



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE PSICOLOGÍA

**DESARROLLO DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN NIÑOS
DE EDUCACIÓN BÁSICA Y SU MANIFESTACIÓN EN LA PRUEBA
“TORRE DE LONDRES”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

P R E S E N T A:

JAVIER ABRAHAM GARCÍA LÓPEZ

JURADO DEL EXÁMEN:

TUTOR: DR. MIGUEL ÁNGEL VILLA RODRÍGUEZ
COMITÉ: LIC. PATRICIA JOSEFINA VILLEGAS ZAVALA
DR. EDUARDO ALEJANDRO ESCOTTO CORDOVA
LIC. EDUARDO ARTURO CONTRERAS RAMÍREZ
MTRO. JOSÉ ALBERTO MONTAÑO ÁLVAREZ



MÉXICO, D.F.

FEBRERO, 2015



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.

ÍNDICE

Resumen.....	1
Capítulo 1. Desarrollo cerebral	2
Crecimiento neural, poda sináptica y mielinización	3
El lóbulo frontal	9
Capítulo 2. Las Funciones ejecutivas	10
Las diferentes funciones ejecutivas	11
Sustrato fisiológico de las FE	18
Desarrollo y maduración de las funciones ejecutivas	25
Proceso de desarrollo de acuerdo a la edad	27
Funciones ejecutivas y sus trastornos	46
Principales síndromes, patologías y lesiones cerebrales que afectan las FE	51
Capítulo 3. La evaluación Neuropsicológica	62
Objetivos de la evaluación neuropsicológica	62
Consideraciones ante la evaluación	66
Evaluación de las funciones ejecutivas	67
Principales pruebas neuropsicológicas	70
Test específicos	73
Pruebas evaluación FE	77
Capítulo 4. La Torre De Londres	78
Materiales e instrucciones	80
Consideraciones para la evaluación con niños	83
Capítulo 5. Metodología	87
Método	87
Análisis y síntesis de la información	87

Planteamiento del problema	
Y Objetivo.....	89
Capitulo 6. Resultados	
Análisis de datos	95
Discusión	103
Conclusión	108
Referencias	109
Anexo 1	122
Anexo 2	123

Agradecimientos y Dedicatorias

Agradezco a todas y cada una de las personas que de manera directa o indirecta intervinieron en la realización de este trabajo, principalmente a mis padres por su perdurable e incondicional apoyo, amor, ejemplo y enseñanzas, mis hermanas por su cariño y atenciones, a mis abuelitos, tíos, primos y sobrinos por su preocupación constante y por ser mi gran familia de la cual estoy orgulloso, a Jesyca por su gran amor, cuidado, comprensión y apoyo, a mis asesores y sinodales por sus recomendaciones y paciencia, a los autores citados y los profesores de la carrera por sus conocimientos, a mis amigos por su presencia, a la UNAM por permitirme orgullosamente ser parte de ella, un agradecimiento especial a la música y sus creadores que a lo largo de mi vida me han dado felicidad, ímpetu y desahogo. Pero el mayor agradecimiento es a DIOS por darme la vida, la salud, la paz y la oportunidad de conocer y apreciar todo lo anterior, gracias señor por tu presencia.

Dedico este trabajo a mi abuelito Jesús[†], sé que me acompañas, gracias por tu ejemplo de vida y sabiduría.

Resumen

La evaluación neuropsicológica desde su aparición ha estado en constante progreso, en un inicio se utilizaba para determinar el grado de lesión cerebral que tenía alguna persona, hoy en día la evaluación neuropsicológica sirve para conocer la manifestación e intervención de los procesos psicológicos y de los progresos que de manera consecuente se manifiestan mediante la intervención clínica. Existen pruebas específicas para cada proceso localizado en zonas cerebrales, de tal forma que la parte frontal cuenta con pruebas para poder evaluar los procesos que ahí se encuentran, de esta manera, pruebas como la Torre de Londres busca conocer como se manifiestan los procesos como la planeación, resolución de problemas, inhibición, etc., es decir las funciones ejecutivas.

El propósito principal de esta investigación es proporcionar una visión integrativa y documental de las funciones ejecutivas indagando acerca de su desarrollo, maduración, progreso y especialización así mismo los cambios manifestados por la edad y las características presentadas en los niños. También se busca conocer de qué manera se presentan las Funciones Ejecutivas en niños escolares con la aplicación de la prueba "Torre de Londres", empleada en una primaria de la Ciudad de México y saber si la escolaridad y el promedio escolar tienen influencia en los puntajes obtenidos en la prueba.

Palabras clave: *Torre de Londres, Funciones ejecutivas, Lóbulo frontal, Evaluación neuropsicológica.*

Capítulo 1.

Desarrollo cerebral

Desarrollo cerebral

El cerebro es un tejido que se encuentra dentro del cráneo, el cerebro posee dos mitades relativamente simétricas denominadas hemisferios, uno se encuentra a la izquierda y el otro a la derecha; el esquema básico del cerebro se asemeja a un tubo lleno de un líquido llamado líquido cefalorraquídeo. Ciertas partes de la cubierta del tubo sobresalen y se pliegan para formar una superficie de aspecto llamativo, este rasgo tan característico es un tejido arrugado que se extiende desde el frente del tubo, plegándose y cubriendo la mayor parte del cerebro. Esta capa externa se le conoce como corteza cerebral, los pliegues de la corteza se denominan circunvoluciones o giros y las hendiduras que existen entre ellas se llaman surcos o fisuras (Kolb, 2003). El cerebro es también llamado encéfalo y forma parte del Sistema Nervioso Central (SNC) junto con la medula espinal.

El desarrollo del sistema nervioso divide en 4 fases (Kolb, 2003):

1. Centralización: cuando las células nerviosas tienden a agruparse en el dorso del embrión.
2. Encefalización: la congregación de células nerviosas en el extremo anterior del animal.
3. Diferenciación: cuando estas células se especializan en diferentes grupos funcionales.
4. Plegamiento: acumulación de las estructuras con el objetivo de entrar en la cavidad craneal todas las nuevas estructuras, etapa de organización de células y formación de las sinapsis.

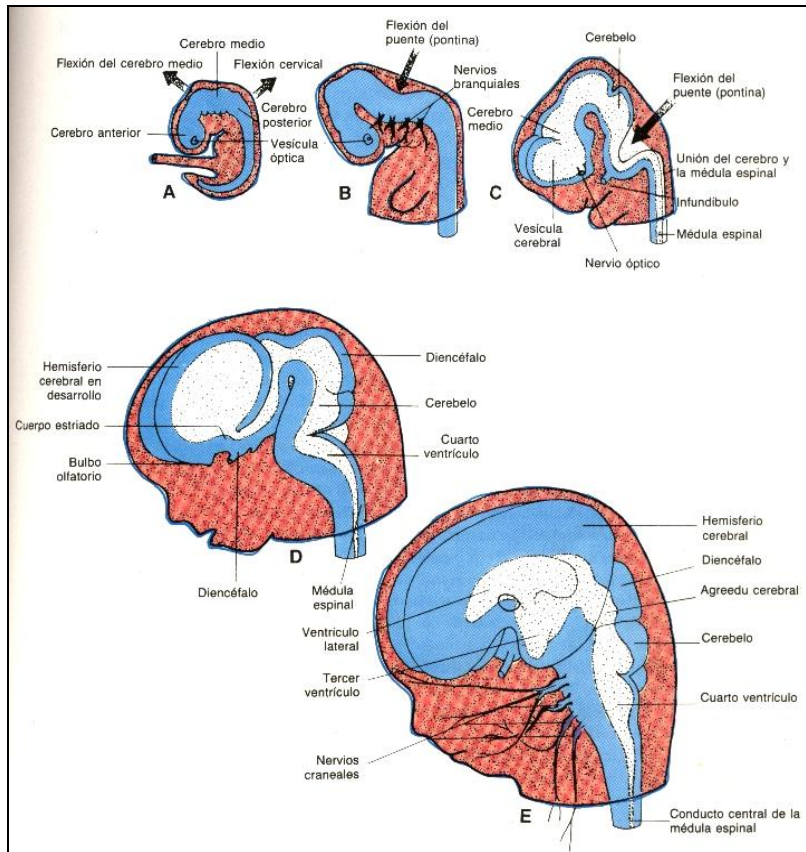


Figura 1. Estadios en el desarrollo del cerebro y sistema ventricular (Arteaga y García, 2013).

Crecimiento neural, poda sináptica y mielinización

El cerebro del bebé se va formando en el útero materno días posteriores de la concepción, antes de que el niño nazca se ha desarrollado la arquitectura básica del cerebro humano; la mayoría de las neuronas que el niño llegará a tener en su vida se produce a mediados de la gestación y en el momento de nacer ya se han organizado formando la corteza y otras estructuras importantes del cerebro, están presentes también los principales caminos de la sustancia blanca que constituyen las redes cerebrales para el procesamiento de información (Oates, Karmiloff y Johnson, 2012).

Cuando el bebé nace tiene aproximadamente 100.000 millones de neuronas, pero aún hay muy pocas sinapsis (conexiones neuronales), se estiman 253 millones de conexiones (Punset, 2010). Sin embargo, el desarrollo cerebral dista

mucho de estar completo del todo en el recién nacido ya que, después del nacimiento, las experiencias del niño desempeñan un papel cada vez más significativo en el modelado y la afinación de los principales caminos cerebrales y redes corticales. Cuando los niños se exponen a dificultades y retos, se ven obligados a establecer modelos de actuación diferentes para afrontar la novedad (Mayoral, 2011). El principal beneficio de un tiempo más prolongado en su desarrollo, no solo es un mayor tamaño y mayor complejidad de la corteza cerebral en comparación con otras especies, sino el hecho que durante ese tiempo las conexiones sinápticas funcionales se conformen con base a las necesidades conductuales y ambientales de cada sujeto (Johnson, 2005, en Flores y Ostrosky, 2012).

Así el cerebro activa nuevas conexiones cerebrales, al repetir la acción, el cerebro comprueba las conexiones que resultaron eficaces y las fortifica. Al tiempo, debilita las que no lo fueron, de esta manera se establece el nuevo aprendizaje. Por tanto la práctica y la experiencia son las que conforman la estructura del cerebro y forma la base del desarrollo intelectual (Mayoral, 2011).

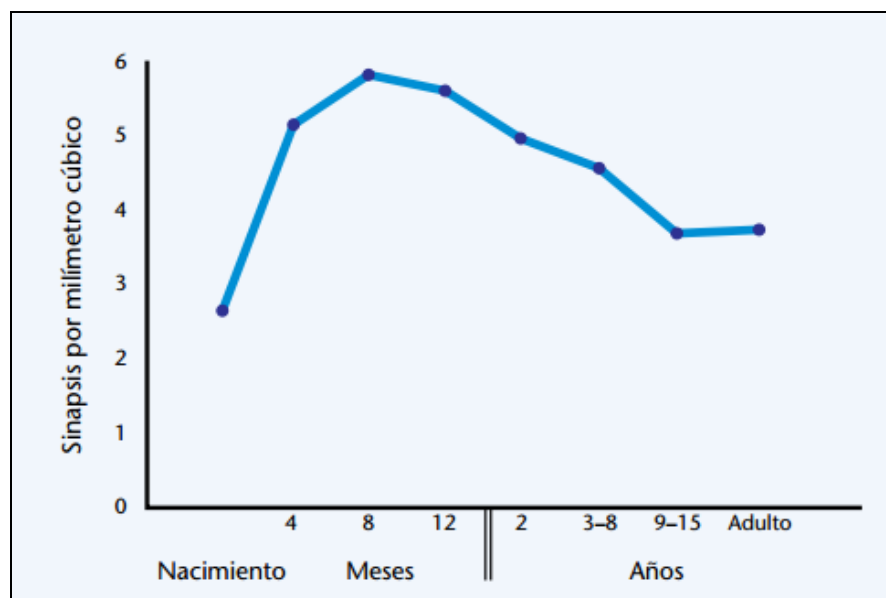


Figura 2. Gráfico que muestra el desarrollo de la densidad de sinapsis en la corteza cerebral primaria del ser humano (Oates, Karmiloff y Johnson, 2012).

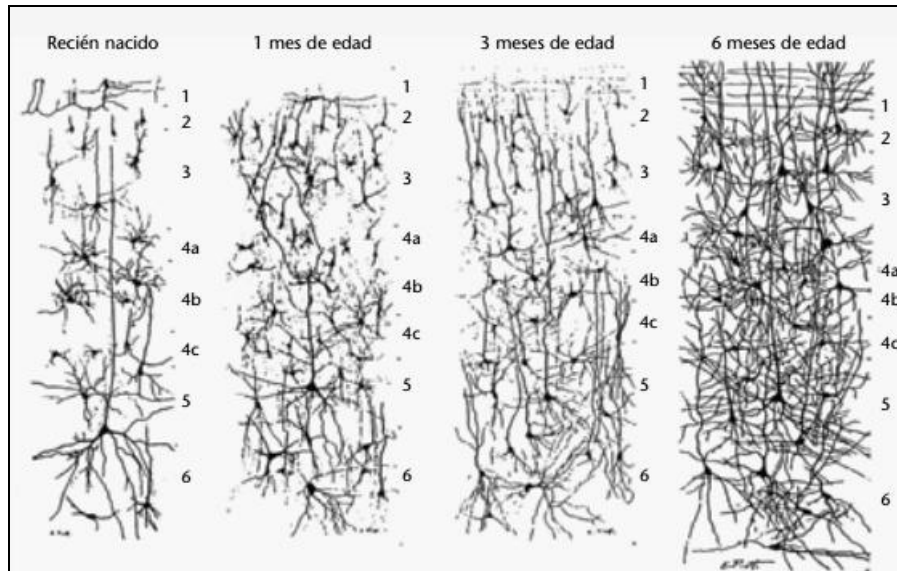


Figura 3. Evolución de las conexiones Neuronales (Jernigan et al.,1991).

Ostrosky (2014) menciona que aproximadamente 250 mil a 500 mil neuronas por minuto se producen en algunas etapas del desarrollo y 700 sinapsis por segundo. Al cumplir el primer año de vida, el cerebro de un niño tiene casi el doble de conexiones si se lo compara con el de un adulto (Oates, Karmiloff y Johnson, 2012).

A este proceso se le conoce como *Sinaptogénesis*, los cuales son periodos intensos de formación de conexiones sinápticas (Casey, et al. 2002). Una característica particular durante este proceso es la arborización dendrítica, la cual es el incremento en la extensión y el número de ramas dendríticas (Anderson, 2001), ver figura 3.

Como ya se ha mencionado la estimulación ambiental influye bastante en el desarrollo de las conexiones dendríticas que se ha propuesto el término “*ramas dendríticas dependientes de experiencia*”, también se ha encontrado que las etapas de aparición abundante de conexiones y su eliminación, están genéticamente predeterminadas, es decir, que el organismo no espera la estimulación para efectuar la eliminación de las conexiones no seleccionadas (Flores y Ostrosky, 2012).

Ahora bien, durante la sinaptogénesis se produce un exceso de conexiones sinápticas, pero muchas de estas conexiones son efímeras y se forman en todo el cerebro del recién nacido, creando ciertas sinapsis entre las distintas áreas cerebrales que ya no se observan en el adulto (Innocenti y Price, 2005).

La dendrogenesis y axogenesis en el infante ayudan al incremento y al volumen cerebral hasta los cuatro años aproximadamente, así como la sinaptogenesis; esta sobreabundancia de conexiones gradualmente decrece a lo largo de la infancia, a medida que muchos de ellos son “podados” y desaparecen, la estabilidad y la poda sináptica continúan a lo largo de varios años durante el desarrollo ontogénico (Horwitz, 2012).

En esta eliminación selectiva o “poda sináptica” existen dos momentos importantes en la vida, uno se lleva a cabo a los 3 años aproximadamente y otro en la adolescencia (Ostrosky, 2014).

La poda sináptica, o nuevo ensamble neuro-estructural es un proceso regulador neurológico y se caracteriza por reducir en un 30% - 40% las sinapsis (Horwitz, 2012), facilitando un cambio productivo en las estructura de los nervios reduciendo el número “débil” de neuronas en configuraciones sinápticas más eficiente (Abitz, Damgaard, et al. 2007). El propósito de la poda sináptica es eliminar las estructuras neuronales innecesarias del cerebro aumentando la superficie para la recepción de los neurotransmisores. (Horwitz, 2012).

Muchos factores contribuyen a esta disminución de conexiones neuronales, ya se ha mencionado la más significativa, la influencia de las experiencias, ya que la experiencia, decide si una conexión particular habrá de debilitarse o se estabilizará como parte de una red permanente. Éste es un factor clave para la “plasticidad” del cerebro en desarrollo: su adaptabilidad respecto a la experiencia, que le confiere un valor inestimable para la supervivencia (Oates, Karmiloff y Johnson, 2012).

En la figura 4 podemos observar el desarrollo en las conexiones sinápticas, donde en los dos primeros años de vida un gran número de conexiones neuronales se forman en el cerebro; a partir de entonces algunas conexiones se van disipando, solo se mantienen y refuerzan las que son necesarias y que se utilizan frecuentemente; este proceso es completado en la pubertad, en la etapa adulta existe una buena destreza cognitiva con menos conexiones pero de redes cerebrales estables.

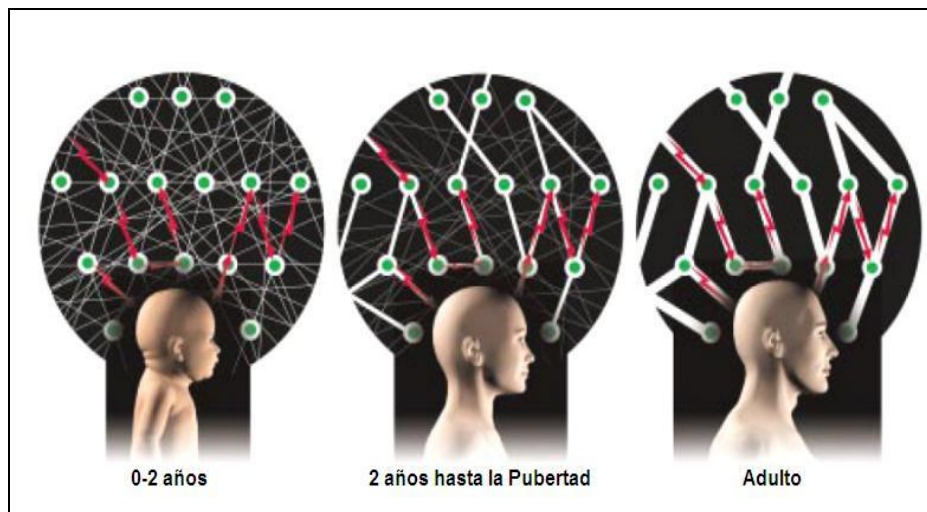


Figura 4. Desarrollo de las conexiones sinápticas (Horks, 2006)

Horwitz (2012) mediante un estudio de la Universidad de Yale en 2011, indica que cuando la creación de nuevas neuronas se ve interrumpida en la adolescencia, los individuos se vuelven profundamente antisociales hasta alcanzar la edad adulta. Sin embargo, si el mismo proceso neuronal se interrumpe en adultos, no se observan cambios de comportamiento.

La corteza orbito-frontal madura al final de la adolescencia, por ende, antes de este proceso, el adolescente atravesará un periodo crítico en su desarrollo, caracterizado por descontrol de impulsos, desajuste conductuales y déficit cognitivos que pueden llevar a conductas riesgosas innecesarias, impulsivas y violentas, carecer de raciocinio consecuente, y los pensamientos responden principalmente a emociones primarias o instintivas. Mostrándose incomprendido

por la sociedad, pues sus ideas no concuerdan con las normas y reglas sociales, sin embargo esta reorganización conduce a una red sináptica estable (Horwitz, 2012).

A diferencia de otras especies, en las que la conectividad axonal esta casi completa antes de nacer, en el humano este desarrollo no se completa al menos hasta la llegada de la adolescencia (Gerstad, 1994 en Flores y Ostrosky, 2012). La progresiva mielinización interconectan diversas zonas de la corteza prefrontal y conecta estas zonas con otras estructuras corticales (posteriores) y subcorticales, esto puede incrementar de manera significativa las capacidades neurofisiológicas de la corteza prefrontal, de sus redes y sistemas distribuidos a lo largo de todo el cerebro (Rubia et al., 2001). Esta mielinización de la corteza prefrontal continua aún en la segunda década de la vida (Flores y Ostrosky, 2012), con cambios que se extienden hasta la edad de 30 años (Rubia et al., 2001).

Se han establecido dos periodos de mielinización: el primero, que es la más rápida, ocurre durante los primeros tres años de vida; el segundo periodo, de lenta, pero progresiva mielinización, ocurre hasta la segunda década de vida (Anderson, 2001). La progresiva mielinización puede dar explicación al incremento tan rápido de procesamiento que se observa durante la transición de la infancia a la adolescencia (Casey et al., 2002).

La velocidad de la transmisión neuronal depende del diámetro del axón y el grosor de las capas de mielina que lo recubren; aunque la mielinización implica un efecto prolongado, su mayor efecto sobre el desempeño neuropsicológico no se presenta mas allá de la adolescencia (Flores y Ostrosky, 2008).

En la figura 5 se muestra como el proceso de mielinización es muy intenso en la infancia, en la adolescencia empieza a perder intensidad, lo cual produce una conducta curvilínea que se desacelera aun mas en la juventud.

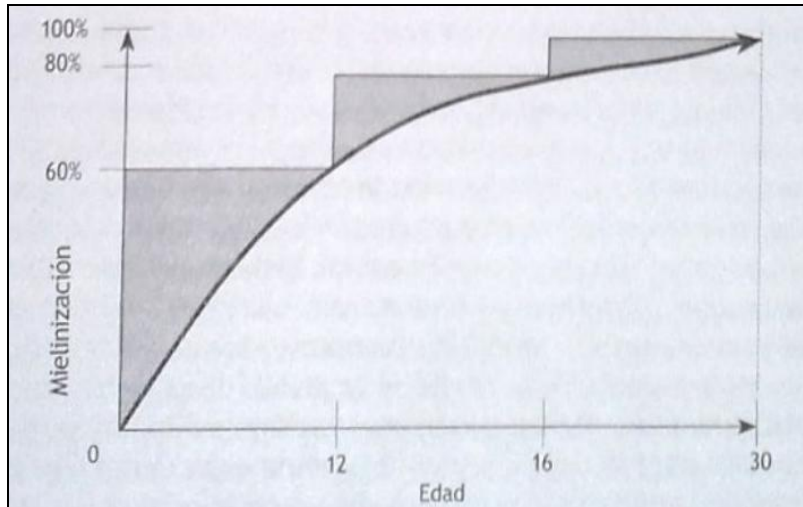


Figura 5. Progreso de mielinización respecto a la edad (Flores y Ostrosky, 2012)

El lóbulo frontal

Los lóbulos frontales, son las estructuras más anteriores de la corteza cerebral, es la estructura cerebral más compleja y desarrollada en los humanos. Este complejo desarrollo y su organización funcional es una característica particular de la especie (Stuss y Levine, 2000), también dentro de esta estructura radican las Funciones Ejecutivas, se encuentran situadas por delante de la cisura central y por encima de la cisura lateral. Se dividen en tres grandes regiones: la región orbital, la región ventromedial y la región dorsolateral; cada una de ellas también están subdividida en diversas áreas, esto se describirá mas adelante con mayor detalle.

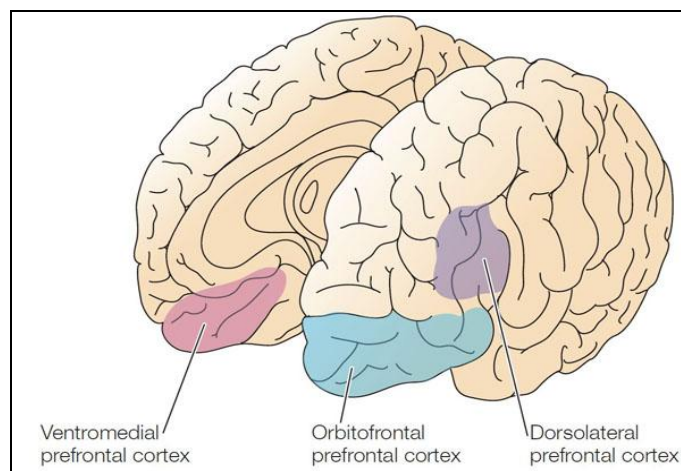


Figura 6. Regiones del lóbulo prefrontal activadas durante la toma de decisiones.

Capítulo 2.

Las Funciones ejecutivas

Las Funciones ejecutivas

Como se ha descrito la Corteza frontal es la más evolucionada y en ella se encuentran reguladas funciones de orden social y cognitivo, como la inhibición, detección y solución de conflictos, así como también en la regulación y esfuerzo atencional, procesos de mentalización y cognitivos, los cuales incluyen, las funciones ejecutivas (FE) las cuales a su vez incluyen un grupo de habilidades cognoscitivas cuyo objetivo principal es facilitar la adaptación del individuo a situaciones nuevas y complejas yendo más allá de conductas habituales y automáticas (Roselli, Jurado y Matute, 2008).

El término de funciones ejecutivas se ha aplicado a un constructo global que involucra a una serie de procesos interrelacionados que participan en la síntesis de estímulos externos como la formulación de metas y estrategias, preparación de la acción y verificación de los planes y acciones; dichos procesos dan como resultado una conducta propositiva y dirigida a metas (Lozano y Ostrosky 2011).

Por lo tanto el funcionamiento ejecutivo se puede caracterizar como el conjunto de capacidades que hacen que el pensamiento se transforme en las diferentes acciones necesarias para funcionar de forma organizada, flexible y eficaz, encargándose de adaptar al individuo a las diferentes situaciones nuevas que le acontecen. Además es un sistema supraordenado que dirige la iniciación de conductas, controlando la planificación, secuenciación, dirección, pertinencia y eficacia en la ejecución de cualquier intención, conducta o tarea (Barrosos y León, 2002).

Las FE han sido conceptualizadas por algunos autores como de naturaleza unitaria es decir que tienen un tronco común y están estrechamente relacionadas entre sí; las funciones ejecutivas corresponden a constructos independientes pero

moderadamente relacionados (Miyake et al., 2000, en Roselli, Jurado y Matute, 2008). Lezak (1983) se refiere al “funcionamiento ejecutivo” para distinguirlo de funciones cognitivas que explican el “cómo” de las conductas humanas.

Los procesos asociados a las FE son diversos e incluyen principalmente *la iniciación de la actividad, la anticipación, capacidad para establecer y seleccionar metas, planeación, la flexibilidad de pensamiento, la inhibición de respuestas automáticas o autorregulación, control de la atención, uso de la retroalimentación, fluidez verbal y mantenimiento de información*, los cuales se desarrollan durante la niñez y la adolescencia (Lozano y Ostrosky 2011), estudios recientes han puesto de manifiesto en las FE un proceso conocido como *Mentalización* (Ostrosky, 2014) a continuación se describen algunas de estas diferentes FE:

- ❖ *Planeación*: La planeación es una de las capacidades más importantes de la conducta humana, se define como la capacidad para integrar, secuenciar y desarrollar pasos intermedios para lograr metas a corto, mediano o largo plazo (Riaño, 2010). Esta FE permite organizar conductas de tal forma que se alcance una meta. Por ejemplo, para la realización de alguna tarea escolar, el niño debe llevar a cabo acciones como preparar un espacio para realizar la tarea, ubicar el texto guía y el cuaderno, desarrollar la tarea punto por punto, buscar la supervisión de un adulto para la revisión de la tarea. Si el niño tiene dificultades en planeación puede perder su meta en alguna parte del procedimiento u olvidar parte del procedimiento (Riaño, 2010). En algunas ocasiones la planeación no sólo se realiza en una sola dirección, con frecuencia se realizan pasos indirectos o en sentido inverso (para lo cual también se requiere de flexibilidad mental, otra función ejecutiva importante) que al seriarse con los pasos directos, se consigue llegar a la meta planteada (Luria, 1974, en Flores y Ostrosky, 2008).

- ❖ *Control atencional*: El control atencional incluye una mejor atención selectiva y mantenida, y un dominio en la capacidad para inhibir comportamientos automáticos e irrelevantes (De la Torre y Ruíz, 2013). Para que el niño haga

una selección apropiada de la información pertinente y mantenga su atención durante periodos prolongados es esencial que aprenda a inhibir respuestas que surgen de manera automática (Wright, et al. 2003).

- ❖ *Control inhibitorio*: Una de las funciones más importantes de la corteza prefrontal (CPF), es la capacidad de control sobre los demás procesos neuronales que se llevan a cabo dentro y fuera de la CPF (Cohen, 1993), el control inhibitorio ejercido por la CPF, en particular por la corteza frontomedial, permite retrasar las tendencias a generar respuestas impulsivas, originadas en otras estructuras cerebrales, siendo esta función reguladora primordial para la conducta y la atención (Flores y Ostrosky, 2008). Debido a este control inhibitorio se pueden evaluar y seleccionar los esquemas de acción específica y evitar las repuestas impulsivas (Shanice y Burguess, 1991).

La CPF se involucra de modo más activo cuando existe mayor cantidad o situaciones de interferencia o competencia atencional (Shimamura, 2000). Por medio del control inhibitorio se puede (Cohen, 1993):

1. Inhibir una respuesta ecopraxica o impulsiva en relación con un estímulo
2. Regular la competencia de activación entre diversas opciones de respuesta
3. Permitir que se active la representación adecuada para generar la respuesta correcta
4. Inhibir este patrón de respuesta cuando ya no sea relevante o útil

- ❖ *Flexibilidad mental o cognoscitiva*: se refiere a la habilidad para cambiar rápidamente de una respuesta a otra empleando estrategias alternativas. Implica normalmente un análisis de las consecuencias de la propia conducta y un aprendizaje de sus errores. Se estima que la flexibilidad cognoscitiva aparece entre los 3 y los 5 años cuando al niño se le facilita cambiar de una

regla a otra (De la Torre y Ruíz, 2013). También implica la generación y selección de nuevas estrategias de trabajo dentro de las múltiples opciones que existen para desarrollar una tarea (Miller y Cohen, 2001). Las situaciones de la vida diaria con frecuencia son altamente cambiantes y los parámetros y criterios de respuestas no dependen de una lógica inflexible y generalizable a todas las circunstancias, sino que dependen del momento y el lugar en donde se desarrollen; la excesiva fijación de un criterio, una hipótesis o una estrategia de acción, afectan de forma importante la solución de problemas (Robbins, 1998). También se sabe que la capacidad del niño para seguir unas reglas en tareas de clasificación y para cambiar de una categoría a otra está presente en los años preescolares pero se consolida hacia los 6 años de edad y adquiere un nivel adulto hacia los 10 años (Roselli, Jurado y Matute, 2008).

- ❖ *Memoria de trabajo:* En múltiples situaciones de la vida cotidiana se tiene la necesidad de recordar algo con el fin de resolver un problema. En tales situaciones, el cerebro debe seleccionar qué tipo de información es relevante y evocarla, ignorando todo el cúmulo de información que se ha almacenado pero que no sirve en ese momento (Lozano y Ostrosky, 2011). La memoria de trabajo es la capacidad para mantener información de forma activa, por un breve periodo de tiempo, sin que el estímulo esté presente, para realizar una acción o resolver problemas utilizando información activamente (Baddeley, 1990). Goldman-Rakic (1998) menciona que ante diversas modalidades de información o tipo de procesamiento existe participación diferente de diversas estructuras de la CPF para el mantenimiento de la memoria de trabajo, lo cual se extiende más allá de la división verbal-visual. Baddeley (1990) identifica cuatro funciones del administrador central (Flores y Ostrosky, 2012):

1. La coordinación de tareas dobles o la capacidad de realizar dos actividades mentales de modo simultaneo

2. Los cambios en las estrategias de evocación
3. La activación de información almacenada en la memoria a largo plazo
4. Las funciones de atención selectiva.

- ❖ *Fluidez Verbal:* La velocidad y precisión en la búsqueda y actualización de la información, así como en la producción de elementos específicos en un tiempo eficiente, es un importante atributo de la CPF y se relaciona con la función ejecutiva de productividad (Lezak, 2004). Las habilidades de fluidez verbal semántica y fonológica mejoran con la edad y parecen alcanzar su máximo desarrollo entre la adolescencia y la adultez temprana (Roselli, Jurado y Matute, 2008).

- ❖ *Metacognición:* Es la capacidad de autoregular el propio aprendizaje, planificando qué estrategias se deben de utilizar en cada situación específica, aplicarlas, controlar el proceso, evaluarlo para detectar posibles fallos y tras ello, transferirlo a una nueva situación (Dorado, 1996). Shimamura, (2000) la define como la capacidad para monitorear y controlar los propios procesos cognoscitivos.

- ❖ *Conducta social:* Durante el desarrollo, los niños tienen que asimilar, aprender y desarrollar diversos sistemas de reglas cognitivas y sociales, las cuales cuando adultos, les permitan interactuar propositivamente con su medio. Esta serie de capacidades se ha denominado: *implementación de reglas*, permitiendo que de forma flexible se alterne, seleccione, actualice y se ejecuten procedimientos efectivos de conducta en base a situaciones sociales determinadas (Bunge, 2004).

- ❖ *Cognición social:* La capacidad de cognición social se ha propuesto para definir los procesos cognitivos que incluyen al sujeto (con sus motivaciones y valores) en un contexto social en donde hay que tomar decisiones personales (Stuss y Levine, 2000). Cada sujeto tiene intereses personales, profesionales y sociales los cuales intenta desarrollar en dependencia de la

evaluación de su pertinencia social-ambiental. Se plantea que la cognición social requiere de un modelo mental del sujeto (auto-conocimiento) que le permita identificar su papel particular dentro de un contexto familiar, laboral y social; de forma que pueda estimar, regular y planear cómo puede lograr satisfacer sus intereses en un ambiente social complejo (Flores y Ostrosky, 2008).

- ❖ **Mentalización:** La capacidad de comprender las intenciones, deseos y creencias de los demás se conoce como "teoría de la mente". Por lo general se desarrolla a los cuatro o cinco años de edad. Se traduce cuando somos conscientes de los estados mentales en nosotros mismos y en los demás; autores expresan que mentalizar es tener "la mente en mente", es decir atender a estados mentales en sí mismo y en los demás, de un modo más elaborado mentalizar se definen como: "percibir o interpretar imaginativamente el comportamiento conjuntamente con los estados mentales", hay veces en que se habla de los estados mentales que subyacen a la conducta, que están detrás de la misma; pero en otras ocasiones ambos deben ser vistos de forma conjunta (Lanza, 2010).

Ostrosky (2014) señala que es importante no confundir la mentalización con la empatía, mientras la empatía es la capacidad de identificarse con otra persona hasta lograr comprender sus sentimientos y estados de ánimo, incluso pensamientos, la mentalización implica el hacer inferencias sobre la actividad y el pensamiento de otro de acuerdo a sus experiencias y no por nuestras creencias; un ejemplo de esta situación es una prueba diseñada por Wimmer y Perner en 1983, conocida como la tarea de "Sally, Ann y la canica" o la tarea clásica de creencia falsa, ver *figura 7*.

A los niños se les presenta una situación donde hay dos niñas: una es Sally y otra es Ann. Sally tiene un canasto tapado con una tela y Ann una pequeña caja, Sally le dice a Ann: "*Mira Ann tengo una canica y la voy a guardar en mi canasto*".

La mete en el canasto y se va a dar un paseo, mientras Sally está paseando Ann toma la canica y la esconde en su caja, Sally vuelve de pasear. Al niño se le pregunta: **¿Dónde va a buscar Sally la canica?**, los niños menores de 5 años en su mayoría responden que en la caja en vez del canasto. Esta situación da una muestra que para saber que Sally buscará en la canasta y no en la caja requiere una comprensión de saber que los otros tienen creencias distintas de acuerdo a sus experiencias que podrían ser distintas a las nuestras.

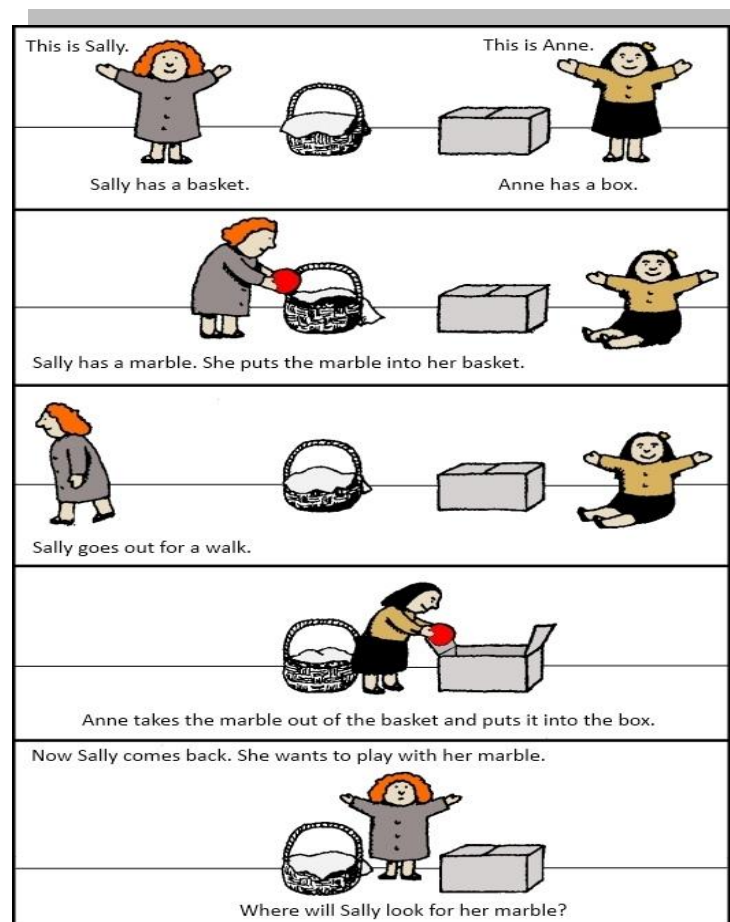


Figura 7. False belief tasks (Wimmer y Perner; 1983).

En conclusión Melzter y Krishnan (2007) mencionan que las FE parecen ser indispensables para el logro de metas escolares y laborales, ya que coordinan y organizan procesos cognoscitivos básicos; también es importante tener en cuenta que aunque se han estudiado e identificado un numero amplio de FE, no existe función ejecutiva unitaria, sino todas trabajan en conjunto (Stuss y Alexander,

2000), incluso el Control Inhibitorio es de las primeras funciones en desarrollarse, ya que para las demás FE, esta tiene una gran intervención (Ostrosky, 2014).

En 2001, Anderson y colaboradores, desarrollaron un estudio acerca de la relación entre las FE, de tal manera que propusieron un modelo que incluye tres componentes entre sí, los cuales ejemplifican un plan de acción (Flores y Ostrosky, 2012):

1. Control atencional: atención selectiva, atención sostenida e inhibición de respuestas
2. Establecimiento de metas: iniciación, planeación, solución de problemas y conductas estratégicas
3. Fluidez cognitiva: Memoria de trabajo, transferencia atencional y conceptual

Ya se ha señalado la inevitable intervención de las FE para lograr objetivos y resultados satisfactorios dentro de tareas laborales y escolares, sin embargo es preciso mencionar en base a la creencia acerca de que las buenas calificaciones suelen asociarse con la inteligencia o el coeficiente intelectual, actualmente se han realizado diversas investigaciones en torno al grado de inteligencia y su vínculo con el éxito académico y las buenas notas escolares; un ejemplo de esto, es un estudio en conjunto del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), la Universidad de Harvard y la Universidad de Brown, el cual menciona que el tener buenas calificaciones no necesariamente implica que la persona ha desarrollado correctamente sus habilidades cognitivas.

De acuerdo con el estudio los centros educativos en los que el estudiantado obtiene mejores notas en exámenes no brindan los mismos resultados con respecto a la capacidad de sus estudiantes de analizar problemas abstractos y de pensar de forma lógica (Gabrieli, et al., 2013).

Estudios preliminares indican que la planeación ejecutiva representa una función ejecutiva única la cual se separa de funciones no ejecutivas tales como la inteligencia y la memoria (Culbertson y Zilmer, 2005), por tanto, el desarrollo de las FE no necesariamente tiene que ser mediado por el nivel de inteligencia, si un estudiante obtiene buenas calificaciones podría estar más relacionado con el adecuado uso de recursos cognitivos como la planeación, memoria de trabajo, control atencional, etc, que con el nivel de inteligencia o el coeficiente intelectual.

Sustrato fisiológico de las funciones ejecutivas

Si bien las FE pueden estudiarse desde una aproximación puramente funcional, considerar su sustrato anatómico proporciona valiosa información respecto a su organización y desarrollo. En términos anatómicos, las FE son soportadas principalmente por la corteza prefrontal (CPF) (Goldberg, 2001), esta 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 y Diamond, 2004).

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 corticales, esta área representa la estructura neocortical más desarrollada en los seres humanos.

Según su anatomía la CPF se divide como ya se ha mencionado en tres grandes regiones: dorsolateral, ventromedial y orbito frontal, (ver Figura 6), cada una de ellas presenta una organización funcional particular (Fuster, 2002).

CORTEZA DORSOLATERAL PREFRONTAL

La Corteza dorsolateral prefrontal (CDLPF) es la región más grande y filogenéticamente más nueva de la corteza frontal, principalmente su región media y anterior (Stuss y Levine, 2000). Debido que la CDLPF es la porción más nueva de

la corteza prefrontal, se relaciona con los procesos cognitivos más complejos que el hombre ha desarrollado a través de su evolución (Fuster, 2002). Soporta los procesos “mas cognitivos” de la CPF, como las FE de planeación, abstracción, memoria de trabajo, fluidez (diseño y verbal), solución de problemas complejos, flexibilidad mental, generación de hipótesis y estrategias de trabajo, seriación y secuenciación (Stuss y Alexander, 2003).

Dentro de la CDLPF hay una relación muy específica entre el sistema dopaminérgico y la memoria de trabajo. Los estudios con agonistas de dopamina en humanos han encontrado que disminuye de manera significativa la capacidad de memoria de trabajo y algunas FE cuando los niveles de dopamina se reducen de modo representativo (Roesch et al., 2005). La CDLPF a su vez se divide en áreas principales: corteza motora, premotora, dorsolateral y anterior.

A. *Corteza motora y premotora* La corteza motora participa en el movimiento específico de los músculos estriados de las diferentes partes del cuerpo. Por su parte la corteza premotora permite la planeación, organización y ejecución secuencial de movimientos y acciones complejas. La región más anterior de la corteza motora suplementaria se relaciona con la selección y preparación de los movimientos, mientras que su porción posterior se relaciona principalmente con la ejecución de los mismos. Tres áreas que involucran regiones premotoras y motoras suplementarias se encuentran particularmente muy desarrolladas en el humano (Passingham,1995):

- 1) el campo oculomotor (Área de Brodman [AB] 8), involucrado en la percepción y síntesis de información visual compleja;
- 2) el área de Broca (AB 44 y 45), relacionada con los aspectos más complejos del lenguaje como la sintaxis; y
- 3) el área de control del movimiento complejo de las manos y dedos (AB 6)
- 4) corteza premotora lateral.

B. *Corteza prefrontal dorsolateral*: La región anterior a la corteza motora y premotora se denomina corteza prefrontal (CPF) y representa la estructura neo-cortical más desarrollada (Ongur, Ferry y Price, 2003), particularmente su porción más anterior (AB 10), presenta un desarrollo y organización funcional exclusivos de la especie humana (Stuss y Levine, 2000). Estas zonas se consideran regiones de asociación supramodal o cognitivas ya que no procesan estímulos sensoriales directos (Fuster, 2002). Se ha encontrado una mayor relación de sustancia blanca/sustancia gris en la CPF en el humano en comparación con otros primates, destacando la importancia que esto tiene para las conexiones funcionales entre las diversas zonas de la CPF, así como de sus conexiones con la corteza posterior y subcortical (Schoenemann, Seehan, y Glotzer, 2005), la corteza prefrontal (CPF) se encuentra más desarrollada que cualquier otra especie (Ostrosky, 2014).

La porción dorsal se encuentra estrechamente relacionada con los procesos de planeación, memoria de trabajo, fluidez (diseño y verbal), solución de problemas complejos, flexibilidad mental, generación de hipótesis, estrategias de trabajo, seriación y secuenciación (Stuss y Levine, 2000).

Las porciones más anteriores (polares) de la corteza prefrontal dorsolateral (AB 10) se encuentran relacionadas con los procesos de mayor jerarquía cognitiva como la metacognición, permitiendo la auto-evaluación (monitoreo) y el ajuste (control) de la actividad en base al desempeño continuo (Flores y Ostrosky, 2008) y en los aspectos psicológicos evolutivos más recientes del humano, como la cognición social y la conciencia ética o auto-conocimiento (integración entre la conciencia de sí mismo y el conocimiento autobiográfico), logrando una completa integración de las experiencias emocionales y cognitivas de los individuos (Stuss y Levine, 2000).

CORTEZA ORBITOFRONTAL

La Corteza Orbitofrontal (COF) es parte del manto arquicortical que proviene de la corteza olfatoria caudal-orbital (Stuss y Levine, 2000). Se encuentra estrechamente relacionada con el sistema límbico, y su función principal es el procesamiento y regulación de emociones, estados afectivos y sociales, así como la regulación y el control de la conducta y la toma de decisiones basadas en estados afectivos (Damasio, 1998, en Flores y Ostrosky, 2008).

Además, está involucrada en la detección de cambios en las condiciones ambientales tanto negativas como positivas (de riesgo o de beneficio para el sujeto), procesando la información relacionada con la recompensa que permite la detección de cambios en las condiciones de reforzamiento, necesarias para realizar ajustes significativos durante el desarrollo de una acción o conducta (Elliot, Dollan y Firth, 2000) de forma rápida y/o repentina en el ambiente o la situación en que los sujetos se desenvuelven (Flores y Ostrosky, 2008).

La COF se involucra aun más en la toma de decisiones ante situaciones inciertas, poco especificadas o impredecibles, se plantea que su papel es la marcación de la relevancia (emocional) de un esquema particular de acción entre muchas opciones más que se encuentran disponibles para la situación dada (Elliot, Dolan, y Frith, 2000, en Flores y Ostrosky, 2008). En particular su región ventromedial (AB 13) se ha relacionado con la detección de situaciones y condiciones de riesgo, en tanto que la región lateral (AB 47 y 12) se ha relacionado con el procesamiento de los matices negativo-positivo de las emociones (Bull y Scerif, 2001).

Se han encontrado tres divisiones de la COF (Chow y Cummings, 1999):

1. Porción medial: relacionada con la identificación de olores, sabores y estados fisiológicos.

2. Porción lateral: relacionada con el procesamiento de información somatosensorial y visual.
3. Porción posterior: relacionada con el procesamiento de estados afectivos.

CORTEZA PREFRONTAL MEDIAL

La corteza prefrontal medial (CPFM) ocupa una posición anatómica privilegiada para orquestar respuestas anatómicas emocionales y de alerta que son requeridas para el correcto despliegue de la conducta (Valdés y Torrealba, 2006), participa activamente en los procesos de inhibición, en la detección y solución de conflictos, así como también en la regulación y esfuerzo atencional regulando la agresión y de los estados motivacionales (Fuster, 2002).

Se piensa que la corteza del cíngulo anterior (AB 24) funciona de forma integrada con esta región (Miller y Cohen, 2001). Su porción inferior (infero-medial: AB 32) está estrechamente relacionada con el control autonómico, las respuestas viscerales, las reacciones motoras y los cambios de conductancia de la piel, ante estímulos afectivos (Ongur et al., 2003, en Flores y Ostrosky, 2008); mientras que la porción superior (supero-medial) se relaciona más con los procesos cognitivos (Burgess, 2000).

Las porciones más anteriores de la corteza frontomedial (prefrontal medial: AB 10), se encuentran involucradas en los procesos de mentalización (teoría de la mente) (Shallice, 2001). Un desbalance en este sistemas prefrontal-autonómico lleva a que las respuestas frente a emociones o situaciones de amenaza sean incontroladas, como es el caso de los individuos con estrés postraumáticos (Valdés y Torrealba, 2006).

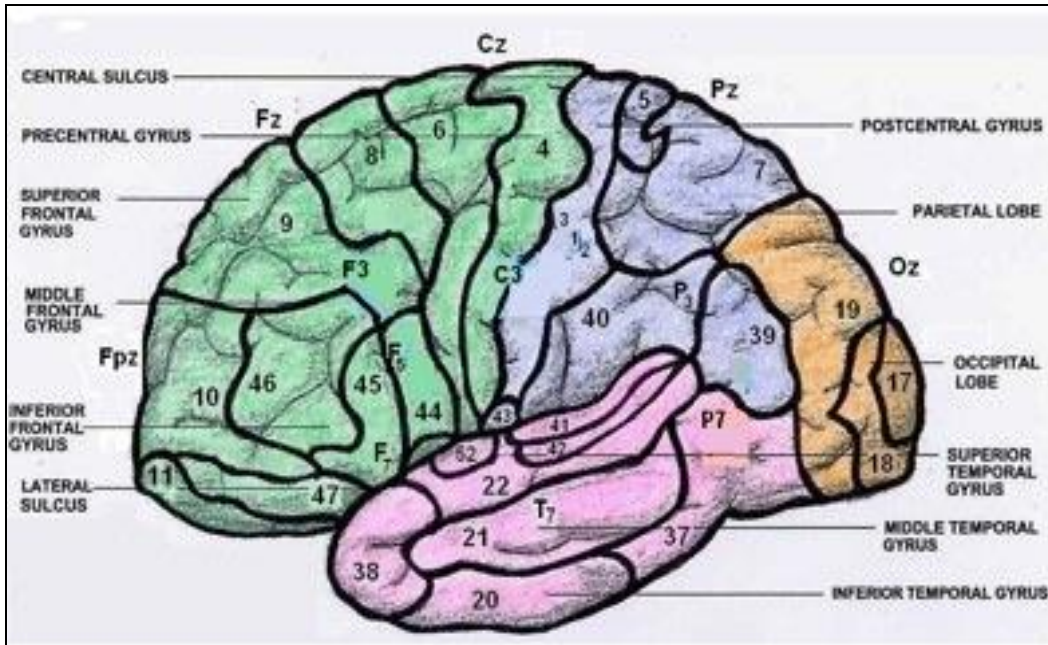


Figura 8. Mapeo histológico del córtex cerebral denominado Áreas de Brodman, desarrollado en 1878.

De esta manera se sabe que la CPF juega un papel clave de monitoreo en las funciones ejecutivas, pero también participan otras áreas del cerebro. Los procesos frontales intactos, a pesar de no ser sinónimos del funcionamiento ejecutivo, son parte integral de esta función. Aunque los esfuerzos para localizar el funcionamiento ejecutivo en áreas cerebrales frontales discretas no han sido del todo concluyentes, el punto de vista actual es que la función ejecutiva es mediada por redes dinámicas y flexibles (Ardila y Ostrosky 2008). Los estudios de neuroimagen han involucrado a regiones posteriores, corticales y subcorticales en el funcionamiento ejecutivo (Roberts, Robbins, y Weiskrantz, 2002).

Como se ha mencionado las funciones ejecutivas tienen sus bases neuronales en los lóbulos frontales; Luria (1974) es el antecesor directo del concepto de funciones ejecutivas; él propuso tres unidades funcionales en el cerebro (Ardila y Ostrosky 2008):

- a) alerta-motivación (sistema límbico y reticular);
- b) recepción, procesamiento y almacenamiento de la información (áreas corticales post-rolándicas); y

c) programación, control y verificación de la actividad, lo cual depende de la actividad de la corteza prefrontal, y es en esta tercera unidad donde se mantiene un papel ejecutivo.

Las áreas de la CPF involucradas sobre todo en el control inhibitorio son la CFM, COF y el giro frontal inferior (Bunge, 2004), por medio de estudios de imagen por resonancia magnética (IRM) se ha encontrado que el área con mayor activación ante tareas de memoria de trabajo para material verbal es la CPF dorsolateral izquierda; a su vez, las porciones ventrales de la CPFDL se involucran más en la memoria de trabajo para el procesamiento de información visual que tiene una identidad (objetos reales) y su porción dorsal participa más en el procesamiento de la información espacial, se ha elaborado un esquema conceptual donde se indica la región de la CPF de la que dependen principalmente las funciones frontales y diversas FE (Flores y Ostrosky, 2012).

Tabla 1.
Modelo Neuropsicológico de funciones frontales y ejecutivas

Regiones de la CPF	Funciones frontales y ejecutivas
<p>Metafunciones (CPFA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Metamemoria • Comprensión de sentido figurado • Abstracción
<p>Funciones Ejecutivas (CPFDL)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fluidez verbal • Productividad • Generación de hipótesis de clasificación • Flexibilidad mental • Planeación visoespacial • Planeación secuencial • Secuencia inversa • Control de memoria (codificación) • Eficiencia (tiempo de ejecución)
<p>Memoria de trabajo (CPFDL)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memoria de trabajo verbal • Memoria de trabajo visoespacial secuencial • Memoria de trabajo visual
	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento riesgo-beneficio • Mantenimiento de respuestas positivas

Funciones frontales básicas (COF y CFM)	<ul style="list-style-type: none"> • Control inhibitorio • Control motriz • Detección de selección de riesgo
--	---

Propuesta que pretende dar un orden conceptual al objeto de estudio (Flores y Ostrosky, 2012).

Desarrollo y maduración de las funciones ejecutivas

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 la niñez se llevan a cabo etapas en la que se existe un desarrollo acelerado de las funciones ejecutivas, estas etapas no son de manera lineales sino que se atraviesan períodos de aceleración que están asociados a los cambios estructurales y funcionales del sistema nervioso central y de manera más específica, a los de la CPF (Diamond, 2001). 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 (Tsujimoto, 2008, en Lozano y Ostrosky, 2011).

La maduración es el conjunto de cambios dirigidos por procesos genéticos de acuerdo a tiempos específicos, los cuales resultan fundamentales para tener las condiciones necesarias, aunque no suficientes, para un adecuado desarrollo cognitivo (Munakata, 2004). La niñez se caracteriza por ser una etapa en la que se advierte una maduración acelerada de las funciones ejecutivas, que se torna más lenta al comenzar la adolescencia (Anderson et al., 2001), lo que sugiere una mayor estabilidad de las funciones ejecutivas conforme aumenta la edad y su desarrollo no se considera lineal, sino que atraviesa etapas o períodos de aceleración.

Brocki y Bohlin (2004) identificaron tres etapas en la maduración de las funciones ejecutivas que coinciden con la niñez temprana (6-8 años), la niñez intermedia (9-12 años) y la adolescencia. Además, esto puede variar de un componente a otro, pues la literatura señala que el desarrollo no es un proceso uniforme para todos los elementos de las funciones ejecutivas, sino que cada uno sigue una trayectoria de desarrollo diferente (Matute et al., 2008).

Ontogenética y filogenéticamente, la CPF es una de las últimas regiones cerebrales en completar su desarrollo, debido a que la maduración cerebral sigue un modelo jerárquico que tiene, como último eslabón, las áreas de asociación (De la Torre y Ruíz, 2013).

La maduración del sistema nervioso ocurre con la interacción de diversos procesos, algunos de los cuales ocurren antes del nacimiento y otros continúan hasta la edad adulta. Estos procesos siguen un patrón jerárquico, por lo que primero ocurren en áreas de proyección y posteriormente en las áreas asociativas. De este modo, la corteza prefrontal, junto con la región supralímbica, son las últimas áreas en completar su desarrollo (Lenroot y Giedd, 2006).

Los procesos madurativos que dan forma al sistema nervioso central son de dos tipos: progresivos y regresivos. Como procesos progresivos están la proliferación celular (incremento del número de células), la arborización dendrítica (nacimiento y crecimiento de dendritas) y la mielinización (recubrimiento de los axones de las neuronas con mielina); en los procesos regresivos el cerebro acumula una infinita capacidad para asimilar experiencias, especialmente aquellas que sucedan en los primeros años de vida, las redes neuronales se irán creando a medida que el niño crece a través del movimiento y de la estimulación de los sentidos que reciba de su entorno (Punset, 2010). Los fenómenos regresivos como ya se ha mencionado se refieren principalmente a la apoptosis y la poda neuronal (Capilla et al., 2004). Aunque el cerebro humano alcanza el 90% del tamaño adulto

a los cinco años, algunos procesos madurativos continúan hasta la edad adulta (Lenroot y Giedd, 2006).

El primer desarrollo neuronal ocurre entre los dos meses y los doce años de edad y se relaciona, principalmente, con el aumento del número de neuronas a partir de ahí se desarrolla lentamente con dos picos a los 4 y los 18 años, se estabiliza posteriormente y declina en la vejez (curva en forma de U invertida). En referencia al nacimiento de los menores y como dato importante, diferentes estudios han demostrado que el bajo peso al nacer se asoció con un mayor riesgo de déficit cognitivo (con un coeficiente intelectual de menos de 100) a la edad de siete años, y con trastornos del comportamiento infantil (De la Torre y Ruíz, 2013).

Como se ha señalado el desarrollo de las FE ocurre en diferentes fases con el periodo de desarrollo más importante desde los seis a los ocho años, alcanzando el desarrollo más completo a los doce años que es cuando el niño tiene una organización cognitiva muy cercana a la que poseen los adultos (Barroso y León, 2002). Sin embargo cada cambio en la edad del menor es importante y se presenta de manera diferente, a continuación se muestran los cambios en las FE de acuerdo a cada etapa, su desarrollo y las características principales.

1 AÑO:

El desarrollo de la Función Ejecutiva durante los primeros años de vida es de gran importancia para el funcionamiento cognitivo, conducta, control emocional e interacción social del niño y que incluso factores tales como los socioculturales pueden influir en su desarrollo (Lozano y Ostrosky, 2011). La maduración de la CPF comienza a partir de los dos meses principalmente y está relacionado con el aumento del número de neuronas. La adquisición de las Funciones Ejecutivas muestra un comienzo alrededor de los 12 meses de edad (De la Torre y Ruíz, 2013).

Durante los primeros años de vida, el niño parece vivir “en un tiempo presente” con reacciones solamente a estímulos que se encuentran en su alrededor inmediato y posteriormente es capaz de representar estímulos del pasado, planear el futuro y representar un problema desde distintas perspectivas que le permite escoger soluciones apropiadas. Esta capacidad para planear y solucionar problemas constituye probablemente el inicio de las funciones ejecutivas. La presencia de las funciones ejecutivas entonces es evidente cuando el niño da muestras de tener la capacidad para controlar la conducta usando información previa y progresivamente se van optimizando con la interlocución, por una parte la maduración cerebral y por la otra, la estimulación ambiental. Dicho con mayor precisión, existe evidencia del desarrollo de la función ejecutiva durante el primer año de vida (De la Torre y Ruíz, 2013).

Anderson y otros autores (2001) sugieren que la flexibilidad cognitiva madura más temprano que la habilidad para planear y resolver problemas. En relación con esto Diamon (2001), en un estudio diseñó una caja con 4 de sus 5 lados cubiertos con un acrílico transparente, dentro del estudio encontró que hacia la edad de 9 meses que el bebé logra sacar un juguete de la caja cuando la abertura está hacia arriba y no es sino hasta el año de edad que es capaz de alcanzar el juguete cuando la abertura es colocada por un lado, solucionar el problema de tomar el juguete que está al alcance de su vista cuando la trayectoria de su mano es interrumpida por una barrera (la pared de la caja) requiere por una parte la inhibición de conductas anteriores; es decir, aquella conducta inadecuada para cumplir con su objetivo, y por la otra, del trazo de un plan para resolver el conflicto (De la Torre y Ruíz, 2013).

En otro estudio utilizando el paradigma Piagetiano de aprendizaje se observo que el niño menor de un año tiene la tendencia de tratar de encontrar en un recipiente “A” un objeto que se paso en su presencia, a un recipiente “B”. Esta tendencia de responder al recipiente “A” es difícil de inhibir en niños menores de los

12 meses, aún en casos en los que el objeto está claramente visible en el recipiente “B” (De la Torre y Ruíz, 2013).

Klenberg junto con otros autores (2001) identifican la inhibición como una función básica y de maduración temprana que antecede el desarrollo de funciones ejecutivas más complejas, cuyo desarrollo se extiende hasta la adolescencia. Uno de los cambios más importantes que ocurre en el niño hacia el año de vida es que éste es ya capaz de inhibir el comportamiento automático y en relación con el estudio mencionado anteriormente el niño ya comienza a buscar espontáneamente el objeto dentro del recipiente correcto (De la Torre y Ruíz, 2013).

2 AÑOS:

Antes de los dos años de edad, el desarrollo del pensamiento y el lenguaje es separado. El cambio más significativo es cuando estos dos procesos convergen y se unen alrededor de los dos años de edad, el pensamiento a partir de este punto y en adelante es mediado por el lenguaje (pensamiento verbal). Como consecuencia, el lenguaje se vuelve el principal instrumento para la conceptualización y el pensamiento (Ardila y Ostrosky, 2008). También la autorregulación comenzará a darse alrededor de los dos años de edad, momento en el que comienza a organizar sus acciones de acuerdo con las instrucciones verbales del adulto (De la Torre y Ruíz, 2013).

3 AÑOS:

Hacia los 3 años 6 meses la densidad sináptica en la CPF alcanza su valor más alto, siendo aproximadamente 50% mayor que en los adultos, un decremento sustancial no ocurre sino hasta la adolescencia media o tardía (Huttenlocher y Dabholkar, 1997). Desde el punto de vista evolutivo, entre los 3 y los 7 años, se registran importantes cambios en la capacidad de control ejecutivo.

En algunas pruebas los niños de 3 a 4 años fracasan en las tareas acción-inhibición (go/ no-go) porque no pueden inhibir su respuesta aunque alcancen a

comprender la consigna, parecen entender y recordar las instrucciones e incluso son capaces de verbalizarlas, pero no pueden actuar acorde a ellas (De la Torre y Ruíz, 2013). En tareas de inhibición aproximadamente entre los 3 y 4 años de edad el niño las realiza con mucha dificultad, por ejemplo en tareas verbales donde se debe inhibir la palabra “*día*”, suscitada por el estímulo visual del sol, y la palabra “*noche*” suscitada por el estímulo visual de la luna, les resulta muy complicada a esa edad (Diamond, Kirkham y Amso, 2002).

De la misma forma en pruebas de flexibilidad cognitiva como la clasificación de cartas con cambios de dimensión, Zelazo (1996) encontró que los niños de tres años de edad no eran capaces de efectuar un cambio en el criterio de clasificación (de color a forma o viceversa), mostrando así un patrón de inflexibilidad similar al de los pacientes con daño frontal. Sin embargo desde la edad de tres años, el niño comprende la naturaleza preparatoria de un plan y es capaz de formular propósitos verbales simples relacionados con eventos familiares. De igual manera, puede solucionar problemas y puede ya desarrollar estrategias para prevenir problemas futuros (Hudson, Shapiro y Sosa, 1995).

La solución de problemas asociada con la edad ha sido analizada utilizando pruebas como la Torre de Hanoi (Simon, 1975) y la Torre de Londres (Shallice, 1982). Bull junto con otros autores (2004) mencionan que los niños de edades preescolares no demoraban mucho en iniciar sus movimientos al resolver pruebas con torres, por lo que aparentemente no configuraban una planificación previa, sino que la estructuraban conforme iban realizando la acción.

En estas pruebas hay que solucionar una serie de problemas es por ello esencial para la adecuada solución del problema, que el niño antes de actuar tenga un plan de acción (Byrd et al., 2004, en Roselli, Jurado y Matute, 2008). Sin embargo Klahr (1985) encontró que a partir de la edad de 3 años ya hay una capacidad para programar dos o tres movimientos en la solución de problemas de la Torre de Hanoi; esta capacidad de anticipación de los movimientos continúa

desarrollándose durante los años preescolares y su desarrollo es paralelo al decremento en el número de movimientos que no están dirigidos al logro una meta clara y que son más bien exploratorios del tipo “ensayo y error” (De la Torre y Ruíz, 2013).

Se estima que la flexibilidad cognoscitiva aparece a partir de los 3 años, cuando al niño se le facilita cambiar de una regla a otra, por ejemplo, en tareas de clasificación de objetos (Roselli, Jurado y Matute, 2008). Es claro que esta flexibilidad es dependiente del número de reglas que se incluyan en la tarea. Es así como al incrementar el número de reglas y, por lo tanto, la complejidad de la tarea, se hace evidente mayor número de respuestas de tipo perseverativo que denotan menos flexibilidad cognoscitiva (De la Torre y Ruíz, 2013).

Zelazo y Frye (2003) conciben el desarrollo de las funciones ejecutivas como derivado de los cambios en el grado de complejidad de las reglas que el niño puede formular y aplicar a la solución de un problema. De acuerdo con esta teoría conocida como del Control y la Complejidad Cognitiva, el niño a la edad de tres años puede mantener en la mente solamente una regla (o principio) por ejemplo el color, al realizar una prueba de clasificación de tarjetas (“si la tarjeta es roja, va aquí; si la tarjeta es azul, va acá”). Si a un niño de esta edad se le pide que cambie la regla y empiece a clasificar las tarjetas siguiendo una regla diferente, por ejemplo figura en lugar de color, el niño de esta edad probablemente perseverará en clasificar las tarjetas de acuerdo con el principio de color.

4 AÑOS:

Los niños a los cuatro años han alcanzando aproximadamente 1000 billones de conexiones neuronales, la mayor en toda su vida (Punset, 2010). Generalmente a esta edad los niños manifiestan una importante mejoría en actividades de cambio de tareas y cambio de reglas en las que se requiere un mantenimiento activo de la información e inhibición. Se ha sugerido que tal ejecución involucra en gran medida el funcionamiento de la corteza prefrontal dorsolateral sólo cuando el cambio de

tarea implica el cambio del foco atencional a una dimensión diferente pues esto implica el procesamiento de información novedosa y por lo tanto mayor concentración (Diamond, 2002). Sin embargo aun existe la incapacidad para inhibir respuestas automáticas, esta actividad en niños pequeños no parece ser el resultado de una falta de comprensión de las reglas de una tarea particular.

Livesey y Morgan (1991) estudiaron el desempeño de niños de 4 y 5 años en pruebas de acción-inhibición y encontraron que a pesar de que los participantes eran capaces de realizar una discriminación verbal entre las instancias de acción (*go*) e inhibición (*no-go*) y que entendían las reglas de la actividad, no eran capaces de realizar la tarea correctamente al no poder inhibir la respuesta motora inapropiada. En una tarea tipo Stroop adaptada para niños preescolares, se ha encontrado que los niños entre 3½ a 4½ años presentan dificultades para guiar sus acciones inhibiendo la respuesta dominante (Gerstadt, Hong y Diamond, 1994, en Lozano y Ostrosky, 2011). Por ejemplo, los niños a partir de los 4 años, mejoran progresivamente y disminuyen el número de movimientos que deben realizar para completar tareas como la Torre de Londres o la Torre de Hanoi (Atance y Jackson, 2009).

Gracias al incremento en la capacidad de formar representaciones mentales y su manipulación, los niños en este periodo pueden empezar a adquirir otras habilidades más complejas como secuenciar y organizar sus conductas para lograr metas y objetivos a corto y largo plazo (Diamond, 2002). Otros estudios que han utilizado tareas que implican la capacidad de demorar una conducta con carga afectiva, por ejemplo, ignorar una recompensa pequeña inmediata a favor de una más grande pero lejana en el tiempo o evitar mirar una recompensa deseada, mostraron que los participantes de 3 años, a diferencia de los de 4 años, tuvieron dificultades para inhibir su deseo de obtener recompensas inmediatas (Carlson, 2005).

Uno de los paradigmas más utilizados para evaluar la percepción costo-beneficio en adultos y que ha resultado sensible para detectar disfunciones en la zona orbitofrontal, es la tarea de *Cartas de Iowa*. Kerr y Zelazo (2004) adaptaron esta prueba para niños en edad preescolar y encontraron que los niños de 4 años hacían elecciones ventajosas que los niños de 3 años y observaron que la diferencia entre ambos grupos de edad era significativa. Además, los niños de 4 años mostraron un aumento en su elección de cartas ventajosas conforme iba avanzando la prueba (Lozano y Ostrosky, 2011).

Estos hallazgos indican que entre las edades entre los 3 y los 4 años existe un progreso del proceso inhibitorio tanto de respuestas dominantes cognitivas y motoras, como de respuestas de espera con contenido motivacional, y que en los últimos meses de esta edad o en niños mayores de 4 años, prácticamente se encuentran establecidas estas habilidades, por lo que se ha considerado que el control inhibitorio puede ser un proceso que permite el desarrollo adecuado de otras FE (Barkley, 1997).

Estos cambios tienen implicaciones significativas en la conducta del niño ya que le permiten formular y usar juegos de reglas más complejos para regular su conducta (Zelazo, 2000). También servirá como mediación verbal de otros círculos sociales y la capacidad del niño para favorecer el desarrollo de la inhibición y memoria de trabajo. Particularmente, mejorar la capacidad inhibitoria permitirle al niño controlar su impulsividad ante tareas sencillas. Observamos así que, ya a edades tempranas, el lenguaje se convierte en herramienta para formular intenciones y acciones, realizar correcciones y evaluar el significado adaptativo de su actuar. En este punto del desarrollo, el lenguaje está dirigido hacia la regulación del comportamiento, marcando el paso de los movimientos semivoluntarios a los voluntarios (De la Torre y Ruíz, 2013).

5 AÑOS:

Los componentes cognitivos del lóbulo prefrontal se desarrollan gradualmente con lapsos de entre 5 y 10 años de edad, llegando a finalizar en la post-adolescencia (Hideaki et. al., 2002) Sin embargo el cerebro humano alcanza el 90% del tamaño adulto a los cinco años, algunos otros procesos madurativos continúan hasta la edad adulta (Lenroot y Giedd, 2006).

Romine y Reynolds (2005) usaron el meta-análisis para demostrar que el período de mayor desarrollo en las habilidades para planear, medidas con las pruebas de las Torres de Londres y de Hanoi, ocurría a partir de los 5 años de edad. También la flexibilidad cognoscitiva tiene claros cambios asociados a esta edad (Heaton et al., 1993, en Rosselli, Jurado y Matute 2008), Zelazo (1996) encontró que en una prueba de clasificación de cartas con cambio de dimensión, los niños de cinco años en su mayoría fueron capaces de clasificar adecuadamente las cartas siguiendo un nuevo criterio.

En pruebas de inhibición y acción, el éxito comienza a lograrse a partir de los 5 años (De la Torre y Ruíz, 2013). Recientemente Matute y colaboradores (2007) confirman que la etapa de desarrollo comprendida entre los 5 y los 8 años se caracteriza por una mejoría acelerada en la solución de problemas que se desacelera entre los 9 y los 10 años, esto en base al desarrollo que tuvieron de la Pirámide de México, prueba que forma parte de la batería neuropsicológica "BANFE" (Matute, Rosselli, Ardila y Ostrosky, 2007), todo esto debido a que a los cinco años ya existe una notable mejoría en actividades de cambio de tareas (task-switching) en las que se requiere un mantenimiento activo de la información e inhibición, se ha sugerido que tal ejecución involucra en gran medida la intervención de la CPFDL sólo cuando el cambio de tarea implica el cambio del foco atencional y a una dimensión diferente, es decir, el procesamiento de información novedosa y por lo tanto mayor concentración (Diamond et al., 2002).

La mentalización también llega a su madurez en esta edad, los niños pueden dar una respuesta adecuada en pruebas de falsa creencia como “sally, ann y la canica”, (ver figura 7). Los niños de 5 años ya podrán realizar series numéricas del 1 al 10, sin embargo difícilmente podrán hacerlo partiendo de un número diferente al 1, ya que rompe el patrón de secuencia acostumbrado, sin embargo un fenómeno interesante es que los niños pueden controlar los errores numéricos de otros antes que los de ellos mismos (Akhutina, 2014).

6 AÑOS:

Hacia los seis años de edad, se observa el pleno dominio de los procesos de inhibición motora y control de impulsos; el período de mayor desarrollo ocurre entre los seis los ocho años de edad, en este lapso, 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 (De la Torre y Ruíz, 2013). Con la maduración del lóbulo frontal se desarrolla la ironía y la capacidad de interpretar proverbios o metáforas, capacidad que en los niños pequeños no existe y que no comienza a adquirirse hasta los 6 años (Jódar, 2004). Esta capacidad cognoscitiva está claramente ligada al desarrollo de la función reguladora del lenguaje, a la aparición del nivel de las operaciones lógicas formales y a la maduración de las zonas pre frontales del cerebro, lo cual ocurre tardíamente en el proceso de desarrollo infantil.

La capacidad del niño para seguir unas reglas en tareas de clasificación y para cambiar de una categoría a otra; está presente en los años preescolares pero se consolida hacia los 6 años de edad. De tal suerte que hacia esta edad los niños producen en un minuto un promedio de 3 a 4 palabras que comienzan por una misma letra, también pueden generar alrededor de 10 nombres de animales en un minuto (De la Torre y Ruíz, 2013). A partir de los 6 años de edad se pueden utilizar la mayoría de las pruebas frontales que se usan con los adultos (Wright et al.,

2003), lo que permite comparar el desempeño en las mismas tareas y su desarrollo a través de diferentes grupos de edades (niños, adolescentes y adultos jóvenes). El desempeño mejora conforme la edad, y los niños de 6 años prácticamente no presentan dificultades para realizarlos (Diamond, 2002).

Por su parte, Garon y Moore (2004) mostraron que en niños de 3 a 6 años, no hubo un efecto de la edad sobre la elección de las cartas ventajosas pero sí hubo un efecto de este factor sobre la conciencia de los niños sobre cuáles eran las mejores cartas, mostrando que los tres grupos diferían al respecto, teniendo una mayor conciencia los niños más grandes. Estos datos indican que los niños de seis años ya han desarrollado el proceso de toma de decisiones a partir de la percepción costo-beneficio.

7 AÑOS:

Una etapa importante ontológica y filogenética ocurre alrededor de los siete años y se caracteriza por el aumento en el número de conexiones interneuronales y por la especialización sináptica. La especialización y la lateralización de las funciones del lóbulo frontal pertenecen a las últimas adquisiciones durante el desarrollo de esta etapa. Tanto la madurez de los neurotransmisores como la mielinización, desempeñan un papel importante en las funciones del lóbulo frontal. La mielinización se considera un proceso madurativo que abarca toda la vida del ser humano, se cree que es el resultado neuroanatómico de los procesos de aprendizaje involucrando la cognición y la adaptación emocional en referencia a los requerimientos del medio ambiente (De la Torre y Ruíz, 2013).

Por estudios post mortem se sabe que entre los 2 y los 7 años la densidad neuronal en la tercera capa de la CPF disminuye de un 55% a un 10% del valor promedio de un adulto. (Huttenlocher y Dabholkar, 1997). Estos datos indican que durante la infancia existe una mejora importante en la capacidad de memoria de trabajo tanto en la modalidad visoespacial como auditivo verbal, que se extiende incluso más allá de los 6 y 7 años por lo que su desarrollo es más tardío que otros

procesos tales como el control inhibitorio, con el cual se encuentra relacionado (Lieberman, Giesbrecht y Muller, 2007).

En pruebas de planeación la ejecución en niños a partir de 7 años mantiene un plan de acción mucho más organizado y eficaz (Levin et al., 1991). Sin embargo algunos autores creen que hasta los 7 años de edad, el niño continúa presentando dificultades en pruebas de clasificación en las que se debe mantener acceso mental a varias reglas para poder hacer cambios de una regla a otra durante el desempeño de la tarea (Anderson, Northam, Hendy y Wrenall, 2001).

8 AÑOS:

El Volumen del lóbulo prefrontal aumenta lentamente hasta antes de los 8 años (96 meses), lo que contrasta fuertemente con el rápido crecimiento a partir de los 8 años, también la relación de volumen prefrontal-frontal aumenta (De la Torre y Ruíz, 2013). De Luca y colaboradores (2003) encuentran que la habilidad para cambiar de una estrategia a otra alcanza el nivel del adulto hacia entre los 8 y los 10 años. Mediante pruebas de acción-inhibición como son aquellas que utilizan los paradigmas *Go/No-Go* y *Stop/Signal*, se ha demostrado que la capacidad para inhibir respuestas automáticas continúa mejorando a lo largo de la infancia. Es así como, Williams, Ponesse, Schachar, Logan, y Tannock (1999) encontraron una capacidad para inhibir respuestas significativamente mejor en niños de 8 años.

En un estudio realizado por Klenberg (2001) acerca de los diseños correctamente armados en la torre de Londres, observaron que, a partir de los 8 años, no se evidenciaban diferencias en los resultados de estos niños con los de edades mayores, lo que sugería que a esta edad se había alcanzado ya un nivel de ejecución comparable al de los niños de 12 años de edad, y por lo tanto, una madurez relativa en la función de planificación.

9 AÑOS:

Se ha mostrado que el metabolismo cerebral local de la glucosa en la CPF aumenta desde el nacimiento alcanzando el valor adulto a los dos años y al llegar a los 3 ó 4 años presenta tasas metabólicas máximas, aproximadamente 2.5 veces superiores a las del cerebro adulto. Este nivel se mantiene hasta los 9 años aproximadamente, cuando empieza a decrecer hasta establecerse en el nivel del adulto durante la segunda década de vida (Tsujimoto, 2008).

Los cambios son mayores en la destreza para solucionar problemas. Se ha sugerido que los niños entre los 9 y los 13 años alcanzan ya niveles equivalentes a los del adulto en el desempeño en ciertas pruebas (Anderson, Anderson y Northam, 2001).

La superioridad del control atencional en niños de 9 a 11 años fue corroborado por Brocki y Bohlin (2004) en la prueba de Ejecución Continua (*Continuous Performance Test*). En esta tarea el niño se enfrenta con una serie de estímulos muy semejantes entre sí, pero debe responder únicamente a un estímulo específico, por ejemplo, a la letra "X" oprimiendo una tecla o levantando la mano los errores por omisión en esta prueba denotarían una dificultad inhibitoria. En cuanto a la verbalización los 9 años los niños pueden nombrar cerca de 13 nombres de animales (De la Torre y Ruíz, 2013).

10 AÑOS:

El volumen del lóbulo frontal aumenta constantemente con la edad hasta los 10 años (120 meses), a partir de esa edad sigue aumentando lentamente junto con el lóbulo prefrontal (Hideaki, 2002).

Se ha sugerido que la adquisición de un nivel adulto del control inhibitorio en pruebas como la de Ejecución Continua (*Continuous Performance Test*) sucede hacia los 10 años de edad (Welsh et al., 1991). Por su parte, Raizner y otros autores (2003) observaron una interacción entre la edad y el grado de complejidad

de los ensayos con respecto al tiempo de planificación inicial, de modo que los adolescentes (de 10 a 12 años), aunque eran más rápidos para comenzar a resolver los ensayos sencillos, mostraban tiempos más largos de planificación de sus estrategias en los ensayos más complejos, mientras que los tiempos de reacción de los más pequeños de (7 a 9 años) eran más cortos en los ensayos difíciles, y más largos en los sencillos.

El proceso de inhibición motora hacia los diez años se maneja efectivamente la capacidad sostenida y selectiva de la atención, habilidades dependientes de la capacidad inhibitoria del sujeto. El desarrollo y apropiación de los procesos ejecutivos de la inhibición, autocontrol, memoria de trabajo y autorregulación por medio de su mediación verbal permiten la adquisición de nuevas habilidades ejecutivas, como la planificación logro que, a su vez, posibilita la apropiación de nuevos comportamientos, como se menciona a los diez años, la habilidad de la inhibición atencional, de inhibición de estimulación irrelevante, así como de respuestas perseverativas, está prácticamente desarrollado. También el seguir reglas en tareas de clasificación y adquiere un nivel adulto hacia los 10 años. Algunos autores han encontrado que los niños de 10 años ya logran un nivel equivalente al del adulto en pruebas de fluidez, mientras que otros sugieren que esta habilidad continua su desarrollo durante la adolescencia y aún en la adultez temprana (De la Torre y Ruíz, 2013).

11 AÑOS:

El patrón de maduración de la sustancia gris presenta la forma de una U invertida, es decir, el volumen de la sustancia gris frontal aumenta durante la infancia y al llegar a la adolescencia alcanza su nivel máximo (a los 11 años en mujeres y a los 12 años en hombres), declinando a partir de este punto (Lenroot y Giedd, 2006).

A los 11 años, los niños mantienen un plan de acción mucho más organizado y eficaz Logan y Tannock (1999). Es interesante mencionar que Matute

y colaboradores (2008) encontraron una leve disminución en el número de aciertos en la solución de problemas en la prueba *Pirámide de México* en el grupo de los niños de 11 y 12 años, esta disminución ya había sido observada por Anderson y colaboradores en 2002. Esta regresión según Anderson podría ser indicio del cambio de estrategias cognitivas que el niño sufre antes de entrar en la adolescencia que coincide con el uso de de estrategias más conservadoras y menos arriesgadas (Roselli, Jurado y Matute, 2008). Vale la pena mencionar que este cambio en la velocidad en el progreso de la solución de problemas que se ha descrito en la adolescencia no se extiende necesariamente a otras funciones ejecutivas. Así por ejemplo, se ha descrito un incremento lineal en la precisión y velocidad de tareas de no verbales de tipo inhibitorio después de la adolescencia (Davidson, Cruess, Diamond, et al., 1999, en Roselli, Jurado y Matute, 2008).

ADOLESCENCIA:

Un estudio reciente longitudinal con la ayuda de imagen por resonancia magnética (MRI), por sus siglas en ingles, indica que la cantidad de materia gris en el lóbulo frontal aumenta hasta un máximo durante la pre-adolescencia, seguido por una disminución después de la adolescencia (Hideaki et al., 2002). La etapa de la adolescencia abarca la edad de 12 a 16 años dentro de ese periodo se muestra diversos y significantes cambios en las FE; el volumen de la materia blanca aumenta de forma lineal de 4 a 20 años (Jernigan, 1991). Otros investigadores han reportado un incremento en la sustancia blanca entre los 4 y 18 años (Giedd et al., 1996). Estos hallazgos apoyan la hipótesis de que el aumento de la mielinización en la primera y segunda décadas de la vida son la principal responsable de determinar el volumen del lóbulo prefrontal (Hideaki et al., 2002).

La edad de 12 años, en particular, es un período frecuentemente asociado con importantes cambios o aceleraciones en el desarrollo de las funciones ejecutivas (Onno, 1990). Por lo general, los niños de doce años ya tienen una organización cognoscitiva importante, sin embargo, el desarrollo completo de la función se consigue alrededor de los dieciséis años. 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. Con respecto al lenguaje hacia los 12 años, los menores son capaces de generar el doble de palabras y a los 15 años logra una producción aproximada de 75 palabras en un minuto. Un correlato semejante se observa entre la producción de palabras en categorías alfabéticas y la edad del niño, a pesar de que el incremento con la edad en las categorías fonológicas es menor que en las categorías semánticas debido posiblemente a un nivel de dificultad mayor (De la Torre y Ruíz, 2013).

Matute y colaboradores (2004) encontraron que las habilidades semánticas alcanza el nivel del adulto entre los 14 y los 15 años mientras que las habilidades de fluidez fonológica no alcanzan el nivel del adulto a esta edad, resultados semejantes han sido encontrados por Hurks y colaboradores (2006).

La poda sináptica es importante para eliminar las conexiones no funcionales que se repiten en el niño, el cual tiene más conexiones sinápticas que el adulto. A través de un estudio post mortem se observó que el proceso de poda es continuo desde los 5 hasta los 16 años en la tercera capa de la corteza prefrontal (Huttenlocher, 1979; en Lozano y Ostrosky, 2011).

Las habilidades semánticas alcanza el nivel del adulto entre los 14 y los 15 años mientras que las habilidades de fluidez fonológica no alcanzan el nivel del adulto a esta edad (Roselli, Jurado y Matute, 2008).

El cerebro del adolescente está en plena formación, unas estructuras y conexiones se completan antes, pero sí podemos asegurar que prácticamente hasta los 20 años, sus lóbulos frontales no funcionan exactamente igual que los de un adulto normal (De la Torre y Ruíz, 2013).

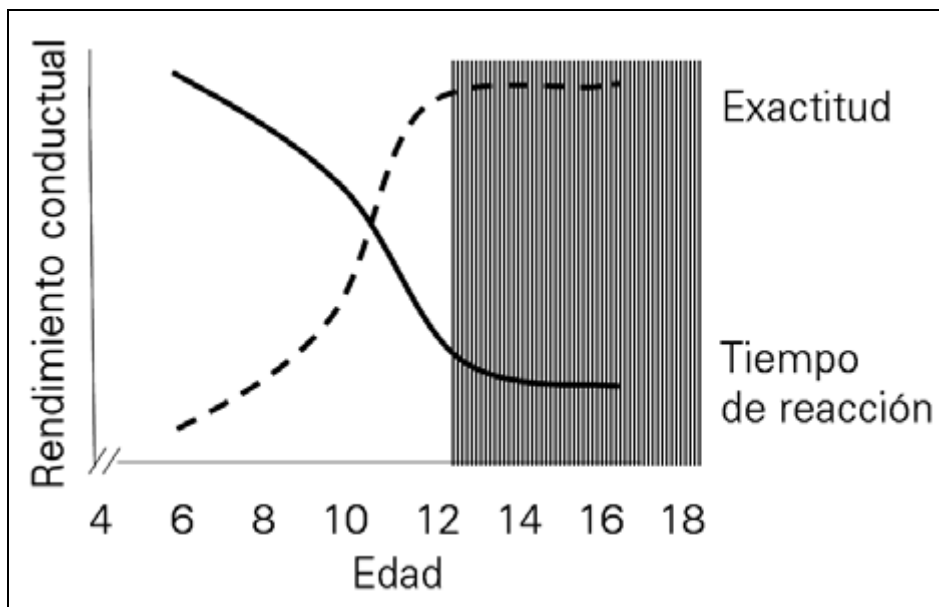


Figura 9. Desarrollo de las FE y su relación con la exactitud, el tiempo de reacción y edad en diversas pruebas (Papazian et al., 2006).

AÑOS CONSECUTIVOS:

Tal parece entonces que desde el nacimiento hasta la adolescencia se observa un desempeño gradualmente mejor en tareas de solución de problemas, progreso que se desacelera pero se mantiene durante la adolescencia. En la mayoría de los casos el desempeño en esta etapa del desarrollo es ya equivalente al del adulto. De Luca y colaboradores (2006) encuentra que la cúspide en las habilidades para solucionar problemas se logra después de la adolescencia entre los 20 y los 29 años (Roselli, Jurado y Matute, 2008).

En general, los autores son consistentes en afirmar que en niños a mayor edad, mayor será el número de categorías y menos los errores. El número de categorías y de errores es equivalente al del adulto en la adolescencia (Strauss, Sherman, y Spreen, 2006). Los estudios longitudinales con resonancia magnética funcional (RMF) entre las edades de 7 y 32 años mediante el empleo de una tarea que requiere generar palabras muestran un aumento progresivo con la edad de la activación en la región izquierda lateral dorsal (AB 46) y la corteza parietal, pero ésta disminuye gradualmente con la edad en otras regiones corticales sin conexión con el cuerpo estriado (De la Torre y Ruíz, 2013).

En la figura 10 se muestra una grafica de Dispersión acerca del desarrollo en el volumen del lóbulo frontal (cuadrados) y prefrontal (círculos), donde se observa que el cambio en estas dos áreas con respecto a la edad es ascendente.

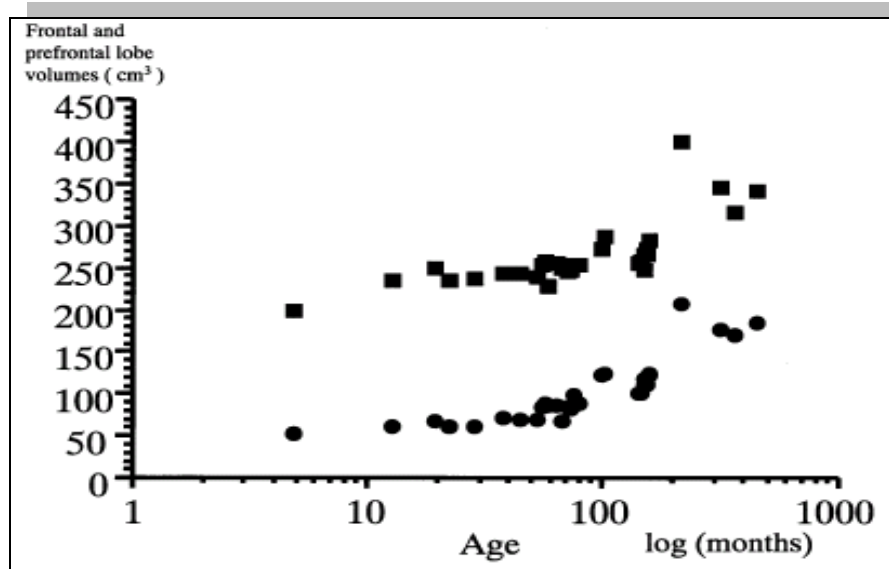


Figura10. Cambios del desarrollo en el volumen del lóbulo frontal y prefrontal (Kanemuraa et al., 2002).

LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN EL ENVEJECIMIENTO

Las funciones ejecutivas son de las habilidades cognoscitivas más sensibles al proceso del envejecimiento. De hecho se ha visto que los procesos cognoscitivos mediados por el lóbulo prefrontal sufren un deterioro con la edad, lo que no sucede con habilidades mediadas por áreas cerebrales más posteriores (Daigneault, Braun y Whitaker, 1992, en Roselli, Jurado y Matute, 2008).

La observación de una vulnerabilidad especial del lóbulo pre frontal a los efectos de la edad, junto con la observación del deterioro específico de ciertos procesos cognitivos, llevó al desarrollo de la teoría del “*envejecimiento del lóbulo frontal*”, la cual propone que los procesos cognoscitivos mediados por el lóbulo frontal son los primeros en sufrir deterioro con la edad avanzada (West, 1996), a continuación se presentan estos procesos y sus complicaciones con la llegada de la edad avanzada:

Control atencional

El control de la atención constituye una de las áreas cognitivas que tiene mayores efectos con la edad avanzada. Entre las teorías más influyentes que intentan explicar los procesos de atención en los ancianos se encuentra la hipótesis de déficit inhibitorio, en la cual se menciona que un mal funcionamiento de los mecanismos de inhibición es responsable por una gran variedad de problemas cognitivos asociados con la edad (Hasher y Zacks, 1988). La falta de control inhibitorio produce el ingreso a la memoria de trabajo información irrelevante a la tarea que se realiza, limitando así la capacidad de procesamiento de información relevante (Roselli, Jurado y Matute, 2008). La relación entre la edad avanzada y los problemas de control inhibitorio también se pueden observar mediante el uso de pruebas de ejecución continuada donde se observa un incremento en el número de errores de omisión en los grupos de participantes mayores (Rush et al., 2006).

Planeación

Otra de las funciones ejecutivas que parecen sufrir cambios con el envejecimiento es la capacidad para planear. Daigneault junto con otros autores (1992) realizaron una investigación donde a un grupo de adultos menores de 65 años les hallaron un decremento en la habilidad para regular el comportamiento de acuerdo a un plan. De igual manera, Zook, Welsh, y Ewing (2006) encontraron un declive en los puntajes obtenidos en la prueba Torre de Londres comenzando a la edad de 60 años. Los resultados de los estudios mencionados permiten concluir que de hecho existe un efecto de la edad sobre el rendimiento en pruebas ejecutivas que evalúan la capacidad de planear, a pesar de que se mantiene indefinida la edad precisa en la que este deterioro es evidente por primera vez así como los posibles efectos que tengan la complejidad y las características de prueba de medición que se utilice (Roselli, Jurado y Matute, 2008).

Flexibilidad Cognoscitiva

Las capacidades de flexibilidad cognoscitiva en la población adulta han sido extensivamente estudiadas mediante la prueba de Clasificación de Tarjetas de

Wisconsin (Wisconsin Card Sorting Test [WCST]), aunque no se han obtenido aún resultados concluyentes, Axelrod y Henry (1992) encontraron un incremento significativo en el número de errores y respuestas perseverativas después de los 60 años, así como una disminución en el número de categorías completadas.

La mayoría de la investigación sobre flexibilidad cognoscitiva ha demostrado que con el paso del tiempo las personas de edad avanzada cometen más errores de tipo perseverativo y necesitan más tiempo para la realización de la tarea; sin embargo, estos hallazgos no son siempre consistentes, estas diferencias podrían ser resultantes de variabilidad en el tamaño de las muestras estudiadas y en inconsistencia en los niveles educativos de los participantes (Roselli, Jurado y Matute, 2008).

Fluidez Verbal

El estudio de los cambios en la fluidez verbal en la población de edad avanzada ha generado resultados opuestos y contradictorios. Mientras algunos autores aseguran que no existe un efecto de la edad sobre la fluidez verbal otros sugieren que los jóvenes obtienen mejores puntajes que las personas mayores en este tipo de pruebas. No se ha encontrado evidencia alguna que sustente la teoría de un efecto negativo de la edad en la fluidez verbal, con la excepción de paradigmas que incluían la manipulación simultánea de información.

Algunos autores sugieren que la fluidez verbal se mantiene sin cambio por la edad gracias a que depende de una fuente de conocimiento verbal que se mantiene intacta con el paso de los años (Crawford et al., 2000). De hecho varios autores han encontrado que el nivel de vocabulario es poco sensible al paso del tiempo (Roselli, Jurado y Matute, 2008) y solamente se hacen evidentes en la octava década de la vida.

Funciones ejecutivas y sus trastornos

Los trastornos encontrados en las FE asociados con la edad avanzada sin duda representan una situación importante para dar estrategias de prevención, ya que en algunos casos la deficiencia cognitiva está ligada a patrones conductuales, estilos de vida y desencadenantes de problemas en la vida adulta.

Por otro lado existen las alteraciones en las FE que se han considerado prototípicas de la patología del lóbulo frontal, fundamentalmente de las lesiones o disfunciones que afectan a la región CPFDL. Así se ha acuñado el término “*síndrome disejecutivo*” para definir las dificultades que exhiben algunos pacientes con una marcada dificultad para centrarse en la tarea y finalizarla sin un control ambiental externo, en segundo lugar presentan dificultades en el establecimiento de nuevos repertorios conductuales y una falta de habilidad para utilizar estrategias operativas, en tercer lugar muestran limitaciones en la productividad y creatividad con falta de flexibilidad cognitiva y en un cuarto lugar la conducta de los sujetos afectados por alteraciones en el funcionamiento ejecutivo pone de manifiesto una incapacidad para la abstracción de ideas mostrando dificultades para anticipar las consecuencias de su comportamiento, lo que provoca una mayor impulsividad o incapacidad para posponer una respuesta (Cevallos, 2011).

Los procesos cognitivos soportados por la CPF, como las funciones ejecutivas, 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, 1999), por lo que diversas patologías del desarrollo pueden afectar diferentes FE (Zelazo y Muller, 2002).

Como se ha mencionado, el término FE integra conceptos como el de resolución, planificación, conducta, ejecución y otras, todas ellas son capacidades que permiten a la persona comportarse de manera adecuada, socialmente adaptada y autosuficiente (Papazian, Alfonso y Luzondo, 2006). También mediante estos procesos mentales resolvemos deliberadamente problemas internos y

externos. Los problemas internos son el resultado de la representación mental de actividades creativas y conflictos de interacción social, comunicativos, afectivos y motivacionales nuevos y repetidos. Los problemas externos son el resultado de la relación entre el individuo y su entorno. La meta de las FE es solucionar estos problemas de una forma eficaz y aceptable para la persona y la sociedad (Papazian, Alfonso y Luzondo, 2006).

A fin de solucionar estos problemas, las FE inhiben otros problemas internos y externos irrelevantes, la influencia de las emociones y las motivaciones, ponen en estado de alerta máxima el sistema de atención selectivo y sostenido antes, durante y después de tomar una acción. Acto seguido se informa si el problema es nuevo o ha ocurrido anteriormente y sobre la solución y sus resultados, se busca la información almacenada en la memoria remota y reciente. Si el problema es nuevo, se vale de la información en las memorias de trabajo verbal y no verbal, analiza las consecuencias de resultados de acciones previas similares, toma en consideración riesgos contra beneficios, se plantea, planea, toma una decisión y actúa interna o externamente.

Todos estos procesos mentales son automonitorizados a fin de evitar errores tanto en tiempo como en espacio y autoevaluados para asegurarse de que las órdenes se han cumplido (Barkley, 1997). Históricamente, tales procesos se han ligado a los lóbulos frontales, cuya lesión produce un conjunto de síntomas agrupados bajo los títulos de síndrome del lóbulo frontal (Stuss, 1986) o síndrome disejecutivo. A continuación se muestran las condiciones patológicas de las FE más recurrentes:

- Impulsividad: Se encuentra dentro del proceso de inhibición, el cual influye en el rendimiento académico (Ylvisaker, Szekeres y Feeney, 1998) la interacción psicosocial y la autorregulación, es necesaria para las actividades cotidianas (Gioia, et al., 2000). La región de la corteza prefrontal responsable de este proceso mental es la región ventrolateral derecha (Aron

et al., 2003). La mejoría del proceso de inhibición con la edad se debe a la maduración secundaria de la corteza prefrontal (lateral dorsal y medial orbital), parte anterior del cíngulo y cuerpo estriado y el tálamo (Casey, Tottenham y Fossella, 2002). Se han encontrado alteraciones en el proceso de inhibición mediante las pruebas acción/inhibición y de parar una respuesta en marcha en niños seis meses después de un traumatismo cerebral (moderado a grave) y empeora tras cuatro años de un traumatismo cerebral grave (Konrad et al., 2000). Semejantes alteraciones se han encontrado en niños con TDAH (Berlín, 2004). En la impulsividad patológica el paciente es incapaz de posponer una respuesta, aunque tenga una instrucción verbal específica para no responder. En los casos extremos se observa el llamado “magnetismo” o “imantación”, es decir la necesidad incontrolable de tocar y manipular todos los objetos del ambiente (Pineda, 2000).

- Inatención: Característico en la Memoria de trabajo, este proceso mental depende de la edad y la capacidad limitada para almacenar, monitorizar y manejar información (Papazian, Alfonso y Luzondo, 2006). La Memoria de Trabajo es importante en el aprendizaje de las matemáticas y la lectura. Se divide en fonológica, semántica y visoespacial (Bull y Scerif, 2001). El desarrollo longitudinal de la memoria visoespacial es similar, como se detecta en las pruebas neuropsicológicas (Beson, 1991). Se ha encontrado mejoría en la memoria de trabajo mediante el empleo de la prueba “N-back” en niños (leve, moderada y grave) y empeora a los cuatro años de un traumatismo cerebral grave (Luciana y Nelson, 1999). La inatención se genera por la falta de desarrollo de un adecuado control mental y monitorización sobre la naturaleza de los comportamientos y sus consecuencias. El sujeto se muestra inestable, distraído e incapaz de terminar una tarea sin control ambiental externo (Pineda, 2000).

- Perseverancia patológica y la inercia comportamental: Relacionado con el proceso mental del cambio de reglas, que depende de la edad con capacidad limitada para cambiar intermitentemente de una a varias reglas imponiendo a los procesos de inhibición y la memoria de trabajo demandas adicionales (Diamond, 2001). Se ha encontrado que las alteraciones en el proceso mental de cambiar el número de categorías o reglas del juego empleando WCST (Test de Clasificación de cartas de Wisconsin, por sus siglas en Ingles) en niños y adolescentes después de 1-2 años de un traumatismo cerebral dependían de la gravedad y la pérdida del volumen del lóbulo frontal izquierdo (Levin et al., 1993). Semejantes alteraciones se han encontrado en niños con TDAH (Berlín, 2004). La Perseverancia patológica indica una falta de flexibilidad en la autorregulación de los comportamientos y las conductas. A diferencia de las operaciones cognoscitivas de la función ejecutiva, no existe una relación entre la rigidez cognoscitiva y el nivel de inteligencia, tampoco se observa una relación con las habilidades académicas. Por esta razón se considera la flexibilidad cognoscitiva como la operación más pura de las FE.

En la *tabla 2* se muestran las diferentes categorizaciones de la perseverancia patológica. En la inercia del comportamiento los sujetos son incapaces de tener una acción, una vez que esta se ha iniciado; aun cuando reciban la orden explicita de parar, actúan como si no tuviesen freno para regular y detener su comportamiento. En las personas sin esta patología este freno se establece mediante la función reguladora del lenguaje (Pineda, 2000).

Tabla 2.
Clasificación de la perseverancia patológica

Clasificación de Luria (1966)

Perseverancia compulsiva o repetitiva: es la tendencia a repetir una tarea anteriormente realizada en el contexto de una nueva tarea.

Perseverancia inerte o inercia de la conducta: es la incapacidad para detener o cambiar una tarea a pesar de tener la orden de hacerlo

Clasificación de Sandson y Albert (1987), modificada por Vilkki (1989)

Perseverancia persistente: tendencia a repetir la ejecución anterior
Perseverancia con bloqueo en la tarea o recurrente: dificultad para pasar de una tarea a otra, aparecen elementos de una tarea previa en el contexto de otra.

Perseverancia continua (inercia): incapacidad para detener una serie. Se observa mejor cuando se pide al paciente que realice una serie limitada de números o de letras y este no es capaz de parar la ejecución.

Clasificación realizada por diversos autores de la perseverancia patológica (Pineda, 2000).

- **Alteración Metacognoscitiva:** El proceso metacognitivo se trata de un proceso mental, conocido también como monitorización y control, que depende de la edad, con capacidad ilimitada, que nos permite autoevaluar y controlar el proceso de planeamiento antes de tomar la decisión final para asegurarnos de que la solución al problema es la mejor (Papazian, Alfonso y Luzondo, 2006). Se ha encontrado que alteraciones en el proceso metacognitivo en niños después de 6 meses de un traumatismo cerebral dependían de la gravedad (Dennis et al. 1996, en Papazian, Alfonso y Luzondo, 2006). La alteración Metacognoscitiva es la incapacidad para reconocer la naturaleza, los alcances y consecuencias de una actividad cognoscitiva, manifestada a través de los comportamientos y de las conductas. El individuo es incapaz de evaluar conceptual y objetivamente las cosas que hace o dice. Esta alteración tiene que ver con trastornos de lo que en psicología comportamental se denomina “Locus de control”. No hay capacidad metacognoscitiva para sopesar una situación o un evento y atribuir

de manera justa las causas del éxito o el fracaso de la acción a los elementos externos o a las decisiones y acciones propias (Pineda, 2000).

- Dependencia ambiental: Se encuentra asociado con el planeamiento de la respuesta, proceso mental que depende de la edad con capacidad limitada para prever o anticipar el resultado de la respuesta a fin de solucionar el problema; se imponen demandas adicionales a los procesos de inhibición y a la memoria de trabajo. El sustrato anatómico es la CPFDL (Cabeza y Nyberg, 2000). Se han encontrado alteraciones en el proceso mental de planear la solución del problema en la prueba de la torre de Londres y el TEST del laberinto de Porteus en niños después de 1-2 años de un traumatismo cerebral que dependían de la gravedad y la pérdida del volumen del lóbulo prefrontal (Levin et al., 1994, en Papazian, Alfonso y Luzondo, 2006) Esta patología está ligada a la inatención y la impulsividad, indica una falta de planificación, programación y autorregulación comportamental.

Un síntoma a observar es la presencia de ecopraxia es decir. La imitación inerte de las actividades de los demás (Pineda 2000).

Principales síndromes, patologías y lesiones cerebrales que afectan las FE

Las patologías neurológicas y los trastornos mentales son otro tipo de problemas que entre sus múltiples consecuencias también las FE se ven afectadas de manera significativa, tales patologías y lesiones son muy numerosas; para poder describir cada una de ellas de manera detallada se tendría que realizar un trabajo de la misma o mayor extensión que este; sin embargo el contexto principal circunscribe otro tópico de la psicología, es por eso que solo se abordaran las patologías más significativas, más comunes e inevitablemente las que comprometen los componentes del funcionamiento ejecutivo.

En la neuropsicología clínica cotidiana se hallan demasiados ejemplos que ponen de manifiesto la alteración del funcionamiento ejecutivo en ausencia de

afectación frontal (Tirapu, Muñoz y Pelegrin, 2002). Los síndromes neurocognitivos frontales son fundamentalmente de dos tipos:

El primero se refiere a los cambios generales del comportamiento que se engloban en “cambios de personalidad”. Estos cambios a su vez suelen ser también de dos tipos, de un lado los que se agrupan como cambios relativos a la activación para la acción, donde los sujetos manifiestan adinamia y apatía total, carencia de toda iniciativa, pérdida de interés, falta de previsión para el futuro y ausencia total de normas sociales; por otro lado se agrupan también en cuanto al “tipo de respuesta”, por ejemplo estos sujetos no acomodan sus respuestas al estímulo, ni en cuanto a la cantidad de la misma, ni en cuanto a su calidad, son hiperactivos, desinhibidos, responden incontroladamente a estímulos afectivos que situaciones normales no deben desencadenar estas respuestas (Barroso, Martín y León, 2002).

Otros autores como Varney y Menefee (1993) ofrecen un listado de descripciones que caracterizan a un sujeto con síntomas de este tipo como “sujetos con empatía y juicio pobre, mentalmente ausente, indecisos, inmaduros, con pobre insight ¹, desorganizados, impulsivos, con carencia de capacidad de planificación, sin refuerzos, ensimismados, con baja motivación, rígidos e inflexibles, desinhibidos y arriesgados.

Como se ha mencionado las alteraciones en el cerebro son diversas, así por ejemplo, si se realizara un corte en dos planos uno coronal y otro sagital en el cortex prefrontal, se delimitan varias zonas que al lesionarse por separado van a dar lugar a alteraciones diferentes y con características de cada una de ellas. Si la lesión tiene una localización en la zona sagital, la situación anteroposterior de la misma determinará el tipo de trastorno que se va a presentar, esto es, si la lesión

¹ Término inglés que literalmente significa “ver adentro”, se expresa con los términos “intuición”, este término lo introdujo a la psicología W.Kohler (Galimberti, 2007).

se localiza cerca del cortex motor, afectara en mayor medida al movimiento en sí; si la localización es un poco más alejada de esta zona, hacia la punta del lóbulo, afectara en mayor medida a la integración del programa motor; en cambio si la lesión se sitúa en la parte más anterior, se perturba el plan organizativo del acto motor el cual es la falla en la capacidad para organizar/dirigir un plan (Barroso, Martín y León, 2002).

Por el contrario en el plano sagital, si la lesión tiene una localización orbitomedial, se producen alteraciones relacionadas con el estado de alerta/atención, apatía y falta de motivación. Del mismo modo las lesiones localizadas en estas áreas también tienen como resultado alteraciones de las respuestas afectivas del sujeto. La afectación de zonas más laterales tiene como resultado dificultad en las conductas más elaboradas y en las cogniciones. Si estas lesiones se localizan en la zona lateral del hemisferio dominante (Izquierdo en la mayoría de las personas), se puede producir alteraciones relacionadas con el habla (Afasias) (Barroso, Martín y León, 2002).

Otra clasificación bien detallada y bien organizada es la propuesta por Imbriano (1983), en ella según la zona prefrontal donde se produzca el daño se pueden observar unos síndromes típicos que dependen de su localización. El síndrome de la Convexidad, esta caracterizado por presentar trastornos en la personalidad, del humor, de la motricidad (hipocinesia, ataxia), lenguaje, del pensamiento (fabulaciones), alteraciones de la atención/concentración (somnolencia), y por ultimo indiferencia psicoafectiva. El síndrome orbitofrontal que se caracteriza por la falta de autocontrol, implicando agresividad y falta de normas sociales.

El síndrome Polar que se produce en lesiones de la zona orbital del lóbulo prefrontal, y cursa con alteraciones severas de la capacidad intelectual (falta de atención y de pensamiento lógico, desorientación en el tiempo y espacio, falta de autocontrol con marcada agresividad. Por último el síndrome Esplenial

frecuentemente relacionado con alteraciones frontales izquierdas, se caracteriza por alteraciones de las expresiones faciales afectivas (amimia, hipomimia) e indiferencia afectiva, trastornos del pensamiento (ataxia, apraxia ideomotriz), y alteraciones del lenguaje (afasia, bradilalia).

En la *tabla 3* se pueden observar algunos de los trastornos ligados a patologías del área prefrontal:

Tabla 3.
Trastornos ligados a patología prefrontal (Basado en Preuss)

1. Procesos degenerativos
Envejecimiento
Enfermedad de Parkinson
Enfermedad de Huntington
2. Cuadro de desarrollo
Trastornos de atención e hiperactividad
3. Procesos tóxico-metabólico
Síndrome de Wernicke-Korsakoff
4. Cuadros Neuropsiquiátricos
Depresión
Esquizofrenia
Trastorno obsesivo-compulsivo
Manía

Trastornos relacionados con la zona prefrontal (Esteves et al., 2000).

De entre algunas patologías podemos destacar los tumores cerebrales, los traumatismos craneoencefálicos, los accidentes cerebrovasculares, la enfermedad de Parkinson, la esclerosis múltiple y el síndrome de Gilles de la Tourette (Borstein, 1991, en Tirapu, Muñoz y Pelegrin, 2002).

Las personas con daño en la corteza ventromedial, resultaran ser sujetos impulsivos, volubles, desinhibidos, y poco conscientes de las consecuencias de sus actos. Las alteraciones del lóbulo prefrontal tienen diversas etiologías, como traumatismos craneoencefálicos, los ya mencionados accidentes cerebro vasculares, aneurismas de la arteria cerebral anterior, tumores (o extirpación de los

mismos en zonas adyacentes), infecciones, neoplasias, viriasis, enfermedades neurodegenerativas o algunos tipos de patologías psiquiátricas.

Cuando el daño es en la zona ventromedial u orbitofrontal, estas alteraciones suelen dejar un patrón típico de comportamiento, describiéndose un síndrome conductual característico conocido como síndrome de desinhibición (Ruíz y De la Torre, 2013).

Este capítulo muestra lo complejo y extenso que es el tema del daño cerebral, como se ha mencionado tratar de abarcar esta temática con los detalles que cada caso requiere sería una tarea de otro orden, por tal razón sólo se señalaran concisamente las patologías más comunes en la práctica clínica.

Accidente cerebro vascular

También se conoce como enfermedad vascular cerebral (EVC) es un síndrome clínico caracterizado por el rápido desarrollo de signos neurológicos focales, que persisten por más de 24hrs, sin otra causa aparente que el origen vascular (Alwan, 2012). Se clasifica en 2 subtipos: isquemia y hemorragia.

La isquemia cerebral es la consecuencia de la oclusión de un vaso sanguíneo y puede tener manifestaciones transitorias (ataque isquémico transitorio) o permanentes, lo que implica un daño neuronal irreversible. En la hemorragia intracerebral la rotura de un vaso da lugar a una colección hemática en el parénquima² cerebral o en el espacio subaracnoideo (Strong, Mathers y Bonita, 2007).

Una vez que existe oclusión de un vaso cerebral con la consecuente obstrucción del flujo sanguíneo cerebral, se desencadena una cascada de eventos bioquímicos que inicia con la pérdida de energía y que termina en muerte neuronal. Otros eventos incluyen el exceso de aminoácidos excitatorios extracelulares, formación de radicales libres, inflamación y entrada de calcio a la neurona (Van der Worp, 2007).

² Tejido de tipo conjuntivo, propiamente la masa cerebral.

En el ataque isquémico transitorio (AIT) no existe daño neuronal permanente. La propuesta actual para definir al AIT establece un tiempo de duración de los síntomas no mayor a 60 min, recuperación espontánea. Estudios recientes muestran que los pacientes con AIT tienen mayor riesgo de desarrollar un infarto cerebral (IC) en las 2 semanas posteriores (Arauz y Ruíz, 2012).

La hemorragia intracerebral según su localización puede ser intraparenquimatosa o intraventricular; la hemorragia intraparenquimatosa se define como la salida de sangre dentro del parénquima; en México, en el Registro Nacional Mexicano de Enfermedad Vascular Cerebral (RENAMEVASC) menciona que su prevalencia fue del 29% de un total de 2,000 pacientes con EVC aguda (Arauz y Ruíz, 2012).

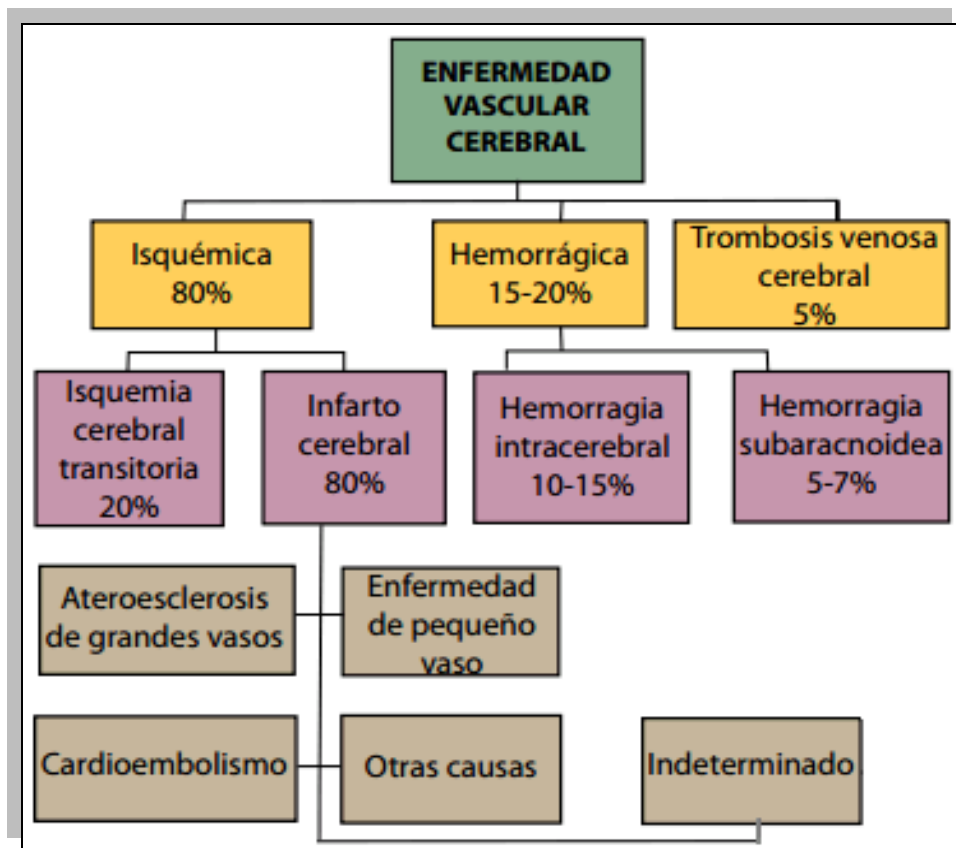


Figura 1. Subtipos de EVC y frecuencia porcentual de cada uno de ellos (Arauz et al., 2012)

Tumores Cerebrales

Los tumores cerebrales se clasifican de dos tipos, los primarios son cuando se producen dentro del cerebro y secundarios, también llamados metastásicos, cuando se originan en otra parte del organismo (por ejemplo, pulmón o mama) y que en algún momento de su evolución se extienden al Sistema Nervioso Central (SNC). En la infancia, la mayoría de los tumores cerebrales se originan en el SNC (primarios), al contrario de lo que ocurre en los adultos, en los que la mayoría de los tumores cerebrales son metastásicos, es decir, que provienen de tumores de otro origen principalmente pulmón y mama. Los tumores primarios pueden originarse de las células gliales (astroglia, oligodendroglia, microglia), células endoteliales o plexos coroideos. De las neuronas, del tejido mesotelial, como por ejemplo de las células aracnoidales que originan a los meningiomas, de tejido glandular, como la hipófisis. También de las células de Schwann, como por ejemplo el neurinoma del nervio acústico (tumor del ángulo pontocerebeloso más frecuente (Berrocal, 2012). Los síntomas pueden ser similares a los de una enfermedad neurológica, de modo que deben realizarse pruebas de imagen que muestren las alteraciones anatómicas de la enfermedad en el cerebro (Berrocal, 2012).

Las técnicas de neuroimagen estructural son de gran utilidad para la detección y localización de los tumores cerebrales, al mismo tiempo que promueven una línea base permite comparar diferentes trastornos patológicos agudos y sub-agudos (Bausela, 2008).

Berrocal (2012) menciona que los síntomas iniciales de los tumores cerebrales son muy variables. El tumor cerebral como se ha mencionado puede aparecer en diversas partes del cerebro, por lo que puede dar síntomas de todo tipo dependiendo de su localización. Esta es la razón por la que, a veces, son tan difíciles de diagnosticar.

Los síntomas que produce el tumor se pueden dividir en dos tipos (Bausela, 2008):

1. Síntomas focales, debidos a la presión y la destrucción que produce el tumor en una estructura del cerebro y que se manifiestan a través de crisis epilépticas y de los déficits neurológicos.
2. Síntomas generales, que se producen por el aumento de presión dentro de la cabeza. Estos se manifiestan a través de hipertensión intracraneal, dolor de cabeza, sensación de náusea y vómitos.

Con respecto a su localización los déficits neurológicos se producen en función del área del cerebro que esté afectada. Cuando se afectan los lóbulos frontales, pueden aparecer deterioros intelectuales, alteraciones de la conducta, cambios de la personalidad, etc. En los lóbulos parietales, lo habitual es que aparezcan alteraciones de la sensibilidad, como sensación de hormigueo, pérdida de la sensación del tacto, también pueden aparecer alteraciones de movimiento o alteraciones del lenguaje. La afectación del lóbulo temporal habitualmente produce alteraciones de la memoria, la dificultad para la comprensión del lenguaje. En cuanto a los lóbulos occipitales lo habitual son las alteraciones visuales.

Algunas veces el cerebelo también resulta afectado, su alteración produce trastornos del equilibrio, incapacidad para coordinar los movimientos e inestabilidad en la marcha con tendencia a separar mucho las piernas para andar y sintiéndose realmente inestable (Bausela, 2008).

Cuando el tumor afecta al tronco del encéfalo (zona que controla todo el sistema respiratorio y cardiovascular) su inestabilidad puede producir alteraciones vegetativas que afectan al control del ritmo cardiaco y respiratorio. Puede producir somnolencia y parálisis, ya que todas las vías del cerebro bajan por el tronco hacia el resto del cuerpo (Beyer, 2003).

Epilepsias

La Epilepsia es un síndrome neurológico crónico, que cursa con crisis recurrentes. Las crisis epilépticas, son la manifestación clínica de una descarga anormal de una población neuronal, generalmente pequeña, localizadas ya sea en la corteza cerebral o bien en la profundidad del parénquima cerebral. La prevalencia de la epilepsia a nivel mundial revela que se encuentran afectados 5 de cada 1.000 habitantes (Troncoso et. al, 2005).

Armijo, Sanchez y Gonzales (2000) mencionan que la clasificación de las epilepsias está basada en la semiología clínica de las crisis, las clasificaciones son generalizadas y parciales, a continuación se muestra la clasificación.

Las generalizadas son las más frecuentes, pueden ser:

1. Convulsivas, que a su vez se dividen en: Míoclonicas, atónicas, tónicas, clónicas y tónico-clónicas.
2. No convulsivas, las cuales son: Ausencias.

Las crisis Convulsivas básicamente se tratan de movimientos tónico-clónicos generalizados, de presentación abrupta, con alteración aguda de la conciencia, que duran pocos minutos y que generalmente cursan con tres fases definidas:

- Fase tónica: Pérdida de conocimiento brusca con caídas e hipertonia muscular generalizada
- Fase clónica: Movimientos alternativos de flexo-extensión, con sacudidas rítmicas a nivel cefálico y piernas y brazos simultáneamente, es habitual que se acompañe de mordedura de lengua y labios e incontinencia urinaria.
- Fase poscrítica: Recuperación paulatina de la conciencia, con amnesia de lo ocurrido, cefalea, dolores musculares difusos.

Las crisis generalizadas no convulsivas comúnmente son llamadas de ausencias porque el cuadro clínico reproduce esta situación y la población la denomina “como una ida” o “como que se desconecta”.

Se presentan en la edad escolar y se caracterizan por múltiples crisis durante el día que básicamente se caracterizan por una alteración breve de conciencia, sin caída al suelo, pérdida de contacto con el ambiente que lo rodea a veces con un parpadeo rítmico; se provocan fácilmente por la hiperventilación, pueden ser:

- Simples: Sin pérdida de conciencia es decir se mantienen signos motores, sensitivos, psíquicos y signos autonómicos
- Complejas: Con alteración de conciencia que pueden mostrarse como parciales simples, parciales complejas.

Traumatismo craneoencefálico

El traumatismo craneoencefálico (TCE) se define como la lesión física o deterioro funcional del contenido craneal, secundario a un intercambio brusco de energía mecánica (golpe). Los traumatismos craneoencefálicos representan la primera causa de muerte en la población por debajo de los 45 años de edad (Gonzales, Pueyo y Serra, 2004). En adolescentes y adultos jóvenes, la principal causa de TCE son los accidentes de tráfico y en ancianos y niños, las caídas (Arias y Pérez, 2010). El 85% de todos los TCE son leves, aunque en algunos casos que potencialmente pueden llegar a ser graves.

Arias y Pérez (2010) mencionan que la clasificación del TCE se divide de acuerdo a la circunstancia clínica, patológica y según la gravedad.

Clínica:

- Sin fractura: más frecuente y banal habitualmente.
- Con fractura:
 - Fractura lineal: el 80% de los casos, no requiere tratamiento específico. Indica intensidad del TCE.
 - Fractura con hundimiento: simple si el cuero cabelludo está intacto o compuesta si está lacerado.

Patológica:

- Concusión/conmoción: pérdida de conocimiento breve, periodo corto de amnesia. Recuperación rápida y total sin afectación neurológica y cognitiva.
- Contusión cerebral: existe alteración de la conciencia, desde confusión, inquietud, delirio a diferentes grados del coma.
- Lesión cerebral difusa.

Según gravedad:

Se considera que tan comprometida es la respuesta ocular, verbal y motora. La exploración generalmente se basa en la escala de Glasgow. Los componentes que suceden cuando ocurre el TCE son extremadamente complejos, teniendo lugar durante las horas, días o semanas que siguen al daño cerebral. Estos componentes afectan no únicamente a las neuronas directamente lesionadas, sino también áreas alejadas de la lesión a través de mecanismos como la degeneración neuronal, las alteraciones neuroquímicas, el edema, el incremento de la presión intracraneal y disrupción vascular debida a hemorragia o isquemia (Almi y Finger, 1992).

Los TCE pueden ocasionar situaciones como el estado de coma, sin embargo las complicaciones se pueden tornar más complejas superando este estado, ya que algunos pacientes tienen un período de confusión, desorientación e inhabilidad para recordar los hechos que van ocurriendo. Este período es conocido como Amnesia PostTraumática (APT) que puede durar días, semanas o en los casos más graves meses. Varios estudios han relacionado las consecuencias neuropsicológicas con variables de esta fase aguda (Levin et al., 1990, en Ariza, Pueyo y Serra, 2004).

Capítulo 3.

La evaluación Neuropsicológica

La evaluación Neuropsicológica

La Neuropsicología Clínica según Pérez García junto a otros autores (2009) la describen como una disciplina clínica que tiene como objetivos la evaluación y rehabilitación de las secuelas psicológicas secundarias al daño cerebral. Entre las actividades del neuropsicólogo clínico, la evaluación neuropsicológica es la actividad más frecuente. Diferentes aproximaciones se han desarrollado buscando mejorar los procedimientos de la evaluación, teniendo como finalidad conseguir exitosamente los objetivos propuestos, aunque en la actualidad la mayoría de los neuropsicólogos utiliza la aproximación por baterías flexibles (Rabin, Barr y Burton, 2005).

Sin embargo, determinar la utilización de una u otra prueba puede depender de los objetivos de la evaluación. Por esta razón, debemos considerar los diferentes objetivos que se determinan en la evaluación neuropsicológica, las aproximaciones que se pueden realizar y evidentemente el procedimiento para realizarla.

Objetivos de la evaluación neuropsicológica

En la evaluación neuropsicológica se pueden considerar dos principales áreas que la componen; la evaluación y la rehabilitación neuropsicológica (Pérez, 2009). Sin duda, el área de evaluación es la de mayor tradición y desarrollo en el campo de la NC y debe preceder a toda propuesta de rehabilitación en el paciente (Blázquez, González y Paúl, 2011).

La evaluación neuropsicológica se define como “un proceso de resolver problemas o responder preguntas” (Vanderploeg, 2000). Dicho proceso puede ser diferente según la aproximación que el evaluador tenga, pero las preguntas que

deben contestar son comunes para todos los neuropsicólogos evaluadores y constituyen los objetivos de la evaluación neuropsicológica.

Por su parte, Rodríguez (2009) entiende que la evaluación neuropsicológica es un examen amplio de las funciones cognitivas, conductuales y emocionales que pueden resultar alteradas después de un daño cerebral. Es fundamental no confundir la evaluación neuropsicológica con la administración de pruebas o tests neuropsicológicos; 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 (Pérez, 2009). 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 como: ¿Cuál es el nivel de desarrollo del niño? (en caso de un niño), ¿Existe algún dominio cognitivo que esté funcionando de forma atípica?, ¿qué fortalezas tiene a nivel cognitivo el paciente?, ¿Cuáles son las áreas a trabajar?, ¿Este perfil es acorde a lo esperable para el diagnóstico? y esto se debe hacer con pruebas neuropsicológicas, entrevista, autorregistros, cuestionarios y con cualquier procedimiento que nos proporcione información fiable y válida.

Existen diversas opiniones referentes a los objetivos posibles de la evaluación neuropsicológica, por ejemplo Lezak y otros autores (2004) han propuesto cuatro los objetivos de la evaluación neuropsicológica:

- 1) Diagnóstico diferencial,
- 2) Planificación de cuidados al paciente,
- 3) Planificación de la rehabilitación,
- 4) Investigación.

Existe una propuesta más amplia sobre los objetivos de la evaluación neuropsicológica es la realizada por Vanderploeg (2000) quien considera 10 posibles objetivos:

- 1) diagnóstico diferencial,

- 2) descripción de las áreas dañadas e intactas cognitiva, emocional y psicológicamente,
- 3) ajuste de objetivos de rehabilitación, planificación de necesidades educativas o de vuelta al trabajo,
- 4) planificación de altas e ingresos,
- 5) establecimiento de compensaciones por incapacidad,
- 6) establecimiento de compensaciones personales por daños (peritaciones judiciales),
- 7) evaluación de la competencia,
- 8) evaluaciones forenses,
- 9) investigación y
- 10) entrenamiento de otros.

En la Figura 12 se presentan distintas propuestas de objetivos de evaluación propuestos por diversos autores; en ella se puede observar que existe una relativa aceptación generalizada en cuanto a los objetivos de la evaluación neuropsicológica, los cuales se podrían agrupar en:

- A. Diagnóstico diferencial
- B. Caracterización del deterioro neuropsicológico en términos de áreas dañadas e intactas con el objetivo de conocer la naturaleza del daño cerebral, planificar la rehabilitación, dar consejo educativo o vocacional o medir el cambio después de una intervención
- C. La evaluación en contextos forenses
- D. La evaluación en protocolos de investigación

OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA SEGÚN VARIOS AUTORES						
Vanderploeg (2000)	Prigatano et al. (2003)	Lezak et al. (2004)	Perea y Ardila (2005)	Hebben y Milberg (2009)	Rodríguez (2009)	Blázquez-Alisente et al. (2011)
Diagnóstico diferencial	Describir los cambios en alteraciones cerebrales superiores	Diagnóstico	Determinar el estatus cognitivo actual del paciente	Describir e identificar cambios psicológicos	Identificar, describir y cuantificar déficits cognitivos y conductuales	Descripción de las consecuencias cognitivas, emocionales y comportamentales de la disfunción cerebral.
Descripción de las áreas dañadas e intactas cognitiva, emocional y conductualmente	Monitorizar los cambios con y sin tratamiento	Planificación de cuidados al paciente	Analizar los síntomas y signos presentes	Determinar los correlatos biológicos de los resultados	Establecer medidas de línea base	Contribución al diagnóstico preciso en contexto neurológicos y psiquiátricos
Ajuste de objetivos de rehabilitación, planificación de necesidades educativas o de vuelta al trabajo	Ayudar al diagnóstico de síndromes	Planificación de la rehabilitación.	Proveer información adicional para efectuar un diagnóstico diferencial	Determinar si los cambios están asociados con alguna patología	Evaluar la eficacia de las intervenciones	Diseño de programas de rehabilitación individualizados
Planificación de altas e ingresos	Proporcionar un guión de la naturaleza de las alteraciones y como abordarlas	Evaluación de la eficacia de los tratamientos	Sugerir posibles patologías subyacentes a la alteración cognitiva	Evaluar el cambio en el tiempo y hacer pronósticos	Determinar las secuelas sociales, laborales, legales, familiares y personales	Valoración de la eficacia de las intervenciones
Establecimiento de compensaciones por discapacidad	Proporcionar al paciente y familiares consejo sobre las decisiones de la vida diaria	Investigación	Sugerir procedimientos terapéuticos	Proporcionar guía para la rehabilitación	Evaluar el estado afectivo y cognitivo para planificar la rehabilitación	Valoración médico-legal del nivel de deterioro cognitivo
Establecimiento de compensaciones personales por daños (peritaciones judiciales)	Desarrollar investigación neuropsicológica	Evaluación en contextos forenses		Proporcionar guía para la educación de los cuidadores	Contribuir al diagnóstico diferencial	Investigación clínica
Evaluación de la competencia				Planificar la implementación del tratamiento		

Figura 12. Objetivos de la evaluación neuropsicológica (Pérez, 2009).

Consideraciones ante la evaluación

Existen algunas circunstancias que el evaluador debe conocer o considerar antes de la evaluación neuropsicológica. La elección de la evaluación y la disponibilidad de información antes de evaluar al paciente son cuestiones que deben ser consideradas de manera determinante.

Con respecto a cuál es el mejor momento para evaluar, Lezak et al. (2004) afirma que depende del tipo de problema. De tal forma que, si el daño cerebral es de aparición repentina, por ejemplo un accidente cerebrovascular (ACV) o los traumatismos craneoencefálicos (TCE), no se debería evaluar al paciente en la fase aguda y deberíamos esperar hasta los 3 meses para realizarla.

Las razones son que en fase aguda el paciente se fatiga más, va tener más conciencia de sus déficit, favoreciendo así estados de ánimo depresivo y la recuperación espontánea es tan rápida que las mejorías pueden ser casi diarias. Puede ser pertinente hacer una evaluación entre 1 y 3 meses con el objetivo de estudiar la capacidad del paciente o medir las secuelas para hacer un seguimiento, pero esta evaluación debe ser breve y ajustada al estado del paciente (Pérez, 2009). Cuando ha pasado la fase aguda, entre los 3 y los 6 meses, se puede aplicar una evaluación neuropsicológica completa, abarcando todas las dimensiones de la conducta, tratando de abarcar la mayoría de áreas cognitivas posibles.

Si se quiere hacer seguimientos de los programas de rehabilitación y de la reincorporación social y vocacional. Lezak y colaboradores (2004) proponen que las evaluaciones se realicen 1 ó 2 años después de daño cerebral. Por último, si se busca evaluar patologías que tienen un inicio progresivo, por ejemplo enfermedades degenerativas o tumores, la evaluación debe realizarse ante los primeros síntomas para posteriormente comparar con seguimientos entre 6 y 8 meses después.

Este seguimiento puede ser bastante aclaratorio aunque se propone que se haga otro entre los 12 y 18 meses que debe ser prácticamente definitivo para establecer un diagnóstico o conocer la tendencia de los déficit neuropsicológicos (Lezak et al., 2004). También es importante tomar en cuenta que antes de empezar la evaluación se debe contar con todos los datos posibles respecto al caso, como su expediente escolar, otras pruebas psicológicas realizadas anteriormente o su historial médico. La historia médica del paciente en relación al daño cerebral proporcionará información sobre la lesión cerebral, los síntomas y/o los tratamientos a los que está sometido. La información que proporcionada depende del tipo de patología cerebral. Así, por ejemplo, en un TCE o ACV es importante buscar en la historia si hubo estado comatoso (profundidad y duración) o la localización de la lesión, entre otras (Pérez, 2009).

Evaluación de las funciones ejecutivas

Toda la información preliminar hace reflexionar acerca de la evaluación de las FE, ya que se debe realizar bajo ciertas condiciones específicas de acuerdo a las funciones a evaluar, el tipo de población y la edad, de esta manera el neuropsicólogo o el especialista debe ser cuidadoso al relacionar alguna FE con un área de la CPF y también a que debido al breve desarrollo de los circuitos y de las interacciones funcionales de la corteza durante la edad preescolar los estudios hasta ahora de neuroimagen funcional han mostrado actividad consistente de la CPF ante pruebas de FE a partir de los seis años de edad (Schroeter et al., 2004, en Casey et al., 2002).

Por lo tanto el correlato neurofuncional-neuropsicológico no es el mismo en niños, adolescentes y adultos, el niño preescolar requiere de pruebas muy simplificadas, las cuales no se pueden comparar a lo largo de diversas etapas de la niñez y menos de la adolescencia, por ello la evaluación preescolar tiende a ser muy imprecisa en relación con los mecanismos cerebrales que participan en la realización de las pruebas neuropsicológicas más comunes (Flores y Ostrosky, 2012).

La evaluación ejecutiva puede evaluarse desde tres perspectivas diferentes y con diferentes objetivos, aunque ninguna de ellas es excluyente de la otra (Pineda, 2000):

1. Evaluación Clínica cualitativa
2. Evaluación Clínica o investigativa cuantitativa
3. Evaluación experimental

La evaluación clínica cualitativa se realiza mediante la observación directa del paciente, y busca definir los comportamientos y conductas que indiquen la presencia de los síntomas de los diversos tipos de síndromes prefrontales, los cuales son: Alteraciones en la autorregulación, dificultades en la atención sostenida, problemas en la organización cognoscitiva y de la conducta. La evaluación de estos síntomas se lleva a cabo durante todo el proceso de consulta neuropsiquiátrica o neuroconductual, y no utiliza ningún instrumento específico diferente a los utilizados para el interrogatorio de la evaluación general (Pineda, 2000).

Este tipo de evaluaciones demanda una gran experiencia clínica y una familiaridad y conocimientos de los fundamentos teóricos relacionados con la estructura de las FE y las características clínicas de las diversas formas de presentación del síndrome prefrontal. La aproximación clínica es dicotómica y debe determinar si un comportamiento o una conducta específica corresponden a un síntoma o a un estilo cognoscitivo particular.

Evaluación Cuantitativa utiliza pruebas estandarizadas para una aproximación clínica más objetiva y especialmente para las investigaciones que se puedan reproducir. Tiene la ventaja de que los resultados pueden ser revisados y analizados por otros observadores y también pueden ser contrastados en cualquier momento con los resultados de otras pruebas para establecer su fiabilidad mediante pruebas estadísticas. La experiencia clínica requerida para establecer los

diagnósticos es menor que la que se necesita en la evaluación cualitativa. Una de las desventajas es que necesita más tiempo para la aplicación de pruebas, su clasificación y su análisis clínico, lo cual también la hace más costosa (Pineda y Ardila, 1991).

La evaluación cuantitativa requiere de tres niveles de análisis de los resultados:

1. Nivel psicométrico: intenta establecer la puntuación estándar de destrezas, en este nivel se debe definir si una determinada ejecución corresponde o no a un nivel normal para la edad. Utiliza para ello las escalas directas y las transformaciones en escalas estándares o de percentiles. Este análisis es extremadamente importante en la neurología y neuropsicología del comportamiento.
2. Análisis de los factores cognoscitivos: corresponde a la primera etapa clínica de aproximación a los resultados. Se trata de definir cuáles son las operaciones cognoscitivas necesarias para realizar una tarea específica y cuál o cuáles son las responsables de la puntuación obtenida.
3. Análisis neuropsicológico del factor subyacente a los errores: es la etapa clínica más avanzada, y requiere de la calificación y tipificación de los errores, independientes de las destrezas y habilidades. Aquí se plantean las hipótesis y se establecen los constructos explicativos para los signos observados, es decir los llamados síndromes neuropsicológicos (Ardila, Roselli y Puente, 1994). Existen varias pruebas que se han utilizado para la evaluación de diversos componentes de la FE. Las más estudiadas son la prueba de clasificación de tarjetas de Wisconsin (WCST), el test de fluidez verbal, la prueba de fluidez de diseños. La organización del aprendizaje, la torre de hanoi y de Londres, el test de conflicto palabra/color o prueba de stroop y la prueba de apertura de caminos (Pineda, 2000).

4. *Evaluación experimental* se utiliza para la investigación de casos o grupos de casos seleccionados de manera estricta. Se controlan y manipulan todas las variables de criterios y los demás factores, para evitar su influencia sobre las variables observadas. El experimento está destinado a medir de manera precisa una sola operación cognoscitiva. En el estudio de las FE se han diseñado experimentos para medir la capacidad de control comportamental y conductual (acción/inhibición) (Grafman,1999), para observar la impulsividad y la perseverancia (Passler, Issac y Hynd, 1985) y para analizar la relación entre función ejecutiva y los paradigmas cognoscitivos genéticos (Welsh, Pennington y Groiser, 1991). La limitación de estos estudios viene dada por la rigurosidad del método experimental, que demanda de un control total sobre las variables, lo cual puede resultar costoso.

Principales pruebas neuropsicológicas

Los instrumentos de evaluación neuropsicológica se dividen en tres grandes grupos, sin pretender realizar una descripción exhaustiva de las pruebas, se señalará algunas características generales de cada uno de los tipos de pruebas, las cuales son:

- Escalas breves o pruebas de rastreo cognitivo.
- Tests específicos.
- Baterías neuropsicológicas generales.

Escalas breves o pruebas de rastreo cognitivo

Son tests de fácil aplicación y que requieren poco tiempo para su aplicación (de cinco a veinte minutos). Constan de un conjunto de preguntas variadas en relación con un cierto número de áreas cognitivas (orientación temporal y espacial, atención y concentración, aprendizaje y memoria, lenguaje, capacidades visoespaciales, etc). La mayoría se diseñaron originalmente para la cuantificación de los déficits cognitivos en pacientes ancianos, aunque se han aplicado de forma general a pacientes con todo tipo de déficit cognitivos tanto agudos como crónicos.

La puntuación global obtenida permite obtener un “punto de corte” que se utiliza como una distinción dicotómica entre normal y patológico, señalando aquellos individuos que precisan de una evaluación neuropsicológica más detallada. Una limitación importante es la falta de sensibilidad para detectar déficit cognitivos focales. Por ejemplo pacientes con lesiones frontales o con lesiones en el hemisferio derecho pueden conseguir puntuaciones máximas en la mayoría de los ítems. Además su especificidad es muy baja, incluso en los casos en que se valora el perfil de las diferentes secciones de los test.

Por lo tanto, sus principales utilidades se limitan a proporcionar una visión rápida del paciente (por ejemplo, en el contexto de una consulta de neurología o psiquiatría general, servir de guía para valorar el seguimiento de los pacientes a lo largo del tiempo y establecer correlaciones entre esta puntuación global y otras variables relevantes.

Pruebas específicas de evaluación neuropsicológica.

Resulta imposible establecer un protocolo estandarizado para la exploración neuropsicológica, ya que la selección de las pruebas viene condicionada no sólo por su sensibilidad a la detección del daño cerebral, sino también por el motivo que determina la valoración/diagnóstico, por el estado cognitivo de cada paciente y por el tiempo disponible para realizar el estudio (Flores y Ostrosky, 2012).

En la tabla 4, se muestran algunas pruebas específicas de evaluación neuropsicológica de acuerdo al área a evaluar.

Una cuestión especialmente problemática es la evaluación de los déficits en el funcionamiento ejecutivo. Se han propuesto diferentes pruebas que han mostrado su utilidad y sensibilidad para detectar una disfunción de las áreas prefrontales (Trail Making Test, test de clasificación de cartas de Wisconsin, Torre de Hanoi, Torre de Londres, etc.). Sin embargo diferentes trabajos desarrollados en la última década han puesto de relieve que algunos pacientes con lesiones

prefrontales bien identificadas realizan bien estas pruebas neuropsicológicas, aún cuando presentan dificultades notables en su adaptación a la vida cotidiana (Pineda, 2000).

Esta limitación de las pruebas de evaluación neuropsicológica nos sitúa ante una nueva demanda, que resulta más pertinente si cabe cuando el objetivo que se persigue la planificación, puesta en marcha o valoración de la eficacia de los programas de rehabilitación. Se hace necesario complementar el empleo de pruebas específicas con:

- A. La utilización de medidas que permitan obtener información sobre otros aspectos fundamentales del comportamiento humano como la motivación y la emoción.
- B. El desarrollo de sistemas de observación y hojas de registro de conductas en el medio natural, en ambientes no protegidos, ante tareas no propuestas de forma explícita por el evaluador y en situaciones novedosas imprevistas y cambiantes.

Baterías generales de evaluación.

Una batería de evaluación neuropsicológica de forma genérica se puede definir como un conjunto de pruebas o elementos que exploran las principales funciones cognitivas de forma sistematizada, con el objeto de detectar y tipificar la existencia de un daño cerebral.

Existe una gran controversia en la literatura especializada sobre las utilidades y limitaciones de la aplicación de este tipo de procedimientos en la evaluación de los pacientes con lesión o posible disfunción cerebral. Las principales ventajas de su uso radican en la posibilidad de estudiar los principales síndromes y alteraciones neuropsicológicas en un tiempo relativamente breve, la oportunidad de disponer de una amplia base de datos que facilita, por un lado, la obtención de perfiles que caracterizan a diferentes lesiones cerebrales (por ejemplo, accidentes isquémicos o hemorragias en diferentes territorios vasculares),

y por otro, un mayor control sobre un conjunto de variables (edad, nivel educativo, etc.) que afectan al rendimiento de los individuos en estas pruebas.

Finalmente, al realizar una valoración global del funcionamiento cognitivo permiten identificar no sólo los principales déficit sino también las habilidades preservadas en cada paciente.

Entre los inconvenientes cabe señalar la falta de fundamentación teórica, pues en general constituyen una agrupación de pruebas más o menos sensibles a los efectos de diferentes lesiones cerebrales, pero carecen de un marco conceptual que explique dicha selección de instrumentos. Y en el ámbito clínico, su diseño permite más la comparación de resultados entre individuos y grupos que el análisis específico de los errores que comete cada paciente, lo cual resulta esencial para el establecimiento de un posterior programa de rehabilitación neuropsicológica personalizado (Cevallos, 2011).

Tabla 4.
Pruebas específicas de evaluación

Orientación temporal y espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba de orientación de Christenen • Subtests del Test de Barcelona
Atención/Concentración/Velocidad de procesamiento de información	<ul style="list-style-type: none"> • Continuous Performance Test (CPT) • Tareas de cancelación • Retención de dígitos Trail Making Test (Forma A y B) • Clave de números del Wais III • Test de atención breve (BTA) • Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT)
Habilidades visoespaciales y visoconstruccionales	<ul style="list-style-type: none"> • Test de organización visual de Hooper • Test de orientación de líneas • Test de reconocimiento de caras • Test de retención visual de Benton • Batería de tests para la percepción visual de objetos y del espacio (VOSP) • Rompecabezas y cubos del WAIS III
Praxias, coordinación y velocidad manual	<ul style="list-style-type: none"> • Finger Tapping Test • Grooved Pegboard Test • Purdue Pegboard Test • Tareas de control de Luria • Pruebas de Praxias de Christensen • Test de apraxia de Goodglass y Kaplan

Memoria	<ul style="list-style-type: none"> • Escala de memoria de Wechsler revisada • Figura compleja de Rey • Test de aprendizaje verbal de Rey • Test de aprendizaje verbal de California • Buschke Selective Reminding Test • Cuestionario de memoria autobiográfica (AMI)
Lenguaje y comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • Test de denominación de Boston • Subtests del test de Barcelona • Test para la evaluación de la Afasia de Boston • Evaluación del procesamiento lingüístico en la afasia (EPLA) • Porch Index of Communicative Ability (PICA)
Razonamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Compresión, semejanzas e historietas del WAIS III • Test de formación de conceptos de Hanfmann-Kasanin • Test de categorías de Halstead-Reitan
Funciones Ejecutivas	<ul style="list-style-type: none"> • Trail Making Test (forma B) • Test de Stroop • Fluidez verbal fonética (FAS) • Fluidez de diseños • Test de clasificación de cartas de Wisconsin (WCST) • Test de las Torres (Hanoi, Londres)

Como se puede observar en la tabla 4, dentro de la evaluación neuropsicológica existen pruebas específicas que valoran las funciones ejecutivas; de la misma manera Flores, Ostrosky y Lozano (2008) han propuesto una batería de evaluación la cual integra un conjunto de pruebas que seleccionaron y dividieron principalmente en base al criterio anatómo-funcional: pruebas que evalúan funciones complejas que dependen de la corteza órbita-frontal (COF), corteza prefrontal medial (CPFM), corteza prefrontal dorsolateral (CPF DL) y de la corteza prefrontal anterior (CPFA).

Pruebas que evalúan funciones que dependen principalmente de la COF y CPFM:

1. Stroop: Evalúa la capacidad de control inhibitorio.

2. Prueba de cartas “Iowa”: Evalúa la capacidad para detectar y evitar selecciones de riesgo, así como para detectar y mantener selecciones de beneficio.
3. Laberintos: Evalúa la capacidad para respetar límites y seguir reglas.

Pruebas que evalúan funciones que dependen principalmente de la CPFDL:

4. Señalamiento autodirigido. Evalúa la capacidad para utilizar la memoria de trabajo viso-espacial para señalar de forma autodirigida una serie de figuras.
5. Memoria de trabajo visoespacial secuencial. Evalúa la capacidad para retener y reproducir activamente el orden secuencial visoespacial de una serie de figuras.
6. Memoria de trabajo verbal, ordenamiento. Evalúa la capacidad para manipular mentalmente la información verbal contenida en la memoria de trabajo.
7. Prueba de clasificación de cartas. Evalúa la capacidad para generar una hipótesis de clasificación y sobre todo para cambiar de forma flexible (flexibilidad mental) el criterio de clasificación.
8. Laberintos. También permite evaluar la capacidad de anticipar de forma sistemática (planear) la conducta visoespacial.
9. Torre de Hanoi. Evalúa la capacidad para anticipar de forma secuenciada acciones tanto en orden progresivo como regresivo (planeación secuencial).
10. Torre de Londres. Evalúa la capacidad de planeación, autocontrol y solución de problemas.
11. Resta consecutiva. Evalúa la capacidad para desarrollar secuencias en orden inverso (secuenciación inversa).
12. Generación de verbos. Evalúa la capacidad de producir de forma fluida y dentro de un margen reducido de tiempo la mayor cantidad de verbos (fluidez verbal).

Pruebas que evalúan funciones que dependen principalmente de la CPFA:

13. Generación de clasificaciones semánticas. Evalúa la capacidad de productividad: producir la mayor cantidad de grupos semánticos y la capacidad de actitud abstracta: el número de categorías abstractas espontáneamente producidas.

14. Comprensión y selección de refranes. Evalúa la capacidad para comprender, comparar y seleccionar respuestas con sentido figurado.

15. Curva de metamemoria. Evalúa la capacidad para desarrollar una estrategia de memoria (control metacognitivo), así como para realizar juicios de predicción de desempeño (juicios metacognitivos) y ajustes entre los juicios de desempeño y el desempeño real (monitoreo metacognitivo).

Esta batería permite determinar qué áreas dentro de las diversas regiones de la CPF se encuentran comprometidas por el daño o la disfunción de los lóbulos frontales (Flores, Ostrosky y Lozano 2008).

Entre las proximidades que debe incluir la evaluación del funcionamiento del lóbulo frontal, Harmony y Alcaraz (1987) señalan los siguientes: la habilidad para iniciar y mantener una serie de asociaciones dirigidas, la habilidad para mantener una serie de interferencias, la habilidad para cambiar una estructura conceptual a otra, y la habilidad para mantener una serie de actividades motoras alternantes.

En la Tabla 5 se recogen de forma más específica las diferentes funciones consideradas ejecutivas, así como pruebas que sirven de ejemplo para su evaluación (Estévez, García y Barraquer, 2000).

Tabla 5.
Exploración de las FE

FUNCIÓN	EXPLORACIÓN
Formación de conceptos y solución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Twenty Questions Test • Wisconsin Card Sorting Test
Flexibilidad mental	<ul style="list-style-type: none"> • Wisconsin Card Sorting Test • Test de senderos (Trail Making Test) • D - KEPS (Delis - Kaplan executive functionsystem) • Test de uso de objetos
Impulsividad	<ul style="list-style-type: none"> • Test de emparejamiento de figura familiares (MFFT)
Abstracción - razonamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Wisconsin Card Sorting Test • Test de Raven • Comprensión de proverbios • Prueba de Categorías de Halstead
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> • Torre de Londres, Hanoi y Toronto
Fluencia verbal	<ul style="list-style-type: none"> • Test de fluencia verbal oral y escrita
Fluencia de diseños	<ul style="list-style-type: none"> • Test de Fluencia visual • Invention of Design • Design Fluency Test • Five - Point Test
Modulación - Inhibición de respuestas	<ul style="list-style-type: none"> • Go / No - Go paradigm • Stroop Test
Control mental	<ul style="list-style-type: none"> • Contar hacia atrás...
Problemas en la vida cotidiana por trastornos ejecutivos	<ul style="list-style-type: none"> • Behavioral Assessment of the Dysexecutive System (BADS)
Función visoperceptiva	<ul style="list-style-type: none"> • Cubo de Necker • Test de Organización visual

Relación de ejemplos exploratorios de funciones ejecutivas (adaptado de Estévez et al., 2000)

CAPITULO 4.

Prueba Torre de Londres

La Torre De Londres

La Torre de Londres (TOL) es una prueba que permite evaluar las funciones ejecutivas, fue creada por Shallice en 1982, la cual es una modificación realizada a partir de la prueba Torre de Hanoi (TOH) (Klahr, 1978; Simon, 1975, en Injoque y Burin, 2008), para identificar el deterioro de los procesos de planificación asociados con disfunciones del lóbulo frontal (Portella et al., 2003). Inicialmente solo se utilizaba para evaluar deterioros en procesos de planificación en adultos, pero desde hace varios años se usa para evaluar la planificación en sujetos sin aparente dificultad cognoscitiva, en la actualidad se usa para evaluar dichos procesos en niños, tanto durante el desarrollo como en la evaluación neuropsicológica (Injoque, 2008).

En comparación con la TOH, la TOL incluye tres modificaciones importantes, en primer lugar, cada ensayo presenta un problema nuevo, es decir, un modelo final a alcanzar diferente a partir de una nueva configuración inicial, por lo que el desempeño es mínimamente afectado por el aprendizaje procedural³, en segundo lugar, la TOL tiene menos reglas a seguir, por lo que la posibilidad de violación de las mismas se reduce (Injoque, 2008) en la TOH, los sujetos necesitan recordar, además, que los discos grandes no pueden ubicarse sobre los pequeños. En cambio, en la TOL los discos son remplazados por bolas de colores, por lo que esta regla no existe, sólo pueden mover una bolita por vez y, por lo tanto, nunca pueden tener más de una bolita en la mano al mismo tiempo; tienen que hacerlo en la cantidad de movimientos indicados y en el menor tiempo posible (más adelante se explicara a detalle las reglas e instrucciones). Por último, la TOL tiene menos espacio para la resolución del problema: en lugar de tener tres varillas largas como

³ Se refiere a la capacidad de desarrollar destrezas y luego ejecutarlas. En clínica se evalúa como el aprendizaje de destrezas motoras o de otro tipo, luego de repetir varias veces la acción.

la TOH, tiene una larga, una mediana y una pequeña, por lo que la posibilidad de error también se reduce (Hughes, 1998).

. Por lo tanto en la evaluación neuropsicológica la TOL puede dar información valiosa concerniente a las habilidades de planeación ejecutiva del sujeto. No obstante, el diagnóstico, tratamiento y/o decisiones de colocación no deben ser hechos solamente en base al desempeño individual en la TOL (Portella et al., 2003), sino en base a un conjunto de pruebas y entrevistas.

De tal forma que en la evaluación es necesaria una batería de pruebas neuropsicológicas y otras medidas para identificar las necesidades, alteraciones y actividades únicas del individuo. Además, es esencial que la administración, interpretación y aplicación de la TOL esté ajustado con los estándares⁴ para la evaluación Psicológica de tal manera que pueda asegurar el alcance de modelos técnicos y profesionales (Culbertson y Zilmer, 2005).

La Torre de Londres es un instrumento neuropsicológico de administración individual diseñado para evaluar la resolución de problemas de orden superior, específicamente la habilidad para la planeación ejecutiva, inhibición de respuestas y memoria de trabajo en niños y adultos (Culbertson y Zilmer, 2005). Actualmente, también es usada para evaluar déficits de memoria de trabajo y de flexibilidad mental (Injoque y Burin, 2008).

Portella y otros autores (2003) mencionan que la prueba requiere una planificación y resolución en el sentido de hacer un análisis de medios y fines para resolver problemas cuya dificultad va aumentando, para ser resuelta de manera eficaz, otros procesos ejecutivos además de los mencionados son: la resolución ejecutiva de problemas y planeación, Inhibición de conducta y control de impulsos, control atencional, razonamiento conceptual-abstracto de modo flexible en los

⁴ La prueba ha sido normalizada o normatizada en una población con distribución normal para la característica a estudiar, contando con los criterios de Validez, Fiabilidad y Exactitud.

casos en que sea necesario, seguimiento de reglas, para lograr un buen desempeño en la prueba TOL, un sujeto debe tener habilidades de planificación eficientes para resolver el problema en la menor cantidad de movimientos posibles (Injoque y Burin, 2008).

Como se ha mencionado la TOL es una adaptación y simplificación del tipo de problema que se presenta en la torre de Hanoi (TOH), y permite que la dificultad de los problemas sea gradual. Existen diferentes sistemas de administración y corrección, desde la versión clásica de madera hasta la versión computarizada. En los últimos años ha habido un creciente uso de la TOL como test de planificación, tanto en sujetos con lesiones en los lóbulos frontales como en los que presentaban trastornos mentales (Portella et al., 2003).

Materiales e instrucciones

Para administrar la TOL se necesitan: un manual de aplicación, 2 tableros con la estructura de las torres (los tableros están formados por tres pivotes de diferentes tamaños, uno grande, otro mediano y uno más pequeño), 2 conjuntos de cuentas de madera es decir 6 cuentas en total, 3 para cada tablero (las cuentas son de diferentes colores cada una [rojo, verde y azul]), protocolo de registro (*Ver documento en anexo 1*) y un cronómetro.

Las características siguientes deben presentarse antes y durante la aplicación de la prueba:

- Asegurarse que el sujeto está sentado en ángulo recto con respecto al borde de la mesa.
- Colocar la torre del sujeto en forma paralela al borde de la mesa y a unos 10 centímetros de éste. El pivote más alto (pivote 1) debe estar directamente frente a la mano derecha del sujeto independientemente de su preferencia manual (*Ver Figura 13*).

- Colocar la torre del examinador de forma paralela a la del sujeto, separadas entre sí por aproximadamente 5 centímetros. El pivote más alto (pivote 1) de la torre del examinador debe estar directamente frente al pivote 1 de la torre de sujeto.
- Asegurarse que el sujeto esta cómodamente sentado y pueda ver claramente las dos torres.

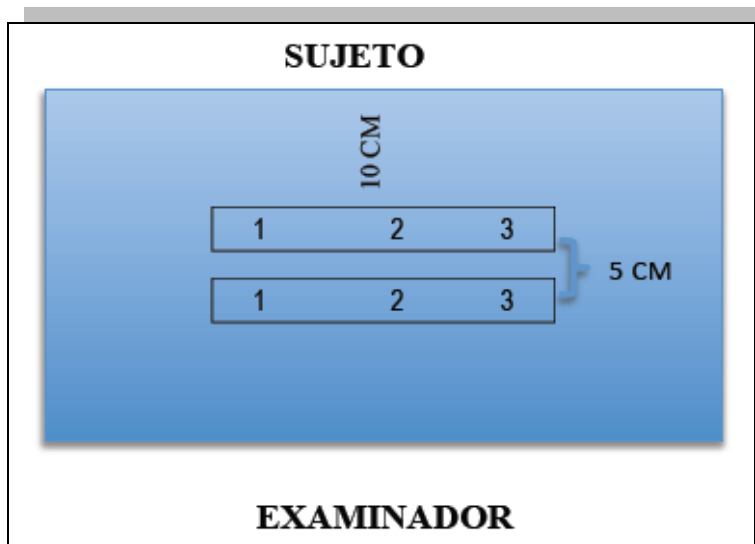


Figura 13. Distancias de colocación de las torres

La prueba consiste en 10 problemas de dificultad progresiva en las configuraciones de las cuentas; el sujeto es instruido a mover las cuentas de colores montados en tres pivotes hasta igualar la configuración presentada o meta en acuerdo con dos reglas para la solución del problema en un principio se le muestra la configuración inicial (ver Figura 14). El tiempo de administración es de aproximadamente 10 a 15 minutos, se proveen instrucciones estandarizadas detalladamente para guiar la administración y puntuación.

Las instrucciones pueden ser aplicadas flexiblemente en función de las necesidades de niños o adultos. Seis variables de puntuación son utilizadas para representar diferentes (aunque relacionados) aspectos de la resolución de problemas ejecutivos y habilidades de planeación. Estos seis índices se relacionan

con el desempeño en movimientos, adherencia a la regla y eficiencia temporal (Culbertson y Zilmer, 2005).

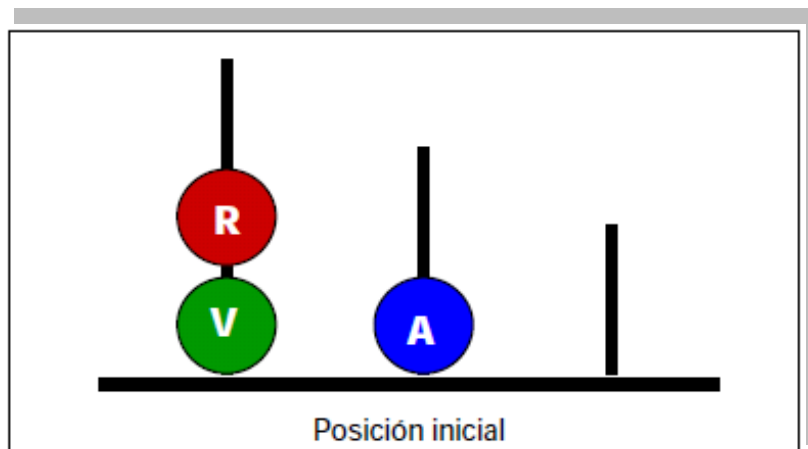


Figura 14. Posición inicial de la prueba Torre de Londres

Respecto a las instrucciones, antes se debe realizar un ensayo de la siguiente manera: se tienen que colocar cuentas de en la posición inicial: en el pivote mas grande se coloca la cuenta verde y sobre ésta la roja; en el pivote mediano se coloca la cuenta azul y el pivote pequeño queda libre (*Figura 14*).

Luego se reconfigura la torre del evaluador para el siguiente ensayo de demostración, práctica o de prueba, colocando las cuentas en los pivotes especificados de una en una y moviéndolas de izquierda a derecha. Se señala la torre respectiva mientras se le dice al sujeto: “¿Ves estas dos torres? Son iguales. Ésta la vas a usar tú y ésta es la que voy a usar yo”, se debe señalar las cuentas de la torre del evaluador y decir: “Voy a colocar las cuentas en los pivotes de diferente manera y se trata de que tú las coloques en la misma forma haciendo el mínimo de movimientos posibles” (se debe enfatizar el mínimo de movimientos posibles), retirando las cuentas de la torre del evaluador y colocarlas en la posición del problema de demostración de menciona al sujeto: “Vamos a ver si puedes hacer uno igual en el mínimo de movimientos posibles”. Explicándole que no se puede sacar más de una cuenta a la vez, es importante felicitar al sujeto si lo hizo bien y a continuación se pasa al siguiente problema de demostración (*Figura 15*).

Si el sujeto realiza movimientos adicionales se tienen que regresar las cuentas a la posición de inicio y demostrarle la solución. También es importante animar al sujeto a que lo intente de nuevo, demostrándole el número mínimo de movimientos hasta que el sujeto lo pueda hacer exitosamente (todo esto solo con los problemas de demostración).

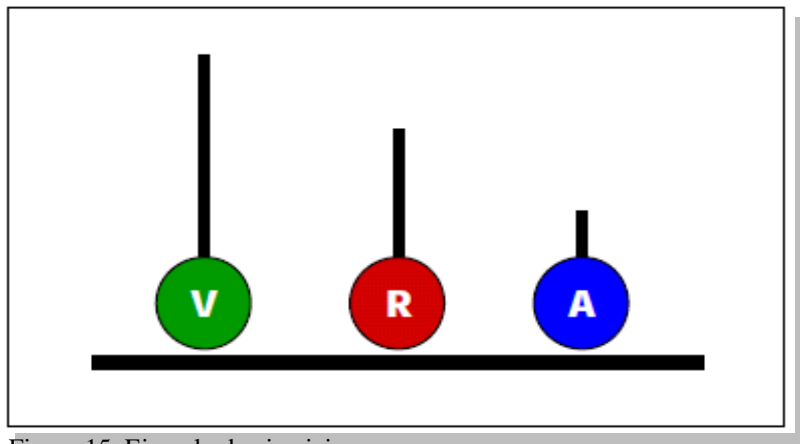


Figura 15. Ejemplo de ejercicio

Consideraciones para la evaluación con niños

Es importante mencionar que la prueba es bien tolerada por poblaciones de niños pequeños (7 a 9 años) debido a su brevedad, novedad y apariencia de juego (Culbertson y Zilmer, 2005). Por esta razón esta prueba resulta por demás adecuada para la evaluación y exploración neuropsicológica de esta población.

Deben consultarse a los padres y al niño antes de la administración de la TOL para asegurar que el niño posee las destrezas sensoriomotoras necesarias para responder a la prueba. Se debe instruir a los niños con limitaciones visuales a usar los lentes adecuados. Los niños con alteraciones del campo visual o negligencia atencional pueden no ser capaces de percibir adecuadamente la estructura de torres del tablero. En algunos casos, el tablero deberá ser

reposicionado para tomar ventaja del área del campo visual que se encuentre intacta.

Es importante determinar si el niño es capaz de identificar los tres colores de las cuentas o “bolitas”. Pedir al niño que nombre los colores de cada cuenta puede dar rápidamente esta información.

Los niños con dificultades en el lenguaje expresivo pueden ser incapaces de articular el nombre de los colores. Para estos niños, el evaluador puede decir (o mostrar en una lámina impresa) los nombres de cada color y pedir al niño que señale la cuenta correspondiente (Culbertson y Zilmer, 2005). También se debe considerar que para niños de menor edad la opción más apropiada es explicar la dinámica del ejercicio en un lenguaje adecuado y amigable respecto a su edad, por ejemplo, cambiar la palabra ejercicio por “*juego*”, cuenta por “*bolita*” y pivote por “*palito*” o “*varilla*”.

Culbertson y Zilmer (2005), mencionan que si el niño es incapaz de identificar los colores, la TOL no debe ser aplicada, los niños a partir de 7 años generalmente no tienen mayores dificultades para manipular las cuentas, moviéndolas y colocándolas en los pivotes. No obstante, alteraciones motoras o visomotoras pueden limitar o abolir las capacidades de los niños para agarrar, levantar, guiar, colocar y soltar las cuentas. Cuando es incierta la eficiencia motora del niño, se debe pedir al niño que transfiera una cuenta de una varilla a otro a en varias repeticiones.

Si los movimientos son relativamente fáciles y exactos en su ejecución, se debe administrar la TOL de manera estandarizada. Sin embargo, ante grados de alteración más severos, se deberán realizar adecuaciones. Éstas dependerán de las necesidades únicas del niño y pueden incluir la suspensión de los límites de tiempo, la asistencia al niño para agarrar, mover y colocar las cuentas, o el desplazamiento de las cuentas según dirección verbal del niño.

Hay que considerar que si un niño comienza a manifestar frustración o aprehensión en la resolución de los problemas de la prueba, el evaluador debe dar apoyo y asegurarse de que el niño entienda que varios de los problemas son bastante difíciles y que no se espera de él que los resuelva todos, sino que haga un esfuerzo en cada problema.

Se debe valorar el esfuerzo y reforzar la persistencia del niño; sin embargo, en ningún momento se le debe informar si un problema fue resuelto de manera correcta o no. Un niño que falla al iniciar o que prematuramente intenta discontinuar su desempeño en un problema debe ser incitado a tratar de resolverlo o a continuar la prueba, respectivamente (Culbertson y Zilmer, 2005).

Ahora es importante para este trabajo tener en consideración una situación con respecto a la TOL y las FE, y es que si bien está determinado como ya se ha mencionado que la TOL es una herramienta para evaluar procesos ejecutivos como la inhibición de respuestas, la memoria de trabajo y solución de problemas, como se ha leído con anterioridad las FE no son independientes una de otra, ya que al ejecutar alguna también se estarán utilizando otras que coadyuvan a realizar la “función ejecutiva meta”, de la misma forma al tener que ejecutar y tratar de llegar a la resolución de los ejercicios que integran la TOL, los niños o sujetos tendrán que implementar la intervención de más FE que las establecidas por el manual de la TOL, dentro del formato de registro, no solo se obtienen datos numéricos que establezcan una clasificación acerca del desempeño del sujeto, sino también se localizan registros que hacen considerar la intervención de funciones como las de orden social.

Por tal razón y en base a la investigación y el análisis documental, se plantea una tabla (ver figura 16) de las Variables encontradas en la forma de registro y la intervención de ciertas FE.

Variables de la TOL	Funciones ejecutivas				
	Planeación	Flexibilidad Mental	Memoria de trabajo	Control Inhibitorio	Control atencional
TOL cero					
Tiempo Inicial					
Tiempo final					
Violación tiempo					
Violación tipo 1					
Violación tipo 2					

Figura 16. Variables de la TOL y la intervención de las Funciones Ejecutivas

Capítulo 5.

Metodología

Método

Teniendo en consideración el argumento teórico de este trabajo, es importante conocer y entender los cambios cognitivos que los niños experimentan junto con el paso de los años, especialmente los que suceden en el lóbulo frontal del encéfalo, que a su vez se vincula con las Funciones Ejecutivas, ya que estas juegan un papel determinante en la vida diaria y sus distintos escenarios como el social, laboral, etc. El conocimiento sobre estas funciones no solo ayuda a entender los cambios en el pensamiento sino también nos ofrece información acerca de cómo se presentan los procesos en la solución de un problema.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó los métodos de análisis de la información como: análisis documental, método analítico y sintético, esta metodología contribuyó a la importancia de conocer nuevos aspectos de las FE.

Análisis y síntesis de la información

Como se ha mencionado los métodos para esta investigación con los que se trabajó fueron la investigación documental y el marco de análisis documental, con el objetivo de saber acerca de las FE y su desarrollo, específicamente con el de los niños, así como sus cambios y adquisiciones cognitivas; el método analítico sintético se utilizó en mayor razón para conocer las relaciones que existen entre la escolaridad y el uso de las FE.

El uso del marco de análisis documental fue empleado al recabar información estadística y específica del tema contenido en informes, estudios, investigaciones y proyectos realizados, de tal manera que este elemento documental fuera una plataforma general de la información. Además se empleó el método analítico y sintético con el objetivo de disgregar la información en múltiples elementos y sus componentes delimitando el tema, yendo de lo general a lo

particular, hallando la relación entre la edad, escolaridad y las FE con las características que componen cada una de las variables utilizadas

Justificación

El desarrollo del cuerpo humano a través del tiempo pone de manifiesto no solo una evolución física sino también están implicados los cambios que se generan a nivel cognitivo, de esta manera las funciones ejecutivas se encuentran en un cambio constante en el desarrollo de los niños, adolescentes, adultos y la tercera edad. Las Funciones Ejecutivas (FE) tienen una gran importancia en como solucionamos los problemas de la vida diaria, su importancia radica en que tales funciones sirven para coordinar capacidades cognitivas, emociones y para la regulación de respuestas conductuales frente a diversas demandas ambientales, tanto del menor, como en la vida adulta.

Las FE son significativas en la toma de decisiones y la forma en que las personas llevan a cabo estas acciones, de la misma manera juegan un papel importante en la adquisición de conocimientos. Su desarrollo más evidente se encuentra etapa infantil y adolescencia, específicamente entre los 6 y 15 años, durante este periodo los niños logran capacidades como autoregular su comportamiento y conducta, mientras que aprenden a fijarse metas y anticiparse a cierto eventos, sin embargo dentro de esta etapa también se experimentan características como el descontrol y la impulsividad, tales conductas incluso tienen su origen en cambios constantes dentro del cerebro, estas características hacen que en muchas ocasiones la interacción social se vuelva un tanto hostil y distante, teniendo como resultado una incorrecta comprensión de estos cambios e incluso la estigmatización de ciertas conductas a una población en particular.

Existe una idea casi generalizada, acerca de que un niño con un buen promedio escolar resulta ser un niño inteligente o con capacidades cognitivas superiores a los demás, sin embargo no siempre se forma esta aproximación entre ambas características, ya que las FE son diversas y para cada persona se

presentan de manera distinta, así como el conjunto entre ellas, por ejemplo mientras que un niño puede tener un buen control conductual y mantener un adecuado comportamiento dentro del salón de clases, su capacidad para resolver algún problema puede ser menor en comparación con otras habilidades presentes en sus compañeros, esto da indicio, que no siempre las buenas notas reporten el estado óptimo cognitivo, emocional y social de un niño.

Planteamiento del problema

A través del tiempo el desarrollo físico en las personas es evidente esto indica que con el paso de los años existe cierta maduración física, la cual eventualmente permite al sujeto realizar cada vez mas labores y alcanzar una cierta independencia. Este desarrollo no solo sucede a nivel físico también existe una especificación a nivel cognitivo, incluso es esta madurez la que permite realizar tareas con un mejor procedimiento y mayor responsabilidad, lo que sugiere una relación equivalente entre aumento en la edad y el incremento de tareas exitosas; sin embargo, en contraste con el desarrollo físico el perfeccionamiento cognitivo presenta ciertas “rectificaciones” específicamente en el neurodesarrollo que hacen especular acerca del éxito en las tareas. Otra cuestión importante es observar que algunos niños con buenos promedios académicos no siempre son los que presentan óptimas circunstancias sociales así como la resolución de contrariedades fuera de los escenarios académicos.

Objetivo:

Conocer si la ejecución y resultados en la aplicación de la prueba Torre de Londres de un grupo de niños de grado escolar (3°, 4°, 5° y 6°) de primaria son mejores con la edad, así como saber la relación que existe entre el promedio académico y los puntajes obtenidos en la prueba.

Pregunta de investigación:

1. ¿Cómo se manifiestan las funciones ejecutivas (FE) que se evalúan con la prueba “Torre de Londres” (TOL) en niños escolares de 3°, 4°, 5° y 6° de primaria?
2. ¿Qué nivel de relación existe entre el promedio académico y los puntajes obtenidos de la prueba “Torre de Londres” (TOL)?

Hipótesis general

De acuerdo con la información bibliográfica recopilada sobre el tema, podemos establecer que a través de la edad y el desarrollo humano, las funciones ejecutivas se van especializando y especificando, esta situación nos hace plantear la siguiente hipótesis:

Ha: Los niños de mayor edad, los cuales tienen el mayor grado escolar (5° y 6°) tendrán un mejor desempeño en la ejecución en la TOL en contraste con los niños de menor edad siendo los de menor grado escolar (3° y 4°).

Ho: Los niños de mayor edad, los cuales tienen el mayor grado escolar (5° y 6°) NO tendrán un mejor desempeño en la ejecución en la TOL en contraste con los niños de menor edad siendo los de menor grado escolar (3° y 4°).

Otro elemento en la bibliografía menciona que un buen desarrollo cognitivo no siempre tiene una correlación con las buenas calificaciones en los alumnos, es por eso que se plantea una segunda Hipótesis:

Ha: Los niños con mayor promedio académico tendrán un mejor desempeño en la ejecución en la TOL en diferencia con los niños de menor promedio académico.

Ho: Los niños con mayor promedio académico NO tendrán un mejor desempeño en la ejecución en la TOL en diferencia con los niños de menor promedio académico.

Variables

- Variables Independientes

Conceptuales: Nivel de desarrollo psicoeducativo, nivel cognoscitivo

Operacionales: 1.Grado que cursa,

2. Promedio académico: Promedio escolar hasta la aplicación de la prueba.

- Variables Dependientes

Conceptuales: Ejecución de la TOL.

Operacionales:

1. Número de movimientos: Para lograr un buen desempeño en la prueba TOL, un sujeto debe tener habilidades de planificación eficientes para resolver el problema en la menor cantidad de movimientos posibles y si alcanza o no la configuración final (Injoque, 2008).

2. Tiempo: Las medidas que se toman en esta prueba son: tiempo de latencia (tiempo transcurrido entre que se le presenta la configuración al niño y este extrae la primer cuenta), tiempo total de ejecución del ejercicio (Injoque, 2008).

Tabla 5.

Clasificación de variables

VARIABLE	SIGNIFICADO	NATURALIDAD	VALORES
PROMEDIO	Promedio general escolar del alumno, obtenido de su desempeño escolar.	Nominal	6-10
GENERO	Genero sexual del niño (Hombre o Mujer)	Nominal	1="mujer" 2="hombre"
EDAD	Edad cumplida del menor	Nominal	8-12 años

ESCOLARIDAD	Grado escolar que cursa el niño	Nominal	(3°,4°,5° o 6°)
TOLcero	Cantidad de ceros obtenidos durante los 10 ejercicios de la TOL, esto indica cuantos movimientos (mov.) el niño tuvo que hacer durante la resolución del ejercicio menos los movimientos esperados. Ej. <i>5 mov hechos, menos(-) 5 mov esperados= 0</i>	Escalar	1-5
TOTALinicial	Sumatoria del tiempo inicial total de los 10 ejercicios de la TOL, esto es el tiempo de inicio, el tiempo que pasa desde la presentación del problema (configuración) por parte del Evaluador hasta que el niño inicia su primer movimiento para resolver el problema (retirar una cuenta de una del pivote), los valores se presentan en segundos.	Escalar	10-100
TOTALfinal	Sumatoria del tiempo total de los 10 ejercicios de la TOL, representa el tiempo transcurrido entre la iniciación del primer movimiento y la conclusión del problema o su interrupción por haber expirado el tiempo límite mas el tiempo de inicio. (Tiempo total= tiempo de inicio + tiempo de ejecución = tiempo total), los valores se presentan en segundos.	Escalar	97-559
VIOLtiempo	Sumatoria de violación de tiempo de los 10 ejercicios de la TOL, cuando el niño no puede completar un problema en el tiempo límite de un minuto se le asigna violación en tiempo, dejándolo continuar con el ejercicio.	Escalar	0-4
VIOL1	Sumatoria de violación de tipo 1 de los ejercicios de la TOL, esto es cuando el niño 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.	Escalar	0-3
VIOL2	Sumatoria de violación de tipo 2 de los ejercicios de la TOL, 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.	Escalar	0-6
VIOLTOTAL	Sumatoria de violación de tiempo, violación tipo 1 y tipo 2 de los ejercicios de la TOL.	Escalar	0-11

Tipo de investigación: Descriptiva, Aplicada.

Diseño: Experimental de más de dos grupos

Participantes:

Para realizar esta investigación se contó con la participación de 120 sujetos, siendo 52 niñas y 68 niños con un rango de edad de 9 a 12 años, de la escuela primaria “Villaseca Esparza” ubicada en Albert n°9 esquina Calzada de Tlalpan, Delegación Benito Juárez, Ciudad de México.

Selección de muestra: Se utilizó una muestra no aleatoria, intencional.

Instrumentos

1. Torre de Londres (TOL)

Es una tarea de planificación y resolución de problemas, que para ser resuelta de manera eficaz, implica la puesta en marcha de procesos como organización de la tarea, planeación y sostenimiento en la memoria durante su realización, inhibición de posibles distractores y cambio de estrategia de modo flexible en los casos en que sea necesario. Es una modificación realizada por Shallice (1982) a partir de la prueba Torre de Hanoi (TOH) (Klahr, 1978; Simon, 1975).

2. Protocolo de registro de la TOL

Formato donde se encuentran las configuraciones para cada ejercicio y donde también se registra el tiempo de cada ejercicio, el número de movimientos así como las violaciones hechas.

Procedimiento:

El instrumento (Torre de Londres) se aplicó en la zona suroriente del área metropolitana del D.F. dentro del colegio “Villaseca Esparza” entre los días 06 y 29

de Mayo del 2014, con la previa autorización de las autoridades académicas y los padres de familia de todos los participantes.

La aplicación se llevó a cabo dentro de un salón de clases con las características necesarias (adecuada iluminación, aislada de distractores y con ventilación apropiada) para la aplicación (Ver anexo 2); se le dio una breve explicación al participante acerca de la TOL, después las instrucciones, y se procedió a realizar los ejercicios y la evaluación ejecutiva del menor junto con el protocolo a seguir de la TOL.

Análisis de Datos

Para dar respuesta a la primera hipótesis, se calcularon las estadísticas descriptivas básicas estudiadas, de la variable independiente *Escolaridad* y las variables dependientes: *TOL cero*, *tiempo inicial*, *tiempo final*, *violación de tiempo*, *violación tipo1* y *violación tipo2*; utilizando el programa SPSS versión 19, se realizó las comparaciones mediante la prueba chi cuadrada (χ^2) ya que cumple con el criterio de utilización de acuerdo con los datos y muestras; se analizaron las correlaciones entre las puntuaciones obtenidas en la TOL y para la segunda hipótesis de igual manera se realizó una comparación mediante la prueba chi cuadrada (χ^2) entre las variables de TOL cero y promedio escolar.

Capítulo 6. Resultados y Conclusiones

Resultados

A continuación se muestran las tablas con los resultados obtenidos del análisis estadístico de las comparaciones de las diversas variables mencionadas en la tabla 5.

Fig 17. Tabla Escolaridad vs TOLcero

Variable TOL cero	Grado Escolar				Total
	3	4	5	6	
1 cero	1	5	5	5	16
2 ceros	14	4	5	11	34
3 ceros	8	14	8	10	40
4 ceros	6	7	8	4	25
5 ceros	2	0	3	0	5
Total	31	30	29	30	120

Fig.18 Prueba chi cuadrada (χ^2) TOLcero vs Escolaridad

	Value	Df	Asymp. Sig. (2-sided)
Chi-Square	20.209 ^a	12	.063
N of Valid Cases	120		

La escolaridad en la que se obtuvieron el mínimo total de ceros fue en 5° año (un niño). Por otra parte, la escolaridad en donde se observa la mayor cantidad de ceros obtenidos fue en 5° año (3 niños que obtuvieron 5 ceros). La prueba chi cuadrada reporta una significancia mayor a $\alpha \geq 005$, lo cual significa que no existe diferencia significativa entre la escolaridad y el número de ceros obtenidos, se presenta un valor de χ^2 de 20.209.

Fig.19 Tabla Escolaridad vs. Tiempo Inicial

Tiempo inicial	ESCOLARIDAD				Total
	3	4	5	6	
1-25	7	14	16	28	65
26-50	24	15	5	2	46
51-100	0	1	8	0	9
Total	31	30	29	30	120

Fig.20 Prueba chi cuadrada(χ^2) Escolaridad vs. Tiempo inicial

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Chi-Square	225.540	168	.00
N of Valid Cases	120		

La escolaridad en la que se obtuvieron el menor tiempo inicial fue en 6° año. Por otra parte, la edad en donde se observa la mayor cantidad de tiempo inicial fue en 3° año. La prueba chi cuadrada reporta una significancia menor a $\alpha \leq .005$, lo cual significa que si existe diferencia significativa entre la escolaridad y el tiempo inicial, y un valor χ^2 de 20.209.

Fig. 21 Tabla Escolaridad vs. Tiempo final

Tiempo final		ESCOLARIDAD				Total
		3	4	5	6	
84-210 seg.	1.30-3.5 min.	16	0	9	23	48
212-314 seg.	3.6-5.2 min.	8	13	8	6	35
318-559 seg.	5.3-9.3 min.	7	17	12	1	37
Total		31	30	29	30	120

La escolaridad de los alumnos que invirtieron en su mayoría el menor tiempo final fue en 6° (23 alumnos). Por otra parte, la edad en donde se observa la mayor cantidad de tiempo final utilizado fue en 4° grado (17 alumnos), además que ningún alumno en este grado escolar tuvo un tiempo final de 1.30- 3.5 min.

Fig. 22 Prueba chi cuadrada(χ^2) Escolaridad vs. Tiempo final

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Chi-Square	303.308	384	.256
N of Valid Cases	120		

Por otra parte, la prueba chi cuadrada reporta una significancia mayor a $\alpha \geq 0.05$, lo cual significa que no existe diferencia significativa entre la escolaridad y el tiempo final, y un valor χ^2 de 303.308.

Fig. 23 Tabla Escolaridad vs. Violación tiempo

VIOLACION tiempo	ESCOLARIDAD				Total
	3	4	5	6	
0	22	6	10	20	58
1	3	17	9	10	39
2	4	6	3	0	13
3	1	1	5	0	7
4	1	0	2	0	3
Total	31	30	29	30	120

La escolaridad de los alumnos que tuvieron menores violaciones de tiempo fue en 6° año, es importante precisar una cuestión importante entre 6° y 3° año, ya que los alumnos de último este nivel, aunque son los que tuvieron menores violaciones de tiempo siendo 22 alumnos, la menor presencia de violaciones en todos los alumnos se mantiene en 6° año, la edad en donde se observa la mayor cantidad de violaciones de tiempo fue en 5° año.

Fig. 24 Prueba chi cuadrada(x^2) Escolaridad vs. Violación tiempo

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Chi-Square	40.307 ^a	12	.00
N of Valid Cases	120		

La prueba chi cuadrada reporta una significancia menor a $\alpha \leq 0.05$, lo cual significa que si existe diferencia significativa entre la edad y violaciones de tiempo y se obtuvo un valor x^2 de 40.307.

Fig. 25 Tabla Escolaridad vs. Violación tipo1

VIOLACION Tipo 1	ESCOLARIDAD				Total
	3	4	5	6	
0	20	23	20	30	93
1	7	6	5	0	18
2	3	1	4	0	8
3	1	0	0	0	1
Total	31	30	29	30	120

La escolaridad de los alumnos que tuvieron menores violaciones de tipo 1 fue de 6° año (30 alumnos), por otra parte, la edad en donde se observa la mayor cantidad de violaciones de tipo 1 fue en 3° año.

Fig. 26 Prueba chi cuadrada(x^2) Escolaridad vs. Violación tipo 1

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	17.196 ^a	9	.04
N of Valid Cases	120		

La prueba chi cuadrada reporta una significancia menor a $\alpha \leq 0.05$, lo cual significa que si existe diferencia significativa entre la edad y violaciones de tiempo y se obtuvo un valor x^2 de 17.196.

Fig. 27 Tabla Escolaridad vs. Violación tipo2

VIOLACION Tipo 2	ESCOLARIDAD				Total
	3	4	5	6	
0	20	17	21	30	88
1	5	4	3	0	12
2	3	7	2	0	12
3	2	2	2	0	6
4	0	0	1	0	1
6	1	0	0	0	1
Total	31	30	29	30	120

La escolaridad de los alumnos que tuvieron menores violaciones de tipo 2 fue de 6° año (30 alumnos), por otra parte, la edad en donde se observa la mayor cantidad de violaciones de tipo 2, fue en 3° año ya que fueron más constantes en cometer errores.

Fig. 28 Prueba chi cuadrada(χ^2) Escolaridad vs. Violación tipo2

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	25.509 ^a	15	.04
N of Valid Cases	120		

La prueba chi cuadrada reporta un valor menor a $\alpha \leq 0.05$, lo cual significa que si existe diferencia significativa entre la edad y violaciones de tiempo, y un valor χ^2 de 25.509.

Fig. 29 Tabla Promedio vs. TOL cero

TOLcero	PROMEDIO		Total
	Bajo (6,7 y 8)	Alto (9 y 10)	
1 cero	11	5	16
2 ceros	11	23	34
3 ceros	20	20	40
4 ceros	13	12	25
5 ceros	1	4	5
Total	56	64	120

El promedio en el que se obtuvieron la menor cantidad de ceros fue el promedio bajo (11 alumnos). Por otra parte, el promedio en donde se observa la mayor cantidad de ceros obtenidos fueron los altos (4 alumnos).

Fig. 30 Prueba chi cuadrada(χ^2) Promedio vs. TOL cero

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7.827	12	.098
N of Valid Cases	120		

Aunque en la figura 29 se muestra una disposición a tener mayor cantidad de ceros con un promedio alto, la prueba chi cuadrada reporta una significancia mayor a $\alpha \geq 0.05$, lo cual significa que no hay diferencias significativas entre el promedio y el número de ceros obtenidos, y se tiene un valor χ^2 de 7.827.

Fig. 31 Tabla Promedio vs. Total violaciones

Total de Violaciones	PROMEDIO		Total
	Bajo (6,7 y 8)	Alto (9 y10)	
1	15	24	39
2	15	20	35
3	7	4	11
4	9	5	14
5	5	7	12
6	3	1	4
7	2	1	3
11	0	1	1
Total	56	64	120

El promedio en el que se obtuvieron la menor cantidad de Total de violaciones fue promedio alto. Por otra parte, el promedio en donde se observa la mayor cantidad de Total de violaciones fueron en el promedio bajo.

Fig. 32 Prueba chi cuadrada(χ^2) Promedio vs. Total Violaciones

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7.921	8	.441
N of Valid Cases	120		

En la prueba chi cuadrada reporta una significancia mayor a $\alpha \geq 0.05$, lo cual significa que no hay diferencias significativas entre el promedio y el número de ceros obtenidos y se obtuvo un valor χ^2 de 7.921.

Para un mejor manejo y observación de los resultados se muestra una tabla integrando los valores de la prueba chi cuadrada y la significancia obtenidos por cada correlación realizada (Figura 33), también se muestra la distribución de las edades por grupo escolar (Figura 34)

Fig.33 Tabla de valores de las correlaciones

Correlaciones	Valor de Prueba chi cuadrada (χ^2)	Valor de Significancia
Escolaridad vs. TOLcero	20.209	.063
Escolaridad vs. Tiempo inicial	225.540	.00
Escolaridad vs. Tiempo final	303.308	.25
Escolaridad vs. Violación tiempo	40.307	.00
Escolaridad vs. Violación 1	17.196	.04
Escolaridad vs. Violación 2	25.509	.04
Promedio vs. TOLcero	7.827	.09
Promedio vs. Total de violaciones	7.921	.44

Fig.34 Tabla distribución edad y escolaridad

EDAD	ESCOLARIDAD				Total
	3	4	5	6	
8	30	0	0	0	30
9	1	25	0	0	26
10	0	5	29	0	34
11	0	0	0	28	28
12	0	0	0	2	2
Total	31	30	29	30	120

Discusión

Los resultados obtenidos mediante el análisis de datos reportan características interesantes en base a la siguiente discusión:

Dentro del análisis documental se hace la aseveración acerca de que la presencia de las FE al solucionar un problema o en otra situación de la vida no se da de manera aislada y que para poder llegar a una resolución exitosa se pone en uso varias funciones a la vez y todas trabajan en conjunto (Stuss y Alexander, 2000), por esta razón es importante observar los datos obtenidos de la aplicación de la prueba Torre de Londres, no como datos meramente numéricos con respecto a una categorización acerca de la práctica del sujeto, donde por ejemplo se clasifique al participante y su desempeño como óptimo, aceptable o deficiente, ya que se limitaría el análisis a una visión absolutista y no se permitiría observar características importantes e interpretativas al realizar la prueba.

Precisando la primera hipótesis donde se espera observar influencia significativa de la escolaridad sobre la ejecución y los resultados obtenidos en la prueba Torre de Londres por los niños y afirmando esta idea con la bibliografía recopilada, específicamente lo planteado por Anderson y colaboradores (2001), donde mencionan que la niñez se caracteriza por ser una etapa en la que se advierte una maduración acelerada de las funciones ejecutivas, donde al crecer la capacidad cognitiva en los niños es mucho mejor.

Dentro del análisis en efecto se observa que en la mayoría de las correlaciones específicamente en el **tiempo inicial**, **violación de tiempo**, **violación tipo 1** y **violación tipo 2**, existe significancia entre la escolaridad y las variables, sin embargo en las variables **TOL cero** y **tiempo final** no hubo correlación significativa, entonces resulta interesante entender ¿Por qué se presenta este contraste? y siendo más específicos, entre los tiempos inicial y final. Ahora bien, como se ha mencionado las FE no son unitarias y su manera de

manifestarse también es variada ya que no en todas las personas se presentan con la misma intensidad y al mismo tiempo, además que el componente de la edad es determinante.

De esta manera se puede observar que los niños más pequeños aunque no posean aun la especialización de la mayoría procesos ejecutivos ya presentan un cierto “refuerzo” de otras FE que los lleva a mostrar mejores resultados en ciertas condiciones, además que la flexibilidad cognoscitiva adquirida en los primeros 5 años de vida, facilita al niño a cambiar de estrategias (Miller y Cohen, 2001), así por ejemplo en la correlación **TOL cero** (que indica cuantos movimientos el niño tuvo que ejecutar durante la resolución del ejercicio, es decir a mayor cantidad de ceros obtenidos menor cantidad de movimientos realizados) y escolaridad aunque no fue significativa, se halla una tendencia a mejorar con la edad, se observa que los niños con menores movimientos fueron los de 5° grado, siendo en su mayoría menores de diez años y recordando que a esta edad se maneja positivamente la capacidad sostenida y selectiva de la atención, el desarrollo de procesos ejecutivos como la inhibición, autocontrol, memoria de trabajo y autorregulación que permiten la adquisición de nuevas habilidades como la planificación del logro (De la Torre y Ruíz, 2013).

Ahora, dentro del análisis se halla un contraste interesante por un lado se observa que la correlación entre las variables **Escolaridad** y **Tiempo Inicial** existe una diferencia estadísticamente significativa, pero en el análisis de las variables **Escolaridad** y **Tiempo Final** no se encuentra una correlación significativa, una explicación a esta situación, es que la escolaridad que tuvo un mayor tiempo de inicio fue en 3° año (8 años) y la que presentó un tiempo menor para comenzar a ejecutar la prueba fue 6° (11- 12 años), tal parecería que esto es una circunstancia gradual (más pequeño = mayor tiempo inicial, mas grande = menor tiempo inicial), sin embargo el análisis de tiempo final presenta lo contrario, debido a que como se ha planteado a la edad de los 11-12 años dentro del desarrollo cognitivo tiene presencia una *poda sináptica*, la cual se caracteriza por descontrol de impulsos, desajuste conductuales y déficit cognitivos que conllevan a conductas impulsivas,

los pensamientos responden principalmente a emociones primarias o instintivas (Horwitz, 2012), de tal manera que el control inhibitorio es escaso a esta edad; en cuanto a los niños de 6° grado se les indicaba que podían comenzar a realizar el ejercicio, la mayoría mostró una conducta impulsiva, lo que a su vez dificultaba la solución del ejercicio ya que no había existido una planeación preliminar y la resolución se establecía completamente durante la ejecución, a diferencia de los demás grados donde la mayoría de los participantes mostraban un detenimiento para comenzar la prueba estableciendo con ello la planeación, el control inhibitorio y el control atencional, aunque también existía dificultades de acuerdo a sus características cognitivas, el tiempo final se reducía significativamente, recordemos la Figura 9 donde se puede observar una clara mejoría en puntuaciones de pruebas de planeación con la edad, pero un escaso control inhibitorio al comenzar la ejecución.

Los análisis de **Escolaridad vs. Violación en tiempo, violación tipo 1 y violación tipo 2** igualmente resultaron ser estadísticamente significativas, sin embargo entre cada una de ellas también existen particularidades descritas a continuación.

El análisis de **violación de tiempo** resulta ser altamente significativo entre los grados escolares y reforzando lo descrito con anterioridad se muestra que el grado con mayor violación en tiempo es decir que excedieron el límite de un minuto para cada ejercicio, se obtuvo en 5° y 6° grado respectivamente y las menos violaciones en tiempo fueron efectuadas fue en 3° año.

La violación tipo 1 (cuando el niño trata de colocar 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) se cometió en mayor proporción dentro de 5° grado, y la menor cantidad de violaciones resulto ser en 6°, nuevamente se encuentra una situación particular ya que en el análisis anterior se establecía una semejanza ejecutiva en la ejecución de 5° y 6° sin embargo dentro de esta comparación

ambos grupos se presentan con diferencias propias, tal resultado se consigue debido a que la principal diferencia entre los 10 y 11 años los niños mayores mantienen un plan de acción mucho más organizado y eficaz durante la práctica (Matute et al., 2008), algunos autores han encontrado que los niños de 10 años continúan su desarrollo en habilidades de selección durante la adolescencia y aún en la adultez temprana (De la Torre y Ruíz, 2013).

Con respecto a la **violación tipo 2** (cuando se retiran dos o más cuentas de los pivotes al mismo tiempo) la mayor permanencia es en 3° grado principalmente niños de 8 años, esto podría deberse a una situación de bajo control atencional ya muchas veces los niños no eran conscientes del error que cometían y al hacerles la observación mostraban cuidado a esta situación ya que como lo menciona Williams et al. (1999), los niños de 8 años ya cuentan con la capacidad para inhibir respuestas, y sólo pocos mostraban una perseverancia en la conducta.

Todas las observaciones anteriores llevan a rechazar la Hipótesis alterna (Ha), la cual planteaba que los niños de mayor edad siendo los de mayor grado escolar (5° y 6°) tendrán un mejor desempeño en la ejecución en la TOL en contraste con los niños de menor edad y grado escolar (3° y 4°), este resultado refuerza lo encontrado por Matute y colaboradores en su investigación de 2008, donde los niños de 11 y 12 años tenían una leve disminución de puntajes en su prueba "Pirámide de México" debido al cambio de estrategias cognitivas asociadas con la poda sináptica, sin embargo es importante señalar que esta aseveración no debe ser absolutista ya que si bien no siempre se mantuvo la misma prevalencia en los grados mayores, si se halla una disposición por mejorar con la edad en las ejecuciones tal como lo menciona la investigación documental.

La segunda Hipótesis presenta la Hipótesis alterna *Ha*, la cual sugiere que los niños con mayor promedio académico tendrán un mejor desempeño en la ejecución en la TOL en diferencia con los niños de menor promedio académico, para poder realizar esta correspondencia se ha trabajado con la variable **TOL cero**

que indica la cantidad de movimientos realizados y la variable **Total de violaciones** la cual representa la sumatoria de la violación de tiempo, la violación tipo1 y la violación tipo 2 ya que dentro de estas dos variables se puede tener una perspectiva representativa de la ejecución de la TOL, los análisis de estas variables reflejaron no ser estadísticamente significativos, por lo cual para la segunda hipótesis se rechaza la Hipótesis alterna H_a , Este resultado refuerza lo encontrado por Gabrieli y colaboradores (2013) en un estudio en centros educativos donde un grupo de estudiantes con las mejores calificaciones, no manifestaron los mismos resultados con respecto a la capacidad de analizar problemas abstractos y de pensar de forma lógica, concluyendo así que la idea de que un estudiante inteligente es solo aquel que obtiene las mejores calificaciones se encuentra en un error, ya que existen otros procesos ejecutivos que intervienen en el correcto desempeño social y escolar de los niños y así recordar lo planteado por Weschler en 1994, donde define a la inteligencia como “la capacidad del individuo de adaptarse liberadamente y relacionarse eficazmente con su medio”.

Conclusión

La información e investigación obtenida tanto documental como estadística pone de manifiesto la importancia de tener mayor información respecto a las Funciones Ejecutivas tanto en el ámbito psicológico de manera profesional, como en los conocimientos generales, ya que como se ha mencionado tales funciones intervienen en todos los procesos cognitivos realizados día a día, y son piezas clave para el desarrollo social, escolar y laboral.

Guiar y estimular las FE debe ser una circunstancia sumamente importante ya que si bien, durante el desarrollo humano se especializan las FE su fortalecimiento previo ofrecería un mejoramiento notable en la forma en que los niños se desarrollan dentro de sus diversos entornos, también llevaría a reducir ciertas problemáticas, esta investigación busca ayudar a los especialistas y profesionales involucrados en el aprendizaje y educación de los niños a entender de qué manera se va alcanzando los distintos procesos ejecutivos y cuáles son las características que permiten establecer estrategias de apoyo en las etapas de la vida y en contextos diversos, tal es el caso de la adolescencia la cual se percibe como una etapa complicada y llena de estigmas sociales, sin saber que el comportamiento de los adolescente se encuentra influido por cambios cognitivos y que reforzando otras estrategias, se puede disminuir algunas conductas problema, de la misma manera, si un niño no obtiene las mejores calificaciones habrá que considerar las opciones que se poseen para generar circunstancias positivas en su formación académica, incluso la intervención temprana y la estimulación de las FE han demostrado ser una herramienta trascendental en la asistencia del deterioro cognitivo presentado en la etapa del envejecimiento.

Referencias bibliográficas

- Akhutina, T. (2014, Junio). Methods of development and remediation of executive functions. Ponencia presentada en el Sexto Congreso Internacional de Neuropsicología, DF., México.
- Arauz, A. y Ruíz, A.(2012). *Enfermedad Vascular Cerebral*. Mexico, DF: Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suarez.
- Arbitz, M.; Damgaard, R.; Laursen, E.; *et al.* (2007). Excess of Neurons in the Human Newborn Mediodorsal Thalamus Compared with That of the Adult [versión electrónica]. En: *Oxford Journals*, 17, pp. 11. Consultado el 13 de Marzo de 2013. Disponible en <http://cercor.oxfordjournals.org/content/17/11/2573>.
- Ardila, A., y Ostrosky, F. (2008). Desarrollo Histórico de las Funciones Ejecutivas. En: *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, Vol.8, No.1.
- Ardila, A.; Roselli, M., y Puente, A. (1994). *Neuropsychological assessment of the Spanish speaker*. New York, United States: Plenum Press, pp. 56-78
- Almi, C.; Finger, S. (1992). Brain injury and recovery of function: theories and mechanism of functional reorganization. En: *Journal of Head Trauma and Rehabilitation*, pp. 123-134
- Alwan, A. (2011). *Global status report on noncommunicable diseases*. Geneva: World Health Organization.
- Arias, I. y Perez, M. (2010). *Traumatismo Craneoencefálico*. Consultado el 23 de Junio de 2013. Disponible en http://www.mircoruna.es/mediapool/118/1189559/data/96_TCE_02_FINAL.pdf.
- Ariza, M.; Pueyo, R., y Serra, J. (2004). Secuelas neuropsicológicas de los traumatismos craneoencefálicos. Universidad de Barcelona. En: *anales de psicología 2004*, vol. 20, nº 2, pp.23-54
- Armijo, J.; Sánchez B., y González A. (2000). Tratamiento de la epilepsia basado en la evidencia. En: *Revista Neuropsicología*, pp. 59-73.

- Arteaga, M.; García, P. (2013). *Embriología humana y Biología del desarrollo*. DF., México, edit. Panamericana.
- Aron A.R.; Fletcher P.C.; Bullmore E.T. *et al.* (2003). Stopsignal inhibition disrupted by damage to right inferior frontal gyrus in humans. En: *Rev Nat Neurosci*, Vol. 6: pp.115-6.
- Atance, C.; Jackson, L. (2009). The development and coherence of future-oriented behaviors during the preschool year. En: *Journal of Experimental Child Psychology*, Vol. 4, pp.379-391.
- Anderson, V.A.; Anderson, P.; Northam, E. *et al.* (2001). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample. En: *Dev Neuropsychol*, Vol. 20, pp. 385-406.
- Anderson, V.; Northam, E.; Hendy, J. *et al* (2001). Developmental Neuropsychology: A clinical approach. En: *New York: Psychology Press*, Vol. 43, pp.34-56
- Axelrod, B. N.; Henry, R. R. (1992). Age-related performance on the Wisconsin Card Sorting Test, Similarities, and Controlled Oral Word Association Tests. En: *The Clinical Neuropsychologist*, Vol. 6, pp.16-26.
- Bausela, E. (2008). Evaluación neuropsicológica en población adulta; instrumentos de evaluación. En: *Cuad. Neuropsicol. Vol. 2 N° 2*. México, DF.
- Barroso, J.M. y León, J. (2002). Funciones Ejecutivas: Control, Planificación y Organización del conocimiento. En: *Revista de Psicología general y aplicada, Departamento de Psicología Experimental*. Facultad de psicología, Universidad de Sevilla España.
- Barkley, R. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory. En: *Psychological Bulletin*, n°121, pp.65-94.
- Berlin, L.; Bohlin, G.; Nyberg, L.; *et al.* (2004). How well do measures of inhibition and other executive functions discriminate between children with ADHD and controls?. En: *Neuropsychol Dev Cogn Sect Child Neuropsychol*. Vol.10, pp.1-13.
- Berrocal, A. (2012). *Guía de Tumores cerebrales*, Asociación de afectados por tumores cerebrales en España. Manuscrito no publicado.

- Beyer, A. y Jiménez, P. (2003). Tumores del sistema nervioso central. Consultado el 02 de Agosto 2013. Disponible en <http://www.med.ufro.cl/Recursos/neurologia/doc/c13.pdf>.
- Blázquez, A.; González, R. y Paúl, L. (2011). Evaluación neuropsicológica. En, *Manual de Neuropsicología Barcelona*. Viguera, pp.33-56.
- Bunge, S.A. (2004). How we use rules to select actions: a review of evidence from cognitive neuroscience. En: *Cognitive and Affective Behavioural Neuroscience*, Vol. 4, pp. 564-79.
- Bull, R; Espy, K., y Senn, T. A. (2004). Comparison of performance on the towers of London and Hanoi in young children. En: *Child Psychol Psychiatry*, Vol. 45, pp. 743-54.
- Bull, R. y Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: inhibition, switching, and working memory. En: *Dev Neuropsychol*, Vol.19, pp. 273-93.
- Burgess, P. W. (2000). Strategy application disorder: the role of the frontal lobes in human multitasking. En: *Psychological Research*.
- Brocki, K.C. y Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. En: *Dev Neuropsychol*, Vol. 26, pp. 571-93.
- Cabeza, R. y Nyberg, L. (2000). Imaging cognition II: an empirical review of 275PET and fMRI studies. En: *Cogn Neurosci*, Vol. 12, pp.1-47.
- Carlson, S. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. En: *Developmental Neuropsychology*, Vol. 28, pp. 595-616.
- Casey, B.J.; Tottenham, N., y Fossella, J. (2002). Clinical, imaging, lesion, and genetic approaches toward a model of cognitive control. En: *Dev Psychobiol*, Vol.40, pp. 237-54.
- Capilla, A.; Romero, D.; Maestú, M., *et al.* (2004). Emergencia y desarrollo cerebral de las funciones ejecutivas. En: *Actas Españolas de Psiquiatría*, Vol. 32, pp.377-386.

- Cevallos, F. (2011). Valoración neuropsicológica. En: Universidad Nacional de Loja. Taller presentado en Carrera de psicorehabilitación y educación especial, Loja, Ecuador.
- Culbertson, W., y Zillmer, E. A. (2005). TOL- DX Tower of London. (2ª ed.). En: *Drexel University Toronto: Multi-Health Systems*.
- Crawford, J.; Bryan, J.; Luszcz, M., *et al.*(2000). The executive decline hypothesis of cognitive aging: Do executive deficits qualify as differential deficit and do they mediate age-related memory decline?. En: *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, Vol. 7, pp. 9-31.
- Cohen, R. (1993). *The Neuropsychology of attention*. EUA: Plenum press.
- Diamond, A. (2001). Normal development of prefrontal cortex from birth to inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problemsolving. En: *Exp Child Psychol*, Vol.80, pp.44-57.
- Diamond, A.; Kirkham, N., y Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. En: *Developmental Psychology*, Vol.38, pp. 352-362.
- D'Angelo, E., y Valdivia, O. (2010). Desarrollo Embriológico del Sistema Nervioso. En: *Departamento de Ciencias morfológicas, Universidad Centrocidental "Lisandro Alvarado", Michoacán, México*.
- Daigneault, S.; Braun, C. M., y Whitaker, H. A. (1992). Early effects of normal aging on perseverative and non-perseverative prefrontal measures. En: *Developmental Neuropsychology*, Vol. 8, pp. 99-114.
- De la Torre, I., y Ruíz, M. (2013). *Estudio de la función ejecutiva en menores infractores de 14 a 16 años del Centro de Adolescentes Infractores (CAI) Virgilio Guerrero*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Psicológicas Instituto de Investigación Y Postgrado.
- De Luca, C. R.; Wood, S. J.; Anderson, V., *et al.* (2003). Normative data from the Cantab: Development of executive function over the lifespan. En: *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, Vol. 25, pp. 242-254.
- Dempster, F. N. (1992). The rise and fall of the inhibitory mechanism: Toward a unified theory of cognitive development in aging. En: *Developmental Review*, Vol. 12, pp.45-75.

- Diamond, A. (2001). A model system for studying the role of dopamine in prefrontal cortex during early development in humans. En: Nelson, C. y Luciana M. (ed.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (pp. 433-472). Cambridge, EE.UU.: MIT Press.
- Dorado, C. (1996). Aprender a aprender: estrategias y técnicas. En: Universidad Autónoma de Barcelona. Manuscrito enviado para publicación.
- Elliot, R.; Dolan, R.; y Firth, C. (2000). Dissociable functions in the medial and Lateral orbitofrontal cortex: Evidence from human neuroimaging studies. En: *Cerebral Cortex*, Vol.10 N°3, pp. 308-317.
- Elliott, R. (2003). Executive functions and their disorders. En: *British Medical Bulletin*, Vol.65, pp.49-59.
- Escuela de Medicina Pontificia Universidad Católica de Chile (2013). En: *Departamento de Anatomía, "curso en línea de Neuroanatomía"*. Consultado el 07 Junio del 2013. Disponible en <http://escuela.med.puc.cl/paginas/Departamentos/Anatomia/Cursoenlinea/download/Hemisferios.pdf>.
- Esteves, A.; García, C.; Barraquer, LI. (2000). Los lóbulos frontales: el cerebro ejecutivo. En: *Rev Neurol*, Vol. 31, pp. 566-77
- Fuster, J. (2002). Frontal lobe and cognitive development. En: *Jornal of Neurocitology*, Vol. 31, pp. 373-285.
- Flores J., y Ostrosky, F. (2008). *Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana*. En: *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, Vol.8, N° 1.
- Flores J., y Ostrosky, F. (2012). *Desarrollo neuropsicológico de Lóbulos Frontales y Funciones Ejecutivas*. DF., México, edit. Manual Moderno.
- Gabrieli, C.; Matthew, A.; Julia A., et al. (2013). Even When Test Scores Go Up, Some Cognitive Abilities Don't. En *Association for Psychological Science*. Consultado el 25 Junio de 2014. Disponible en <https://www.psychologicalscience.org/index.php/news/releases/even-when-test-scores-go-up-some-cognitive-abilities-dont.html>.
- Garon, N., y Moore, C. (2004). Complex decision-making in early childhood. En: *Journal Brain and Cognition*, Vol.55, pp.158-170.

- Giedd, J.N.; Snell, J.W.; Lange, N., *et al.* (1996). Quantitative magnetic resonance imaging of human brain development ages 4–18. En: *Cereb Cortex*, Vol. 6, pp. 551–560.
- Gioia, G.A.; Isquith, P.K.; Guy, S.C., *et al.* (2000). Behavior rating inventory of executive function. En: *Neuropsychol Dev Cogn Sect C Child Neuropsychol*, Vol.6, pp. 235-8.
- Goldberg, E. (2001). *The executive brain, frontal lobes and the civilized mind*. Nueva York: Oxford University Press.
- Goldman-Rakic, P. S. (1998). The prefrontal landscape implications of functional architecture for understanding human mentation and the central executive. En: Roberts A. C.; Robbins, T. W., y Weiskrantz, L. (ed.), *The prefrontal cortex, executive and cognitive functions*, (pp. 87-102). Nueva York: Oxford University Press.
- González, M.; Pueyo, M., y Serra, J. (2004), Secuelas neuropsicológicas de los traumatismos craneoencefálico. En: *Anales de Psicología Universidad de Barcelona, España*, vol. 20, nº 2, pp. 89-92.
- Grafman, J. (1999). *Experimental assessment of adult frontal lobe function*. New York, United States: The Guilford Press.
- Hasher, L. y Zacks, R. (1988). Working memory, comprehension and aging: A review and a new view. En G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp.193-225). New York: Academic Press.
- Hideaki, K.; Masao, A.; Shigeki, A., *et al.* (2002). Development of the prefrontal lobe in infants and children: a threedimensional magnetic resonance volumetric study. En: *Brain and Development*, Vol. 25, University of Yamanashi, Japan.
- Horwitz, J. (2012) Efectos de la poda sináptica en la adolescencia. En: *Actualización en Neurociencia y Salud*, Vol. 3, N°17, pp. 4-7.
- Hughes, C. (1998). Finding your marbles: Does preschoolers' strategic behavior predict later understanding of mind?. En: *Developmental Psychology*, Vol. 34, pp. 1326-1339.

- Hudson, J.; Shapiro, L., y Sosa, B. (1995). Planning in the real World: Preschool children's scripts and plans for familiar events. En: *Child Development*, Vol. 66, pp.984-998.
- Hurks, P.; Vles, J.; Hendriksen, J., et al. (2006). Semantic category fluency versus initial letter fluency over 60 seconds as a measure of automatic and controlled processing in healthy school-aged children. En: *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, Vol.28, pp. 684-695.
- Huttenlocher, P. R., y Dabholkar. A. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. En: *The Journal of Comparative Neurology*, Vol.387, pp. 167-178.
- Imbriano, A. (1983). *Lóbulo Prefrontal y comportamiento humano*. Barcelona, España: Ed. Jims.
- Injoque, I., y Burin D. (2008). Validez y fiabilidad de la prueba de Torre de Londres para niños: Un estudio preliminar. En: *Revista Argentina de Neuropsicología*, Vol. 11, pp. 21-31.
- Innocenti, G.M. y Price, D. (2005), Exuberance in the development of cortical networks. En: *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 6, pp. 955–65.
- Jernigan, T.L.; Trauner, D.A.; Hesselink, J.R., et al. (1991). Maturation of human cerebrum observed in vivo during adolescence. En: *Brain*, Vol.114, pp. 2037–2049.
- Jódar, V. (2004). Funciones cognitivas del lóbulo frontal. En: *Revista de Neurología*, Barcelona, España.
- Kanemuraa, H.; Aiharaa M.; Shigeki A.; et al.(2002) Development of the prefrontal lobe in infants and children: a threedimensional magnetic resonance volumetric study. En: *Department of Pediatrics, School of Medicine, University of Yamanashi, Japan*.
- Klahr, D. (1985). Solving problems with ambiguous subgoal ordering: Preschoolers' performance. En: *Child Development*, Vol. 56, pp. 940-956.
- Klenberg, L.; Korkman, M., y Lahti, P. (2001). Differential development of attention and executive functions in 3- to 12- year-old Finnish children.En: *Dev Neuropsychol*, Vol. 20, pp. 407-28.

- Konrad, K.; Gauggel, S.; Manz, A., *et al.* (2000). Inhibitory control in children with traumatic brain injury (TBI) and children with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). En: *Brain*, Vol.14.
- Kolb, B., y Whishaw, I. (2006). *Neuropsicología Humana*, Buenos Aires, Argentina: Edit. Panamericana.
- Lenroot, R. K., y Giedd, J. N. (2006). Brain development in children and adolescents: insights from anatomical magnetic resonance imaging. En: *Neuroscience and Biobehavioral Review*, Vol.30, pp. 718-729.
- Lozano, A. y Ostrosky, F. (2011) Desarrollo de las funciones ejecutivas y de la corteza prefrontal. En: *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, Vol.11, pp. 0124-1265.
- Levin, H.; Culhane, K.; Hartmann, H., *et al.* (1991). Developmental changes in performance on tests of purported frontal lobe functions. En: *Developmental Neuropsychology*, Vol. 7, pp. 377-396.
- Levin, H.; Culhane, K.; Mendelsohn, D., *et al.*(1993). Cognition in relation to magnetic resonance imaging in headinjuredchildren and adolescents. En: *Arch Neurol*, Vol.50, pp. 897-905.
- Lezak, M. D.; Howieson, D.B., y Loring D.W. (2004). *Neuropsychological assessment*. Nueva York: Oxford University Press.
- Lezak, M. D. (1995). Executive functions and motor performance. En: *Neuropsychological assessment*, Vol. 85, pp. 564-607.
- Liebermann, D.; Giesbrecht, G. F., y Muller, U. (2007). Cognitive and emotional aspects of self-regulation in preschoolers. En: *Cognitive Development*, Vol. 22, pp. 511-529.
- Lenroot, R. K., y Giedd, J. N. (2006). Brain development in children and adolescents: insights from anatomical magnetic resonance imaging. En: *Neuroscience and Biobehavioral Review*, Vol. 30, pp. 718-729.
- Livesey, D. J., y Morgan, G. A. (1991). The development of response inhibition in 4- and 5-year- old children. En: *Australian Journal of Psychology*, Vol. 43, pp.133-137.
- Luciana, M., y Nelson, C.A. (1999). The functional emergence of prefrontallyguided working memory systems in four to eight years old children. En: *Neuropsychologia*, Vol. 36, pp. 273-93.

- Matute, E.; Chamorro, Y.; Inozemtseva, O., *et al.* (2008). *Efecto de la edad en una tarea de planificación y organización ('pirámide de México') en escolares.* En: *Revista de Neurología.*
- Matute, E.; Rosselli, M.; Ardila, A., *et al.* (2007). *Evaluación Neuropsicológica Infantil.* México: Manual Moderno.
- Mayoral, R. (2011). ¿Son los alumnos con mejores notas los más inteligentes?. En *El Confidencial.* Consultado el 25 de Junio de 2014. Disponible en <http://blogs.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/divan-digital/2011/10/17/son-los-alumnos-con-mejores-notas-los-mas-inteligentes-85912>.
- Miller, E. K., y Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. En: *Annual Review of Neuroscience*, Vol. 24, pp.67-202.
- Melzter, L., Krishnan, K. (2007). Executive function difficulties and learning disabilities: Understandings and misunderstandings. En: L. Melzter (Ed.), *Executive function in education: From theory to practice.* New York: Guilford Press.
- Munakata, Y.; Casey, B. J., y Diamond, A. (2004). Developmental cognitive neuroscience: Progress and potential. En: *Trends in Cognitive Sciences*, Vol.8, pp.122-128.
- Ongur, D.; Ferry, A. T., y Price, J. L. (2003). Architectonic subdivision of the human orbital and medial prefrontal cortex. En: *Journal of Comparative Neurology*, Vol. 460, pp. 425-449.
- Ono, M.; Kubic, S., y Abernathey, C.D. (1990). *Atlas of the cerebral sulci.* New York: Thieme Medical Publishers.
- Ostrosky, F. (2014, Junio). El cerebro y el desarrollo de las funciones ejecutivas en la infancia. Ponencia presentada en el Sexto Congreso Internacional de Neuropsicología, DF., México.
- Passingham, R. (1995). *The frontal lobes and voluntary action.* Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Passler, M.; Issac, W., y Hynd, G. (1985). Neuropsychological development of behavior attributed to frontal lobe. En: *Dev. Neuropsychol.*
- Papazian, O.; Alfonso, I., y Luzondo, R. (2006). Trastornos de las funciones ejecutivas. En: *Revista de Neurología.* Vol. 42 N° 3, pp. 87-96.

- Pérez, G.; Puente, A., y Vilar, L. (2009). Definición conceptual y profesional de Neuropsicología Clínica. En M. Pérez (coord.), *Manual de Neuropsicología Clínica*. Madrid: Pirámide.
- Pineda, D., y Ardila, A. (1991). Neuropsicología: evaluación clínica y psicométrica. En: Prensa Creativa, Medellín, Colombia.
- Pineda, D. (2000). La Función ejecutiva y sus trastornos. Ponencia presentada en el I Congreso Virtual Iberoamericano de Neuropsicología, Medellín, Colombia.
- Portella, M.; Marcos, T.; González, L., *et al.* (2003), 'Torre de Londres': planificación mental, validez y efecto techo. En: *Revista de neurología*. Barcelona, España.
- Punset, E. (2010). *El viaje al poder de la mente*. Barcelona, España: Edit. Destino.
- Rabin, L.A.; Barr, W.B., y Burton, L.A. (2005). Assessment practices of clinical neuropsychologists in the United States and Canada A survey of INS, NAN, and APA Division 40 members. En: *Archives of Clinical Neuropsychology*, Vol.20, pp. 33-65.
- Raizner, R.D.; Song, J., y Levin, H.S.(2002). Raising the ceiling: the Tower of London extended version. En: *Dev Neuropsychol*, Vol. 21, pp. 1-14.
- Riaño, R. (2010). ¿Qué es la función ejecutiva? Habilidades relacionadas con el aprendizaje y el comportamiento. Consultado el 23 Junio de 2013. Disponible en: http://www.institutodeneurociencias.com/files/congreso-2010_DR-RODRIGO-RIANO-FUNCION-EJECUTIVA.pdf.
- Rubia, K.; Overmeyer, S.; Taylor, E. y Brammer, M. (2001). Functional frontalisation with age: mapping neurodevelopmental trajectories with Fmri. *Neuroscience and Biobehavioral Review*, 24 (1), pp. 13-19.
- Rufo, M. (2006). La neuropsicología: historia, conceptos básicos y aplicaciones. En: *Revista de Neurología*, N°43, pp. 89-97.
- Robbins, T. W. (1998). Dissociating executive functions of the prefrontal cortex. En A. C. Roberts; T. W. Robbins, y L. Weiskrantz (Eds.), *The prefrontal cortex* (pp. 117-130). Londres: Oxford University Press.
- Roberts, A.; Robbins, T., y Weiskrantz, L. (1998). *The prefrontal cortex: Executive and cognitive functions*. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press.

- Rodríguez, M. (2009). Evaluación neuropsicológica. En C. Junqué y J. Barroso (coord.), *Manual de neuropsicología*. Madrid (pp. 281-302).
- Romine, C., y Reynolds, C. (2005). A model of the development of frontal lobe executive functioning. En: *Neuropsychology*, Vol. 19, pp. 532-545.
- Roesch-Ely, D.; Scheffel, H., Weiland, S., *et al.* (2005). Differential dopaminérgico modulation of executive control in healthy subjects. En: *Psychopharmacology*, Vol. 178, N°4, pp. 420-430.
- Roselli, M.; Jurado, M., y Matute, E. (2008). Las Funciones Ejecutivas a través de la vida. En: *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, Vol.8, N°.1, pp. 23-46.
- Rush, B.; Barch, D., y Braver, T. (2006). Accounting for cognitive aging: Context processing, inhibition or processing speed?, En: *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, Vol. 13, pp. 588-610.
- Samango, S. (1999). Frontal lobe development in childhood. En B. L. Miller y J. F. Cummings (Eds.). *The Human Frontal Lobes* (pp. 584-604). New York: The Guilford Press.
- Schoenemann, P.; Seehan, M., y Glotzer, L. (2005). Prefrontal white matter volume is disproportionately larger in humans than in other primates. En: *Nature Neuroscience*, Vol. 8, pp. 242-252.
- Seguí, J. (2003), *Psicología y Neuropsicología: Pasado, Presente y Futuro*. En: *Revista Argentina De Neuropsicología*.
- Shallice, T.; Marzocchi, G.; Coser. S., *et al.* (2002). Executive function profile of children with attention deficit hyperactivity disorder. En: *Dev Neuropsychol*, Vol. 21, pp. 43-71.
- Shimamura, A. (2000). Toward a cognitive neuroscience of metacognition. En: *Consciousness and Cognition*, Vol. 9, pp. 313-323.
- Siebert, H. (2006). Lernen im Alter in Zeiten des demografischen Wandels. En: *Institut für Berufspädagogik*. Consultado el 15 de Marzo de 2013. Disponible en http://online-ringvorlesung.de/wp-content/uploads/sites/3/2013/11/Folien_Siebert_Hannover.pdf.
- Strauss, E.; Sherman, E. M., y Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. New York: Oxford University Press.

- Strong, K.; Mathers, C., y Bonita R. (2007). Preventing stroke: saving lives around the world. En: *Lancet Neurol.*
- Stuss, D., y Levine, B. (2000). Adult clinical neuropsychology, lessons from studies of the frontal lobes. En: *Annual Review of Psychology*, Vol.53, pp. 401-403.
- Stuss, D.T., y Benson, D. (1986). *The frontal lobes*. New York: Raven Press.
- Sonzini, B. (2009). GUIAS DE NEUROPSICOLOGÍA. Consultado el 21 Junio 2013. Disponible en: <http://www.guiasdeneuro.com/desarrollo-del-snc/>
- Tirapu, J.; Muñoz, J., y Pelegrín, C., (2002). Funciones ejecutivas: necesidad de una integración conceptual, *Revista Neurología*, Vol.7, N°34, pp.845-67.
- Tsujimoto, S., (2008). The prefrontal cortex: Functional neural development during early childhood. En: *The Neuroscientist*, Vol. 14, pp. 345-358.
- Troncoso, L.; Kleinstaub, K.; López, I., et al. (2005). Estado Epiléptico no convulsivo en niños. En: *Rev Chil Pediatr*. Vol. 66, pp. 260-4.
- Valdes, J., y Torrealba, F. (2006). La corteza prefrontal medial controla el alerta conductual y vegetativo. Implicancias en desórdenes de la conducta. En: *Rev. Chilena de Neuro-Psiquiatría*. Vol.44 N°3, pp. 195-204.
- Van der Worp, H., y Van Gijn, J.(2007). Acute Ischemic Stroke. En: *Rev. England Med*.
- Vanderploeg, R.D. (2000). Interview and testing: The data collection phase of neuropsychological evaluations. En R.D. Vanderploeg (Ed.), *Clinician's guide to neuropsychological assessment*. London: LEA.
- Varney, N., y Menefee, L. (1993). Psychological and executive deficits following closed injury: Implications for orbital cortex. En: *Journal of Head Trauma Rehabilitation*.
- Wechsler, D. (1994). *Test de Inteligencia para niños WISC-III*. Manual. Buenos Aires: Paidós.
- Welsh, M.; Pennington, B., y Groisser, D. (1991). A Normative developmental study of executive function: a window on prefrontal function in children. En: *Dev Neuropsychol*.

- Wright, I.; Waterman, M.; Prescott, H., *et al.* (2003). A new stroop-like measure of inhibitory function development: typical developmental trends. En: *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, Vol.44, pp. 561-575.
- Ylvisaker, M.; Szekeres, S.F., y Feeney, T.J. (1998). Cognitive rehabilitation: executive functions. En M. Ylvisaker (Ed). *Traumatic brain injury rehabilitation: children and adolescents* (2^a ed.), pp. 221-70. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Zelazo, P. D., y Muller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. En U. Goswami (Ed.). *Handbook of Child Cognitive Development* (pp. 445-469). Oxford: Blackwell.
- Zelazo, P. D.; Muller, U., y Frye, D., *et al.* (2003). The development of executive function in early childhood. En: *Monographs of the Society for Research in Child Development*, Vol.68, Serial No. 274.
- Zook, N.; Welsh, M., y Ewing, V. (2006). Performance of healthy, older adults on the Tower of London Revised: Associations with verbal and nonverbal abilities. En: *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, Vol. 13, pp. 1-19.

ANEXO 1

TORRE DE LONDRES^{DX} FORMA DE REGISTRO PARA NIÑOS (7-15 años) William C. Culbertson, Psy.D & Eric A. Zillmer, Psy. D.

NOMBRE:		(F)	(M)	EXPTE:					
EDAD:	ESC:	Der.	Izq.	FECHA APLIC.:					

INSTRUCCIONES: Para cada problema registre el número de movimientos en la columna "MOV". En las casillas correspondientes registre el tiempo de inicio, de ejecución y total para cada problema; registre también las violaciones al tiempo y a las reglas de tipo I y II. Cuando termine llene las casillas de puntuación de cada problema siguiendo la ecuación; sume los totales de cada columna en los cuadros grises. Traslade estos puntajes al perfil.

PROBLEMAS			R			PUNTAJACIÓN DE LA TORRE DE LONDRES							
			V	A	③	REG DEL TIEMPO			VIOLACIONES				
D	①	②	③	MOV	- MIN	= PUNT	INICIAL	EJECUCIÓN	TOTAL	Tiempo > 1 min	Reglas		
	V	A	R	(Máx 20)	MOV						I	II	
P					(2)								
P	A				(2)								
①	A				- (3) =								
②		R	A	V	- (3) =								
③		V	A		- (3) =								
④	V		R	A	- (4) =								
⑤		A		R	V	- (5) =							
⑥		R		A	V	- (6) =							
⑦		R	V		A	- (6) =							
⑧	R	A		V		- (7) =							
⑨	V	R		A		- (7) =							
⑩		A	V		R	- (7) =							
Total de puntajes correctos ☞													
(número de problemas resueltos con el mínimo de movimientos)													

Observaciones:

Tipo I + II ☞

ANEXO 2

