



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**ANÁLISIS DEL GRADO DE DIFICULTAD DE LOS
REACTIVOS QUE COMPONEN LA PRUEBA “TORRE DE
LONDRES” COMO EVALUACION DEL DESARROLLO DE
LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN UN GRUPO DE
ESCOLARES DE LA CIUDAD DE MÉXICO.**

TESIS

Que para obtener el título de

LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

P R E S E N T A

Mario Alberto Guillén Sánchez

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Miguel Ángel Villa Rodríguez

Ciudad de México, Junio, 2017





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, por permitirme cursar mis estudios de Licenciatura.

A la Carrera de Psicología por la formación que he recibido y el conocimiento adquirido.

A Dr. Miguel Ángel Villa Rodríguez por la paciencia y el apoyo brindado en la realización de este trabajo.

A mis sinodales: Dra. Luz María Flores Herrera, Lic. Patricia Josefina Villegas Zavala, Mtra. Dolores Cárdenas Monroy y Mtra. Gabriela Carolina Valencia Chávez, por todo el apoyo y paciencia brindados durante la realización de esta tesis.

A mis maestros de la FES Zaragoza, por apoyarme en el camino de mi carrera y ayudarme a obtener el conocimiento necesario para este logro.

Finalmente quiero agradecer a todas las personas que me han apoyado en la realización de mi tesis.

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado a mi madre, María Guadalupe Sánchez López, por su amor, paciencia y apoyo durante mi tesis, mi carrera y toda mi vida.

A mi padre, Héctor Guillén Miranda, por todo el amor, apoyo y consejo durante toda mi vida.

A mi hermano, José Guillén, porque el estrés no fue nada a tu lado.

A Germán Vicente Sánchez† y Germán Guillermo Sánchez†, porque su recuerdo lo llevaré siempre conmigo y me ayudarán a seguir adelante.

A “The Guillen Brothers Band” porque sin su compañía durante la carrera no habría sido el mismo aprendizaje ni los mismos tiempos divertidos.

A todas aquellas personas que han hecho, con un consejo o una palabra de aliento, que yo pudiera culminar con esta meta.

Tabla de contenido

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO 2. NEUROPSICOLOGÍA INFANTIL	8
2.1. Organización cortical y diferentes síndromes.....	15
Capítulo 3. CONCEPTO DE FUNCIONES EJECUTIVAS.	20
3.1 Anatomía funcional de las Funciones Ejecutivas.	24
Capítulo 4. DESARROLLO DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS.	27
Capítulo 5. TESTS NEUROPSICOLÓGICOS.	38
Capítulo 5.1. Torre de Londres Drexel University (TOL ^{DX}).....	42
Capítulo 6. METODOLOGÍA.....	49
6.1. Planteamiento del Problema.	49
6.2. Objetivo.	49
6.3. Hipótesis.	50
6.4. Variables.....	50
6.5. Diseño Experimental.	51
6.6. Participantes.	52
6.7. Instrumento.	53
6.9. Procedimiento.	56
Capítulo 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	58
Capítulo 8. RESULTADOS.....	61
Capítulo 9. DISCUSIÓN.....	73
Capítulo 10. CONCLUSIONES	78
Capítulo 11. REFERENCIAS.	79

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la sociedad ha sufrido grandes cambios gracias a la era de las computadoras, ahora es más fácil conversar con una persona a distancia, o realizar un pago urgente, pero no sólo en la vida cotidiana se ha mejorado en este sentido, también en las ciencias del comportamiento, sobre todo en la neuropsicología.

La tecnología en la neuropsicología ha ayudado para la evaluación y el diagnóstico de los pacientes en Neuropsicología Clínica, lo cual se ha podido dar gracias a poder vincular los resultados de las evaluaciones “a la antigua” con los resultados de la neuroimagen. Sin embargo, “los datos procedentes de la neuropsicología y los procedentes de la neuroimagen proporcionan información diferente: los primeros informan acerca de la función cerebral; los segundos acerca de la función mental” (Benedet, 2002).

Tomando en consideración lo descrito anteriormente por Benedet (2002), se puede conocer que aún no se ha podido encontrar una vinculación exacta entre la función cerebral con la función mental, sin embargo se ha trabajado en diversas áreas del conocimiento para poder lograr la vinculación que mostrará un nuevo mundo de conocimientos del comportamiento humano.

En esta tesis se abarcará la forma en que los procesos cognitivos son medidos a partir de tests psicológicos, remarcando que hay pruebas desarrolladas para

detectar un daño neurológico, es decir, que es lo que causa que las personas tengan ese cambio conductual, cognitivo y/o emocional a partir de un daño en el cerebro.

Se han desarrollado varios tests neuropsicológicos, así como baterías enfocadas a detectar algún daño neurológico, cabe aclarar que no sólo se enfocan a detectar que haya daño, sino que intentan detectar en dónde está el daño, ya que diferentes zonas afectadas causan distintos síntomas.

En México existen muy pocas pruebas neuropsicológicas estandarizadas, por lo que es importante que se realicen investigaciones para estandarizar las pruebas que ayuden a enfocar de una mejor manera los diagnósticos y con ello realizar una mejor práctica de la neuropsicología clínica.

En la presente investigación se trabajará sobre la prueba Torre de Londres Drexel University (TOL^{DX}) especialmente enfocada a los reactivos que componen la prueba, ya que es de interés conocer la dificultad de los reactivos para poder adaptar la prueba y lograr una mejor estandarización. Esta prueba es importante para la población mexicana ya que es auxiliar en el diagnóstico del daño cerebral, lo que en el aspecto clínico será de gran ayuda en los pacientes con algún déficit en las Funciones Ejecutivas.

Esta prueba es útil ya que está diseñada precisamente para medir funciones ejecutivas; lo que la hace diferente de otras es que es fácil de aplicar en el hecho de que para los niños es entretenida, ya que se presenta como si fuera un juego.

Esta investigación forma parte de un proyecto más amplio en el que se obtendrán datos normativos para la TOL en niños escolares, en jóvenes y en adultos mayores de 50 años (Proyecto Neuronorma-Mx: Villa et al. 2013).

En el capítulo 1 se abordará el tema de la neuropsicología en donde se dará una breve descripción sobre lo que es la neuropsicología y lo que estudia, también se abordarán algunos trastornos relacionados con la neuropsicología y la organización cortical del cerebro.

En el capítulo 2 se abordará el tema de las Funciones Ejecutivas, comenzando con el concepto y la anatomía funcional de las mismas. Se hablará del desarrollo de las Funciones Ejecutivas en el capítulo 3, se ha separado de esta forma ya que el desarrollo funcional es un tema importante en esta investigación por el motivo de que la Torre de Londres^{DX} aplicada a los niños puede medir la planeación, la anticipación, la flexibilidad mental, etc., que se va desarrollando durante la niñez.

En el capítulo 4 se abordará el tema de los tests neuropsicológicos, haciendo énfasis en la creación y la validación de estos instrumentos.

Finalizando en el capítulo 5, se hablará sobre la prueba Torre de Londres Drexel University, que es el tema central de la presente investigación.

En el capítulo 6 se encuentra la metodología; el capítulo 7 trata sobre los resultados obtenidos en la investigación.

Cerrando con el capítulo 8, donde se encuentra la discusión y en el 9 las conclusiones.

CAPÍTULO 2. NEUROPSICOLOGÍA INFANTIL.

En el presente capítulo se abordará una breve descripción sobre lo que la neuropsicología infantil estudia y posteriormente se mencionará la teoría de Luria sobre la organización cortical del cerebro y algunos síndromes relacionados al cerebro, esto con la finalidad de conocer hacia donde se dirige el estudio de los síndromes neuropsicológicos y a que nos enfrentaremos en el futuro.

La neuropsicología estudia las relaciones existentes entre la función cerebral y la conducta humana. Este sistema se basa en el análisis sistemático de las alteraciones conductuales relacionadas a trastornos de la actividad cerebral provocados por enfermedad, daño o modificaciones experimentales (Hecáen y Albert, 1978; en Ardila y Ostrosky-Solís, 2012).

La neuropsicología infantil se refiere a la aplicación de los principios generales de la neuropsicología a un grupo poblacional específico: los niños, por tanto la neuropsicología infantil estudia las relaciones entre el cerebro y la conducta/cognición dentro del contexto dinámico de un cerebro en desarrollo (Anderson y cols., 2001, en Roselli, Matute y Ardila, 2010).

Para entender a cabalidad las relaciones cerebro-conducta, el niño debe ser visto dentro del contexto sociocultural que enmarca su desarrollo y condiciona las técnicas potenciales utilizables en su rehabilitación en caso de daño cerebral. Es por eso que algunos autores como Anderson y colaboradores (2001, en Roselli, Matute y Ardila, 2010) han propuesto tres dimensiones del conocimiento que deben incluirse en los análisis de los procesos cognitivos/comportamentales y sus

relaciones con el sistema nervioso, estudiados por la neuropsicología infantil: la dimensión neurológica, la dimensión cognitiva y finalmente, la dimensión psicosocial.

No es fácil establecer un marco teórico coherente dentro de la neuropsicología infantil dada la gran variabilidad evolutiva que se observa en esta población. En primer lugar los cambios permanentes que sufre el niño con la edad limitan las generalizaciones de los hallazgos relacionados con lesiones cerebrales; se trata de un cerebro dinámico, en proceso de maduración. En segundo lugar, el ambiente en el que se desarrolla el niño tiene un efecto dominante sobre su desarrollo cognitivo; así, la adquisición de distintas habilidades intelectuales dependen de las condiciones del entorno (Roselli, Matute y Ardila, 2010).

Dependiendo de sus objetivos, se podría establecer una distinción dentro de la neuropsicología infantil clínica y neuropsicología infantil experimental. La primera (clínica), directamente influida por la neurología, la psiquiatría y la psicología clínica, estaría centrada en la evaluación y rehabilitación de niños con disfunción cerebral y con problemas de desarrollo. Dada la relevancia de los problemas de aprendizaje en esta rama de la neuropsicología infantil, la psicología educativa se podría también considerar como una disciplina influyente en los aspectos infantiles. La neuropsicología infantil experimental se concentraría en el entendimiento de las relaciones entre el funcionamiento cognitivo/comportamental y el cerebro en desarrollo, siguiendo el método científico y estaría influenciada además, por las neurociencias cognitivas y la neurobiología del desarrollo. Esta rama de la neuropsicología buscaría, por ejemplo, establecer paralelos entre el desarrollo de

una función cognitiva y su correspondiente criterio de maduración cerebral como serían la mielinización o el incremento de conexiones sinápticas (Roselli, Matute y Ardila, 2010).

El desarrollo del sistema nervioso es secuencial y se rige por principios claros y definidos. De manera general, se reconocen dos momentos; en el primero de ellos, la neurogénesis, se lleva a cabo la formación de manera precisa y secuenciada de cada una de las partes que conforman el Sistema Nervioso y el segundo, comprende la maduración propiamente dicha. La formación del Sistema Nervioso (neurogénesis) se lleva a cabo durante las primeras 20 semanas de gestación. A partir de la semana 20 de vida intrauterina se lleva a cabo el crecimiento neuronal y la maduración la cual culmina iniciada la adultez con la maduración de las regiones corticales más anteriores conocidas bajo el nombre de áreas prefrontales sinápticas (Roselli, Matute y Ardila, 2010).

En la neurogénesis la formación de las regiones cerebrales es en tiempos precisos, comenzando por las partes caudales más primitivas y terminando por las estructuras de mayor complejidad y evolución: la corteza cerebral.

Cuadro 1. Embriología del sistema nervioso (Roselli, Matute y Ardila, 2010).

Edad	Estructura cerebral
18 días	Aparición de la placa y la cresta neurales, una banda de tejido ectodérmico en la línea media a lo largo de la superficie dorsal del embrión
24 días	Formación del tubo neural
28 días	Aparecen tres abultamientos en el tubo neural: prosencéfalo, mesencéfalo, romboencéfalo. Del prosencéfalo emergen las vesículas ópticas
36 días	El prosencéfalo se divide en telencéfalo y diencéfalo; el romboencéfalo se divide en dos partes: anterior (protuberancia y cerebelo) y posterior (bulbo raquídeo)
45 días	Del telencéfalo se forman los hemisferios cerebrales
7 semanas	Los hemisferios cerebrales crecen y se inicia la formación de los surcos y las circunvoluciones
3 meses	Los hemisferios cerebrales están claramente diferenciados, se aprecia la comisura lateral de Silvio y del mesencéfalo surgen el rinencéfalo (bulbo olfatorio, hipocampo y sistema límbico, los núcleos profundos del cerebro (ganglios basales) y la corteza cerebral

A su vez, el proceso de maduración depende de la organización y diferenciación celular caracterizados por el crecimiento axonal y dendrítico, la sinaptogénesis, la muerte axonal y celular y la mielinización. Pero para que se pueda llevar a cabo el proceso de maduración se requiere de cuatro mecanismos celulares que subyacen a la formación y maduración del sistema nervioso proliferación, migración, diferenciación y muerte celular (Roselli, Matute y Ardila, 2010).

La proliferación es la producción de las células nerviosas; en la migración las neuronas alcanzan el sitio que les corresponde e inicia desde la zona ventricular y todas las células que migran son neuroblastos; la diferenciación toma lugar cuando las células nerviosas comienzan a adquirir la apariencia distintiva; y, por último, se conoce la apoptosis, que es la sobreproducción inicial de neuronas y aún procesos neuronales con la eliminación posterior de aquellos innecesarios, es decir, muerte celular (Roselli, Matute y Ardila, 2010).

Uno de los criterios más utilizados para determinar el grado de maduración es el nivel de mielinización cerebral. La mielinización es un proceso paralelo al desarrollo de las funciones de las neuronas y aparece cuando la proliferación y migración celular han terminado (Roselli, 2003).

El proceso de mielinización cerebral se inicia unos tres meses después de la fertilización. Sin embargo en el momento del nacimiento sólo unas pocas áreas del cerebro están completamente mielinizadas. Una vez mielinizados sus axones, las neuronas pueden alcanzar su funcionamiento completo y pueden presentar una condición rápida y eficiente (Roselli, 2003).

Las distintas regiones de la corteza cerebral se mielinizan en etapas diferentes. Las áreas primarias sensoriales y motrices inician su proceso de mielinización antes que las áreas de asociación frontales y parietales; éstas últimas solamente alcanzan un desarrollo completo hacia los 15 años (Kolb, 1995; en Roselli, 2003).

En el momento del nacimiento solamente unas pocas áreas del cerebro están completamente mielinizadas, como son los centros del tallo cerebral que controlan

los reflejos. Una vez mielinizados sus axones, las neuronas pueden alcanzar su funcionamiento completo presentando una conducción rápida y eficiente. Los axones de las neuronas de los hemisferios cerebrales completan su mielinización particularmente tarde, a pesar de que el proceso se inicia en un periodo posnatal temprano. Las áreas primarias sensoriales y motoras de la corteza cerebral inician su proceso de mielinización antes que las áreas de asociación frontal y parietal, que solamente alcanzan un desarrollo completo hacia los 15 años. Las fibras comisurales, de proyección y de asociación completan su mielinización en una época más tardía que las áreas primarias. Se supone que este proceso de mielinización va en paralelo con el desarrollo cognitivo en el niño. La complejización de las conexiones nerviosas en la corteza cerebral y su mielinización parecen correlacionarse con el desarrollo de conductas progresivamente más elaboradas. La maduración de vías nerviosas (materia blanca), de ciertas regiones corticales específicas, se ha correlacionado con el desarrollo de funciones cognitivas también específicas. Por ejemplo, la memoria operativa (de trabajo) con el lóbulo frontal y las habilidades visoespaciales con el lóbulo parietal. De hecho la evaluación neuropsicológica infantil se fundamenta en que el desarrollo de las funciones cognitivas del niño son paralelas a su maduración cerebral en un proceso dinámico que ocurre en dos ejes direccionales: el eje vertical y el eje horizontal (Roselli, 2003).

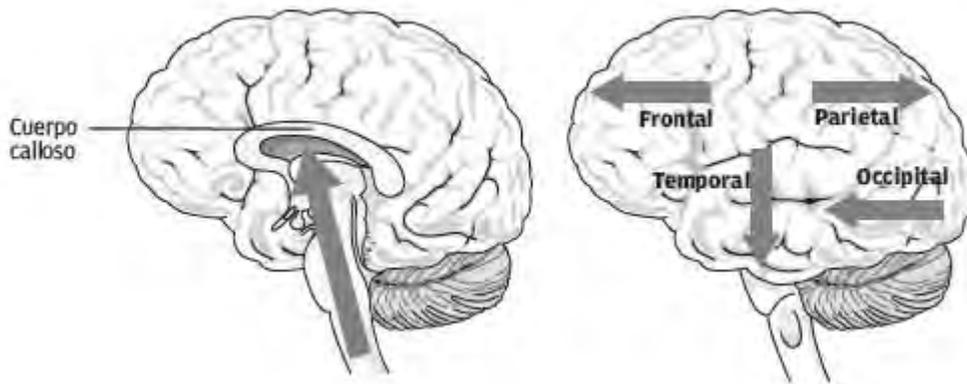


Fig. 1. Ejes direccionales de la maduración cerebral. A: Eje vertical: de las estructuras subcorticales a las corticales. B. Eje horizontal: de las regiones corticales primarias a las de asociación.

Existen varios índices cuantitativos para la maduración del SNC. El primero de ellos se refiere al cambio estructural de la neurona con incremento de los axones y de las arborizaciones dendríticas. A medida que el cerebro se desarrolla se observa un número mayor de conexiones nerviosas con cambios en el nivel de espesor de las capas de la corteza cerebral. Otro indicativo de maduración cerebral es el incremento en el proceso de mielinización de los axones que permite una conducción mucho más rápida del impulso nervioso (Roselli, 2003).

Al tener un tiempo mayor de maduración de los lóbulos Frontales, es un tema que se ha investigado de una manera más amplia, ya que se ha encontrado que su maduración tiene un efecto directamente proporcional con las Funciones Ejecutivas.

Las Funciones Ejecutivas (FE) merecen una especial atención en el área de la neuropsicología, su estudio ha permitido conocer la manera en que las personas llevan a cabo su vida diaria, desde la planeación de un día hasta la ejecución de la misma, pasando por la regulación de conductas y pensamientos.

Las FE son la unidad de mayor especialización y desarrollo del ser humano, pero antes de ellas existen otros sistemas y morfologías igual de importantes.

Antes de abarcar el tema de las FE se verán algunos trastornos asociados a las diferentes áreas del cerebro y cómo es que los daños en las diferentes zonas causan diferentes expresiones de un mismo trastorno, para conocer cuál es el daño que se podrá conocer a partir del estudio de la Torre de Londres Drexel University.

2.1. Organización cortical y diferentes síndromes.

A partir de la Frenología, ya van dos siglos desde que se ha establecido que el cerebro es el órgano de la mente, es decir que los procesos mentales tienen origen en el cerebro, y ésta teoría sostiene que todos los procesos mentales tienen un lugar bien localizado en el cerebro.

Si bien, es cierto que la Frenología es una teoría desechada, también es cierto que gracias a ella se abrió un mar de posibilidades para que hoy en día se pueda estudiar con esta base el origen de los procesos mentales en el cerebro. Es decir, antes de la Frenología no se tomaba en cuenta que el cerebro formara parte de las funciones mentales, después de la Frenología y gracias al estudio de Broca, con el paciente “tan”, se ha iniciado un largo viaje en el estudio de la relación cerebro-mente.

Hasta el día de hoy se ha establecido la división de distintas partes del cerebro, haciendo así lo que se conoce como “mapas funcionales”, en el que se proponen correlaciones muy específicas de funciones psicológicas con áreas bien determinadas a nivel de la corteza. Es así como el análisis de las correlaciones

entre localizaciones y funciones mentales complejas llevará a hablar de los distintos síndromes neuropsicológicos (Ardila & Ostrosky-Solís, 2012).

Los mapas corticales han ayudado a poder localizar, o al menos tratar de vincular, el daño cerebral con el proceso cognitivo, conductual o emocional que se ha visto afectado.

En su modelo teórico de organización cerebral, Luria distingue tres unidades básicas: (Luria, 1970; en Ardila & Ostrosky-Solís, 2012)

1. Unidad para regular el tono o estado de alerta: sistema reticular activador. Luria concibe al tallo cerebral (bulbo raquídeo, puente y mesencéfalo) y al tálamo como una unidad funcional que mantiene al animal en estado de alerta. La función principal de esta estructura, que está organizada como una red nerviosa, es la de activar a diversas partes de la corteza ante señales diversas. Ésta es la función principal del sistema reticular activador ascendente. Por otro lado, las fibras descendentes permiten un control cortical del tallo cerebral, el cual es, entonces, un centro fisiológico para la atención, el muestreo de señales aparentes y la activación de diversas áreas corticales, a manera de optimizar atención y eficiencias cognoscitivas. Una lesión o disfunción en esta área provoca la pérdida de la selectividad, de la actividad cortical y de la discriminación de los estímulos.

2. Unidad para obtener, procesar y almacenar información: cortezas, occipital temporal y parietal. En contraste con la red nerviosa de la formación reticular, que trabaja de acuerdo con el principio de inespecificidad funcional y cambio

gradual, la estructura neuronal de los tres lóbulos de la segunda unidad funcional tiene una función específica. La corteza occipital recibe experiencias visuales; la temporal, experiencias auditivas, en tanto que la parietal, sensaciones cutáneas y quinestésicas. Por consiguiente, la operación principal que realiza ésta unidad funcional es la recepción, análisis y almacenamiento de información.

3. La tercera unidad funcional incluye los lóbulos frontales y está involucrada en la programación, regulación y verificación de la actividad mental. En el ser humano, los lóbulos frontales abarcan gran proporción de la corteza cerebral, además, durante la ontogenia son las últimas estructuras en madurar, maduración que no se alcanza completamente sino hasta llegar al periodo de los 7 a los 12 años de edad.

El cerebro se divide en dos hemisferios y cada hemisferio comprende cuatro lóbulos (frontal, parietal, occipital y temporal), con distintas funciones cada uno. Dentro de cada lóbulo, además, existen varias otras subregiones que poseen funciones específicas (Dommett, 2012).

Aunque existen áreas específicas responsables de funciones particulares, ningún sector del cerebro funciona jamás independientemente de los demás; cada función específica concierne toda una cantidad de regiones que colaboran como partes de una red neuronal dedicada a dicha función (Dommett, 2012).

Aunque las diferentes partes del cerebro se especializan durante el desarrollo para poder desempeñar diferentes funciones. La corteza cerebral se puede dividir en

más de 40 subregiones distintas, cada una de las cuales tiende a relacionarse con procesos particulares, aunque en buena medida comparten una estructura común y pueden modificarse de manera flexible en cuanto respecta a su alcance a lo largo del desarrollo después del nacimiento. Esta localización de las funciones también se encuentra en las regiones más profundas (subcorticales) del cerebro con las que está conectada la corteza (Dommett, 2012).

El movimiento es controlado en buena medida por tres estructuras interconectadas: la corteza motora, los ganglios basales, que a su vez constituyen un grupo de estructuras interrelacionadas por debajo de la corteza, y el cerebelo. Todas estas estructuras desempeñan un papel diferenciado en cuanto al movimiento, por ejemplo el cerebelo es fundamental para el aprendizaje motor (Dommett, 2012).

Se piensa que para la expresión de las emociones interviene un grupo de estructuras cerebrales denominadas colectivamente “sistema límbico”, que comprenden el hipotálamo, el hipocampo y la amígdala (Dommett, 2012).

A menudo se investiga la cognición social en las poblaciones clínicas cuyos comportamientos sociales suelen diferir de aquellos de los individuos sanos. Se ha constatado que la amígdala y la corteza temporal son importantes para esta función, de la misma manera que sus conexiones con otras regiones (Dommett, 2012).

El procesamiento del lenguaje se da funcionalmente de manera predominante, pero no exclusiva, en el hemisferio izquierdo (en las personas diestras) y constituye uno de los ejemplos de “lateralización” evolutiva, que es la especialización de una

función en uno de los hemisferios del cerebro. En particular las áreas de Broca y de Wernicke se ocupan respectivamente en la producción y la comprensión lingüísticas. Las áreas involucradas en la audición también se activan cuando se procesa el lenguaje y, si se trata de la lectura, participan así mismo las áreas vinculadas a la visión (Dommett, 2012).

La memoria es un sistema funcional complejo que se compone de muchas partes según el tipo de actividad desempeñada. Por ejemplo, la denominada “memoria del trabajo” está estrechamente relacionada con el funcionamiento de la corteza prefrontal. En cambio, la memoria a largo plazo está vinculada con estructuras del lóbulo temporal medial como el hipocampo (Dommett, 2012).

La atención se puede fraccionar en toda una serie de tipos distintos, como por ejemplo la selectiva, la sostenida o la dividida, en cada una de las cuales participan áreas del cerebro diferentes (Dommett, 2012).

Hasta ahora se ha conocido que Luria (1970; en Ardila & Ostrosky-Solís, 2012) ha propuesto tres unidades funcionales del cerebro, así como diferentes síndromes al observarse un daño en alguna de estas unidades. No se profundizará en el tema ya que no es el tema principal de la presente investigación, sin embargo en el siguiente capítulo se hablará de la tercera unidad funcional establecida por Luria que son los Lóbulos Frontales. Cabe aclarar que se ha utilizado esta organización cortical por ser hasta este momento la más aceptada en cuanto a los procesos psicológicos relacionados con el cerebro.

Capítulo 3. CONCEPTO DE FUNCIONES EJECUTIVAS.

Ahora se hablará de una manera más específica sobre las Funciones Ejecutivas, se habla sobre cómo se denominan, las regiones con las que se relacionan y cuáles serían las implicaciones en caso de que se dañen.

Como ya se mostró Luria es el antecesor directo del concepto de Funciones Ejecutivas. Al proponer tres unidades funcionales en el cerebro: (1) alerta-motivación (sistema límbico y reticular); (2) recepción, procesamiento y almacenamiento de la información (áreas corticales post-rolándicas); y (3) programación, control y verificación de la actividad, lo cual depende de la actividad de la Corteza Prefrontal (Luria, 1970; en Ardila y Ostrosky-Solís, 2012).

Es dentro de la Corteza Prefrontal donde se ha encontrado una mayor relación de las Funciones Ejecutivas, ya que se conoce que éstas tienen mayor jerarquía en el desarrollo evolutivo, lo que nos habla de que podrían ser las responsables del pensamiento complejo, este punto se desarrolla en el siguiente sub-capítulo que es la anatomía funcional de las Funciones Ejecutivas, a continuación se darán algunas definiciones de las Funciones Ejecutivas.

Las Funciones Ejecutivas (FE) son un conjunto de habilidades implicadas en la generación, la supervisión, la regulación, la ejecución y el reajuste de conductas adecuadas para alcanzar objetivos complejos, especialmente aquellos que requieren un abordaje novedoso y creativo (Gilbert y Burgess, 2008; Lezak, 2004; en Verdejo y Bechara, 2010).

Lezak (1987; en Tirapu-Ustárrroz, et al, 2002) es el primero que nombra el término de Funciones ejecutivas, y las define como las capacidades mentales esenciales para llevar a cabo una conducta eficaz, creativa y aceptada socialmente.

Según Marino (2010) FE es un concepto que describe un conjunto de funciones susceptibles de ser clasificadas de acuerdo a criterios conductuales, cognitivos y neuroanatómicos, tales como planificación, monitoreo y memoria de trabajo, cuya finalidad es permitir la adaptación de una persona a su medio ambiente y ajustar su comportamiento en torno a objetivos, seleccionando acciones y pensamientos que trascienden e integran temporalmente la información. A la vez, las FE mantienen una relación jerárquica con capacidades cognitivas como atención y memoria, ejerciendo un control de su funcionamiento para adecuarlo a las metas conductuales de las personas.

Principales Funciones Ejecutivas (Fuster, 2008):

1) Atención ejecutiva. Adopta tres formas complementarias:

- a) Set preparatorio
- b) Memoria de trabajo
- c) Control de la interferencia

2) Planeación. Combinación del set y la memoria prospectiva para el largo plazo

3) Toma de decisiones.

Mateer (1999; en Tirapu-Ustárrroz, et al, 2002) presenta el siguiente modelo clínico de las funciones ejecutivas.

DOMINIO	FUNCIÓN CUBIERTA
Iniciación y drive	Inicio de la conducta
Inhibición de la respuesta	Detención de la respuesta
Persistencia en la tarea	Mantenimiento de la conducta
Organización	Secuenciación y oportunidad (Timing) de la conducta
Pensamiento generador	Creatividad, fluencia, y solución de problemas
Darse cuenta (awareness)	Autoevaluación e insight

A pesar de la importancia de las FE en el funcionamiento cognitivo y conductual, se reconoce que se trata de un constructo teórico todavía no suficientemente validado. Aún no se ha realizado un esfuerzo por consensuar una función operativa que sea de utilidad en la clínica y en la investigación; se observa que cada autor “arrastra” el concepto hacia sus supuestos de partida (Tirapu-Ustárrroz, et al, 2002).

Ninguna de las FE pueden localizarse en áreas particulares de la Corteza Prefrontal, aunque hay ciertas áreas de dominancia para cada una de ellas. La dominancia depende, sin embargo, no de la función misma sino del contenido cognitivo particular (cognito o cognitos) con los que opera en un momento dado (Fuster, 2008).

El Córtex Prefrontal es la región cerebral con un desarrollo filogenético y ontogénico más reciente y, por ello, la parte del ser humano que más lo diferencia de otros seres vivos y que mejor refleja su especificidad; constituye

aproximadamente el 30% de la corteza cerebral. Desde un punto de vista funcional puede afirmarse que en esta región cerebral se encuentran las funciones cognitivas más complejas y evolucionadas del ser humano; se le atribuye un papel esencial en actividades tan importantes como la creatividad, la ejecución de actividades complejas, el desarrollo de las operaciones formales del pensamiento, la conducta social, la toma de decisiones y el juicio ético y moral. En esta línea, los tipos de déficit que –tanto en la clínica como en la investigación– se atribuyen a lesiones del Córtex Prefrontal incluyen una interacción de alteraciones emocionales, conductuales y cognitivas. Dentro de estas alteraciones en el funcionamiento cognitivo destacan los déficits ejecutivos (Tirapu-Ustárrroz, et al, 2002).

Tomando en consideración un Traumatismo Cráneo-Encefálico (TCE) como ejemplo de un déficit, ocasionado por una lesión, Sohlberg y Mateer (2001) encontraron que las alteraciones cognoscitivas posteriores a un TCE infantil son las mismas reportadas para los adultos: déficit de atención, concentración y memoria, y alteración de las funciones ejecutivas. Sin embargo hay diferencias importantes, principalmente el efecto llamado crecer con el déficit, es decir un niño que aparentemente se recupera bien de un TCE u otra lesión cerebral puede no manifestar déficit cognoscitivos ni conductuales sino hasta que es mayor. Recordando que los lóbulos frontales son la última región cerebral que se desarrolla y son el asiento de las funciones ejecutivas.

Debido a lo anterior se puede entender la idea sobre que las Funciones Ejecutivas, al ir a la par con los lóbulos frontales, manifiestan tanto los déficits como el desarrollo a la par.

3.1 Anatomía funcional de las Funciones Ejecutivas.

De los cuatro lóbulos, los frontales son los más grandes. Las áreas del Lóbulo Frontal están asociadas con toda una serie de procesos que van desde el control motor hasta Funciones Ejecutivas tan complicadas como la planificación y la toma de decisiones.

Es por eso que las FE se han relacionado en los Lóbulos Frontales, ya que son las estructuras cerebrales más desarrolladas hablando en evolución; es decir, son los Lóbulos Frontales los que diferencian al ser humano de los demás animales al ser los más desarrollados y encontrarse en esa zona los procesos cognitivos más elevados.

Si bien las funciones ejecutivas pueden estudiarse desde una aproximación puramente funcional, considerar su sustrato anatómico proporciona valiosa información respecto a su organización y funcionamiento. En términos anatómicos, la Corteza Prefrontal (CPF) ocupa un lugar privilegiado para orquestar las FE, puesto que es la región cerebral de integración por excelencia, gracias a la información que envía y recibe de virtualmente todos los sistemas sensoriales y motores (Munakata, Casey, & Diamond, 2004; en Lozano y Ostrosky-Solís, 2011).

La CPF comprende casi 30% del total de la corteza en humanos y es considerada como un área de asociación, es decir, integra la información proveniente de otras

regiones. Esta área representa la estructura neocortical más desarrollada en los seres humanos y se localiza en las superficies lateral, medial e inferior del lóbulo frontal. Se divide en tres regiones: Corteza Prefrontal Dorso-Lateral (CPF DL), Corteza Prefrontal Medial (CPF M) y Corteza Orbito-Frontal (COF) (Fuster, 2002; en Lozano y Ostrosky-Solís, 2011).

Las regiones menos evolucionadas desde el punto de vista filogenético: la Corteza Orbito-Frontal (COF) y la Corteza Fronto-Medial (CFM), se relacionan con el control conductual y afectivo; en tanto que la región con mayor evolución filogenético: la Corteza Prefrontal Dorso-Lateral (CPF DL), se relaciona principalmente con el control de procesos cognitivos complejos, como el pensamiento, el lenguaje, el control ejecutivo, entre otros más. Por último, las regiones más anteriores de la Corteza Prefrontal (CPF) soportan los procesos más desarrollados y exclusivamente humanos: la cognición social, la mentalización, el autoconocimiento y la metacognición (Flores y Ostrosky-Solís, 2008).

La corteza prefrontal presenta conexiones aferentes y eferentes hacia estructuras posteriores y subcorticales. La CPF DL mantiene conexiones aferentes con el hipocampo a través del fascículo uncinado y conexiones profusas con las áreas asociativas de la corteza occipital, parietal y temporal, y de manera más particular, con el cíngulo anterior que está involucrado con las emociones, con el enfrentamiento ante la incertidumbre y está conectado con los núcleos del tallo cerebral encargados del nivel de alerta y con el núcleo caudado (Lozano y Ostrosky-Solís, 2011).

Las tres subregiones de la corteza prefrontal (lateral, medial y orbital) mantienen conexiones entre sí y con el núcleo del tálamo anterior y dorsal, estructura de relevo de la información sensorial. La COF y CFM reciben aferencias desde el hipocampo e información acerca del estado fisiológico y motivacional del organismo a través del sistema límbico y en particular de la amígdala e hipotálamo (Lozano y Ostrosky-Solís, 2011).

La corteza frontal se encuentra estrechamente relacionada con las zonas de la región límbica y por medio de ésta con otros sistemas (como la amígdala). Debido a estas relaciones, la corteza frontal recibe información sobre los diversos cambios que se producen en el organismo y participa directamente en la regulación de los estados del mismo. Los cambios que se producen no sólo se deben a la aparición de nuevos estímulos que provocan reacciones de orientación, sino también a causa de la actividad de respuesta del propio organismo. Esta actividad de respuesta está coordinada por los lóbulos frontales, los cuáles relacionan la información acerca del mundo exterior con la información interna, constituyendo un sistema que permite regular la conducta del organismo basándose en la estimación de ambos parámetros (Flores, 2006).

Hasta este punto en la presente investigación se conoce como se piensa que está organizado el cerebro, y dentro de ésta organización, dónde y cómo se organizan las Funciones Ejecutivas. En el siguiente capítulo se darán algunas teorías en el desarrollo de las FE, partiendo de la teoría de Piaget sobre el desarrollo del niño, para tener un punto de comparación entre el desarrollo psicológico y lo que se ha observado en cuanto a la maduración del cerebro.

Capítulo 4. DESARROLLO DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS.

Hasta ahora se ha visto cuáles son las diferentes organizaciones corticales que se han propuesto dentro de la neuropsicología, así como el concepto y posible localización de las Funciones Ejecutivas. En este momento se mostrará cuál es el desarrollo de las Funciones Ejecutivas para saber en qué etapa se encuentran los niños del estudio.

Ya que las Funciones Ejecutivas son parte del crecimiento del niño, se tomará primero en cuenta el concepto del desarrollo en el niño desde el punto de vista de Piaget, ya que para comprender el estado madurativo de los niños participantes se debe tener un conocimiento sobre la etapa en la que se están desarrollando.

“El crecimiento mental es indisociable del crecimiento físico, especialmente de la maduración de los sistemas nerviosos y endocrinos que prosigue hasta alrededor de los 16 años(...) el niño ofrece un gran interés en sí mismo, se ha de añadir, en efecto, que también explica al hombre, en el mismo grado, y, a menudo más, que al contrario, pues, aunque el hombre lo eduque por medio de múltiples transmisiones sociales, todo adulto, incluso creador, ha comenzado, sin embargo, por ser un niño, tanto en los tiempos prehistóricos como en nuestros días.” (Piaget & Inhelder, 1997).

Según Piaget el desarrollo mental del niño aparece, en total, como una sucesión de tres grandes construcciones, cada una de las cuales prolonga la precedente, reconstruyéndola, ante todo, en un nuevo plano para sobrepasarla luego cada vez

más. Esto es verdad desde la primera, porque la construcción de los esquemas sensoriales prolonga y sobrepasa la de las estructuras orgánicas durante la embriogénesis. Luego, la construcción de las relaciones semióticas, del pensamiento y de las conexiones interindividuales interioriza esos esquemas de acción, reconstruyéndolos en ese nuevo plano de la representación; y los rebasa hasta constituir el conjunto de las operaciones concretas y de las estructuras de cooperación. Finalmente, desde el nivel de once-doce años, el pensamiento formal naciente reestructura las operaciones concretas, subordinándolas a nuevas estructuras, cuyo despliegue se prolongará durante la adolescencia y toda la vida posterior (con otras muchas transformaciones todavía). (Piaget & Inhelder, 1997).

Esa integración de estructuras sucesivas, cada una de las cuales lleva a la construcción de la siguiente, permite dividir el desarrollo en grandes períodos o sub-estadios, que obedecen a los siguientes criterios: 1) Su orden de sucesión es constante, aunque las edades promedio pueden variar de un individuo a otro, según sus grados de inteligencia, o de un ambiente social a otro. El desarrollo de los estadios puede, pues, dar lugar a retrasos o aceleraciones; pero el orden de sucesión persiste constante en los ámbitos (operaciones, etc.) en que puede hablarse de tales estadios; 2) Cada estadio se caracteriza por una estructura de conjunto, en función de la cual pueden explicarse las principales reacciones particulares. No puede bastarnos una referencia a éstas, ni se limitará a invocar el predominio de tal o de cual carácter (como en el caso de los estadios de Freud o de Wallon); 3) Esas estructuras de conjunto son integrativas y no se sustituyen unas a otras: cada una resulta de la precedente, integrándola como estructura

subordinada, y prepara la siguiente, integrándose antes o después en ella. (Piaget & Inhelder, 1997).

Con esto Piaget menciona cuatro factores generales para la evolución mental. Los cuales son incluyentes entre sí y ninguno puede explicar por sí solo el desarrollo y aprendizaje del niño: (Piaget & Inhelder, 1997).

- 1) El primer factor importante es el crecimiento orgánico y especialmente la maduración del complejo formado por el sistema nervioso y los sistemas endocrinos. No hay duda, en efecto, de que cierto número de conductas dependen, más o menos directamente, de los principios del funcionamiento de algunos aparatos o circuitos. Pero si la maduración orgánica constituye indudablemente un factor necesario que desempeña un papel indispensable en el orden invariable de sucesión de los estadios, no explica todo el desarrollo y sólo representa un factor entre los otros.
- 2) Un segundo factor fundamental es el papel del ejercicio y de la experiencia adquirida en la acción efectuada sobre los objetos (por oposición a la experiencia social). Este factor es también esencial y necesario hasta en la formación de las estructuras lógico-matemáticas. Pero es un factor complejo y que no lo explica todo, pese a lo que se llama empirismo. Es complejo porque hay dos tipos de experiencia: *a)* la experiencia física, que consiste en actuar sobre los objetos para abstraer sus propiedades (p. ej., comparar dos pesos independientemente de los volúmenes); *b)* la experiencia lógico-matemática, que consiste en actuar sobre los objetos, pero con la finalidad de conocer el resultado de la coordinación de las

acciones (p. ej., cuando un niño de cinco-seis años descubre empíricamente que la suma de un conjunto es independiente del orden espacial de los elementos o de su enumeración).

- 3) El tercer factor fundamental, pero de nuevo insuficiente por sí solo, es el de las interacciones y transmisiones sociales. Aunque necesario y esencial, este factor es insuficiente por las mismas razones que se acaban de recordar respecto a la experiencia física. Pero incluso en el caso de las transmisiones en que el sujeto parece el más receptivo, como la transmisión escolar, la acción social es ineficaz sin una asimilación activa del niño, lo que supone instrumentos operatorios adecuados.
- 4) Pero tres factores dispares no forman una evolución dirigida y con dirección tan sencilla y regular como la de nuestras tres grandes estructuras sucesivas. Dado el papel del sujeto y de las coordinaciones generales de la acción en esta evolución, podría entonces pensarse en un plan preestablecido de un modo apriorístico o según una finalidad interna. Pero un plan *a priori* sólo podría realizarse biológicamente por los mecanismos de lo innato y de la maduración; y ya se ha observado su insuficiencia para explicar todos los hechos. En cuanto a la finalidad, es una noción subjetiva; y una evolución dirigida (es decir, que sigue una dirección, y nada más) no supone necesariamente un plan preestablecido.

Una vez que se entienden los cuatro factores que Piaget ofrece para el desarrollo de los niños sólo resta complementar la idea haciendo notar que los niños con los que se trabajó tenían una edad alrededor de los 9 y 12 años, y según la teoría de

Piaget, la etapa en la que se encuentran dichos niños es la etapa de las operaciones concretas. Dicha etapa ocurre en un promedio de edad de entre 7 a 11 años. Durante los años de primaria, el niño empieza a utilizar las operaciones mentales y la lógica para reflexionar sobre los hechos. Por ejemplo, si se le pide ordenar cinco palos por su tamaño, los comparará mentalmente y luego extraerá conclusiones lógicas sobre el orden correcto sin efectuar físicamente las acciones correspondientes. Esta capacidad de aplicar la lógica y las operaciones mentales le permite abordar los problemas en forma más sistemática que un niño que se encuentre en la etapa preoperacional.

De acuerdo con Piaget, el niño ha logrado varios avances en la etapa de las operaciones concretas. Primero, su pensamiento muestra menor rigidez y mayor flexibilidad. El niño entiende que las operaciones pueden invertirse o negarse mentalmente. Es decir, puede devolver a su estado original un estímulo como el agua vaciada en una jarra de pico, con sólo invertir la acción. Así pues, el pensamiento parece menos centralizado y egocéntrico. El niño de primaria puede fijarse simultáneamente en varias características del estímulo. En lugar de concentrarse exclusivamente en los estados estáticos, ahora está en condiciones de hacer inferencias respecto a la naturaleza de las transformaciones. Finalmente, en esta etapa ya no basa sus juicios en la apariencia de las cosas. (Meece, 2000)

En esta etapa se aprecian distintos desarrollos en los niños, como la seriación, la clasificación y la conservación. La seriación es la capacidad de ordenar los objetos en progresión lógica. La capacidad de coordinar simultáneamente dos elementos de información se desarrolla gradualmente en los primeros años de primaria. Los

niños de mayor edad pueden construir mentalmente relaciones entre los objetos. Saben inferir la relación entre dos, si conocen su relación con un tercero; esto es la regla lógica de la transitividad. Además de la seriación, Piaget pensaba que las habilidades de clasificación son indispensables para la aparición de las operaciones concretas. La clasificación es una manera en que el niño introduce orden en el ambiente al agrupar las cosas y las ideas a partir de elementos comunes. Piaget describió dos tipos de sistemas taxonómicos que surgen durante los años intermedios de la niñez: la clasificación matricial y la clasificación jerárquica. La clasificación matricial consiste en clasificar los objetos a partir de dos o más atributos, a los 8 o 9 años de edad, demostrarán la capacidad de clasificar objetos utilizando simultáneamente dos dimensiones. La capacidad de clasificarlos atendiendo a dos dimensiones requiere además la reversibilidad del pensamiento. Esta capacidad de invertir mentalmente una operación limite al niño, ejemplo: un objeto con una dimensión (el color) y luego reclasificarlo con otra (forma o tamaño). Los niños mayores de primaria logran resolver este problema, porque su pensamiento está adquiriendo mayor flexibilidad. En los años subsecuentes de la primaria, el niño comienza a utilizar los sistemas de clasificación jerárquica para poner orden en su ambiente. El niño comienza a entender las relaciones jerárquicas en la etapa de las operaciones concretas. De acuerdo con la teoría de Piaget, la capacidad de razonar sobre los problemas de conservación es lo que caracteriza a la etapa de las operaciones concretas. La conservación consiste en entender que un objeto permanece igual a pesar de los cambios superficiales de su forma o de su aspecto físico. Durante esta base el niño ya no basa su razonamiento en el aspecto físico de los objetos. Reconoce

que un objeto transformado puede dar la impresión de contener menos o más de la cantidad en cuestión, pero que tal vez no la contenga. En otras palabras, las apariencias a veces resultan engañosas. En opinión de Piaget, los niños se sirven de tres operaciones mentales básicas para efectuar las tareas de conservación: negación, compensación e identidad. Entre los 7 y 11 años de edad, el niño aprende las operaciones mentales necesarias para reflexionar sobre las transformaciones representadas en los problemas de conservación. Estará en condiciones de realizar la abstracción reflexiva, cuando para razonar lógicamente respecto al número y el volumen sin que lo confundan las apariencias físicas. Entonces podrá distinguir entre las características invariables de los estímulos (peso, número o volumen, por ejemplo) y la forma que el objeto aparece ante su vista.

Ya que se ha expuesto que durante el desarrollo puede haber aceleraciones o retrocesos en cada individuo dependiendo de los ya mencionados factores, por lo que a esta edad no se debería encontrar mucha diferencia entre los niños en cuanto a su edad.

Tomando en cuenta, de igual forma, la teoría del desarrollo infantil de Erick H. Erickson (Maier, 2000), el niño a la edad de entre los 7 y 11 años trata de dominar sentimientos de inferioridad utilizando diligentemente todas las oportunidades de aprender, haciendo y experimentando con los rudimentarios conocimientos requeridos por su cultura. A esta edad, el niño evita el fracaso casi a cualquier precio. En esencia todas las actividades y sentimientos reflejan esfuerzos competitivos, más que autónomos. Aunado a esto, en la siguiente etapa descrita

por Erickson, menciona que no se puede separar el crecimiento personal del cambio social, ni se puede separar la crisis de identidad en el desarrollo histórico, porque los dos aspectos contribuyen a su mutua definición y realmente dependen uno del otro.

Se ha mencionado el carácter social de la teoría de Erickson ya que se debe tomar en cuenta que el niño, como lo mencionó Piaget, tiene que desarrollarse en los cuatro factores, en este caso Erickson da un punto importante, que son los sentimientos, ya que son los sentimientos quienes podrían frenar o viceversa, adelantar, el desarrollo del niño.

Una vez que se ha tenido una mejor visión sobre lo que se espera en el desarrollo del niño en general, se revisará a continuación el desarrollo, en particular, de las Funciones Ejecutivas.

Comenzando con el desarrollo del cerebro en los niños, se conoce que los cambios en la arquitectura del sistema nervioso y en el desarrollo cognitivo ocurren de manera concurrente a través del crecimiento del niño (Diamond, 2002; en Lozano y Ostrosky, 2011). Las funciones ejecutivas, *filogenéticamente*, se desarrollan durante la infancia y la adolescencia en paralelo a los cambios madurativos que moldean la corteza prefrontal y sus conexiones con el resto del cerebro (Stuss, 1992; en Bausela, 2005). Así mismo, su desarrollo está modulado por la adquisición previa de otras habilidades cognitivas con las que mantiene una estrecha relación, como la atención o la memoria (Borkowski y Burke, 1996; en Bausela, 2005). Esta lentitud en su desarrollo (Dennis, Wilkinson, Koski y Humphreys, 1995; en Bausela, 2005), así, como la amplia distribución de los

circuitos que las sustentan (Luciana y Nelson, 1998; en Bausela, 2005), hace que las funciones ejecutivas resulten especialmente frágiles durante la infancia y la adolescencia. (Bausela, 2005).

La niñez se caracteriza por ser una etapa en la que se advierte un desarrollo acelerado de las funciones ejecutivas, el cual no se considera lineal, si no que atraviesa etapas o periodos de aceleración que estarían asociados a los cambios tanto estructurales como funcionales del sistema nervioso central y de manera más específica, a los de la CPF (Diamond, 2002; en Lozano y Ostrosky, 2011). Las FE, que soporta la CPF, son las operaciones cognitivas que más tardan en desarrollarse ontogenéticamente. Los lóbulos frontales continúan evolucionando hasta la tercera década de la vida, según lo indicado por el aumento de mielina (aumento de sustancia blanca) y la pérdida de materia gris cortical que permiten una comunicación más eficiente entre diferentes áreas del cerebro (Tsujiimoto, 2008; en Lozano y Ostrosky, 2011).

La CPF sufre uno de los períodos más largos de desarrollo de cualquier región del cerebro, teniendo más de dos décadas para alcanzar su plena madurez en el ser humano.

Las funciones dependientes del córtex prefrontal dorsolateral comienzan a adquirirse entre los 6 y los 12 meses de edad y siguen un curso de desarrollo posnatal que continúa hacia la adultez (Diamond, 2002; en Arán, 2011).

Los procesos de maduración cerebral que comienzan en la temprana infancia se prolongan incluso hasta la posadolescencia. Mediante estudios de neuroimágenes

se ha registrado un crecimiento lineal del volumen de la sustancia blanca desde la infancia hasta la adultez y cambios regionales no lineales en la densidad de la sustancia gris cortical, con un aumento durante la infancia y la prepubertad seguido de una pérdida durante la pospubertad. Así mismo, se han informado cambios en los procesos de mielinización cerebral, en las conexiones interhemisféricas y en el metabolismo cerebral (Arán, 2011).

Fuster (2001; en Silva y Alvarado, 2013), señala que las redes ubicadas en el área prefrontal lateral están relacionadas con la creación de esquemas, planes y conceptos de acción. Por medio de estudios de neuroimagen funcional, se ha encontrado que las porciones dorsolaterales de la corteza prefrontal son las áreas principales que se encuentran involucradas en los procesos de planeación. Newman, Carpenter, Varma y Just (2003; en Silva y Alvarado, 2013) encontraron que con la TOL^{DX} se puede evaluar tanto las regiones derechas como izquierdas involucradas en esta tarea. La corteza prefrontal derecha está más implicada en la construcción del plan para la resolución de la tarea, en tanto que la izquierda está más asociada con el control del proceso (o en la supervisión en la ejecución del plan).

Entre los 6 y los 8 años los niños adquieren la capacidad de autorregular sus comportamientos y conductas, pueden fijarse metas, anticiparse a los eventos sin depender de las instrucciones externas, aunque aún está presente cierto grado de descontrol e impulsividad. Los procesos de maduración comprenden una multiplicidad de elementos tales como la mielinización, el crecimiento dendrítico, el

crecimiento celular, el establecimiento de nuevas rutas sinápticas y la activación de sistemas neuroquímicos. (Vygotsky, 1934; en Bausela, 2005).

En este punto de la investigación se ha logrado comprender como el desarrollo de las Funciones Ejecutivas van a la par de lo que se ha descrito con la maduración de la corteza Prefrontal, con lo cual se puede apreciar una relación entre esta zona cerebral y los conceptos descritos de las FE. Para el siguiente capítulo se abordará lo que es un test neuropsicológico, como se desarrolla, para qué sirve y por último se abordará la “Torre de Londres DrexelUniversity” que es la prueba central de esta investigación.

Capítulo 5. TESTS NEUROPSICOLÓGICOS.

En este capítulo se abordarán los tests neuropsicológicos comenzando con lo que es un test psicológico en general. Posteriormente se abordará la prueba central de la presente investigación que es la “Torre de Londres Drexel University”.

Para la psicología, se ha vuelto importante comprender la forma en que una persona se comporta y cómo piensa, así, se han desarrollado distintas técnicas y pruebas que intentan predecir ambas o sólo una actividad.

“Los tests psicológicos se construyen para medir los atributos o variables psicológicas (...), es decir, características particulares de los objetos de medición” (Tornimbeni, Pérez y Fernández, 2004).

Las variables que miden los test psicológicos son los atributos de una persona como la inteligencia, la estabilidad emocional o la autoestima, no es a la persona “per se” lo que se mide sino atributos, es decir, características particulares de los objetos de medición.

Las operaciones de medición en psicología son casi siempre indirectas, vale decir, suponen la elección de los indicadores operacionales del fenómeno a medir puesto que la mayoría de las variables psicológicas no son observables directamente (Tornimbeni, Pérez y Fernández, 2004). De acuerdo a lo expresado anteriormente, la medición posee algunos supuestos (Herrera Rojas, 2000; en Tornimbeni, Pérez y Fernández, 2004):

1. Se miden propiedades de los objetos de medición y no los objetos como tal.

2. Las propiedades de los objetos existen independientemente de que sean o no medidas.
3. El resultado de la medición es un valor observado de la magnitud de la propiedad que no coincide con su valor real y, en consecuencia, se mide con un margen de error.

Los tests psicológicos son herramientas que se utilizan para obtener una idea acerca del comportamiento y la cognición de una persona, hasta tratar de encontrar una generalidad; basada en los puntajes obtenidos y la relación tanto de la personalidad como del medio social en que se encuentra.

En la neuropsicología el conocimiento de cómo se comportan las personas antes y después de una lesión cerebral es el punto clave para conocer cuáles son las áreas cerebrales involucradas y en qué proceso mental.

Es más fácil conocer el comportamiento que una cognición, y este a su vez es más fácil que una emoción, es por eso que los tests neuropsicológicos son más fáciles de comprender cuando se habla de una conducta que un pensamiento o un sentimiento.

También es importante conocer la diferencia entre la aplicación de pruebas o test neuropsicológicos y una evaluación neuropsicológica. La evaluación comprende una serie de fases que empiezan con la entrevista inicial y la recopilación de informes y termina con la emisión del informe y la información al paciente. Una de esas fases es la administración de pruebas neuropsicológicas. Sin embargo, el objetivo de la evaluación es obtener la información necesaria para contestar las

preguntas de evaluación y esto se debe hacer con pruebas neuropsicológicas, con entrevista, con autorregistros, con cuestionarios o con cualquier procedimiento que proporciona información fiable y válida. Por tanto, que las pruebas neuropsicológicas sean el procedimiento más frecuentemente utilizado durante la evaluación no nos puede llevar a reducir la evaluación neuropsicológica a la administración de pruebas neuropsicológicas (...) La interpretación de las pruebas desde los modelos científicos neuropsicológicos es lo que diferencia la evaluación neuropsicológica y al neuropsicólogo de las demás profesionales (Pérez, 2012).

La neuropsicología es una disciplina científica y clínica que estudia la relación entre las estructuras y el funcionamiento del sistema nervioso central y los procesos cognitivos-conductuales en un individuo particular o en un grupo de individuos, analiza las lesiones, el daño o el funcionamiento normal y/o anómalo en las estructuras. Su aplicación comprende tanto las áreas clínica y experimental como el desarrollo de procesos teóricos.

Tal como señalan Montañés y Brigard (2008) los objetivos primordiales de la neuropsicología son tres:

- 1) Desde el punto de vista clínico, el diseño de baterías de diagnóstico de daño cerebral.
- 2) A nivel teórico, el establecimiento de una correlación entre las áreas cerebrales que subyacen a las funciones psicológicas.
- 3) A nivel práctico, el desarrollo de procedimientos de rehabilitación.

La evaluación neuropsicológica es un proceso que, como su nombre lo indica, estudia las manifestaciones psicológicas de las alteraciones cerebrales.

La evaluación neuropsicológica de los procesos cognitivos que soportan los lóbulos frontales, entre ellos las funciones ejecutivas, continúa siendo un reto en el medio profesional y de investigación dentro del área de la neuropsicología. La diversidad y complejidad de estas funciones imponen un importante desafío a los investigadores y profesionales del área, ya que se enfrentan a las preguntas: ¿qué funciones evaluar? Y ¿cómo hacerlo? Se suma a lo anterior la falta de pruebas adaptadas y estandarizadas a la población mexicana (Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008).

El problema de la evaluación neuropsicológica en México, es que existen muy pocas pruebas desarrolladas o estandarizadas para esta población. Los procesos cognitivos soportados por la CPF, como las FE, se caracterizan por presentar una importante diversidad en sus alteraciones, ya que el desarrollo de los sujetos puede afectarse en diversas áreas por separado (Samango-Sprouse, 1999; en Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008), por lo que diversas patologías del desarrollo pueden afectar diferentes FE (Zelazo y Muller, 2002; en Flores, Ostrosky-Solís y Lozano, 2008).

Con base en la información que se ha proporcionado en este capítulo se logra comprender la necesidad de desarrollar y adaptar diversas pruebas para llevar a cabo una evaluación más precisa de las conductas humanas, también cómo es que se lleva a cabo este proceso, a continuación se hablará en específico de la prueba Torre de Londres Drexel University (TOL^{DX}).

Capítulo 5.1. Torre de Londres Drexel University (TOL^{DX})

En el presente capítulo se abordará de manera detallada la prueba que se utilizó en este trabajo para llevar a cabo la estandarización de la misma; se mostrarán los datos de la estandarización original y algunas investigaciones que han utilizado la prueba Torre de Londres Drexel University.

La Torre de Londres Drexel University (TOL^{DX}) es un instrumento neuropsicológico de administración individual diseñado para evaluar la resolución de problemas de orden superior, específicamente la habilidad para la planeación ejecutiva en niños y adultos.

Basado en la Torre de Hanoi (TOH), Shallice en 1982 desarrolla la Torre de Londres para evaluar la capacidad de orden superior en la resolución de problemas, específicamente la ejecución de las habilidades de planeación (Koppenol-Gonzalez, Bouwmeester y Boonstra, 2010).

Aunque similar a la Torre de Londres desarrollada por Shallice para la evaluación de pacientes adultos con daño en lóbulos frontales, la TOL^{DX} presenta modificaciones en administración y puntuación. Estas modificaciones fueron realizadas para optimizar la utilidad clínica, aplicabilidad y estandarización de la prueba para poblaciones infantiles y adultas, los mayores cambios incluyen la eliminación de repetición de ensayos para problemas fallados, la introducción de problemas de configuración en 6 y 7 movimientos, y una selección empírica de estos problemas. El primer cambio fue realizado para mantener la novedad del estímulo, una característica de la tarea necesaria para el reclutamiento de

planeación ejecutiva, mientras que la segunda modificación se llevó a cabo para incrementar la sensibilidad de la medición del funcionamiento ejecutivo en diferentes edades. El tercer cambio se realizó para evaluar el rango de habilidad de funcionamiento ejecutivo que caracterizan a las poblaciones infantil y adulta (Culbertson & Zilmer; 2005).

Los avances en investigación neuropsicológica y otras disciplinas afines han mostrado que la planeación ejecutiva aparece temprano en la niñez y continúa desarrollándose a través de la adolescencia y la adultez. La disfunción en la planeación ejecutiva ha sido implicada en numerosas alteraciones adquiridas y de desarrollo, sugiriendo que puede ser de significancia etiológica y un objetivo importante dentro del diseño del plan de rehabilitación (Culbertson & Zilmer; 2005).

El valor de la TOL^{DX} como una medida de planeación ejecutiva se relaciona con sus demandas en la resolución novedosa y anticipatoria de problemas. El desempeño exitoso implica la planeación de movimientos secuenciales y recursivos que son ejecutados, monitoreados y modificados en relación con un plan general de acción, con las restricciones de problema y con la retroalimentación de los fallos (Culbertson & Zilmer; 2005).

La TOL^{DX} es útil para delinear la trayectoria de desarrollo de funciones ejecutivas frontales en niños y disfunción de procesos ejecutivos frontales en adultos. La TOL^{DX} ha contribuido a la identificación y entendimiento de la función de los lóbulos frontales en alteraciones infantiles adquiridas y de desarrollo (Culbertson&Zilmer; 2005).

La TOL^{DX} es un instrumento diseñado para evaluar la solución de problemas complejos, específicamente habilidades de planeación. La planeación involucra la habilidad para conceptualizar y anticipar un cambio, responder objetivamente, generar y seleccionar alternativas y mantener la atención. Además, en esta prueba se considera que los lóbulos prefrontales y su interacción cortico-subcortical se encuentran involucradas en la planeación (Castañeda et. al., 2009).

La TOL es una prueba clásica para evaluar las habilidades de planeación. Como otros estudios sugieren, la edad y la educación están relacionadas con el desempeño de tareas. El desarrollo de datos normativos adecuados es esencial para la evaluación cognitiva en el entorno clínico. Cuando es necesaria una caracterización precisa del rendimiento de la ejecución/planificación, como en la evaluación de las diferentes enfermedades como la demencia, los trastornos neuropsiquiátricos, y el deterioro cognitivo leve, datos estratificados por factores sociodemográficos como la edad y la educación permiten una interpretación más precisa del rendimiento de la prueba y la hipótesis de pruebas neuropsicológicas en el entorno clínico (Jardim de Paula et. al., 2012).

Una investigación con la TOL^{DX} realizada por García-Villamizar y Dattilo (2011) demuestra el uso de la TOL^{DX} como herramienta para identificar las funciones ejecutivas; ellos utilizaron la prueba para determinar los “efectos sociales y clínicos de un programa de ocio para adultos con trastorno del espectro autista”; se observa en dicha investigación que el programa es funcional en la mejora de las funciones ejecutivas ya que se nota una alza de respuestas correctas significativas

en los datos obtenidos con la TOL^{DX}, sobre todo refiriéndose a las habilidades de planeación.

Una investigación con la TOL^{DX} en Atlanta (Baker, Kiefel y Burns; 2008), sobre una comparación de los reportes otorgados por los padres y maestros y las pruebas utilizadas para el diagnóstico de una disfunción ejecutiva, para así dar a conocer que ambos son igual de necesarios para el correcto diagnóstico; encontraron en su investigación que efectivamente hay una correlación mínima entre estos dos datos; en esta investigación se utiliza la TOL^{DX} para llevar a cabo la comparación, ya que es muy útil en el aspecto de la evaluación de las FE.

Se ha utilizado la TOL^{DX} en distintas investigaciones fuera de México, comprobando su efectividad, sin embargo, en México hay pocas investigaciones ya que aún no se ha logrado realizar la validación de la prueba para la cultura mexicana.

Aun así, Silva y Alvarado (2011) utilizaron la TOL^{DX} para realizar una investigación sobre la “flexibilidad cognitiva y planificación en mujeres con riesgo de trastornos de la conducta alimentaria”; argumentando que utilizarían la TOL^{DX} aunque no esté validada en México ya que “para esta prueba el contenido cultural no afecta los resultados ya que depende de la madurez cerebral” (Peña, Gramunt y Gich, 2004; en Silva y Alvarado; 2011).

La investigación de Silva y Alvarado (2011) pretende demostrar si los problemas cognitivos anteceden a los problemas de desórdenes alimentarios, mencionan utilizar la TOL^{DX} ya que pretenden medir el funcionamiento ejecutivo, encontraron

en sus resultados que las mujeres con riesgo de trastorno de la conducta alimentaria cursan con fallas neuropsicológicas, específicamente en la planificación y la flexibilidad cognitiva.

Los resultados con la TOL^{DX}, en la investigación de Silva y Alvarado (2011), permiten aseverar que las personas del grupo con conductas de riesgo que fueron evaluadas tienen dificultades en la planificación de habilidades ejecutivas, específicamente en la delineación, organización e integración de comportamientos necesarios para operar un intento o alcanzar un objetivo, dado que este grupo no logró analizar los movimientos de forma secuencial y recurrente; ejecutarlos supervisarlos, y modificarlos conforme a un plan total de acción, o anticiparse o generar alternativas, todo lo cual se gesta en las regiones dorsolaterales de la corteza prefrontal; mencionan las autoras.

Lo que demuestra que es importante seguir con el proceso de validación, ya que se pueden distinguir y hasta prevenir distintos problemas en las áreas que dicha prueba mide.

Existe otra investigación en México con la TOL^{DX}, la realizada por Castañeda et al. (2009) donde se utiliza para observar las funciones ejecutivas en adolescentes con Trastorno Bipolar Pediátrico (TBPP); en dicha investigación se encontraron “deficiencias en las funciones ejecutivas que involucran la planeación y la memoria del trabajo al obtener bajos puntajes en el (...) total de movimientos, violación a la regla y tiempo de ejecución”.

Castañeda et al. (2009) mencionan que “es importante señalar que no se encuentran afectadas todas las capacidades para la solución de problemas complejos en el TBPP. Los adolescentes con TBPP no muestran diferencias en (...) las variables de violación de tiempo, tiempo de inicio, tiempo de solución y número de respuestas correctas”.

La TOL^{DX} es útil para evaluar el desarrollo de las Funciones Ejecutivas en niños escolares, sin embargo, es necesario conocer si el orden de los reactivos propuestos por el autor, guardan la misma relación de dificultad en la población infantil mexicana. Ya que no se han encontrado muchas investigaciones con la TOL^{DX} en México, enfocadas a la relación de la TOL^{DX} con diversos trastornos psicológicos en niños, se propone como objetivo de esta investigación hacer el análisis del grado de dificultad de los reactivos y su correlación con el grado escolar.

Las pruebas neuropsicológicas son instrumentos que a lo largo del desarrollo de la neuropsicología han ayudado a comprender la relación del daño cerebral con las funciones psicológicas, tal como se explica anteriormente, es por eso que se trabaja en la validación de dichas pruebas para la población en México. Con el respaldo del Proyecto Neuronorma-Mx (Villa et al. 2013), del cual forma parte la presente investigación, se busca realizar una validación de la prueba “Torre de Londres DrexelUniversity (TOL^{DX})” dentro de la población mexicana. Aclarando por supuesto, que esta investigación está enfocada primordialmente en el orden de los reactivos de dicha prueba, por lo que algunos otros datos obtenidos serán explicados en otras investigaciones parte de dicho proyecto.

La importancia de conocer el orden de los reactivos para la validación de la Torre de Londres Drexel University, es tener una mejor estandarización en la población mexicana, es decir, obtener mayor confiabilidad en la estandarización para lograr una prueba apta en la población mexicana.

Capítulo 6. METODOLOGÍA

6.1. Planteamiento del Problema.

Vygotsky (1934, en Bausela, 2005) señala que entre la edad de 6 y 8 años los niños adquieren la capacidad de autorregular sus comportamientos y conductas, pueden fijarse metas, anticiparse a los eventos sin depender de instrucciones externas. De acuerdo con diversos autores, esta capacidad de planeación puede ser evaluada por pruebas psicológicas. Una de ellas es la TOL^{DX}, que cuenta con 10 reactivos con diferente grado de dificultad. Aunque la TOL^{DX} se ha convertido en la prueba más utilizada en distintos países, en México son escasos los estudios que la han validado. Acorde con el grado de madurez de la corteza prefrontal, se planteó la siguiente interrogante:

¿Cómo influye la escolaridad en la habilidad de planeación ejecutiva?

6.2. Objetivo.

Por lo tanto el objetivo del estudio fue:

Objetivo general:

Determinar el grado de dificultad de los reactivos de la TOL^{DX}, de acuerdo al desarrollo escolar de los niños escolares en la Ciudad de México.

Objetivos específicos:

- a) Aplicar la prueba TOL^{DX} en escolares de la Ciudad de México
- b) Comparar los resultados obtenidos con el nivel de escolaridad.
- c) Contrastar los hallazgos con los reportados con los autores de la prueba TOL^{DX}.

6.3. Hipótesis.

Si son niños de 6º grado, entonces el número de movimientos será menor en los primeros 5 reactivos para la habilidad de planeación.

Ha: A mayor escolaridad, menor número de movimientos.

Ho: A mayor escolaridad, igual o mayor número de movimientos.

6.4. Variables.

VI: Escolaridad.

Definición conceptual: Conocida también como formación escolar, es el “proceso que abarca muchos años y tiene por objetivo la educación y la instrucción del individuo desde la edad infantil hasta la madurez, estimada en términos de desarrollo de las funciones intelectuales y de maduración de la personalidad (Galimberti, 2007).

Definición operacional:

Nivel de enseñanza básica.

a) Cuarto grado

b) Quinto grado

c) Sexto grado.

VD: Habilidad de planeación ejecutiva.

Definición conceptual: Es la capacidad de la persona para la resolución ejecutiva de problemas, inhibición de conducta y control de impulsos, control atencional, flexibilidad cognitiva, razonamiento conceptual-abstracto y la adherencia a reglas de comportamiento (Culbertson & Zillmer, 1999).

Definición operacional: Número de movimientos que el niño requiere para resolver los problemas de la prueba TOL^{DX}.

6.5. Diseño Experimental.

Diseño transversal correlacional de 3 grupos, indicados a continuación:

Grupo de comparación 1: niños de 4º grado.

Grupo de comparación 2: niños de 5º grado.

Grupo de comparación 3: niños de 6º grado.

6.6. Participantes.

Tabla 2. Número de participantes por grado escolar y sexo.

GRADO	SEXO	Número de participantes	Porcentaje	Media de edad
4	Femenino	22	59.4%	9.5
	Masculino	15	40.5%	
	Total	37	26.2% del total	
5	Femenino	30	50.8%	10.89
	Masculino	29	49.1%	
	Total	59	41.8% del total	
6	Femenino	30	66.6%	11.22
	Masculino	15	33.3%	
	Total	45	31.9% del total	
Total	Femenino	82	58.1%	11.03
	Masculino	59	41.8%	
	Total	141	100%	

Se trabajó con 141 participantes conformando tres grupos; el grupo 1: alumnos de 4º grado, 37 alumnos; el grupo 2: alumnos de 5º grado, 59 alumnos, y el grupo 3: alumnos de 6º grado, 45 alumnos; del total 58.1% son niñas y 41.8% niños, de una escuela primaria ubicada en el norponiente de la Ciudad de México. Los participantes seleccionados, con un rango de edades entre 9 a 12 años y una media de 11.03 años. En la escuela seleccionada se solicitó el permiso de consentimiento informado por parte de la dirección donde se autorizó para llevar a cabo el estudio, y ésta a su vez requirió la carta de consentimiento informado por los niños y sus padres.

6.7. Instrumento.

Se aplicó la prueba “Torre de Londres Drexel University” (TOL^{DX}, Culberston & Zillmer, 1999). Instrumento neuropsicológico de administración individual diseñado para evaluar la resolución de problemas de orden superior, específicamente la habilidad para la planeación ejecutiva, en niños y adultos (Apéndice I, protocolo de registro).



Fig. 2 Manual del aplicador, 2 tableros y protocolos de registro de la TOL^{DX}.

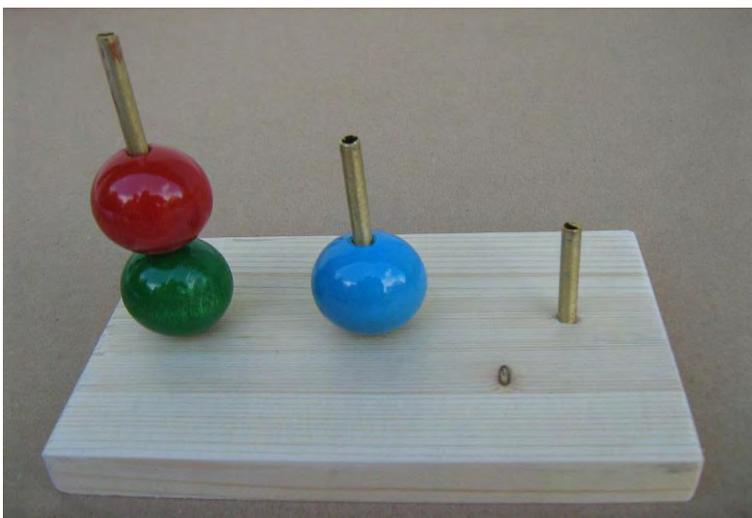


Fig. 3 Tablero o torre utilizada en la aplicación de la prueba.

La TOL^{DX} es sensible para las siguientes funciones neuropsicológicas: Resolución ejecutiva de problemas y planeación; inhibición de conducta y control de impulsos; control atencional; flexibilidad cognitiva; razonamiento conceptual-abstracto y adherencia a regla de comportamiento.

Culbertson & Zillmer, (1999) señalan las siguientes características psicométricas:

1) La validez de criterio se investigó de diferentes maneras. Primero se estudiaron las intercorrelaciones en las puntuaciones de la TOL^{DX} con otras pruebas neuropsicológicas. Los estudios revelaron intercorrelaciones altamente significativas entre la TOL^{DX} y otras pruebas ejecutivas en las muestras de estudiantes y niños con TDAH. Segundo, se contrastaron los desempeños del grupo control de niños normales con el de niños con TDAH. Se halló que el grupo control mostró una capacidad significativamente mayor de desempeño en planeación que el grupo de niños con TDAH. Específicamente el grupo de grupos normales utilizaron menos movimientos en la resolución de los problemas, en menor tiempo y cometiendo menos violaciones a la regla.

2) El análisis factorial del desempeño de niños con TDAH en pruebas neuropsicológicas apoyó el diseño de un modelo de 5 factores. Se encontró que la TOL^{DX} se comporta igual que otras medidas ejecutivas y tiene el más alto peso de las medidas ejecutivas representadas como carga factorial. La prominencia de la TOL^{DX} sugiere que es una medida significativa de resolución de problemas de orden superior, y que puede ser una medida más sensible de planeación ejecutiva

que otras pruebas para evaluar funcionamiento de Lóbulos Frontales.

3) Índice de Confiabilidad: La confiabilidad Test-Retest se llevó a cabo con una muestra de niños con TDAH de edades entre 7 y 10 años, realizándose luego de un intervalo promedio de 20 días, considerado aceptable para violaciones en puntuaciones de tiempo y movimientos. Se encontraron correlaciones dentro del rango de moderadas a altas (Los datos antes mencionados se encuentran en el manual de aplicación de Culbertson & Zillmer, 1999).

6.8. Material.

- Un Manual del Evaluador.
- 2 tableros (Uno para el Sujeto y el otro para el Evaluador; también se conocen como *Torres*). Los tableros están hechos de madera de acuerdo a dimensiones estandarizadas. Cada tablero cuenta con tres pivotes de distintos tamaños, tomando en cuenta que en el de mayor tamaño caben las tres cuentas, en el de segundo tamaño caben sólo dos y en el más pequeño sólo una. Se nombran 1, 2 y 3 de mayor a menor.
- 2 sets de cuentas, o bolitas, de madera con un orificio central (cada set consta de 3 cuentas de colores rojo, verde y azul).
- Protocolos de registro (niños y adultos).
- Un cronómetro.

Se cuenta en los protocolos de registro con 10 reactivos para la evaluación, dos de ejemplo y uno de muestra.

Habilidades implicadas:

- Resolución ejecutiva de problemas y planeación.
 - Inhibición de conducta y control de impulsos.
 - Control atencional.
 - Flexibilidad cognitiva.
 - Razonamiento conceptual-abstracto.
 - Adherencia a regla de comportamiento.
- Calificación de los participantes: promedio general obtenido en la prueba.

6.9. Procedimiento.

Se seleccionó una escuela a conveniencia, donde se consiguió un permiso para llevar a cabo la investigación; se tomaron en cuenta los niños que cursaban el 4º, 5º y 6º grado; se tomaron en cuenta los niños a los cuáles sus padres firmaron el consentimiento de participación en la investigación. Se recogió a un niño a la vez de su salón para llevarlo al espacio donde se aplicó la prueba; en una sesión de aproximadamente 15 minutos. El niño se colocó frente al investigador y la torre y se aplicaron las instrucciones del manual. Las instrucciones dadas a los niños fueron las siguientes: “Ahora te presento un par de tableros, con unas pelotitas que entran en estos postes (haciendo el movimiento de meter la cuenta en el pivote), nota como los dos tableros son iguales, es porque uno es para que lo uses

tú y el otro lo usará yo. Vamos a trabajar de la siguiente manera, yo voy a colocar las pelotas en mi tablero de una forma y tú tienes que mover las tuyas de tal forma que formen el mismo orden que en el mío. Pero tienes que mover las cuentas de una por una, por ejemplo, si yo colocara las pelotitas de esta forma, (mostrando el primer ejemplo) tú que tendrías que mover para que quede igual”; se espera a que responda de forma correcta y se continúa; “¡Muy bien! Ahora vamos a ver que se tiene que hacer si las coloco de la siguiente forma” (se colocan las cuentas como en el segundo ejemplo); una vez que el niño ha resuelto el ejemplo, pasamos al siguiente; al terminar los ejemplos se le explican las reglas que debe seguir para llevar a cabo la prueba; lo siguiente es empezar con los reactivos para comenzar la prueba, dando las instrucciones “y ahora lo colocaré de esta forma, ¿cómo lo harías tú?”. Una vez terminada la actividad se regresó al niño a su salón de clases para continuar con el siguiente.

Capítulo 7. ANÁLISIS DE DATOS.

Para la cuantificación del número de movimientos se consideraron los criterios estipulados en el manual, los cuales son los siguientes:

Los sujetos pueden a veces mover hacia arriba y hacia abajo una cuenta sin sacarla del pivote, en ese caso no se considera un movimiento. Sólo cuando la cuenta se retira completamente del pivote y se desliza sobre un pivote, se puntúa como un movimiento. En ocasiones los sujetos empiezan a colocar la cuenta en un pivote deslizando sólo una parte de la cuenta sin soltarla, y luego colocan la cuenta en otro pivote: en tales circunstancias no se considera como un movimiento, sólo se considera un movimiento cuando la cuenta se desliza completamente sobre el pivote.

Debe registrarse en las casillas correspondientes, el número de movimientos para cada problema. Se resta el número mínimo de movimientos del total de movimientos para obtener el puntaje de movimientos para cada problema. Por ejemplo, en el protocolo de niños, si un sujeto requirió 10 movimientos para resolver el problema 8 que podría resolverse en 7 movimientos el puntaje que se le asigna es de $10-7=3$.

Hay dos tipos de violación de reglas, el primero (violación de la regla tipo I) se comete cuando se colocan más de las reglas permitidas en cada pivote. Sólo los pivotes 2 y 3 están implicados en este tipo de violación. El pivote 2 sólo puede contener 2 cuentas y el 3 sólo una. Cualquier intento de colocar más cuentas en esos pivotes se considerará como una violación tipo I. Se puntúa una violación tipo

I cuando el sujeto balancea o trata de balancear una cuenta extra o bien cuando la coloca encima de una cuenta de los pivotes 2 o 3 cuando tienen ya el máximo de cuentas posible. Cuando se comete una violación de tipo I el examinador debe regresar las cuentas a la posición previa y marcar una violación en la hoja de registro.

Una violación a la regla tipo II se comete cuando se retiran dos (o más) cuentas de los pivotes al mismo tiempo. Ejemplos de esta violación incluyen levantar la cuenta y mantenerla en la mano al tiempo que se retira otra cuenta; levantar al mismo tiempo dos cuentas de un mismo pivote y retirar una cuenta, dejarla junto a la torre y sacar otra cuenta. Cuando se comete una violación de tipo II se deben regresar las cuentas a la posición previa y se marca una violación de tipo II en la hoja de registro. Tanto en la violación a las reglas de tipo I y II el conteo de movimientos se sigue a partir de que se regresaron las cuentas a la posición previa. Nótese que pueden repetirse las violaciones de tipo I y II en cada problema de la prueba y deben registrarse tales violaciones.

Cuando el sujeto no puede completar un problema en el tiempo límite de 1 minuto, se anota una violación de tiempo en la hoja de registro. Se permite que el sujeto continúe la resolución del problema por un minuto más y se toman en cuenta el número de movimientos si resuelve correctamente el problema. Si el sujeto no pudo resolver el problema en los minutos se le asigna un puntaje de 20 movimientos independientemente del número de movimientos que hubiere realizado durante los dos minutos.

Además de la violación de tiempo se registran tres puntuaciones de tiempo

adicionales. La primera es el tiempo de inicio (latencia) que se define como el tiempo que pasa desde la presentación del problema (configuración) por parte del examinador hasta que el sujeto inicia su primer movimiento para resolver el problema (retirar una cuenta de un pivote). El segundo puntaje es el tiempo de ejecución que representa el tiempo transcurrido entre la iniciación del primer movimiento y la conclusión del problema o su interrupción por haber expirado el tiempo límite. El tercer puntaje es el intervalo entre la presentación del problema y su resolución o interrupción y se denomina tiempo total para la resolución del problema. (i. e., tiempo total=tiempo de inicio + tiempo de ejecución; o tiempo de ejecución= tiempo total – tiempo de inicio).

El puntaje del total de movimientos se calcula sumando los 10 puntajes individuales para cada problema tanto para niños como para adultos. El número total de violaciones a las reglas también se suman para dar un puntaje total de violaciones de tiempo y de tipo I y II. El número total de movimientos va de 0 a 149 para niños y de 0 a 145 para adultos. El total de violaciones de tiempo va de 0 a 10 tanto para niños como para adultos. El total de violaciones a las reglas no tiene un puntaje máximo, aunque es raro encontrar más de tres violaciones en niños mayores de 9 años. El límite inferior de violaciones es de 0. Todos estos puntajes deben indicarse en la hoja de registro, en los cuadros sombreados.

Capítulo 8. RESULTADOS

Se analizaron promedios de los movimientos por reactivos y el total de movimientos para conocer: ¿cuáles son los reactivos que se muestran con mayor dificultad y cuáles con menor dificultad?

Así mismo, se realizó un análisis de varianza y de correlación para poder conocer cuáles son los reactivos que causan una mayor dificultad.

Con el fin de identificar los reactivos fáciles y los reactivos difíciles se realizó estadística descriptiva por frecuencia de movimientos.

Los resultados obtenidos indican mayor número de movimientos para sexto grado, en comparación con el 4º grado (tabla 3).

Se puede apreciar que el promedio del total de número de movimientos disminuye de cuarto a quinto, de 71.13 a 59.85 respectivamente, con una diferencia de casi 20 movimientos totales, pero se puede denotar que hay un aumento considerable en el sexto año, subiendo a 82.71, con una diferencia de casi treinta movimientos más que en quinto grado.

Observando la variable RC (Respuestas Correctas $R=0$) hay aumento del cuarto grado hacia el quinto, teniendo en cuarto grado un promedio de 0.95 y en quinto 1.76 pero en el sexto grado existe una baja muy considerable, ya que los niños de sexto grado terminaron con un promedio de 0 y las niñas con un promedio de 0.27, teniendo un total de 0.18.

En cuanto al sexo no se encuentran grandes diferencias, pero fue notoria una diferencia por sexo, sólo en el Reactivo 4 del cuarto grado, donde hay una diferencia de tres en dicho promedio (ver tabla 3).

Tabla 3. Movimientos por reactivo, respuestas correctas y total de movimientos por escolaridad y sexo.

ESCOLARIDAD	SEXO	TOL1	TOL2	TOL3	TOL4	TOL5	TOL6	TOL7	TOL8	TOL9	TOL10	RC	TotMov
4	Fem.	2.6	7.6	3.1	5.1	10.9	7.9	10.9	9.9	8.6	8.9	.77	75.59
	Masc.	1.7	7.3	2.0	2.5	7.3	8.4	11.1	7.1	9.3	7.9	1.20	64.60
	Total	2.2	7.5	2.7	4.1	9.5	8.1	11.0	8.7	8.9	8.4	.95	71.13
5	Fem.	1.4	5.2	1.8	2.5	10.0	7.2	10.3	6.8	6.8	7.7	1.70	59.70
	Masc.	2.0	4.5	2.3	2.3	9.6	6.0	9.0	8.0	8.6	7.6	1.83	60.00
	Total	1.7	4.9	2.1	2.4	9.8	6.6	9.7	7.4	7.7	7.6	1.76	59.85
6	Fem.	3.3	4.7	3.9	4.0	12.1	10.0	11.3	9.6	11.6	11.1	.27	81.80
	Masc.	3.3	5.8	3.7	5.5	11.8	9.6	10.5	11.0	10.9	12.5	.00	84.53
	Total	3.3	5.1	3.8	4.5	12.0	9.9	11.1	10.1	11.3	11.6	.18	82.71
Total	Fem.	2.4	5.6	2.9	3.8	11.0	8.4	10.8	8.7	9.0	9.3	.93	72.05
	Masc.	2.2	5.5	2.6	3.2	9.6	7.5	9.9	8.5	9.3	8.9	1.20	67.41
	Total	2.3	5.6	2.8	3.5	10.4	8.0	10.5	8.6	9.1	9.1	1.04	70.11

TOL x: Promedio de movimientos en el reactivo correspondiente.

RC: Promedio del número de reactivos en los que los sujetos contestaron el número mínimo requerido de movimientos (R=0)

TotMov: Promedio del número total de movimientos obtenidos a lo largo de la aplicación de la prueba.

En la tabla 4 se observan diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de “Movimientos Totales por reactivo”, “Total” y “Respuestas Correctas”, se puede observar que existen diferencias significativas, principalmente entre el quinto y el sexto grado en la mayoría de los Reactivos (1, 3, 4, 6, 8, 9 y 10), estos datos indican que en el sexto grado hay mayor movimientos que en el quinto grado, por lo que podemos encontrar que en la mayoría de los Reactivos se refleja una diferencia en el número total de movimientos ya que se encuentra que hay una diferencia significativa, al nivel 0.05, entre el quinto y el sexto año, (en el reactivo 1 es de .001 con una diferencia de medias de 1.5667, por ejemplo) donde los escolares del sexto año tienen un mayor número de movimientos; sólo hay una diferencia entre el cuarto y el quinto grado en el Reactivo 4 (la diferencia

significativa es de .043 con una diferencia de medias de 1.6477), donde muestra un aumento significativo en los escolares de cuarto grado; en los Reactivos 9 y 10 se puede observar una diferencia significativa, de .036 y .007, a favor del cuarto grado sobre los escolares de sexto grado.

En la misma tabla se puede obtener los datos sobre el número de Respuestas Correctas, donde se observa una diferencia estadísticamente significativa en este rubro, datos que se conocerán a continuación.

Así mismo se observa que hay un mayor número de Respuestas Correctas en el quinto grado comparándolo con el cuarto grado, ya que existe una diferencia de medias estadísticamente significativa de .028, que nos indica un mayor índice de Respuestas Correctas para el quinto grado.

También se encuentra diferencia estadísticamente significativa entre los participantes de quinto y sexto grado de .000, esta diferencia indica que hay un mayor número de Respuestas Correctas en el quinto grado; así como entre el cuarto y el sexto grado se encuentran diferencias, la cual es de .048, esta diferencia se encuentra a favor del cuarto grado.

En concreto, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas por grado de escolaridad en el número de movimientos (ver tabla 4).

Tabla 4: Análisis de varianza del número de movimientos por grado escolar. Prueba post hoc HSD de Tukey.

Variable dependiente	(I) ESCOL	(J) ESCOL	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
						Limite inferior	Limite superior	
TOL1	4	5	.5432	.4472	.446	-516	1.603	
		6	-1.0234	.4748	.083	-2.148	.101	
	5	4	-.5432	.4472	.446	-1.603	.516	
		6	-1.5667*	.4219	.001	-2.566	-.567	
TOL3	4	5	.5923	.4911	.452	-.571	1.756	
		6	-1.1465	.5214	.075	-2.382	.089	
		5	-.5923	.4911	.452	-1.756	.571	
		6	-1.7389*	.4633	.001	-2.837	-.641	
		4	5	1.6477*	.6776	.043	.042	3.253
			6	-.4300	.7194	.822	-2.134	1.274
TOL4	5	4	-1.6477*	.6776	.043	-3.253	-.042	
		6	-2.0778*	.6393	.004	-3.592	-.563	
		4	5	1.4081	1.0139	.350	-.994	3.810
6	-1.7808		1.0765	.227	-4.331	.769		
TOL6	5	4	-1.4081	1.0139	.350	-3.810	.994	
		6	-3.1889*	.9566	.003	-5.455	-.923	
		4	5	1.3068	.9929	.389	-1.045	3.659
6	-1.3544		1.0541	.406	-3.852	1.143		
TOL8	5	4	-1.3068	.9929	.389	-3.659	1.045	
		6	-2.6611*	.9367	.014	-4.880	-.442	
		4	5	1.1315	.9450	.457	-1.107	3.370
6	-2.5129*		1.0032	.036	-4.890	-.136		
TOL9	5	4	-1.1315	.9450	.457	-3.370	1.107	
		6	-3.6444*	.8915	.000	-5.756	-1.532	
		4	5	.6928	.9553	.749	-1.570	2.956
6	-3.1183*		1.0142	.007	-5.521	-.716		
TOL10	5	4	-.6928	.9553	.749	-2.956	1.570	
		6	-3.8111*	.9012	.000	-5.946	-1.676	
		4	5	10.78514	5.09881	.090	-1.2944	22.8646
6	-11.57598		5.41326	.086	-24.4005	1.2485		
TotMov	5	4	-10.78514	5.09881	.090	-22.8646	1.2944	
		6	-22.36111*	4.81030	.000	-33.7571	-10.9651	
		4	5	-.787*	.303	.028	-1.51	-.07
6	.768*		.322	.048	.01	1.53		
RC	5	4	.787*	.303	.028	.07	1.51	
		6	1.556*	.286	.000	.88	2.23	

* La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

A continuación, en la tabla 5, se puede observar el promedio de Total de Movimientos por cada reactivo por escolaridad y sexo acomodados de menor a mayor, se encuentra que todos los grados y en niños y niñas coincide que tienen menor promedio los Reactivos 1, 3 y 4 y exceptuando a los niños del cuarto grado donde el siguiente Reactivo es el 8, en los demás el siguiente Reactivo es el número 2, el Reactivo siguiente se encuentra el 6 y el 8, el Reactivo 6 en tres casos, el 8 en dos y el último es el cuarto grado en niños con el reactivo 2, formando así los primeros 5 Reactivos que son más fáciles, los últimos 5 se encuentran en un orden diferente encontrándose que en los primeros tres casos, que es el cuarto grado niños y niñas y las niñas de quinto grado el Reactivo más difícil es el número 7, en los casos de los niños de quinto grado y las niñas de sexto el más difícil es el 5 y en los niños de sexto grado es el número 10.

Tabla 5. Promedio organizado de los reactivos por grupo y por sexo.

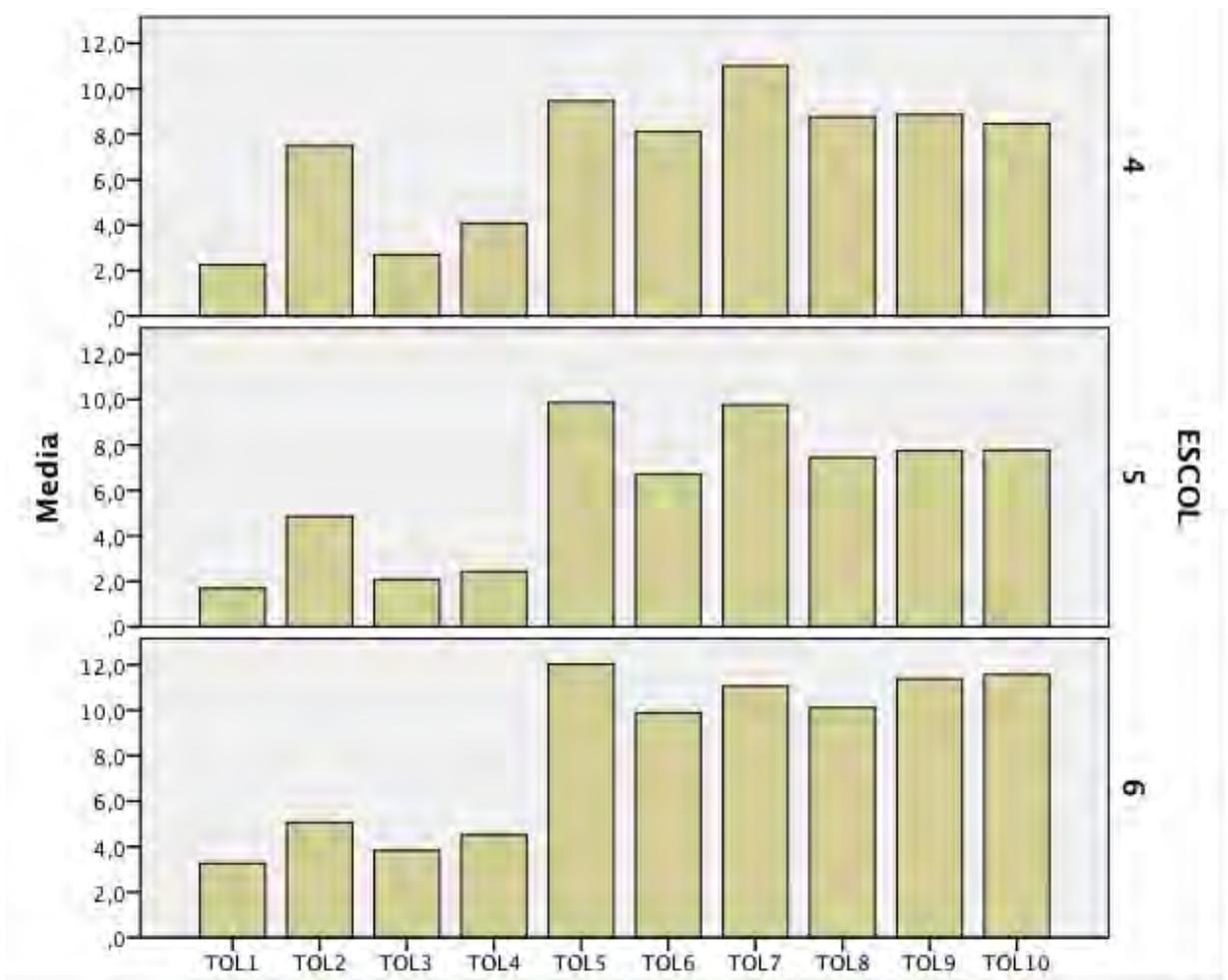
CUARTO GRADO				QUINTO GRADO				SEXTO GRADO			
NIÑAS		NIÑOS		NIÑAS		NIÑOS		NIÑAS		NIÑOS	
1	2.6	1	1.7	1	1.4	1	2	1	3.3	1	3.3
3	3.1	3	2	3	1.8	3	2.3	3	3.9	3	3.7
4	5.1	4	2.5	4	2.5	4	2.3	4	4	4	5.5
2	7.6	8	7.1	2	5.2	2	4.6	2	4.7	2	5.8
6	7.9	2	7.3	8	6.8	6	6	8	9.6	6	9.6
9	8.6	5	7.3	9	6.8	10	7.6	6	10	7	10.5
10	8.9	10	7.9	6	7.2	8	8	10	11.1	9	10.9
8	9.9	6	8.4	10	7.7	9	8.6	7	11.3	8	11.1
5	10.9	9	9.3	5	10	7	9	9	11.6	5	11.8
7	10.9	7	11.1	7	10.3	5	9.6	5	12.1	10	12.5

En la tabla 6 se muestra el reactivo que implica menos movimientos y el de mayor movimientos por grado, se puede apreciar que el reactivo 1 en los tres grados es el más fácil, ya que implica menos movimientos, mientras que difieren en el reactivo más difícil, ya que para los niños y niñas de cuarto grado el reactivo 7 es el más difícil, en el quinto grado el reactivo 7 es el más difícil, sin embargo, eso es sólo para las niñas, ya que para los niños es el reactivo 5; se toman en consideración estos reactivos, debido a que, como se había observado anteriormente en la tabla 5, el promedio es mayor en el reactivo que aparece en la siguiente tabla (ver tabla 6; por último, para las niñas de sexto grado el reactivo más difícil es el 5, sin embargo para los niños es el reactivo 10, el cual tampoco se agrega en la tabla ya que, como se explicará más adelante, esto puede ser por otros motivos.

Tabla 6. Número de movimientos mínimos y máximos durante la prueba, lo que muestra el reactivo más fácil y el más difícil para cada grado.

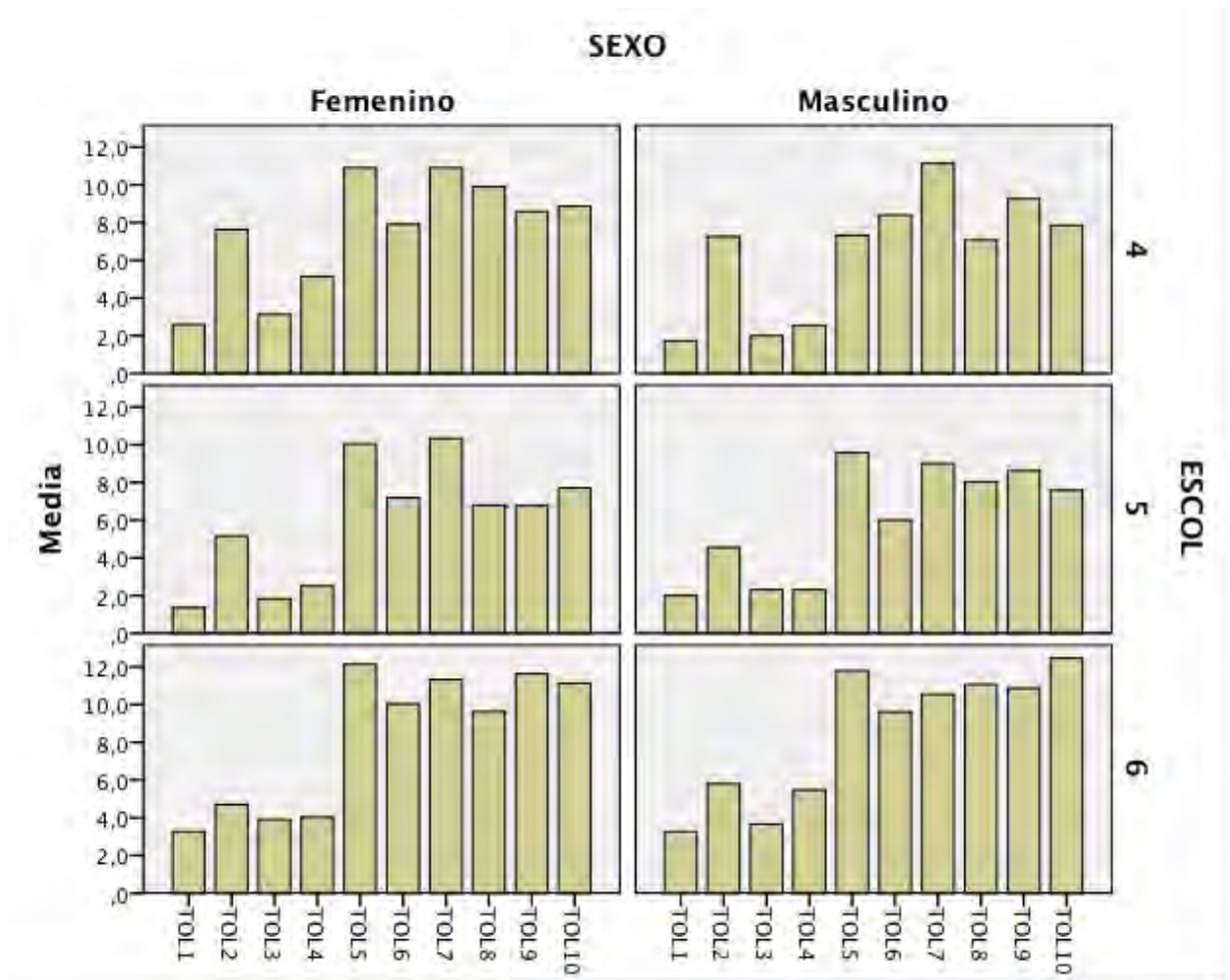
	4to.	5to.	6to.	Número de Reactivo
Promedio total de movimientos Mínimos	2.6	1.4	3.3	1
Promedio total de movimientos Máximos	10.9	10.3	12.1	4to y 5to: 7; 6to: 5

Figura 4. Número de movimientos en cada reactivo por grado escolar



En la figura 4 se muestran los movimientos por cada uno de los 10 ensayos por escolaridad. Se puede observar que en los tres grados en los primeros 4 Reactivos se cumple el criterio de dificultad expuesto por la prueba, sin embargo a partir del Reactivo 5 este criterio no se cumple al encontrarse mayor promedio a partir de aquí.

Figura 5. Número de movimientos en cada reactivo por sexo y escolaridad.



En la figura 5 se muestra el promedio de movimientos totales, esta vez divididos por sexo y escolaridad, aquí se puede comprobar que ambas escalas por sexo son similares.

Tabla 7. Comparación del tiempo de ejecución en el reactivo 2 por grupo. En el resto de los reactivos las diferencias no fueron significativas.

Variable dependiente	(I) ESCOL	(J) ESCOL	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
T2ejec	4	5	14.05541	6.55627	.085
		6	22.24985*	6.96061	.005
	5	4	-14.05541	6.55627	.085
		6	8.19444	6.18529	.384
	6	4	-22.24985*	6.96061	.005
		5	-8.19444	6.18529	.384

En la tabla 7 se muestra sólo una parte con respecto al Tiempo de Ejecución, donde sólo se encontró diferencias significativas en el Tiempo de Ejecución del Reactivo 2 entre el cuarto grado y el sexto grado, aquí se puede observar que el Tiempo de Ejecución es mayor en el sexto grado que en el cuarto, lo que significa que en el reactivo dos los niños de cuarto grado hicieron un mayor tiempo. Se muestra sólo éste reactivo ya que en los demás reactivos no se encontró alguna otra diferencia significativa.

Tabla 8. Correlación entre los primeros 5 reactivos y los últimos 5 reactivos, el puntaje total de ejecución, el número total de movimientos, el promedio general de los niños, la edad y la escolaridad.

		RC	ReactPrim	ReactUlt	Tejec	TotMov	PROM	EDAD	ESCOL
RC	Correlación de Pearson	1	-.693**	-.732**	.017	-.814**	-.134	-.194*	-.207*
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.846	.000	.111	.021	.013
ReactPrim	Correlación de Pearson	-.693**	1	.530**	.198*	.814**	.057	.096	.106
	Sig. (bilateral)	.000		.000	.019	.000	.498	.256	.210
ReactUlt	Correlación de Pearson	-.732**	.530**	1	.278**	.924**	.145	.187*	.206*
	Sig. (bilateral)	.000	.000		.001	.000	.085	.026	.014
Tejec	Correlación de Pearson	.017	.198*	.278**	1	.281**	.008	-.071	-.135
	Sig. (bilateral)	.846	.019	.001		.001	.925	.405	.111
TotMov	Correlación de Pearson	-.814**	.814**	.924**	.281**	1	.125	.171*	.189*
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.001		.137	.042	.024
PROM	Correlación de Pearson	-.134	.057	.145	.008	.125	1	.040	.071
	Sig. (bilateral)	.111	.498	.085	.925	.137		.636	.402
EDAD	Correlación de Pearson	-.194*	.096	.187*	-.071	.171*	.040	1	.872**
	Sig. (bilateral)	.021	.256	.026	.405	.042	.636		.000
ESCOL	Correlación de Pearson	-.207*	.106	.206*	-.135	.189*	.071	.872**	1
	Sig. (bilateral)	.013	.210	.014	.111	.024	.402	.000	

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

En la tabla 8 se muestran las correlaciones entre el número de Respuestas

Correctas, El promedio Movimientos de los primeros 5 Reactivos, el promedio de Movimientos de los Últimos 5 Reactivos, el promedio Total de todos los reactivos, el Tiempo Total de Ejecución, así como las variables de promedio escolar, escolaridad y edad (aquí no se utilizó la variable sexo ya que como se había mostrado anteriormente no es una variable que afecte a la medición).

Se puede observar en los resultados obtenidos en la tabla 8 que se encuentran correlacionadas negativamente las variables RC con el promedio de movimientos, ya sea de los primeros 5 Reactivos, de los últimos 5 o del total, es decir, que a mayor número de RC hay un menor número en el promedio de los movimientos, este hecho es justamente lo que se esperaba. Es una buena correlación y en el caso del promedio Total es una correlación fuerte.

También se encuentra que existe correlación entre el promedio de los primeros 5 reactivos y los últimos 5, de forma que a mayor número Total de movimientos en los primeros 5 reactivos habrá mayor número de Movimientos en los últimos 5. Esto también se cumple para el promedio Total de Movimientos; teniendo aquí una correlación casi perfecta.

El Tiempo de Ejecución tiene correlación con el promedio de Movimientos en los primeros 5 Reactivos, los últimos 5 y el Total, de forma que a mayor número de movimientos hay mayor tiempo de ejecución.

La variable de Promedio no tiene relación con ninguna variable presentada.

Por último, la variable de edad esta correlacionada *negativamente* a RC, es decir que a mayor edad habrá menos Respuestas Correctas, esta correlación apenas

es significativa.

También se observa que se correlaciona con el promedio de los últimos 5 Reactivos y con ello el Total de Movimientos de forma positiva, por lo que a mayor edad hay un mayor promedio de Movimientos, esta correlación también es significativa, aunque no a grandes escalas.

Capítulo 9. DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de los datos se observó que no hay diferencias significativas en la ejecución ni en el tiempo que requieren para la solución entre niños y niñas en la escolaridad de cuarto a sexto año de nivel primaria. Se trata de una tarea sin sesgo verbal ni viso-espacial sino más bien de la función ejecutiva: planeación, la anticipación, flexibilidad etc. Se puede notar que a lo largo de la investigación, ningún autor hace alguna diferenciación en el desarrollo entre los niños y las niñas, es decir, el cerebro se desarrolla de igual forma en ambas direcciones, y es justo a esta edad donde se muestra el mayor pico de desarrollo neuronal (Piaget & Inhelder, 1997).

Se encuentra una excepción en el reactivo 4 del cuarto grado donde hay más movimientos por parte de las niñas que los niños. Esto se puede identificar en que anteriormente se comienza moviendo la “cuenta azul” para posteriormente realizar el movimiento correcto, en el reactivo 4 al mover la “cuenta azul” automáticamente se amplían el número de movimientos; antes del reactivo 4 solamente el reactivo 2 no es necesario mover la “cuenta azul” sin embargo, según el promedio este reactivo es más difícil que el 1, 3 y 4. El posible motivo de que las niñas de cuarto grado hayan obtenido ese promedio, puede ser explicado con el aprendizaje heurístico, que es considerado un atajo cognitivo, que explica que una persona toma una experiencia pasada y al enfrentarse con un problema similar la persona toma inconscientemente ese atajo cognitivo para resolver ese problema.

Se encontraron mayormente diferencias significativas entre los participantes de 5° y 6° y no con los de cuarto grado. De acuerdo con Piaget (1992) y el desarrollo de

la Corteza Prefrontal, en estos niveles al tener una edad entre 9 y 12 años, no hay grandes diferencias de forma intelectual o de desarrollo, lo que explica que no haya diferencias entre cuarto y quinto grado, sin embargo, la diferencia con los participantes del sexto grado se base posiblemente en la actitud, ya que se puede observar que en el quinto reactivo es donde encuentran mayores problemas, a comparación con cuarto y quinto grado, lo que denotaba en una conducta “derrotista”, es decir que se daban por vencidos al encontrarse con una dificultad. Ya que los participantes de sexto grado cuentan con una edad de entre 11 y 12 años lo que los hace entrar en el cambio a la adolescencia, según Erikson (en Maier, 2000), a esta edad “la lucha para completar una tarea, o a veces simplemente para iniciarla, se convierte en una cuestión fundamental cuando el joven reflexiona acerca de la suficiencia de su propia dotación”. Mientras que Sears (en Maier, 2000) sostiene que “la frustración es siempre producto de interferencia anticipada o sufrida previamente en la realización de un objetivo o en un acto instrumental conducente a la realización del objetivo (...) La conducta está automotivada por su efecto de reducción de la tensión”.

Con estos supuestos se observa que lo que podría explicar esta variante de los participantes de sexto grado es justamente su inhabilidad en el Reactivo 5 (página 59), por lo que, a partir de aquí, al sentir la frustración consideraron el no poder concluir satisfactoriamente por lo que dejó de importarles dicha tarea. Una observación colateral es la fecha de aplicación de las pruebas, al final del ciclo escolar, en alumnos que están ya más preocupados por el siguiente ciclo de educación secundaria.

Los niños de 9 a 11 años (edad en la que los niños se encuentran cursando cuarto, quinto y sexto año escolar) tienen un nivel equiparable de desarrollo de las FE, de acuerdo con las investigaciones realizadas sobre el desarrollo infantil, ya que es después de la edad de 7-8 años cuando se alcanza el punto más alto en el desarrollo cerebral con la mielinización, y es después de los 8 que Piaget (1992) explica se conforman en su mayoría las operaciones formales, necesarias para alcanzar la flexibilidad cerebral que permite la planeación y ejecución para la solución de un problema. Así mismo, Vygotsky (1934; en Bausela, 2005) menciona que entre los 6 y los 8 años los niños adquieren la capacidad de autorregular sus comportamientos y conductas, pueden fijarse metas, anticiparse a los eventos sin depender de las instrucciones externas, aunque aún está presente cierto grado de descontrol e impulsividad. Los procesos de maduración comprenden una multiplicidad de elementos tales como la mielinización, el crecimiento dendrítico, el crecimiento celular, el establecimiento de nuevas rutas sinápticas y la activación de sistemas neuroquímicos. Por lo que los niños de entre 9 a 11 años contienen las mismas bases para lograr un resultado similar en la prueba, sólo teniendo los cambios del medio en que se conducen los niños. Este dato explica el por qué los tres grados tienen resultados similares, exceptuando el cambio en los niños de sexto grado, que ya se explicó más arriba.

Con base en los resultados obtenidos podemos aclarar que la hipótesis establecida en esta investigación no se acepta, ya que indica que los últimos 5 reactivos son más difíciles que los primeros 5 reactivos, lo cual no es correcto ya que el reactivo 2 queda dentro del grupo del segundo bloque más difícil así mismo el reactivo 5, lo que demuestra que se necesita un cambio estructural en el orden

de los reactivos que conforman la prueba. Los reactivos tienen un orden diferente en cuanto al promedio del Total de Movimientos al establecido originalmente para la prueba Torre de Londres^{DX}. Con esta hipótesis se comprueba que la TOL^{DX} mide lo que se espera en cuanto a Funciones Ejecutivas en los niños de cuarto, quinto y sexto año de primaria, pero se necesita un ajuste de los reactivos para la población mexicana.

Con lo que respecta a este orden de los bloques, se observa que el reactivo 2 es más complicado para los participantes de los tres grados y de ambos sexos que los reactivos 3 y 4, por lo que se logra un orden de 1-3-4-2 (ya que se lograría alcanzar la dificultad ascendente deseada, por los motivos mencionados al inicio de la discusión, ya que se mostró que la cuenta azul en el reactivo 2 no debía moverse para lograr los movimientos necesarios, sin embargo debido a este tipo de aprendizaje los participantes movían la cuenta azul primero por lo que se generan más movimientos totales). Posteriormente se encuentra que el reactivo 5 es de los reactivos más difíciles, lo que resulta de no mover la cuenta azul después de aprender con el Reactivo 2 y el Reactivo 4. Los reactivos más difíciles que se han observado son el Reactivo 5, el 7 y el 10, debido que en los tres se encuentra un mayor número de movimientos que en los demás; estos tres reactivos tienen una característica en común y es que en los tres Reactivos las cuentas se acomodan una en cada pivote; es por esta razón que se propone que estos tres Reactivos sean los últimos.

En esta propuesta, obtenemos que el primer bloque estuviera conformado por los actuales Reactivos 1, 3, 4, 2 y 6; mientras que el segundo bloque quedaría de la siguiente manera 8, 9, 5, 10 y 7.

La importancia de esta investigación es que se puede comprobar que, aunque sea la madurez cerebral la responsable de la correcta ejecución de esta prueba, según Silva y Alvarado (2011), el contenido cultural y la motivación pueden afectar gravemente los resultados. Por esta razón es que se propuso el orden anterior.

Capítulo 10. CONCLUSIONES

Esta investigación es importante en el hecho de acercarnos a una mejor comprensión de la prueba para la sociedad mexicana; teniendo en cuenta que al ser una muestra pequeña no puede aplicarse en general para la población, pero es un avance importante para acercarse a una validación correcta de la prueba Torre de Londres^{DX}.

En esta investigación se ha abordado sólo una pequeña parte de todo el trabajo necesario para la validación de la prueba Torre de Londres^{DX} a la población mexicana, ya que se requieren conocer otros factores como lo son el promedio escolar, la actitud ante la prueba, el conocimiento en resolución en problemas, entre otros, datos que se obtendrán de otras investigaciones distintas a esta.

Esta es una investigación empírica lo que implica que podemos tomarla de base para continuar con una investigación más completa acerca de la Torre de Londres^{DX}. Así mismo este tipo de investigaciones nos proporciona una observación cercana con los niños, lo que nos da más información con respecto a sus actitudes al momento de realizar una tarea, lo cual ayuda a conocer un poco más sobre el niño.

Por último y no por eso menos importante, gracias a la formación que obtuve en la FES Zaragoza y con los excelentes profesores que me ayudaron a formarme, he logrado realizar esta investigación que no es más que un parteaguas de toda la investigación que se requiere y de la que puedo ser parte.

Capítulo 11. REFERENCIAS.

- Arán F. Vanessa (2011). *Funciones ejecutivas en niños escolarizados: efectos de la edad y del estrato socioeconómico*. Avances en Psicología Latinoamericana/Bogotá (Colombia)/Vol. 29(1)/pp. 98-113/2011/ISSN1794-4724-ISSNe2145-4515.
- Ardila A., & Ostrosky-Solís F. (2012). *Diagnóstico del daño cerebral. Enfoque Neuropsicológico*. Ed. Trillas. México. 349 págs.
- Bausela H. Esperanza (2005). *Desarrollo Evolutivo de la Función Ejecutiva*. Revista Galego-Portuguesa de Psicología e Educación. N° 10 (Vol. 12) Año 9°-2005 ISSN: 1138-1663. Universidad de León.
- Benedet María J. (2002). *Neuropsicología cognitiva. Aplicaciones a la clínica y a la investigación. Fundamento teórico y metodológico de la Neuropsicología Cognitiva*. Ed. GRAFO, S.A. 1ª. Edición. © Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO). 601 págs.
- Castañeda F. Marisol, Tirado D. Elsa, Feria M. & Palacios C. Lino (2009). *Funcionamiento Neuropsicológico de Adolescentes con Trastorno Bipolar*. Salud Mental Vol. 32. No. 4.32:279-285. pp 279-285.
- Culbertson W. C. & Zilmer E. A. (2005). *Tower of London: Drexel University (TOL)*. Ed. Symtec. 65 págs.
- Dommett Ellie (2012) *Ciencias relativas al cerebro y la conducta*, La Universidad Abierta, Reino Unido.
- Flores L. Julio C. & Ostrosky-Solís F. (2008). *Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones ejecutivas y Conducta Humana*. Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, Vol.8, No. 1, pp. 47-58.
- Flores L. julio C., Ostrosky-Solís F. & Lozano A. (2008). *Batería de Funciones Frontales y Ejecutivas: Presentación*. Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, Vol.8, No.1, pp. 141-158.
- Fuster, J. (2008). *The prefrontal cortex*, 4a edición. San Diego CA: Academic Press.
- Jardim de Paula J., Neves F., Levy A., Nassif E. & Fernandez M. Leandro. (2012). *Assessing planning skills and executive functions in the elderly: preliminary normative data for the Tower of London Test*. Arq Neuropsiquiatr 2012;70(10):826-830. pp. 828-829.
- Koppenol-Gonzalez Gabriela V., Bouwmeester S. & Boonstra A. Marije. (2010). *Understanding Planning Ability Measured by the Tower of London: An Evaluation of Its Internal Structure by Latent Variable Modeling*. Psychological Assessment © 2010 American Psychological Association 2010, Vol. 22, No. 4, 923-934 1040-3590/10/\$12.00 DOI:

10.1037/a0020826.

- Lozano G. Asucena & Ostrosky-Solís F. (2011). *Desarrollo de las Funciones Ejecutivas y la Corteza Prefrontal*. Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, Vol.11, N°1, pp. 159-172 ISSN: 0124-1265.
- Maier H. (2000). *Tres teorías sobre el desarrollo del niño: Erikson, Piaget y Sears*. Ed. Amorrortu editores. Buenos aires, Argentina. 319 págs.
- Marino D. Julián C. (2010). *Actualización en Tests Neuropsicológicos de Funciones Ejecutivas*. Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento. Vol. 12. N° 1. Págs. 34-45.
- Meece, J. (2000). *Desarrollo del niño y del adolescente*. Compendio para educadores, SEP, México, D.F. pág. 101-127.
- Perez G. Miguel. (2012). *La Evaluación Neuropsicológica*. Ed. FOCAD. Decimosexta Edición. ISSN 1989-3906. 31 págs.
- Piaget J. & Inhelder B. (1997). *Psicología de niño*. EDICIONES MORATA, S. L. Mejía Lequerica, 12. 28004 – Madrid. 158 págs.
- Rosselli, M. (2003). *Maduración cerebral y desarrollo cognoscitivo*. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 1(1) Recuperado de <http://148.215.2.11/articulo.oa?id=77310104>
- Roselli M.; Matute E. & Ardila A. (2010). *Neuropsicología del desarrollo infantil*. Ed. Manual Moderno México. 328 págs.
- Silva C & Alvarado N. (2013). *Flexibilidad Cognitiva y Planificación en mujeres con riesgo de Trastornos de la Conducta Alimentaria*. Psicología y Salud, Vol. 23, Núm. 1: 5-14, enero-junio de 2013.
- Sohlberg, M. M. y Mateer, C. A. (2001). *Cognitive Rehabilitation. An integrative neuropsychological approach*. Nueva York: The Guilford Press.
- Tirapu-Ustárrroz J., Muñoz-Céspedes J. M. & Pelegrín Valero C. (2002). *Funciones Ejecutivas: necesidad de una integración Conceptual*. Revista de Neurología 2002; 34 (7): 673-685.
- Tornimbeni S., Pérez E., Olaz F., Fernández A., (2004). *Introducción a los Tests Psicológicos*. Ed. Brujas. 3ª. Edición revisada y aumentada. Argentina. 169 págs.
- Verdejo-García A. & Bechara A. (2010). *Neuropsicología de las Funciones Ejecutivas*. Psicothema. Vol. 22, n° 2 ISSN 0214-9915 CODEN PSOTEG pp. 227-235.

Apéndice I

Ejemplo del sistema de puntuación

PROBLEMAS			R Posición de salida V A D D D			PUNTUACIÓN DE LA TORRE DE LONDRES					
D	D D D D	Tiempo límite	MOV	- MIN	= PUNT	REG DEL TIEMPO			VIOLACIONES		
P	V A R	2min	2	(2)	0	INICIAL	EJECUCIÓN	TOTAL	Tiempo > 1min	Reglas	
P	A V R	2min	2	(2)	0					I	I
①	A V R	2min	3	-(3) =	0	6	3	9			
②	R A V	2min	3	-(3) =	0	2	14	16			
③	V A R	2min	3	-(3) =	0	2	5	7			
④	V R A	2min	4	-(4) =	0	2	10	12			
⑤	A R V	2min	5	-(5) =	0	3	14	17			
⑥	R A V	2min	9	-(9) =	3	4	19	23		1	1
⑦	R V A	2min	(20) 17	-(6) =	14	1	119	120	1		
⑧	R A V	2min	10	-(7) =	3	4	25	29			
⑨	V R A	2min	11	-(7) =	4	3	23	26			
⑩	A V R	2min	10	-(7) =	3	5	28	33			
Total de puntajes correctos (número de problemas resueltos con el mínimo de movimientos)			5	27		32	260	292	1	1	1

Observaciones:

Tipo I + II = 2