía de la lengua española, Espasa-Calpe, Madrid.

Rodríguez- Camacho, M., Prieto, B. y Bernal, J. (2011). Potenciales relacionados con eventos (PRE): aspectos básicos y conceptuales. En J. Silva-Pereyra (Ed.), *Métodos en Neurociencias Cognoscitivas* (pp.41-67). México: El Manual Moderno.

Rodríguez, C. (2012). *Evaluación de funciones ejecutivas y sus correlatos electrofisiológicos en niños con: Autismo de alto funcionamiento, trastorno deficitario de atención e hiperactividad y sin diagnostico* (Trabajo de Grado de Licenciatura no publicados). Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.

Rodríguez, S. Rojas, J. Moreno, M. Tarrío, G. & Solórzano, I (2012, Febrero). Educational Sofware to Develop Mathematical Competencies in Children with Dyscalculia, Transdisciplinary Assesment with Brain Electrophysiology. Artículo presentado en el forty Meeting de la International Neuropsychological Society, Caracas, Venezuela.

Rugg, M. y Coles, M. (1996). *Electrophysiology of Mind: Event- Related Brain Potentials and Cognition*. Oxford: Oxford University Press.

Ruiz, L. (2009). Alteraciones neuropsicológicas en pacientes con depresión mayor. *Actas NeurolColomb*, 25 (2). Recuperado en http://www.acnweb.org/acta/acta_2009_25_2_75.pdf

Sedó, M. (2004). Test de las cinco cifras: una alternativa multilingüe y no lectora al test de Stroop. *Revista Neurológica*, 824-828.

Sedó, M. (2007). *Test de los Cinco Dígitos: Manual*. Madrid: TEA Ediciones.

Sedó, M. y De Cristoforo, L. (2001). All-language verbal tests free from linguistic barriers. *Revista Española de Neuropsicología.* 3(3):68-82.

Sheehan, Janavs, Baker, Harnett-Sheehan, Knapp y Sheehan (1992/2004). M.I.N.I plus, versión en español. Tampa: Universidad de Sur de Florida escuela de Medicina.

Siegel, S. (1978). Estadística no paramétrica aplicada las ciencias de la conducta. México D.F.: Editorial Trillas.

Springer, S. Y Deutsch, G. (2001). *Cerebro izquierdo Cerebro derecho*. Barcelona: Ariel Neurociencia.

Stuss, D. (2011). Functions of the frontal lobes: relation to executive functions. *Journal of the International Neuropsychology Society, 17,* 759-765.

Tomassetti, D. y Tracanelli, D. (2003). *Análisis psicométrico del Test de Cinco Dígitos en niños con edades comprendidas entre 7 y 11 años*. (Trabajo de Grado de Licenciatura no publicado). Universidad Católica Andrés Bello.

Universidad Católica Andrés Bello (2012). *Anuario estadístico 2009-2010*. Caracas: publicaciones UCAB.

Universidad Cornell (2002) Adolescent brain development. *Research Facts and findings*. Ithaca: NY.

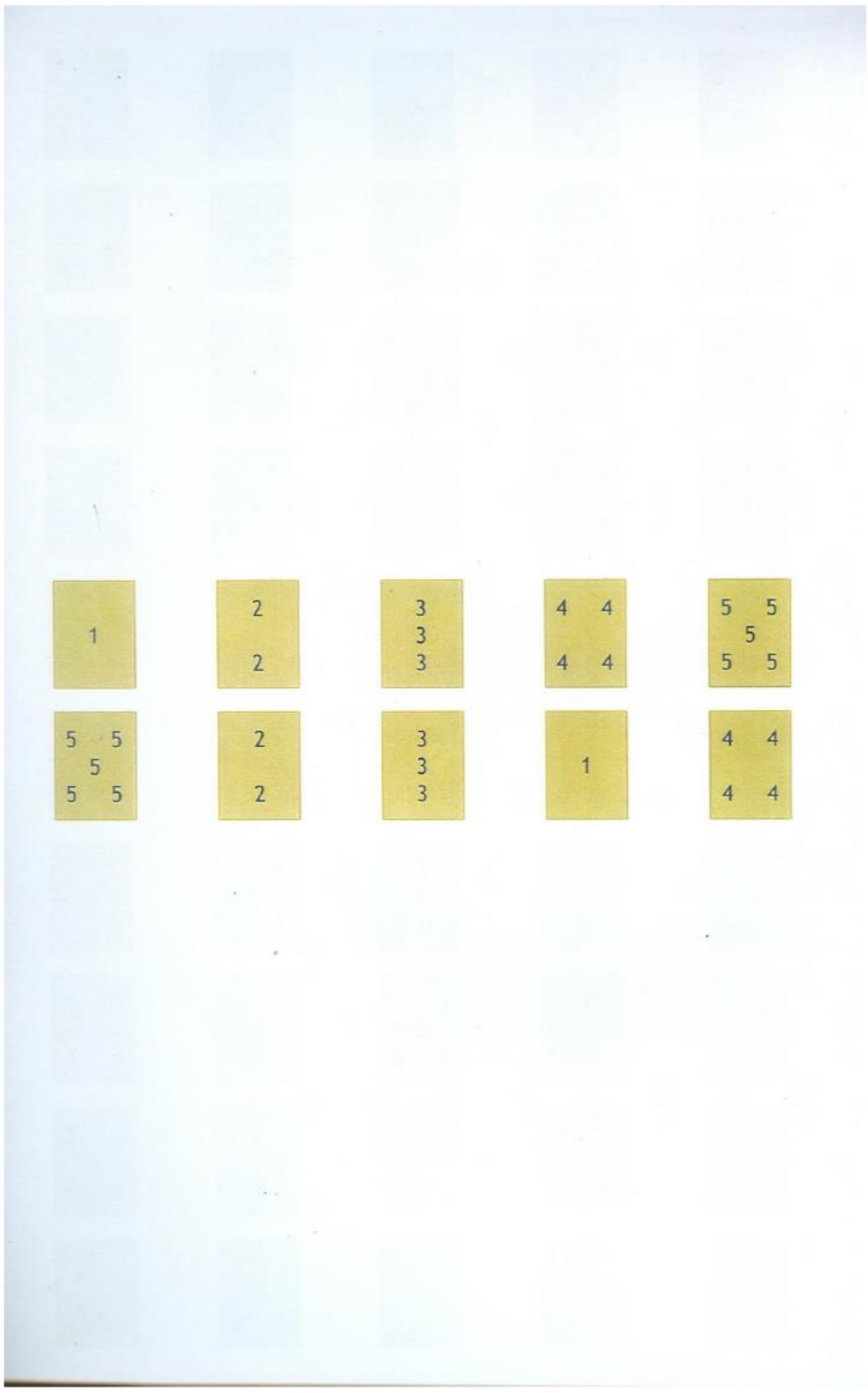
Volkmar, F., Lord, C., Bailey, A., Schultz, R. & Klin, A. (2004). Autism and pervasive developmental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 45*, 135 - 170.

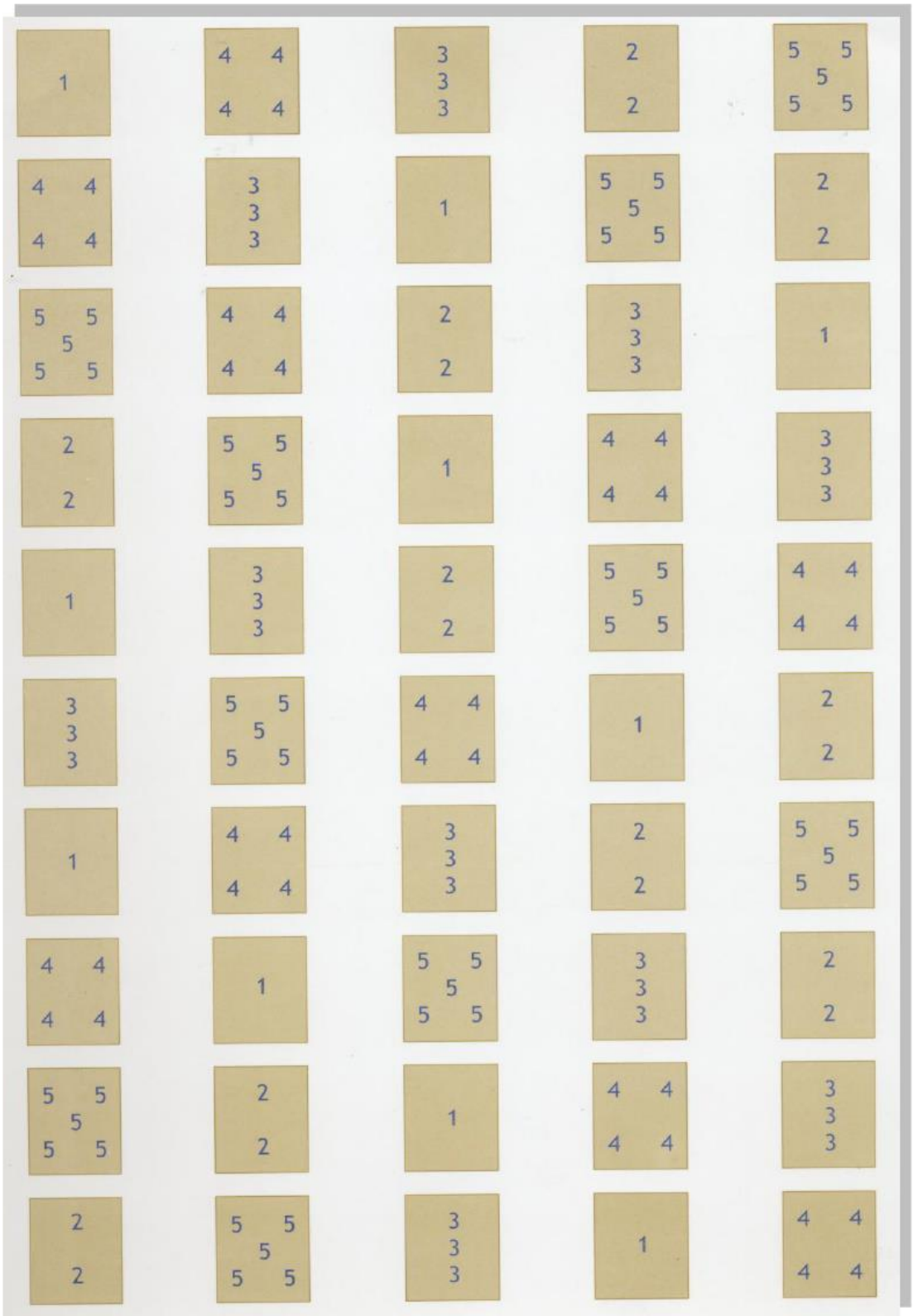
Wechsler, D. (1999). *WAIS III. Test de Inteligencia para adultos. Manual de Aplicación y Corrección.* Madrid: TEA Editorial.

Wertsch, J.V. (1998). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona, España: Paidós.

Anexos A

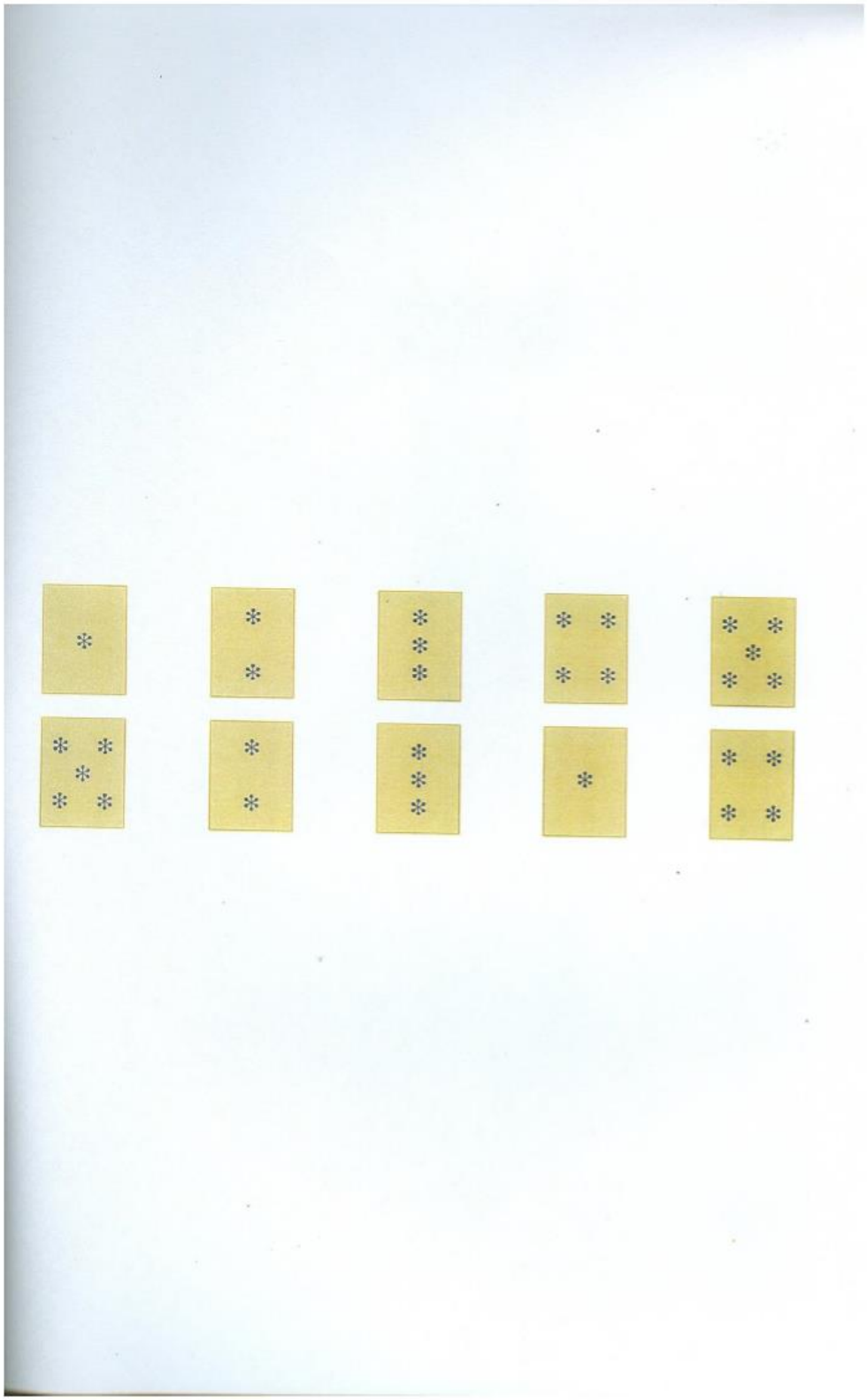
TCD (Lectura)

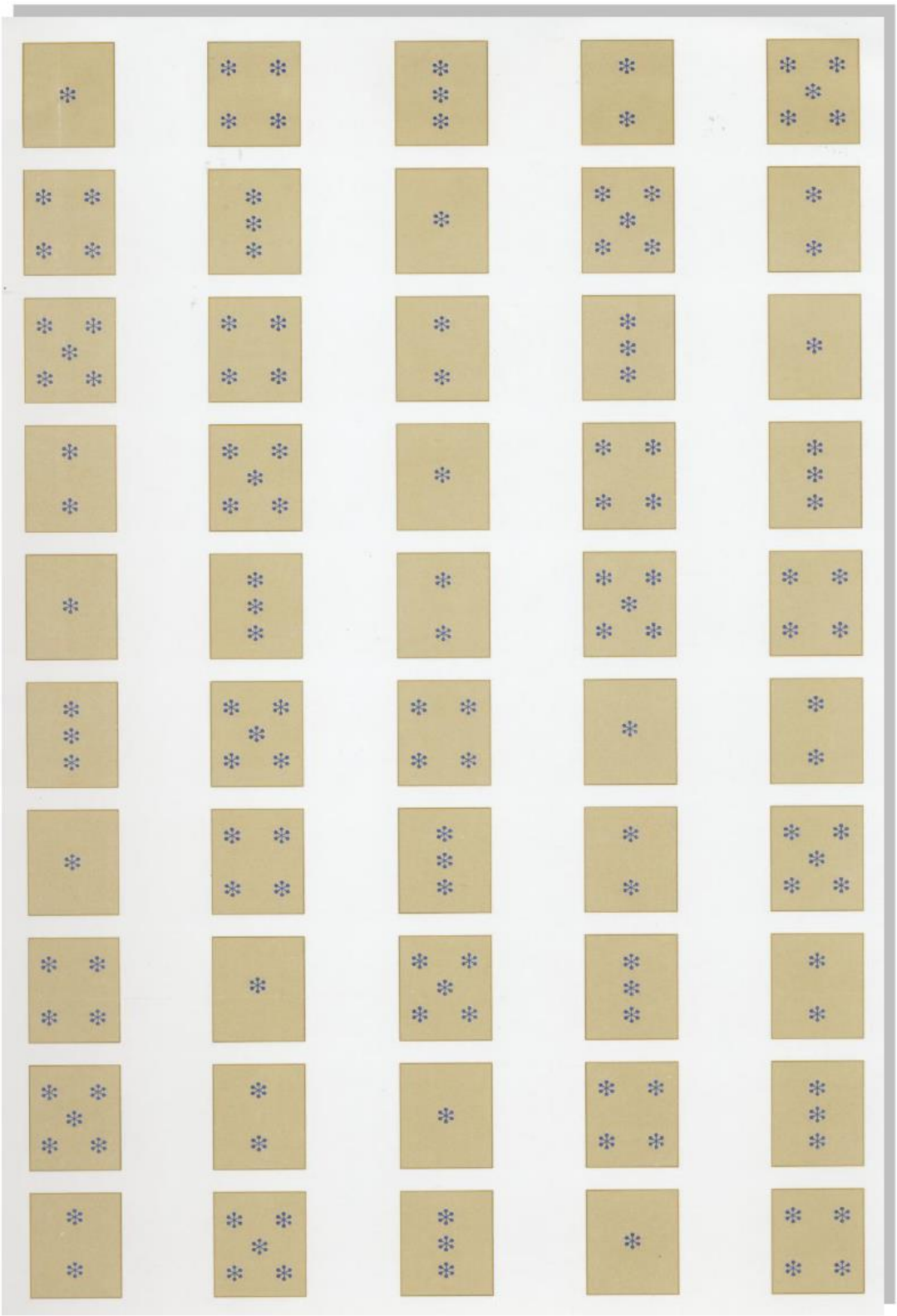

1
2
2
3
3
3
4 4
4 4
5 5
5
5 5
5 5
5
5 5
2
2
3
3
3
1
4 4
4 4


1
4 4
4 4
3
3
3
2
2
5 5
5
5 5
4 4
4 4
3
3
3
1
5 5
5
5 5
2
2
5 5
5
5 5
2
2
1
3
3
3
4 4
4 4
2
2
1
5 5
5
5 5
4 4
4 4
3
3
3
2
2
1
4 4
4 4
3
3
3
5 5
5
5 5
4 4
4 4
2
2
1
4 4
4 4
3
3
3
2
2
5 5
5
5 5
4 4
4 4
1
5 5
5
5 5
2
2
1
4 4
4 4
3
3
3
2
2
5 5
5
5 5
3
3
3
1
4 4
4 4

Anexo B

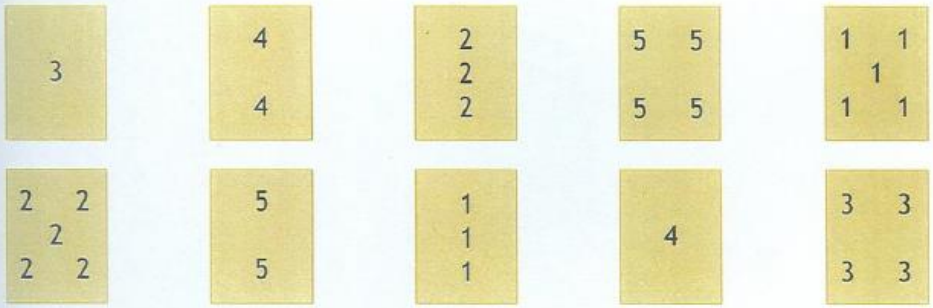
TCD (Conteo)

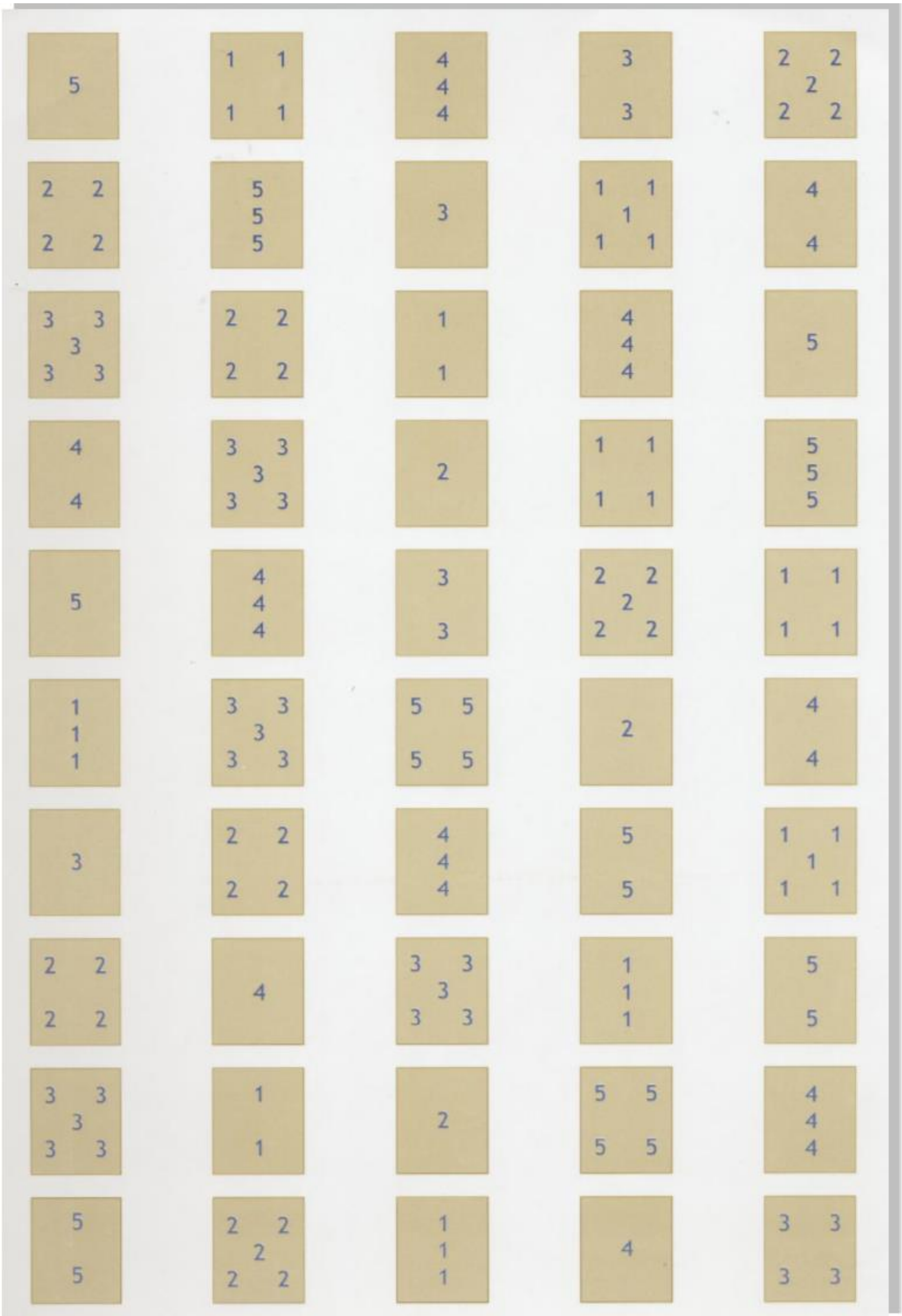




Anexo C

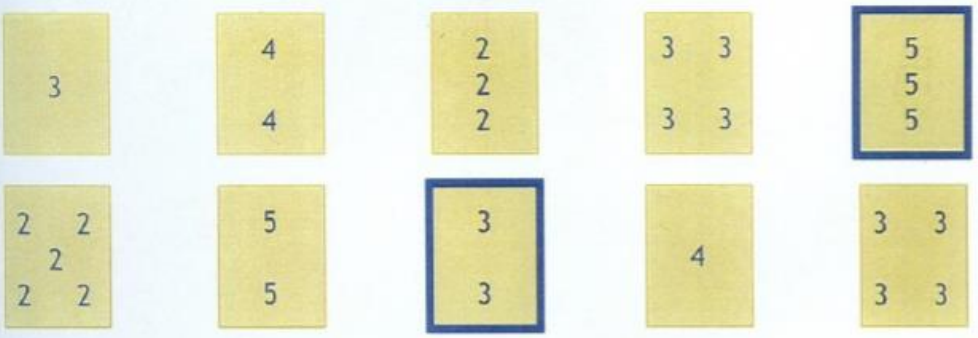
TCD (Elección)


3
4
4
2
2
2
5 5
5 5
1 1
1
1 1
2 2
2
2 2
5
5
1
1
1
4
3 3
3 3


5
1 1 1 1
4 4 4
3 3
2 2 2 2 2
2 2 2 2
5 5 5
3
1 1 1 1 1
4 4
3 3 3 3 3
2 2 2 2
1 1
4 4 4
5
4 4
3 3 3 3 3
2
1 1 1 1
5 5 5
5
4 4 4
3 3
2 2 2 2 2
1 1 1 1
1 1 1
3 3 3 3 3
5 5 5 5
2
4 4
3
2 2 2 2
4 4 4
5 5
1 1 1 1 1
2 2 2 2
4
3 3 3 3 3
1 1 1
5 5
3 3 3 3 3
1 1
2
5 5 5 5
4 4 4
5 5
2 2 2 2 2
1 1 1
4
3 3 3 3

Anexo D

TCD (Alternancia)


3
4
4
2
2
2
3 3
3 3
5
5
5
2 2
2
2 2
5
5
3
3
4
3 3
3 3

Anexo E

TCD. Instrucciones

Nombre/Name

Edad/Age Sexo/Gender VARÓN MALE MUJER FEMALE Fecha/Date - -

En cada parte, conforme el examinando vaya respondiendo a una fila, compuesta de 5 elementos, recorra la fila hacia la derecha para ir comprobando si las respuestas que da el sujeto son correctas, haciendo una señal junto al quinto elemento de cada grupo para no perderse. Cuando el examinando dé una respuesta incorrecta rodee el elemento con un círculo. En la parte derecha de la primera fila deberá anotar el tiempo transcurrido y continuar sin detener el cronómetro, anotando el tiempo total empleado en la parte derecha de la segunda fila.

As the examinee reads across, 5 "cards" in each row, follow each row right and make a tick mark beside the 5th item in each group. Circle errors as they occur. At the right of the row record the elapsed time and continue with the stopwatch running, recording the total time for the two rows at the right of the second row for each part.

PARTE 1. PROCESOS AUTOMÁTICOS: LECTURA

Diga en el idioma del examinando:

1ª fila: "Quiero que lea un número en cada cuadro: uno, dos..." (...tres, cuatro, cinco).
2ª fila: "Continúe" (Repita la tarea hasta que el examinando no cometa ningún error).

PART 1. REACTIONS: READING

Say in the language or dialect of the subject:

1st row: "I want you to read one number in each box: one, two..." (... three, four, five).
2nd row: "Go on" (Repeat the task one or more times until no mistakes are made).

1	2	3	4	5
5	2	3	1	4

(Pase la página).

"De acuerdo, ahora comience aquí arriba y trabaje lo más deprisa que pueda" (Empiece a cronometrar el tiempo).

(Turn the page).

"Ok, now begin up here and read this page as quickly as you can" (Begin timing).

1 4 3 2 5 4 3 1 5 2 5 4 2 3 1 2 5 1 4 3 1 3 2 5 4

Tiempo Time " Errores Errors

3 5 4 1 2 1 4 3 2 5 4 1 5 3 2 5 2 1 4 3 2 5 3 1 4

Tiempo Time " Errores Errors

PARTE 2. PROCESOS AUTOMÁTICOS: CONTEO

Diga en el idioma del examinando:

1ª fila: "Quiero que cuente cuántos asteriscos hay en cada cuadro: uno, dos..." (...tres, cuatro, cinco).
2ª fila: "Continúe" (Repita la tarea hasta que el examinando no cometa ningún error).

PART 2. REACTIONS: COUNTING

Say in the language or dialect of the subject:

1st row: "I want you to count the stars in each box: one, two..." (...three, four, five).
2nd row: "Go on" (Repeat the task one or more times until no mistakes are made).

1	2	3	4	5
5	2	3	1	4

(Pase la página).

"De acuerdo, ahora comience aquí arriba y trabaje lo más deprisa que pueda" (Empiece a cronometrar el tiempo).

(Turn the page).

"Ok, now begin up here and read this page as quickly as you can" (Begin timing).

1 4 3 2 5 4 3 1 5 2 5 4 2 3 1 2 5 1 4 3 1 3 2 5 4

Tiempo Time " Errores Errors

3 5 4 1 2 1 4 3 2 5 4 1 5 3 2 5 2 1 4 3 2 5 3 1 4

Tiempo Time " Errores Errors

PARTE 3. PROCESOS CONTROLADOS: ELECCIÓN

Diga en el idioma del examinando:

1ª fila: "Ahora quiero que cuente cuántos números hay en cada cuadro. Recuerde que debe contar los números en lugar de leerlos: uno, dos, tres..." (cuatro, cinco).

2ª fila: "Continúe" (Repita la tarea hasta que el examinando no cometa ningún error).

1	2	3	4	5
5	2	3	1	4

(Pase la página).

"De acuerdo, ahora comience aquí arriba y trabaje lo más deprisa que pueda" (Empiece a cronometrar el tiempo).

1 4 3 2 5 4 3 1 5 2 5 4 2 3 1 2 5 1 4 3 1 3 2 5 4 Tiempo ″ Errores

3 5 4 1 2 1 4 3 2 5 4 1 5 3 2 5 2 1 4 3 2 5 3 1 4 Tiempo ″ Errores

PART 3. INTENTIONS: CHOOSING

Say in the language or dialect of the subject:

1st row: "Now I want you to count the numbers are in each box. Remember to count the numbers instead of reading them: one, two, three..." (four, five).

2nd row: "Go on" (Repeat the task one or more times until no mistakes are made).

(Turn the page).

"Ok, now begin up here and read this page as quickly as you can" (Begin timing).

PARTE 4. PROCESOS CONTROLADOS: ALTERNANCIA

Diga en el idioma del examinando:

1ª fila: "Ahora debe contar los números como ha hecho antes, pero cuando llegue a un cuadro con el borde más grueso (señalar), debe cambiar la regla y leer el número: uno, dos, tres..." (cuatro, cinco)".

2ª fila: "Continúe" (Repita la tarea hasta que el examinando no cometa ningún error).

1	2	3	4	5
5	2	3	1	4

(Pase la página).

"De acuerdo, ahora comience aquí arriba y trabaje lo más deprisa que pueda" (Empiece a cronometrar el tiempo).

1 4 3 2 5 4 3 1 5 2 5 4 2 3 1 2 5 1 4 3 1 3 2 5 4 Tiempo ″ Errores

3 5 4 1 2 1 4 3 2 5 4 1 5 3 2 5 2 1 4 3 2 5 3 1 4 Tiempo ″ Errores

PART 4. INTENTIONS: SWITCHING

Say in the language or dialect of the subject:

1st row: "Now you must count the numbers like you did before: but when you come to a box with darker frame (point), you must change the rule and read the number: one, two, three..." (four, five).

2nd row: "Go on" (Repeat the task one or more times until no mistakes are made).

(Turn the page).

"Ok, now begin up here and read this page as quickly as you can" (Begin timing).

RESUMEN DE PUNTUACIONES

SCORE SUMMARY

	LECTURA / READING	ELECCIÓN / CHOOSING
PROCESOS AUTOMÁTICOS REACTIONS	Tiempo ″ → PC PS; Errores → PC PS	
PROCESOS CONTROLADOS INTENTIONS		Tiempo ″ → PC PS; Errores → PC PS
	CONTEO / COUNTING	ALTERNANCIA / SWITCHING
PROCESOS AUTOMÁTICOS REACTIONS	Tiempo ″ → PC PS; Errores → PC PS	
PROCESOS CONTROLADOS INTENTIONS		Tiempo ″ → PC PS; Errores → PC PS

Autor: Manuel Sedó. Copyright © 2004 by TEA Ediciones, S.A.
Edita: TEA Ediciones, S.A. - Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial - Impreso en España.

Copyright © 2004 by TEA Ediciones, S.A.
Publisher: TEA Ediciones, S.A. - All rights reserved, including translation. No part of this booklet may be photocopied or otherwise reproduced. Printed in Spain.

Anexo F

Base cualitativa

COMPONENTE	FASE I	FASE 2	FASE 3	FASE 4	
N1	191	210	171	95	667
P2	150	172	151	97	570
N2	198	233	197	170	798
P3	**244**	188	198	153	783
N4	181	210	172	108	671
P4	215	241	172	171	799
N5	217	195	166	121	699
P5	220	200	213	141	774
N6	174	190	159	144	667
P6	224	231	199	152	806
N7	182	191	175	135	683
P7	219	**248**	176	145	788
N8	182	206	189	84	661
P8	229	209	**212**	151	801
N9	191	244	180	**180**	795

	Fase 1			Fase 2			Fase 3			Fase 4		
COMPONENTE	Ss21	Ss22	Ss23	Ss21	Ss22	Ss23	Ss21	Ss22	Ss23	Ss21	Ss22	Ss23
N1	68	61	62	47	80	83	41	73	57	25	70	0
P2	32	42	76	52	74	46	45	59	57	38	25	34
N2	50	79	69	61	93	79	45	75	77	49	64	57
P3	67	101	76	44	74	70	54	64	80	33	73	47
N4	52	65	65	63	72	75	33	69	70	35	45	28
P4	75	70	70	68	93	80	25	64	73	39	76	56
N5	55	85	77	48	75	72	51	57	58	29	44	48
P5	67	85	68	63	70	67	59	74	80	43	50	48
N6	60	62	52	45	72	73	32	54	73	33	70	41
P6	53	84	87	62	75	44	50	70	79	33	68	51
N7	57	59	66	56	67	68	54	60	61	47	45	43
P7	71	62	86	63	104	81	49	57	70	43	52	50
N8	38	70	74	64	69	73	54	67	68	22	37	25
P8	76	90	63	59	69	81	62	70	80	34	65	52
N9	59	65	66	73	97	74	37	68	75	43	59	78

Anexo G

M.I.N.I plus, hoja de respuesta

Nombre del paciente:		***Número de protocolo:***			
Fecha de nacimiento:		***Hora en que inició la entrevista:***			
Nombre del entrevistador:		***Hora en que terminó la entrevista:***			
Fecha de la entrevista:		***Duración total:***			

	MÓDULOS	PERÍODO EXPLORADO	CUMPLE LOS CRITERIOS	DSM-IV	ICD-10
A	EPISODIO DEPRESIVO MAYOR	Actual (2 semanas)	❑	296.20-296.26 Único	F32.x
		Pasado	❑	296.30-296.36 Recidivante	F33.x
	TRASTORNO DEL ESTADO DEL ÁNIMO DEBIDO A UNA ENFERMEDAD MÉDICA	Actual	❑	293.83	F06.xx
		Pasado	❑	293.83	F06.xx
	TRASTORNO DEL ESTADO DEL ÁNIMO INDUCIDO POR SUSTANCIAS	Actual	❑	29x.xx	none
		Pasado	❑	29x.xx	none
	EDM CON SÍNTOMAS MELANCÓLICOS	Actual (2 semanas)	❑	296.20-296.26 Único 296.30-296.36 Recurrente	F32.x F33.x
B	TRASTORNO DISTÍMICO	Actual (Últimos 2 años)	❑	300.4	F34.1
		Pasado	❑	300.4	F34.1
C	RIESGO DE SUICIDIO	Actual (Último mes)	❑	ninguno	ninguno
		Riesgo: ❑ Leve ❑ Moderado ❑ Alto			
D	EPISODIO MANÍACO	Actual	❑	296.00-296.06	F30.x-F31.9
		Pasado	❑	296.00-296.06	F30.x-F31.9
	EPISODIO HIPOMANÍACO	Actual	❑	296.80-296.89	F31.8-F31.9/F34.0
		Pasado	❑	296.80-296.89	F31.8-F31.9/F34.0
	BIPOLAR II DISORDER	Actual	❑	296.89	F31.8
		Pasado	❑	296.89	F31.8
	EPISODIO MANÍACO DEBIDO A UNA ENFERMEDAD MÉDICA	Actual	❑	293.83	F06.30
		Pasado	❑	293.83	F06.30
	EPISODIO HIPOMANÍACO DEBIDO A UNA ENFERMEDAD MÉDICA	Actual	❑	293.83	ninguno
		Pasado	❑	293.83	ninguno
	EPISODIO MANÍACO INDUCIDO POR SUSTANCIAS	Actual	❑	291.8-292.84	ninguno
		Pasado	❑	291.8-292.84	ninguno
	EPISODIO HIPOMANÍACO INDUCIDO POR SUSTANCIAS	Actual	❑	291.8-292.84	ninguno
		Pasado	❑	291.8-292.84	ninguno
E	TRASTORNO DE ANGUSTIA	Actual (Último mes)	❑	300.01/300.21	F40.01-F41.0
		De por Vida	❑	300.01/300.21	F40.01-F41.0
	TRASTORNO DE ANSIEDAD CON CRISIS DE ANGUSTIA DEBIDO A UNA ENFERMEDAD MÉDICA	Actual	❑	293.89	F06.4
	TRASTORNO DE ANSIEDAD CON CRISIS DE ANGUSTIA INDUCIDO POR SUSTANCIAS	Actual	❑	291.8-292.89	ninguno
F	AGORAFOBIA	Actual	❑	300.22	F40.00
G	FOBIA SOCIAL (Trastorno de Ansiedad Social)	Actual (Último mes)	❑	300.23	F40.1
H	FOBIA ESPECÍFICA	Actual	❑	300.29	F40.2
I	TRASTORNO OBSESIVO-COMPULSIVO (TOC)	Actual (Último mes)	❑	300.3	F42.8
	TOC DEBIDO A UNA ENFERMEDAD MÉDICA	Actual	❑	293.89	F06.4
	TOC INDUCIDO POR SUSTANCIAS	Actual	❑	291.8-292.89	none
J	ESTADO POR ESTRES POSTRAUMÁTICO	Actual (Último mes)	❑	309.81	F43.1
K	DEPENDENCIA DE ALCOHOL	Últimos 12 Meses	❑	303.9	F10.2x
	DEPENDENCIA DE ALCOHOL	De por Vida	❑	303.9	F10.2x
	ABUSO DE ALCOHOL	Últimos 12 Meses	❑	305.00	F10.1
	ABUSO DE ALCOHOL	De por Vida	❑	305.00	F10.1
L	DEPENDENCIA DE SUSTANCIAS (No-alcohólicas)	Últimos 12 Meses	❑	304.00-.90/305.20-.90	F11.0-F19.1
	DEPENDENCIA DE SUSTANCIAS (No-alcohólicas)	De por Vida	❑	304.00-.90/305.20-.90	F11.0-F19.1
	ABUSO DE SUSTANCIAS (No-alcohólicas)	Últimos 12 Meses	❑	304.00-.90/305.20-.90	F11.0-F19.1
M	TRASTORNOS PSICOTICOS	De por Vida	❑	295.10-295.90/297.1/	F20.xx-F29
		Actual	❑	297.3/293.81/293.82/ 293.89/298.8/298.9	
	TRASTORNO DEL ESTADO DEL ÁNIMO CON SÍNTOMAS PSICÓTICOS	Actual	❑	296.24	F32.3/F33.3
	ESQUIZOFRENIA	Actual	❑	295.10-295.60	F20.xx
		De por Vida	❑	295.10-295.60	F20.xx
	TRASTORNO ESQUIZOAFECTIVO	Actual	❑	295.70	F25.x
		De por Vida	❑	295.70	F25.x
	TRASTORNO ESQUIZOFRENIFORME	Actual	❑	295.40	F20.8
		De por Vida	❑	295.40	F20.8
	TRASTORNO PSICÓTICO BREVE	Actual	❑	298.8	F23.80-F23.81
		De por Vida	❑	298.8	F23.80-F23.81

	TRASTORNO DELIRANTE	Actual	❑	297.1	F22.0
		De por Vida	❑	297.1	F22.0
	TRASTORNO PSICÓTICO DEBIDO A UNA ENFERMEDAD MÉDICA	Actual	❑	293.xx	F06.0-F06.2
		De por Vida	❑	293.xx	F06.0-F06.2
	TRASTORNO PSICÓTICO INDUCIDO POR SUSTANCIAS	Actual	❑	291.5-292.12	none
		De por Vida	❑	291.5-292.12	none
	TRASTORNO PSICÓTICO NO ESPECIFICADO	Actual	❑	298.9	F29
		De por Vida	❑	298.9	F29
	TRASTORNO DEL ESTADO DEL ÁNIMO CON SÍNTOMAS PSICÓTICOS	De por Vida	❑		F31.X3/F31.X2/F31.X5
	TRASTORNO DEL ESTADO DEL ÁNIMO NO ESPECIFICADO	De por Vida	❑	296.90	F39
	EPISODIO DEPRESIVO MAYOR CON SÍNTOMAS PSICÓTICOS	Actual	❑	296.24	F33.X3
		Pasado	❑	296.24	F33.X3
	TRASTORNO BIPOLAR I CON SÍNTOMAS PSICÓTICOS	Actual	❑	296.04-296.64	F31.X2/F31.X5
		Pasado	❑	296.04-296.64	F31.X2/F31.X5
N	ANOREXIA NERVIOSA	Actual (Últimos 3 Meses)	❑	307.1	F50.0
O	BULIMIA NERVIOSA	Actual (Últimos 3 Meses)	❑	307.51	F50.2
	BULIMIA NERVIOSA TIPO PURGATIVO	Actual	❑	307.51	F50.2
	BULIMIA NERVIOSA TIPO NO-PURGATIVO	Actual	❑	307.51	F50.2
	ANOREXIA NERVIOSA, TIPO COMPULSIVO/PURGATIVO	Actual	❑	307. 1	F50.0
	ANOREXIA NERVIOSA, TIPO RESTRICTIVO	Actual	❑	307. 1	F50.0
P	TRASTORNO DE ANSIEDAD GENERALIZADA	Actual (Últimos 6 Meses)	❑	300.02	F41.1
	TRASTORNO DE ANSIEDAD GENERALIZADA DEBIDO A UNA ENFERMEDAD MÉDICA	Actual	❑	293.89	F06.4
	TRASTORNO DE ANSIEDAD GENERALIZADA INDUCIDO POR SUSTANCIAS	Actual	❑	291.8-292.89	none
Q	TRASTORNO ANTISOCIAL de la PERSONALIDAD	De por Vida	❑	301.7	F60.2
R	TRASTORNO DE SOMATIZACIÓN	De por Vida	❑	330.81	F45.0
		Actual	❑		
S	HIPOCONDRÍA	Actual	❑	300.7	F45.2
T	TRASTORNO DISMÓRFICO CORPORAL	Actual	❑	300.7	F45.2
U	TRASTORNO POR DOLOR	Actual	❑	300.89/307.8	F45.4
V	TRASTORNO DE LA CONDUCTA (DISOCIAL)	Últimos 12 Meses	❑	312.8	F91.8
W	TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN CON HIPERACTIVIDAD (Niños/Adolescentes)	Últimos 6 Meses Actual	❑	314.00/314.01	F90.0/F90.9/ F98.8
	TRASTORNO POR DÉFICIT DE ATENCIÓN CON HIPERACTIVIDAD (Adultos)	De por Vida Actual	❑ ❑	314.00/314.01	F90.0/F98.8
X	TRASTORNOS ADAPTATIVOS	Actual	❑	309.xx	F43.xx
Y	TRASTORNO DISFÓRICO PREMENSTRUAL	Actual	❑		
Z	TRASTORNO MIXTO DE ANSIEDAD y DEPRESIÓN	Actual	❑		

ADVERTENCIA

AUNQUE EL PACIENTE TENGA UN CLARO ESTRESOR QUE PUEDA AGRAVAR SUS SÍNTOMAS, PRIMERO EXPLORE TODOS LOS OTROS DIAGNÓSTICOS. NUNCA USE EL DIAGNÓSTICO DE TRASTORNO ADAPTATIVO SI LOS SÍNTOMAS DEL PACIENTE CUMPLEN CON LOS CRITERIOS DE CUALQUIERA OTRO DE LOS TRASTORNOS.

Anexo H

Salidas del SPSS

Variables conductuales

Tiempo

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de tcd_1_ti es la misma entre las categorías de edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,356	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de tcd_2_ti es la misma entre las categorías de edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,803	Conserve la hipótesis nula.
3	La distribución de tcd_3_ti es la misma entre las categorías de edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,256	Conserve la hipótesis nula.
4	La distribución de tcd_4_ti es la misma entre las categorías de edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,181	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,0

Errores

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de tcd_1_er es la misma entre las categorías de edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,595	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de tcd_2_er es la misma entre las categorías de edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,596	Conserve la hipótesis nula.
3	La distribución de tcd_3_er es la misma entre las categorías de edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,197	Conserve la hipótesis nula.
4	La distribución de tcd_4_er es la misma entre las categorías de edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,328	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,0

Variables electrofisiológicas

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Amplitud N5 es la misma entre las categorías de Edad.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.	No se puede calcular.
2	La distribución de Amplitud N5 es la misma entre las categorías de Edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.
3	La distribución de Latencia N5 es la misma entre las categorías de Edad.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.	No se puede calcular.
4	La distribución de Latencia N5 es la misma entre las categorías de Edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,003	Rechace la hipótesis nula.
5	La distribución de Area es la misma entre las categorías de Edad.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	.	No se puede calcular.
6	La distribución de Area es la misma entre las categorías de Edad.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.