



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO

RESIDENCIA EN NEUROPSICOLOGÍA CLÍNICA

**DESARROLLO NEUROPSICOLÓGICO DE LAS
FUNCIONES EJECUTIVAS EN LA EDAD PREESCOLAR.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN PSICOLOGÍA

PRESENTA:

MARÍA GUADALUPE GONZÁLEZ OSORNIO

JURADO DE EXAMEN DE GRADO:

DIRECTORA: DRA. GABRIELA OROZCO CALDERÓN

COMITÉ: DRA. ALICIA E. VÉLEZ GARCÍA

DRA. ANDRÓMEDA VALENCIA ORTIZ

DRA. FEGGY OSTROSKY SHEJET

DR. JULIO CÉSAR FLORES LÁZARO

ENERO

2012



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.

INDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
i. FUNCIONES EJECUTIVAS (FE) Y LÓBULOS FRONTALES (LF)	7
ii. DESARROLLO NEUROPSICOLÓGICO DE LAS FE	22
iii. DESARROLLO DE LAS FE EN LA EDAD PREESCOLAR	29
iv. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	60
v. MÉTODO	64
vi. RESULTADOS	74
vii. DISCUSIÓN	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125

Resumen

Estudios recientes indican que las FE inician su desarrollo antes de lo que se pensaba, remarcando los cambios que ocurren durante la edad preescolar y su relación con la maduración de la CPF.

Los objetivos del estudio de las FE, en la edad preescolar se han centrado, en identificar las trayectorias en el desarrollo de cada componente, su estructura y relación entre sus componentes. A pesar de las diversas aproximaciones por tratar de elucidar dichos aspectos aún es imposible reconocer trayectorias completas y también existe falta de consenso en el número de factores en los que es posible conceptualizar a las FE en la edad preescolar. El uso de técnicas estadísticas avanzadas como los modelos de ecuaciones estructurales, puede clarificar la estructura de FE y examinar los efectos directos de sus componentes. El objetivo de este trabajo es evaluar el desarrollo de los componentes de las FE en la edad preescolar, su estructura y efectos directos.

Método: Estudio no experimental de tipo transversal descriptivo La muestra total quedo conformada por 128 niños, distribuidos en 4 grupos: 28 niños de 3 años de edad, 28 niños de 4 años de edad, 28 niños de 5 años de edad y 28 niños de 6 años de edad. La evaluación neuropsicológica se realizó mediante la *Batería de Funciones Ejecutivas en la edad preescolar*. **Resultados:** se reconoció un efecto significativo de la edad en todos los componentes evaluados. Mediante el análisis factorial confirmatorio, se identificó que la estructura de las FE en la edad preescolar incluye 2 componentes (memoria de trabajo e inhibición) relacionados pero independientes. Por medio del análisis de senderos, se logró identificar que los componentes de memoria de trabajo e inhibición, inciden significativamente en los componentes de planeación y flexibilidad mental.

INTRODUCCIÓN

“El niño no es la reproducción de un adulto por el contrario lo es de su misma infancia y de su proceso de desarrollo y modificación de conducta”
(Henri Wallon, 1976).

La Neuropsicología del desarrollo, tiene como objetivo estudiar el desarrollo cognoscitivo y su relación con el cerebro en crecimiento (Anderson, Northan, Hendy & Wrennall, 2001).

En sus inicios, la Neuropsicología del desarrollo se concebía como una adaptación de los hallazgos en adultos, sin embargo en la actualidad se considera una rama diferenciada de la Neuropsicología, pues se reconoce que los modelos explicativos del funcionamiento cognitivo en adultos, no pueden ser equiparados en niños, ya que en el adulto, los procesos cognitivos son estáticos. Es decir, el cerebro ha alcanzado su completa maduración, mientras que en el niño, los procesos cognitivos son dinámicos, pues el cerebro aún se encuentra en desarrollo (Espy, 2004; Paterson, Heim, Friedman, Choudhury & Benasich, 2006).

Anteriormente se hacía uso de instrumentos para adultos en la evaluación en niños, bajo la suposición de que medían habilidades equivalentes. Hoy en día se sabe que no es pertinente tratar a los niños de igual manera que a los adultos, ni en el diagnóstico, ni en el tratamiento. Por esta razón, emergió la necesidad de proponer y establecer métodos de evaluación e intervención específicamente elaborados para población infantil (Hunter & Donders, 2007).

El objetivo de la Neuropsicología del desarrollo es entonces brindar conocimiento de las relaciones entre el cerebro en desarrollo y las habilidades cognitivas, como atención, memoria, lenguaje y funciones ejecutivas (FE). Las FE son un constructo psicológico que refiere a procesos cognitivos involucrados en la solución de problemas dirigidos a fines. Dichas funciones se han relacionado particularmente con la actividad de los lóbulos frontales (LF). El estudio de las FE proviene principalmente de la población adulta, la investigación en etapas tempranas del desarrollo hasta hace poco habían sido subestimadas, pero cada vez existe un mayor interés en la descripción de las características de su desarrollo durante la niñez intermedia y la adolescencia. Sin embargo aún es limitado el conocimiento acerca de las FE en la niñez temprana.

La niñez temprana abarca el periodo de los 3 a los 6 años y se considera una etapa de grandes cambios cognitivos y sociales, ya que es cuando se inicia la etapa preescolar en la cual es posible identificar las características del desempeño ejecutivo (Wiebe, Sheffield, Nelson, Clark, Chevalier & Espy, 2011).

El conocimiento del desarrollo neuropsicológico de las FE en la infancia, a través de su evaluación neuropsicológica, permitirá conocer las características peculiares del procesamiento cognitivo en niños preescolares, favorecerá la identificación del curso del desarrollo normal y la distinción del patológico, así como la creación de intervenciones oportunas y eficaces, en esta etapa del desarrollo. Por esto, el objetivo de esta tesis fue describir el desarrollo de las FE en la edad preescolar. En la primera parte, se hace una revisión del concepto FE y su relación con los LF, en la segunda se presentan los hallazgos del desarrollo neuropsicológico de las FE y su correlación con el

Neurodesarrollo de los LF; en el tercer apartado se presentan los antecedentes del desarrollo neuropsicológico en la etapa preescolar, así como las tareas utilizadas para su evaluación. En la quinta y sexta parte se presenta la metodología utilizada y los resultados, finalmente la discusión de los datos.

CAPÍTULO I. FUNCIONES EJECUTIVAS Y LÓBULOS FRONTALES

I. Definición del concepto Funciones Ejecutivas (FE)

Las FE son un constructo teórico que ha permitido hacer referencias a ciertas funciones cognitivas. Muriel Lezak (1982), fue la primera en acuñar el término “funciones ejecutivas” y las describió como: las capacidades para formular metas, planear y realizar los planes efectivamente.

Por su parte, Anderson (2002) describe a las FE como un “paraguas” que incorpora una colección de procesos interrelacionados responsables de la conducta dirigida a metas y refiere a estos procesos ejecutivos, como esenciales para la síntesis de estímulos externos, formación de metas y estrategias, preparación de la actividad y verificación de planes y acciones (figura 1). Goldberg (2002), hace una analogía del término ejecutivo, refiriéndose al “líder” que dirige y organiza, a otros procesos cognitivos.

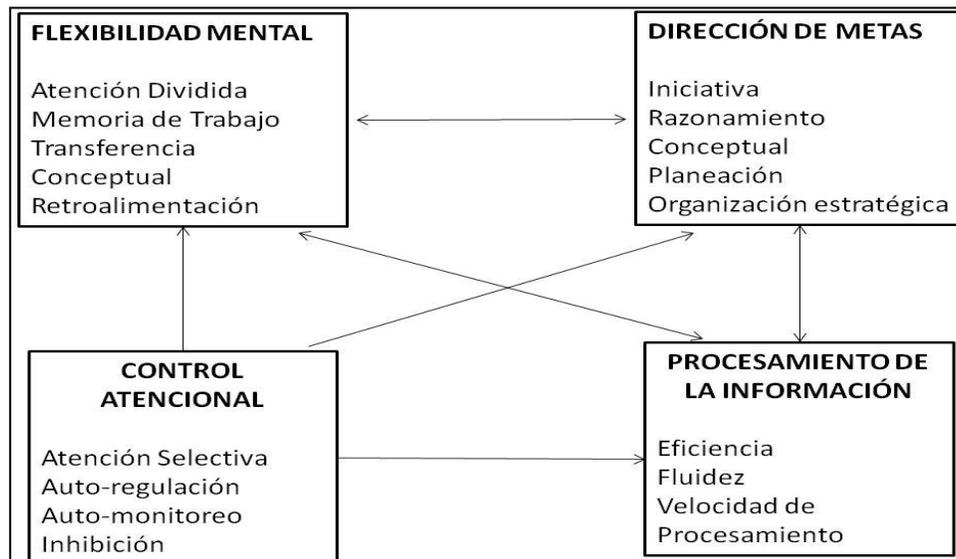


Figura 1. Modelo de FE propuesto por Anderson. Tomado y adaptado de Anderson (2002).

La propuesta de Stuss & Levine (2002) indica, que son funciones cognitivas de alto nivel, involucradas en el control y dirección de las funciones de bajo nivel.

Finalmente, Zelazo (2003) postula que no abarcan solamente procesos cognitivos sino también, incluyen respuestas emocionales y hace una distinción entre funciones ejecutivas “frías” y “calientes”, las primeras más relacionadas con procesos cognitivos y las segundas con procesos afectivos.

A pesar de que aún no existe un consenso, el término de FE se refiere a un conjunto de habilidades, que no sólo abarcan los procesos cognitivos sino que también incluyen las respuestas afectivas, que permiten la actividad dirigida a la solución de problemas, en situaciones nuevas y complejas yendo más allá de conductas habituales y automáticas, se definen como una serie de procesos que facilitan la adaptación a situaciones nuevas (Anderson, 2002; Goldberg, 2002; Lezak, 1982; Stuss & Levine, 2002; Zelazo, 2003). A continuación se enlistan los procesos cognitivos considerados dentro del marco de las FE:

- *Abstracción:* Es la capacidad de analizar la información implícita presentada (Lezak, 2004).
- *Atención sostenida:* Es la habilidad para mantener enfocada la atención en determinada situación por un tiempo considerable (Posner & Dehaene, 1994).
- *Autorregulación:* Es la capacidad para controlar y dirigir apropiadamente las propias emociones (Sheese, Rothbart, Posner, White & Fraundor, 2008).
- *Control Metacognitivo:* Se describe como la regulación ó ajuste en los procesos cognitivos, producto del propio monitoreo (Schwartz & Perfect, 2002).

- *Flexibilidad Mental:* Es la capacidad para cambiar un patrón de respuestas, tareas y adaptarse a nuevas circunstancias, a partir de la detección de un resultado no eficiente. Requiere la inhibición de cierto patrón de respuestas para poder cambiar de estrategias (Robbins, 1998).
- *Fluidez:* Se refiere a la capacidad de generar determinado tipo de información que la situación demanda en un momento dado (Ruff, Allen & Farrow, 1994).
- *Inhibición:* es la capacidad para suprimir una respuesta dominante y ejecutar una alterna (Nigg, 2000).
- *Memoria de Trabajo:* Es la capacidad para mantener y manipular cierta información por un tiempo relativamente corto, mientras se realiza una acción o proceso cognitivo basándose en esta información (Baddeley, 2002).
- *Mentalización:* Se refiere a la capacidad de anticipar el sentir o pensar de otras personas en determinadas circunstancias (Carlson, Moses & Claxton, 2004).
- *Planeación:* Es la capacidad para integrar, secuenciar y desarrollar pasos intermedios para lograr una meta (Baker, Rogers & Owen, 2006).
- *Procesamiento Riesgo Beneficio:* Es la habilidad para detectar y anticipar elecciones en base a la estimación del riesgo ó beneficio (Bechara, Damasio & Damasio, 2000).

Diversos autores (Tabla 1) se han interesado en el estudio de las FE e incluso han propuesto modelos para su entendimiento. Estos modelos surgen desde el estudio de población clínica (Lezak, 1982; Luria, 1966) hasta los que implementan técnicas de neuroimagen (Baddeley, 1990, 1996, 2002; Damasio, 1994, Damasio, Grabowsky, Frank, Galaburda & Damasio, 1998; Norman & Shallice, 1986) y/o técnicas estadísticas para su sustento (Davidson, Amso, Crues & Diamond, 2006; Miyake, Friedamn, Emerson, Witzki, Howerter & Wager, 2000) así como los que se interesan por su estudio en diferentes etapas del desarrollo (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs & Catroppa, 2001; Miyake et al., 2000).

Durante varias décadas las investigaciones en pacientes adultos con daño en LF han reportado deficiencias en la regulación de la cognición, la emoción y comportamiento (Feuchtwanger, 1923; Goldstein, 1944; Harlow, 1848).

Como resultado de estas primeras aproximaciones neuropsicológicas, y la descripción de una gran cantidad de personas con lesiones cerebrales, otros investigadores postularon que la corteza prefrontal (CPF) es fundamental para la integración de procesos como planificación, organización y regulación de la cognición y el comportamiento (Lezak, 1982; Luria, 1966). Los estudios de neuroimagen funcional (Baddeley, 2002; Damasio, 2002) apoyan esta descripción funcional de la CPF.

Tabla 1. Aproximaciones al estudio de las FE.

Año	Autor	Supuestos	Aproximación	Hallazgos
1972	Luria	Tres Unidades Funcionales Tercera	Pacientes con lesiones frontales (2ª Guerra Mundial)	Los lóbulos frontales están relacionados con habilidades como, programar, regular y verificar la conducta
1982	Lezak	Formulación de la meta Planeación Mantenimiento Realización del Plan	Pacientes con lesiones frontales	Alteraciones en: Iniciativa y motivación, incapaces de plantear metas y objetivos.
1986	Norman & Shallice	Modelo de Procesamiento de la información	Pacientes con lesiones frontales Población normal	Sistema de Supervisor Atencional Representado en la CPF.
1990 1996 2003	Baddeley	Memoria de Trabajo	Pacientes con lesiones frontales Patrones de Activación en Población Normal	Administrador Central (CPFDL) Bucle Fonológico Bucle Visoespacial Bucle Episódico
1994 1998 2002	Damasio	Marcador Somático	Pacientes con lesiones en las CPF (ventral)	Señal de alarma automática que prepara el resultado de la acción esencial antes de analizar el costo-beneficio
2000	Miyake	Tres factores independientes	Población normal de 18 a 25 años Análisis Factorial Confirmatorio Modelo de Ecuaciones Estructurales	Dentro de las FE es posible identificar 3 factores independientes pero correlacionados
2001	Anderson	Tres factores independientes	Población normal de 11 a 17 años Análisis de Componentes Principales con Rotación Varimax	Dentro de las FE es posible identificar 5 factores independientes pero correlacionados
2002	Anderson	Control Atencional Flexibilidad Cognoscitiva Establecimiento de Metas	Evaluación en diferentes etapas del desarrollo (infancia tardía y adolescencia)	Patrones diferentes entre los 7 – 17 años
2003	De Luca, Wood, Anderson, Buchanan, Proffitt, et al.	Flexibilidad Mental Planeación	Evaluación en diferentes etapas del desarrollo (infancia tardía a la vejez)	Patrones diferentes entre los 8 y 64 años
2004	Brocky & Bohlin	Inhibición de velocidad de procesamiento de memoria de trabajo.	Evaluación en diferentes etapas del desarrollo (infancia)	3 periodos de maduración a lo 3, 9 y 14 años
2004	Gestard, Jegard & Diamond	Procesamiento Riesgo beneficioso	Evaluación en la infancia temprana e intermedia	Incremento continuo

La relación de la patología frontal y la implementación de técnicas de neuroimagen relacionó la actividad de los lóbulos frontales (principalmente su porción prefrontal) con el funcionamiento ejecutivo, incluso considerando ambos términos como sinónimo, sin que estos así lo sean. La existencia de dificultades similares a las relacionadas en pacientes con alteraciones en los LF, que se ha reportado en sujetos con alteraciones en otras regiones como los ganglios basales, el tálamo, favorece la concepción de que las FE no son únicamente dependientes del LF (Sandson, Daffer, Carvalho & Mesulam, 1991), pero sin duda los LF juegan un papel clave en la integración de las FE, pero en las que también participan otras áreas del cerebro.

II. Lóbulos Frontales (LF)

Los LF son la regiones más evolucionadas del Sistema Nervioso Central (SNC), tanto en la escala filogenética, como en la escala ontogenética. Es decir en la especie humana, ocupa la mayor porción (30% de la corteza cerebral) y es la última región en terminar de desarrollarse incluso hasta la tercera década de vida (Fuster, 2002).

Se encuentran situados en la parte central y más anterior del cerebro (figura 2), por delante de la Cisura de Rolando y por arriba de la Cisura de Silvio (Fuster, 2002; Goldberg, 2002; Miller, 2007).



Figura 2.
Representación anatómica de los LF.

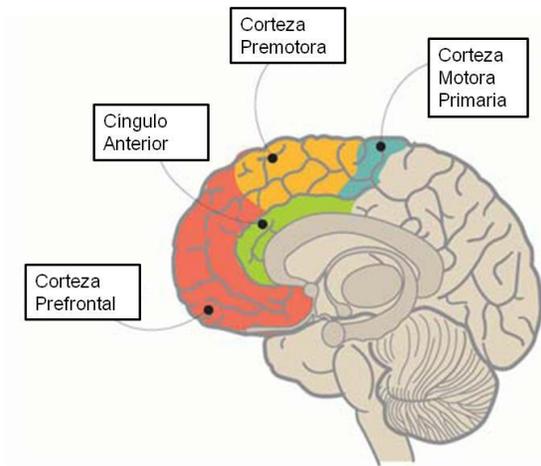


Figura 3.
División anatómica de los LF.

Anatómico y funcionalmente los LF se dividen en cuatro regiones (figura 2): corteza motora, premotora, el cíngulo anterior y la corteza prefrontal, siendo esta última la de mayor tamaño y de mayor relevancia en la integración de las FE (Fuster, 2002; Miller, 2007).

Corteza Prefrontal (CPF)

La CPF se localiza en las áreas más anteriores y rostrales del cerebro, anterior a la corteza motora y premotora del LF. Se divide en 3 regiones principales: orbitofrontal, dorsolateral y medial (Figura 4; Fuster, 2002).

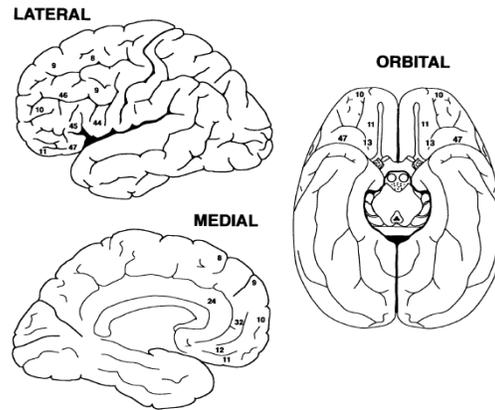


Figura 4. División anatómica de la CPF y su localización de acuerdo al mapa citoarquitectónico de Broadman

a. Corteza Orbitofrontal (COF).

Se encuentra en la base de los LF, por encima de las orbitas oculares. Recibe información desde el sistema límbico y olfatorio (Fuster, 2002, Flores, 2006). Participa en la regulación de la emociones y de las conductas afectivas, toma de decisiones y conducta social (Damasio, 1996).

b. Corteza Prefrontal Medial (CPFM)

La CPFM se localiza en la región medial de los LF, en la mitad anterior del cíngulo, por lo que en ocasiones suele llamarse área del cíngulo, incluye tanto regiones de la corteza premotora, prefrontal (medial) y del sistema límbico, se relaciona con procesos de inhibición, detección, solución de conflictos, regulación de la agresión y de los estados motivacionales así como en el esfuerzo atencional (Fuster, 2002).

c. Corteza Prefrontal Dorsolateral (CPF DL)

La CPF DL está ubicada en la porción más anterior de la CPF, es la estructura más compleja y desarrollada en seres humanos, se relaciona con funciones de alto

nivel, con los procesos cognitivos más complejos, como planeación, abstracción, memoria de trabajo, solución de problemas complejos, lenguaje, atención, así como en el monitoreo y la manipulación de la actividad (Fuster, 2002; Stuss & Levine, 2002).

Las tres regiones prefrontales, son conectadas entre ellas y con otras regiones corticales y subcorticales (Fuster, 2002). Esta conectividad singular hace a la CPF apropiada para coordinar e integrar el trabajo de todas las demás estructuras cerebrales (Goldberg, 2002).

Conectividad de la CPF

Como ya se ha descrito la CPF es una colección de regiones corticales interconectadas, áreas que mandan y reciben proyecciones de sistemas corticales sensoriales, motores, y muchas estructuras subcorticales (Miller, 2001). Se han identificado al menos 5 circuitos fronto-subcorticales (Figura 5; Masterman & Cummings, 1997):

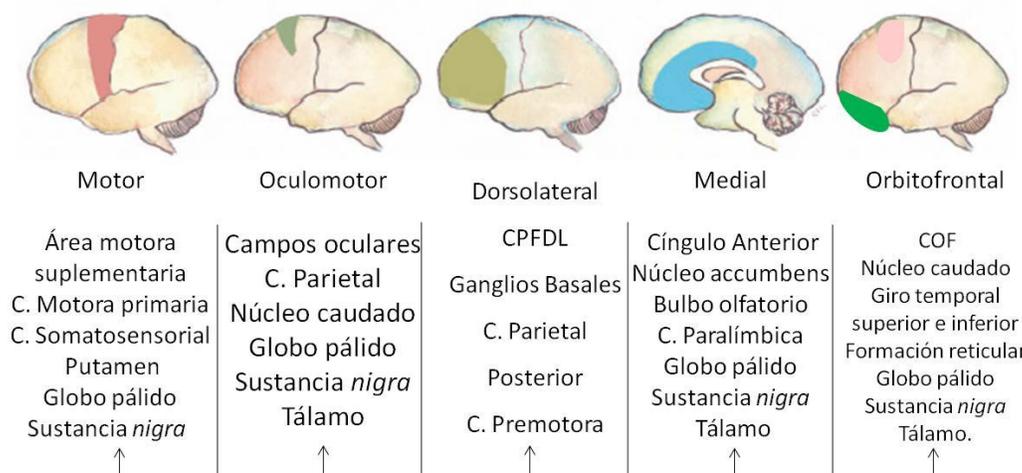


Figura 5. Representación esquemática de los 5 circuitos fronto-subcorticales propuestos por Masterman & Cummings (1997).

Motor: se origina en el área motora suplementaria, la corteza motora primaria, premotora y somatosensorial, proyecta principalmente al putamen, que a su vez proyecta a regiones ventrolaterales del globo pálido y finalmente a la sustancia *nigra*.

Oculomotor: parte de los campos oculares y conecta con regiones posteriores de la corteza parietal, así como con el núcleo caudado y la región dorsomedial del globo pálido y la región ventrolateral de la sustancia *nigra*, así como las porciones dorsales del tálamo.

Dorsolateral prefrontal: mantiene proyecciones desde las CPFDL hacia los ganglios de la base, principalmente el núcleo caudado que también recibe información de la corteza parietal posterior y el área premotora, posteriormente proyecta hacia el globo pálido y la sustancia *nigra* continuando al núcleo anterior del tálamo.

Orbitofrontal Lateral: se proyecta de regiones orbitofrontales de la CPF (principalmente ventrales anteriores y laterales inferiores) hasta el núcleo caudado que a su vez recibe información de el giro temporal superior e inferior, así como de la formación reticular, continuando hacia el globo pálido y la sustancia *nigra* y hacia los núcleos anteriores y dorsales del tálamo.

Medial: entre la región del cíngulo anterior y el núcleo accumbens y el bulbo olfatorio, que recibe información de la corteza paralímbica (amígdala, hipocampo inferior y corteza entorrinal), continua al globo pálido y a las sustancia *nigra*

rostródorsal y luego al núcleo medial del tálamo, regresando posteriormente al cíngulo anterior.

De manera general los últimos tres circuitos se han descrito como esenciales para la integración de las FE, así mismo se ha reconocido que cada circuito posee un sistema específico de neurotransmisión que permite su actividad específica (Masterman & Cummings, 1997).

Neurotransmisión de la CPF.

La CPF es muy sensible al ambiente neuroquímico pues recibe entradas ascendentes de los principales sistemas de neurotransmisión y es la primer región donde se proyectan los sistemas catecolaminérgicos y colinérgicos como Dopamina desde el área ventral tegmental, Noradrenalina desde el Locus Coeruleus, y de la Acetilcolina desde el Núcleo Basal de Meynert y tallo cerebral. Además de las proyecciones de sistema serotoninérgico que inician en los núcleos del rafe dorsal y medial (Figura 6; Arnsten & Robbins, 2002).

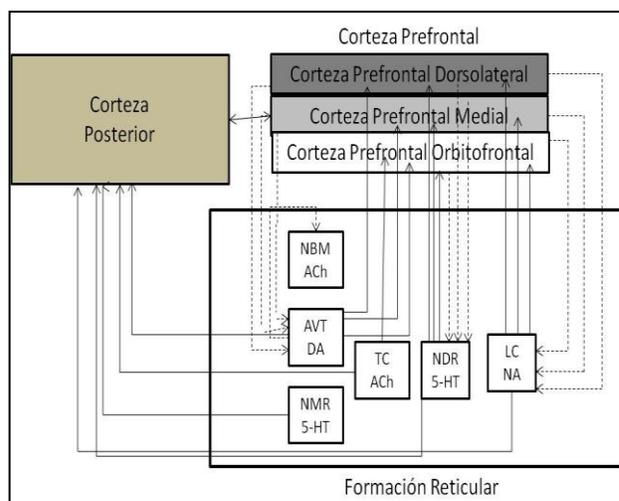


Figura 6. Representación Esquemática de los sistemas de neurotransmisión de la CPF. (Modificado y adaptado de Arnsten y Robbins, 2002). LC: Locus Coeruleus; NDR: Núcleo Dorsal de Rafé; TC: Tallo cerebral; NMR: Núcleo Medial de Rafé; AVT: Área Ventral Tegmental; NBM Núcleo Basal de Meynert. Las líneas punteadas representan las proyecciones de la CPF. Las Líneas continuas representan las proyecciones de la CPF.

De forma específica se ha identificado que cada circuito es más susceptible a particulares sistemas de neurotransmisión (Chambers et al., 2003; Masterman & Cummings, 1997):

- El circuito dorsolateral prefrontal a la inervación dopaminérgica que se relaciona con procesos de memoria de trabajo y flexibilidad mental.
- El circuito orbitofrontal lo es tanto a proyecciones serotoninérgicas como dopaminérgicas, las primeras relacionadas con la regulación de la conducta social, agresividad e inhibición y las segundas en la motivación, las recompensas y la sensibilidad a reforzadores ambientales.
- El circuito medial a sistemas Noradrenérgicos, relacionados con la activación y motivación.

El análisis de dichos sistemas de neurotransmisión, ha permitido distinguir que algunos neurotransmisores muestran asimetría hemisférica (Goldberg, 2002).

Diferencias hemisféricas.

Dentro de las diferencias hemisféricas relacionadas con neurotransmisión, se ha descrito que las vías dopaminérgicas tienden a ser más dominantes en el hemisferio izquierdo y las vías noradrenérgicas en el hemisferio derecho. Esto a su vez, se relaciona con mayor incidencia del hemisferio derecho ante situaciones novedosas y del hemisferio izquierdo, ante entornos familiares (Goldberg, 2002).

Anatómicamente se reconoce que la CPF derecha es más gruesa que la izquierda, y funcionalmente que cada hemisferio está especializado en la realización de aspectos cognitivos particulares.

La CPF derecha esta más involucrada en la construcción y diseño de objetos y figuras, memoria de trabajo para material visual, memoria episódica, autoconsciencia y conducta social; y la CPF izquierda esta más relacionada con procesos de planeación secuencial, flexibilidad mental, fluidez verbal y memoria de trabajo para material auditivo-verbal (Goldberg, 2002).

Aunque es preciso tener en cuenta que existen diferencias anatómicas y funcionales entre ambos hemisferios (asimetría cerebral). También es necesario reconocer un enfoque dinámico de la actividad hemisférica, y concebir la relación entre los dos hemisferios como “dinámica” caracterizada por el desplazamiento gradual, del hemisferio derecho al hemisferio izquierdo, y considerar que los procesos cognitivos resultan de la interacción de ambos hemisferios (Goldberg, 2002). La asimetría cerebral descrita, se puede ver afectada por diferentes variables, como el sexo.

Diferencias sexuales.

Hoy en día se sabe que el cerebro de mujeres y hombres es distinto fisiológicamente y funcionalmente. Las principales diferencias sexuales asociadas a la CPF apuntan a cuestiones hormonales ya que se ha descrito variabilidad en los niveles hormonales, como los receptores a estrógenos que están simétricamente distribuidos en los cerebros de hembras y asimétricamente en

varones. En los primeros años de vida los estrógenos en las mujeres activan las áreas involucradas en el desarrollo de la atención y el procesamiento emocional. Mientras que la testosterona hace al varón menos sensible al reconocimiento emocional (Goldberg, 2002).

Se ha reportado que las mujeres son más expresivas y experimentan emociones, con mayor intensidad que los hombres y además las mujeres presentan una mayor respuesta fisiológica ante estímulos emocionales que los hombres (Kring & Gordon, 2008; Groosman & Wood, 1993). Mediante estudios de neuroimagen ha sido posible identificar que el procesamiento emocional es diferente en hombres y mujeres. Mientras que en las mujeres se muestran mayor activación en cíngulo anterior, tálamo, cerebro medio y cerebelo, los hombres en la corteza frontal izquierda y corteza posterior (Wager, Luan, Liberzon & Taylor, 2003) los autores sugieren que estas diferencias podrían deberse a que las mujeres prestan mayor atención a las características afectivas de los estímulos y los hombre a los aspectos sensoriales.

También se ha identificado que las diferencias hormonales inciden en los procesos cognitivos, y provocan diferencias cognitivas entre hombres y mujeres. En general los hombres muestran una ejecución ventajosa sobre la de las mujeres en habilidades visoespaciales y razonamiento matemático. Las mujeres tienen mayores puntuaciones en habilidades verbales y motricidad fina (Kimura, 2004). En cuanto al procesamiento riesgo beneficio, se ha observado que los hombres

basan su elección dependiendo del contexto mientras que las mujeres son más dependientes de la experiencia (Goldberg, 2002).

Los hallazgos relacionados con la descripción diferencial, anatómica, neuroquímica y sexual de la CPF, así como su relación con distintos desempeños cognitivos, ha provocado en diversos autores la interrogante acerca de si estas diferencias son consistentes en diferentes etapas del desarrollo y a su abordaje empírico.

CAPÍTULO II. DESARROLLO NEUROPSICOLÓGICO DE LAS FE.

I. Desarrollo Neuropsicológico

El desarrollo neuropsicológico hace referencia a los cambios o estabilidad en las habilidades cognoscitivas (Anderson et al., 2001), como: atención, memoria, control motor, lenguaje y FE, habilidades en las que es indispensable el desarrollo del SNC.

Como se dijo anteriormente, la Neuropsicología del desarrollo, tiene como objetivo establecer la relación entre el desarrollo de una función cognitiva y su correspondiente criterio de maduración cerebral (Anderson, 2001).

La maduración cerebral depende de diversos mecanismos celulares, tanto fenómenos progresivos como regresivos. Dentro de los fenómenos progresivos se incluyen: la proliferación, migración, diferenciación, crecimiento (axonal y dendrítico), sinaptogénesis y mielinización. Dentro de los fenómenos regresivos se incluye la muerte neuronal (apoptosis) y la poda sináptica. La proliferación es la producción de células nerviosas, la migración se refiere a los mecanismos a través de los cuales las neuronas alcanzan el sitio que les corresponde, una vez alcanzados sus destinos, las células comienzan a adquirir una apariencia distintiva “diferenciación”, posteriormente sucede una sobreproducción de neuronas, que requiere posteriormente, de un mecanismo crucial en el desarrollo “la muerte celular” (apoptosis). Posteriormente inicia el crecimiento axonal, que sugiere que los axones reconocen su vía de desarrollo como resultado de afinidad química entre las terminales axónicas y la neurona meta. El crecimiento dendrítico ocurre a

una velocidad menor a la observada en el crecimiento axonal y generalmente inicia ya que las células nerviosas alcanzaron su ubicación final. La generación de sinapsis (conexión entre neuronas) ó “sinaptogénesis” sugiere una relación inversa entre la densidad sináptica y las habilidades cognitivas, es decir la reducción en el número de sinapsis se relaciona con la eficiencia y refinamiento de funciones cognitivas. Por último el proceso de mielinización (los axones son cubiertas de una capa de mielina) favorece una rápida conducción eléctrica (Cassey, Giedd & Thomas, 2000).

A través de los cambios, tanto progresivos, como regresivos que se presentan durante el desarrollo, es posible crear una eficiente red neural de apoyo a las FE. El desarrollo neuropsicológico de las FE es secuencial y esta secuencia depende del desarrollo de la CPF (Anderson, 2001).

II. Desarrollo de la CPF

Después del nacimiento la CPF sufre una gran cantidad de cambios, durante el primer año ocurren cambios significativos, que permiten importantes avances otros periodos marcados por cambios en las habilidades asociadas a las CPF es de los 3 a los 6 años y de los 7 a los 11 (Diamond, 2002).

Entre los fenómenos progresivos, se ha descrito que, la sustancia gris aumenta gradualmente, alcanzando el máximo pico alrededor de los 12 años y posteriormente disminuye de manera paulatina (Sowell, Thompson, Leonard, Welcome, Kan & Toga; 2004).

El proceso de mielinización, no deja de aumentar durante la infancia y adolescencia y continúa su desarrollo incluso hasta la tercera década de vida (Casey, Giedd & Thomas, 2000). La mielinización es un factor de gran importancia en el desarrollo de las FE, pues estos procesos no dependen solamente de la maduración de la CPF, sino de la mayor eficacia en sus conexiones aferentes y eferentes con otras regiones corticales y subcorticales (Paus, Collins, Evans, Leonard, Pike et al. 2001).

Por otro lado, la densidad sináptica logra su mayor nivel entre el primer y segundo año, superando incluso hasta el 50% del nivel adulto, mientras que la diferenciación y división de la CPF finaliza aproximadamente a los 4 años (Diamond, 2002).

El metabolismo cerebral es mayor durante etapas tempranas del desarrollo, reconociéndose que entre los 3 y 9 años llega a ser 2.5 veces mayor que en el cerebro adulto y después de los 10 años comienza su descenso (Chugani, 1998).

Los hallazgos en estudios de neurotransmisión sugieren que los sistemas GABAérgicos, noradrenérgicos y serotoninérgicos terminan de madurar antes que los sistemas dopaminérgicos y colinérgicos (Chambers, et al. 2003).

En un estudio reciente, que tuvo como objetivo reconocer las trayectorias de desarrollo de la corteza cerebral, mediante un estudio longitudinal-transversal y el uso de 764 resonancias magnéticas (N=375) niños y adultos (3-32 años), con desarrollo típico (IQ=115), se reconoció un máximo desarrollo de la CPF, primero

en regiones orbitofrontales, posteriormente mediales y más tarde laterales (Shaw, Kabbani & Lerch, et al., 2008).

Ya se ha descrito que durante el desarrollo cerebral temprano se presenta un número exacerbado de conexiones sinápticas comparado con las descritas en la edad adulta (*inervación polineural*). Sin embargo, no todas ellas son eficientes, por lo que es necesario que se eliminen las menos eficientes (*poda sináptica*), dentro de los procesos regresivos en la CPF.

La CPF, muestra un continuo proceso de poda hasta los 16 años (Huttenlocher, 1994). La densidad neuronal y sináptica, presenta una disminución significativa a los 2 y los 7 años, pero aún a los 11 años, ambas se presentan por arriba del nivel adulto (Huttenlocher, 1979). Se ha descrito que los procesos regresivos también son fundamentales en el desarrollo de habilidades cognitivas, y se ha mostrado una amplia relación entre la poda sináptica y una mejor ejecución en tareas cognitivas entre los 7 y 16 años (Sowell, Delis, Stiles & Jerningan, 2001).

Hallazgos descritos previamente en el desarrollo y maduración de la CPF, en los que se reconocía cierta similitud cerebral en la infancia tardía y adolescencia, con las características cerebrales de la etapa adulta, propiciaron el interés en describir en qué rango de edad se logra el desempeño ejecutivo adulto (Anderson, 2001, 2002; Brocky & Bohlin, 2004; De Luca, Wood, Anderson, Buchanan, Proffitt, et al., 2003; Flores, 2007).

Anderson (2001) evaluó el desarrollo de las FE en niños y adolescentes de entre 7 y 17 años de edad, indicó que los desempeños máximos para la flexibilidad

mental se alcanzan a los 12 años y a los 15 años la planeación secuencial, además de que consideran que la velocidad de desarrollo de las FE en este rango es casi plana.

Un año más tarde, Anderson (2002) describe que el control atencional emerge en la infancia temprana y se desarrolla rápidamente. En contraste con la flexibilidad cognitiva, las tareas dirigidas a una meta se desarrollan en el periodo crítico de entre los 7 y los 9 años de edad y terminan por madurar aproximadamente a los 12 años, siendo este un periodo transicional que ocurre en el inicio de la adolescencia y poco a poco permite que emerja el control ejecutivo.

Un año más tarde, De Luca et al. (2003) realizaron, un estudio en el que contemplaron un amplio rango de edad (de los 8 a los 64 años de edad) y evidenciaron que el desempeño “adulto” en tareas de flexibilidad mental, se logra a los 12 años y la planeación secuencial a los 15 años.

Por otro lado, Brocky y Bohlin (2004), reportaron 3 periodos de maduración 6-8 años, 9-12 años y 14-15 años y en los que se alcanzan el desempeño adulto en los procesos de: inhibición, velocidad de procesamiento y memoria de trabajo, respectivamente.

Davidson, Amso, Cruess y Diamond (2006), reportaron que los procesos inhibitorios alcanzan el máximo desarrollo a los 10 años, mientras que los procesos de mantenimiento y manipulación de la información logran su máximo pico a los 13 años.

En México, Flores (2007) reportó que las FE que alcanzan su máximo desarrollo en edades tempranas (6-8 y 9-11 años) dependen de las regiones filogenéticamente más antiguas de la CPF (COF), seguidas por las funciones que dependen de la CPFDL (12-15 años), y por último las capacidades que logran su máximo desempeño (16-30 años) dependen de las estructuras más nuevas de la CPF.

Todos estos estudios apuntaban a que el desarrollo de las FE emergían a los 6 años de edad y terminaban por madurar alrededor de los 12 años (Anderson, 2001, 2002; Brocky & Bohlin, 2004; De Luca, Wood, Anderson et al., 2003; Flores, 2007). Sin embargo, las evidencias a partir de estudios recientes indican que las FE inician su desarrollo antes de lo que se pensaba (Carlson, 2005; Diamond & Kirkham, 2005; Espy et al., 1999; Huttenlocher & Dabholkar, 1997; Wiebe, et al. 2011).

El interés en el estudio de las FE en etapas tempranas, hizo evidentes ciertas limitaciones a su estudio (Best & Miller, 2010):

1. Dificultades en la evaluación, ya que en etapas tempranas del desarrollo, los niños se caracterizan por una amplia variabilidad en la amplitud atencional, competencias lingüísticas y grado de conocimientos (Wiebe et al., 2011).
2. El uso de técnicas de neuroimagen (relevantes para mostrar los cambios cerebrales), ya que en esta edad es difícil que los niños permanezcan quietos en el escáner de resonancia magnética (Wood & Smith, 2008).

En las primeras aproximaciones al estudio del desarrollo de las FE en la etapa preescolar, utilizaban instrumentos de evaluación para adultos, bajo la suposición de que medían habilidades equivalentes, hoy en día se sabe que no es pertinente tratar a los niños de igual manera que a los adultos (Hunter & Donders, 2007). Emerge entonces la necesidad para el establecimiento de métodos diferenciados de evaluación (Carlson & Moses, 2001; Diamond, Kirkham & Amso, 2000; Espy, 1997; Espy, Kaufmann, Glisky & McDiarmid, 2001; Hughes, 1998, Hughes & Graham, 2002; Zelazo, Müller, Frye & Marcoitch, 2003), que intenten minimizar la complejidad de las instrucciones, así como la demanda de respuesta verbales (Wiebe et al., 2011). Estos métodos utilizan material familiar a la experiencia diaria de los niños, como crayolas, dulces, colores y animales (Espy et al., 1999; Konchanska, 2000). Muchas de estas tareas simplificadas logran evaluar un único componente de FE, evitando así el problema de impureza, de las tareas complejas utilizadas en adultos que requieren demandas de múltiples componentes (Hughes & Graham, 2002;. Miyake et al, 2000).

Pese a las limitantes en estudio de las FE en etapas tempranas, recientemente el interés se ha desplazado hacia el desarrollo normal del funcionamiento ejecutivo en la edad preescolar (Carlson & Moses, 2001; Diamond, Kirkham & Amso, 2000; Espy, 1997; Espy, Kaufmann, Glisky & Mc Diarmid, 2001; Hughes, 1998, Hughes & Graham, 2002; Zelazo, Müller, Frye & Marcoitch, 2003), subrayando la importancia del estudio en este periodo en la identificación de los inicios de los diversos componente de FE (Best, 2009).

CAPÍTULO III. DESARROLLO DE LAS FE EN LA EDAD PREESCOLAR

“Los niños no son pequeños adultos, los preescolares no son pequeños niños”

Espy, 2004.

La edad preescolar es un periodo crítico de transición y de rápidos cambios en habilidades verbales, pensamiento simbólico, mejoras en autoregulación y dirección de metas (Carlson, 2005; Espy et al., 1999; Wiebe, Sheffield, Mize, Clarck, Chevalien & Espy, 2011). Es una etapa en la que se adquieren rápidamente competencias ejecutivas, que se relacionan con la maduración de estructuras prefrontales (Diamond & Kirkham, 2005; Huttenlocher & Dabholkar, 1997).

El estudio del desarrollo neuropsicológico de las FE en la edad preescolar, se ha centrado en 3 objetivos principales (Best, 2009):

- Identificar las trayectorias en el desarrollo de cada componente de las FE, por ejemplo, inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad mental, planeación entre otras.
- Reconocer las FE como proceso unitario o como un conjunto de múltiples procesos.
- Identificar los cambios en el desarrollo de cada componente de FE y las relaciones entre los componentes.

I. Trayectorias de desarrollo de las FE

El estudio de las trayectorias del desarrollo en diferentes procesos incluidos en las FE, tiene como objetivo identificar los periodos de cambio, de los diferentes componentes. A continuación se presentan los hallazgos reportados a este respecto en la edad preescolar.

a. Inhibición

Como ya se ha descrito la inhibición se refiere, a la capacidad de suprimir una respuesta dominante, por tanto las tareas para su evaluación consisten en suprimir una respuesta dominante. En adultos la primera prueba para evaluar esta habilidad fue el paradigma *Stroop* (Stroop, 1935), consiste en tres ensayos (Figura 7) en el que el paciente primero tiene que nombrar las palabras que están escritas, en el segundo ensayo, los colores en los que están pintados las cruces y en el tercer ensayo “interferencia”, se le pide que nombre los colores en el que están pintadas las palabras, es decir, evalúa la capacidad del para evitar generar respuestas automáticas (leer), suprimiendo la interferencia de estímulos habituales (cuando vemos letras, tendemos a leer) en favor de otros estímulos menos habituales (nombrar los colores en el que están pintadas las palabras).



Figura 7. Muestra del paradigma Stroop. Primera fila, ensayo uno, segunda y tercera fila, ensayos 2 y 3.

A partir de entonces se han desarrollado una gran cantidad de versiones del paradigma, que difieren en el material, los elementos o colores utilizados. Pero el objetivo del paradigma se mantiene en todas las versiones, incluso en las utilizadas en la etapa preescolar (tabla 2).

Tabla 2. Tareas desarrolladas para la Evaluación de inhibición en preescolares.

▪ Día – Noche	} (Carlson & Moses, 2001)
▪ Pasto – Nieve	
▪ Oso – Dragón	
▪ Ángel – Diablo	(Kochanska et al, 1996)
▪ Peces	(Luna et al. 2004)
▪ Puño – Dedo	(Luria, 1966)
▪ Estatua	(Klenberg, 2001)

Por ejemplo en el paradigma, *Stroop* Día-Noche (Carlson & Moses, 2001) se le pide que responda, “día” al mostrarle la luna y “noche” al mostrarle el sol; en el paradigma Oso-Dragón (Reed, Pien, Rothbarth, 1984), se le pide al niño que realice las actividades que indique el oso, pero no las que indique el dragón; en la tarea Puño-Dedo (Luria, 1966) empuñe la mano cuando el evaluador señale con el dedo y viceversa; o en las tareas tipo *flancos*, mire a la dirección del estímulo medio, como un pez hacia la izquierda y haga caso omiso de los peces de alrededor (Figura 7; Luna, Garver, Urban, Lazar, y Sweeney, 2004).

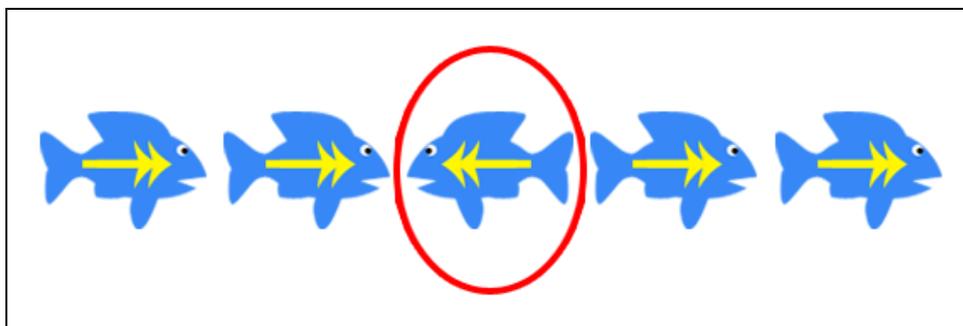


Figura 8. Ejemplo de la tarea tipo flanco, propuesta por Luna et al. (2004).

Así mismo se han implementado tareas computarizadas “Go/No-go”, en este tipo de tareas se le pide al niño que responda a ciertos estímulos (Go) presentados en la pantalla, y no responda a otros (No-go). (Klimkeit, Mattingley, Sheppard, Farrow y Bradshaw, 2011), que han resultado particularmente sensibles en la detección de mejoras en la inhibición en la niñez tardía y la adolescencia, debido a que presentan numerosos ensayos y son capaces de medir variables de comportamiento como, el tiempo de reacción, con mucha precisión.

En la etapa preescolar se reconocen rápidas mejoras en las tareas de inhibición (tabla 3), en las que los niños muestran mejoras lineales y reducen significativamente el número de errores durante el progreso de la edad (Carlson & Moses, 2001; Flynn, Malley & Word, 2004), algunos estudios sugieren que los cambios más significativos en este periodo suceden entre los 3 y 4 años (Sabbagh, Xu, Carlson, Moisés, & Lee, 2006), y dichos logros permanecen estables hasta los 6 años, mientras que otros apoyan la idea de que los cambios más significativos se presentan entre los 4 y 5 años de edad (Gestard, Joo Hong & Diamond, 2004; Carlson & Wang, 2007).

Tabla 3. Hallazgos en el desarrollo de la Inhibición, en la edad preescolar.

Año	Autor	Método	Resultados	Conclusiones
2001	Carlson & Moses	107 niños (3-4 años) Stroop Día-Noche Stroop Pasto-Nieve Stroop Oso-Dragón Conflicto espacial	Se observaron diferencias significativas en las tareas Día-Noche y Oso-Dragón, en la que se observa un aumento en el porcentaje de respuestas correctas de los 3 a los 4 años.	Estos aumentos se relacionan con los incrementos que procesos de inhibición y memoria de trabajo, necesarios para inhibir la respuesta dominante y mantener la instrucción mentalmente.
2001	Klenberg, Korkman & Latí	400 niños (3-12 años) Estatua	Aumento lineal de los 3 a los 7 años y la ejecución es estable de los 7 a los 12 años.	El desarrollo de las FE sigue un proceso jerárquico y la inhibición es la primera en desarrollarse.
2004	Flynn, Malley & Wood	21 niños (3 años) Luria “puño-dedo”	A los 3 años muestran dificultades en inhibir respuestas motoras automáticas, mejoran antes en tareas de inhibición que en tareas de mentalización.	El desarrollo de procesos de inhibición precede el desarrollo de procesos como la mentalización.

2004	Gestard, Joo Hong & Diamond	160 niños (3.5-7 años) Stroop Día-Noche	No se reconocieron cambios de los 3 años y medio a los 4, pero si cambios lineales de los 4 y medio a los 6, que permanecen estables hasta los 7 años	La estabilidad entre los 3 y 4 años en la ejecución de la tarea Día-Noche, se relaciona con la dificultad para mantener la instrucción y en inhibir respuestas automáticas.
2007	Carlson & Wang	53 niños (4-6 años) Simón Dice Juguete Prohibido	Aumento lineal de los 4 a los 5 años, y permanecen estables de los 5 a los 6 años.	El aumento en el control inhibitorio, se relaciona con las mejoras en la regulación emocional (activación autónoma)

Las mejoras en procesos de inhibición se ha relacionado con la maduración de regiones de la CPF, mediante técnicas de neuroimagen (Cassey et al. 1997; Durston et al, 2006) y técnicas de EEG (Lamm, Zelazo, & Lewis, 2006; Rueda, Posner, Rothbarth & Davis; 2004).

Rueda et al. (2004) mediante la aplicación de una tarea de *flancos* y EEG, compararon la ejecución de niños de 4 años, contra un grupo de adultos, y reconocieron diferencias entre los dos grupos en tiempos de reacción, amplitud y latencia de los componentes frontales, caracterizándose por ser menores en la población adulta, que sugiere una mayor especificidad en la comunicación neuronal.

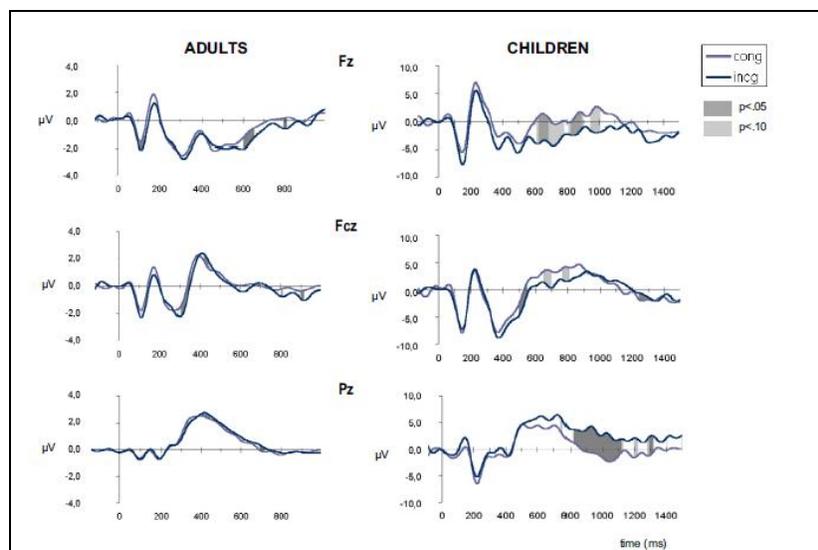


Figura 9. Comparación del efecto flanker en adultos y niños. *Cong*: ensayos congruentes. *Incg*: ensayos incongruentes. Rueda et al. (2004).

Del mismo modo, Lamm et al. (2006), usando EEG, encuentra una disminución de la amplitud frontal del *componente N200* en una tarea de inhibición (*Go-NoGo*) en adultos, sugiriendo que esta disminución indica un aumento de la eficiencia neural y puede ser causada por procesos regresivos de desarrollo, como la poda sináptica.

Los hallazgos en neuroimagen indican que los niños presentan un patrón de activación difusa. Por ejemplo, Durston et al. (2006) utilizando tareas de inhibición (*Go-NoGo*) y una técnica de RMf, reportó que los niños muestran una activación difusa de las regiones ventral y dorsal bilateral de la CPF y la corteza parietal, mientras que en adultos el patrón de activación es sólo en la CPF ventral. Usando el mismo paradigma y la misma técnica de neuroimagen, Cassey et al. (1997), reconocieron un patrón de activación similar en la CPF en los ensayos *NoGo*, en niños y en adultos, aunque el patrón de activación fue significativamente más alto en los niños.

Estos hallazgos sugieren que las mejoras en los procesos de inhibición durante la infancia se relacionan con una mayor especificidad en la conectividad de las regiones frontales particularmente en la región ventral de la COF.

Otros autores aunque, reconocen mejoras en los procesos de inhibición, durante los años preescolares, describen que la mejora más notable, ocurre entre los 5 y 8 años de edad (Romine & Reynolds, 2005; Rueda et al, 2004), y los cambios de esta etapa hasta la adolescencia, se distinguen por mejoras en la velocidad y precisión.

b. Memoria de Trabajo

Baddeley (1996) propone que la memoria de trabajo implica la capacidad de mantener y manipular la información por periodos breves, a partir de 3 componentes principales: un supervisor central que selecciona y coordina la información que proviene de al menos dos sistemas que permiten mantener la información visual y auditiva, el bucle fonológico y el bucle visoespacial, respectivamente. Recientemente al modelo descrito se añadió otro elemento: el bucle episódico (Baddeley, 2003) el cuál integra y mantiene secuencias episódicas.

Para su evaluación tanto en la población adulta como preescolar, las tareas consisten, en mantener y manipular cierta información (verbal ó visual) por un periodo corto, como en las tareas “cubos en regresión” (Corsi, 1972). Esta consiste en solicitar al niño que señale una serie de cubos en orden inversa al que los señaló el experimentador ó en la tarea “dígitos en regresión” (Koss, 1992) en la que el niño debe repetir en orden inverso los dígitos mencionados por el experimentador (figura 9).

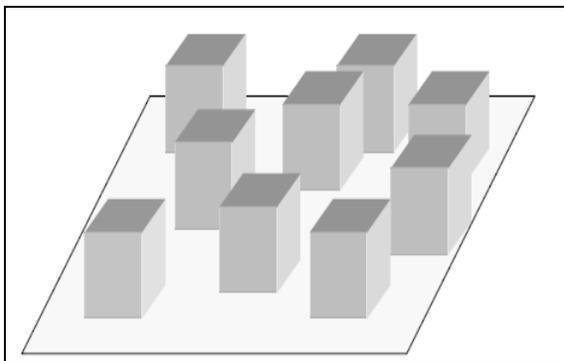


Figura 9. Representación de la tarea de cubos en regresión (tomado de Hamilton et al., 2003).

Recientemente se han implementado tareas computacionales como la tarea de “puntos” (*Dots*; Davidson, Amsoa, Cruess & Diamond, 2006). La tarea de puntos (Figura 10) consiste en la presentación de puntos de dos tipos (con rayas o sólidos), a los que el niño tiene que responder, en caso de los puntos de rayas en el mismo lado de aparición, mientras que para los puntos sólidos, debe responder del otro lado del que punto apareció. Esta prueba fue diseñada para evaluar tanto la memoria de trabajo como la inhibición; la memoria de trabajo es necesaria en todos los ensayos de la prueba de puntos para recordar las reglas (responda en el mismo o lado opuesto al punto) y la inhibición se requiere en los ensayos incongruentes para inhibir la respuesta prepotente para responder en el mismo lado que el estímulo visual.

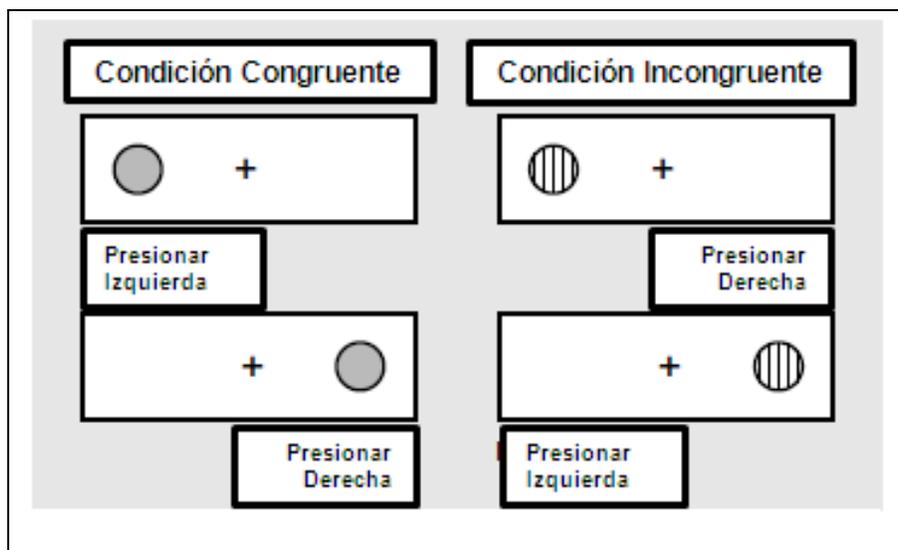


Figura 10. Tarea de puntos. En la condición congruente, la respuesta correcta es presionar en el mismo punto donde aparece el punto (sólido). En la condición incongruente la respuesta correcta es presionar al lado opuesto donde aparece el punto (a rayas). Tomado de Diamond et al. 2004.

Los primeros datos sobre el desarrollo de la memoria de trabajo, en la etapa preescolar, proponían un desempeño estático (Luciana & Nelson; 1998). Investigaciones más recientes (tabla 4), reconocen un aumento lineal en memoria de trabajo en la edad preescolar (Carlson et al., 2005; Davidson et al., 2006).

Tabla 4. Hallazgos en el desarrollo de la Memoria de Trabajo, en la edad preescolar.

Año	Autor	Método	Resultados	Conclusiones
1998	Luciana & Nelson	181 Niños (4-8 años) 24 Adultos Cubos de Corsi(regresión)	Los niños menores de 7 años tienen una peor ejecución que los mayores de 7 años. Los niños en edad preescolar puede mantener y manipular sólo un par de estímulos al mismo tiempo.	Los niños de 4 años son menos eficientes en memoria de trabajo que los mayores de 6 años, lo que sugiere que los circuitos corticales-subcorticales no esta aún bien organizada.
2005	Carlson, Davidson & Leach	101 niños (3-4 años) Dígitos en regresión	Mejor ejecución con el progreso de la edad, a los 3 años sólo el 9% puede repetir hasta tres dígitos en orden inverso, mientras que entre los 4 y 5 años el porcentaje asciende del 37 al 69% respectivamente.	Sugiere un gradiente de representación que corresponde a un mayor control de pensamiento y acción.
2006	Davidson, Amso, Anderson & Diamond.	325 niños (4-13 años) Tarea de puntos	Los niños de 4 errores cometen más errores que los niños de 6 años. A los 6 años los niños muestran incrementos en la velocidad de respuesta.	Esta tarea requiere integrar la apariencia del estímulo y la instrucción y los menores de 6 años muestran dificultades en esta retroalimentación.
2010	Penequin, Sorel & Fontaine	44 niños (4 – 7 años) Dígitos en regresión	Incrementos lineales de los 4 a los 5 años	Relacionado con incrementos en inhibición y precursores en habilidades de planeación en la edad adulta.

Los estudios de neuroimagen también describen cambios continuos en la actividad cerebral asociada a los procesos de memoria de trabajo (Scherf, Sweeney, & Luna, 2006).

Por ejemplo, Scherf et al. (2006) encontraron que los niños de 8 años, muestran un patrón de activación cualitativamente diferente al exhibido por adultos de 47 años. Los niños mostraron activación en las regiones ventrolaterales de la CPF, corteza premotora, cerebelo, tálamo y ganglios basales, durante la adolescencia el patrón de actividad muestra un fuerte aumento en la CPFDL derecha y cíngulo

anterior, mientras que los adultos muestran un incremento en la activación CPFDL derecha y un aumento de cuatro veces en la actividad del cíngulo anterior.

En otro estudio Nagy, Westerberg y Klingberg (2004) aplicaron la técnica tensor de difusión de imágenes de RM y la anisotropía fraccional calculada (un indicador de la mielinización axonal y el espesor) en niños de entre 8 y 18 años, junto con la aplicación de una tarea de memoria de trabajo visual y una tarea de lectura. Identificaron que las habilidades de memoria de trabajo se correlacionaron, positivamente con fracciones anisotropía en dos regiones del lóbulo frontal izquierdo, incluyendo una región entre la corteza superior, frontal y parietal (Figura 11). Estos resultados sugieren que la maduración de la materia blanca durante la infancia está relacionada con el desarrollo de determinadas funciones cognitivas e indican un mayor refinamiento de la red especializada en el mantenimiento de la información de la infancia hasta la etapa adulta.

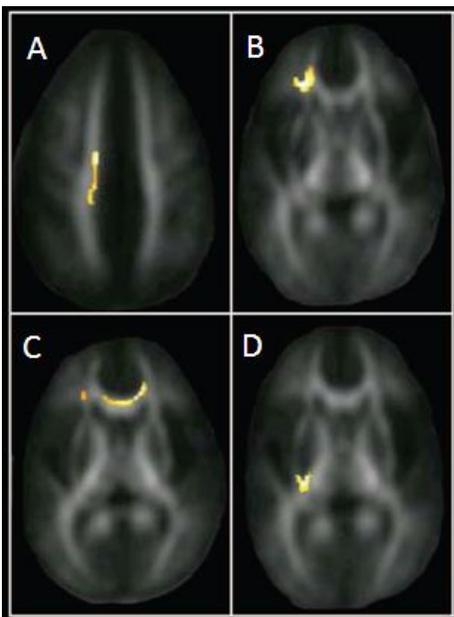


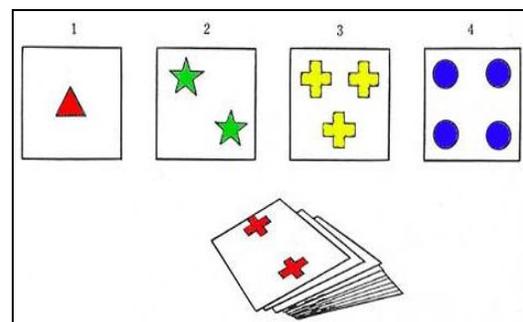
Figura 11. (A-C) Correlación entre puntaje de Memoria de Trabajo y anisotropía. (D) correlación entre habilidades de lectura y anisotropía. (A) Lóbulo Frontal Izquierdo Superior. (B) Lóbulo Frontal Izquierdo inferior. (C) Cuerpo Calloso. (D) Lóbulo Temporal Izquierdo. *Tomado de Nagy et al. (2004).*

c. Flexibilidad Mental

La flexibilidad mental se refiere a la capacidad para cambiar un patrón de respuesta y adaptarse a nuevas circunstancias, a partir de la detección de que el resultado no es eficiente. Como ya se ha descrito requiere de la inhibición de cierto patrón de respuestas para poder cambiar de estrategia (Robbins, 1998), además implica la generación y selección de nuevas estrategia de trabajo dentro de las múltiples acciones que existen para desarrollar la tarea (Miller & Cohen, 2001).

La tarea clásica para evaluar procesos de flexibilidad mental en adultos es el “*Wisconsin Card Sorting Test*” (WCST; Grant y Berg, 1948), que consiste en la aplicación de 128 tarjetas (Figura 12) que el sujeto debe clasificar según el criterio que considere apropiado (las posibilidades de clasificación pueden ser: color, forma, número), pero esta debe de coincidir con la del evaluador, e irá cambiando en el transcurso de la tarea, cuando ambos criterios coincidan no se le menciona nada al evaluado, pero cuando dichos criterios no coinciden recibe retroalimentación negativa (incorrecto), una vez que responde acertadamente en 10 ensayos consecutivos, se modifica el criterio de clasificación. En caso de recibir retroalimentación negativa, el evaluado debe cambiar la regla de clasificación.

Figura 12. *Wisconsin Card Sorting Test*. Los criterios de clasificación correspondientes son: 1 (color), 2 (número), 3 (forma) 4 (ninguno).



Para evaluar los procesos de flexibilidad mental en la edad preescolar, se han realizado adaptaciones del WCST, como la prueba “*Dimensional Change Card Sort*” (DCCS; Zelazo, 1996) en las que se le instruye a los niños para ordenar las tarjetas que varían en dos dimensiones (Figura 13), primero se les pide clasificar de acuerdo a un criterio (forma), y luego se les pide que ordenen por otro criterio (color).

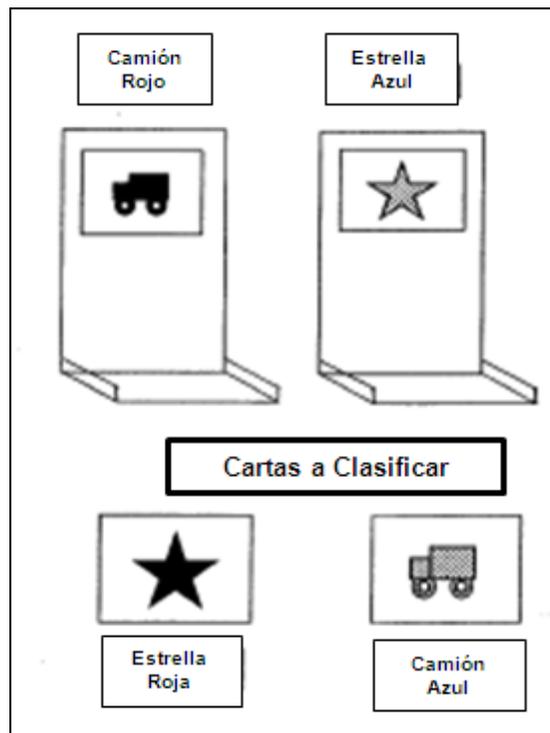


Figura 13. *Dimensional Card Sorting Test* para preescolares. Por ejemplo para clasificar el camión azul por color, debería ir debajo de la estrella azul y para clasificar por forma debería de ir debajo del camión rojo. (Tomado y Adaptado de Zelazo, 1996).

Otro paradigma desarrollado es el “*Switch Task for Children*” STC (Dibbets & Jolles, 2006), es una tarea computarizada, en el que se presentan dos personajes un príncipe y un princesa, se le pide al niño que ayude a encontrar el tesoro robado. Durante el transcurso de la prueba aparecen una casa de color naranja y

una casa de color azul (el tesoro esta escondido en una de estas casas), en la que el niño tiene que cambiar la búsqueda del tesoro entre las dos opciones de casas.

Los hallazgos sobre el desarrollo de habilidades de flexibilidad mental, sugieren cambios en la edad preescolar (tabla 5). A la edad de 3 años, muestran dificultades para cambiar de un criterio a otro, incluso cuando este es brindado por el evaluador (Diamond, Carlson & Beck, 2005; Zelazo, 1996). Otros autores (Peter & Lang, 2002) reconocen que es posible que los niños logren cambiar de un criterio a otro siempre y cuando no involucre más de un cambio de dimensión.

Tabla 5. Hallazgos en el desarrollo de la Flexibilidad Mental, en la edad preescolar.

Año	Autor	Método	Resultados	Conclusiones
1996	Zelazo	30 niños (3 -5 años) DCSS	Los niños de 3 años no logran cambiar de un criterio a otro. A los 5 años logran cambiar de un criterio a otro.	A los 3 años no logran cambiar de un criterio a otro, ya que no logran inhibir el criterio previamente aprendido.
2001	Carlson & Moses	107 niños (3-4 años) DCSS	Se observaron diferencias significativas en el número de cartas correctas que aumenta de los 3 a los 4 años.	Estos aumentos se relacionan con los incrementos en procesos de inhibición y memoria de trabajo, necesarios para inhibir la respuesta dominante y mantener la instrucción mentalmente.
2004	Renni, Bull & Diamond	30 niños (3 años) DCSS	Los niños de 3 años, no logran superar la tarea.	Cuando se controla el efecto de procesos de inhibición, su ejecución mejora, es decir la flexibilidad mental, esta regulada por aspectos de inhibición.
2005	Diamond, Carlson, Beck	57 niños (2.5-3.5 años) DCSS	A los 3 años los niños no logran cambiar de un criterio a otro, continúan clasificando por el criterio previamente aprendido.	Los niños de 3 años tienen dificultad para mantener dos criterios de manera simultánea, lo que se relaciona con las dificultades para mantener la información en la mente e inhibir el criterio previamente aprendido, para tener una nueva perspectiva de clasificación
2006	Dibbets y Jolles	292 niños (4.8 años-13 años) STC	Los niños menores de 6 años son capaces de cambiar entre dos tareas y su ejecución mejora con la edad. Los niños de entre 4.8 y 7 años cometen más errores de los niños de entre 8.3 y 13 años. Como aumenta la edad disminuye el número de errores y el tiempo de realización de la tarea.	Las dificultades se deben a la imposibilidad de mantener y manipular dos aspectos al mismo tiempo, que a los menores de seis años, les resulta insostenible.
2008	Müller, Zelazo, Lunue & Liberman	48 niños (3-5 años) DCSS	No existen diferencias en la ejecución de la tarea de clasificación entre niños de 3 y 4 años.	Los niños de 3 y 4 años no pueden integrar aspectos incompatibles del conocimiento en un sistema más complejo de reducción de reglas por abstracción.

De los 3 a los 4 años es posible observar un aumento lineal que continua de los 4 a los 5 años (Carlson & Mose, 2001; Sabbagh, Xu, Carlson, Moses & Lee, 2006), Luciana & Nelson (1998) identificaron un máximo incremento entre los 5 y 6 años. Pese a los cambios observados en este rango de edad, incluso los niños de entre 5 y 7 años cometen más errores que los niños de entre 8 y 13 años.

Mediante técnicas de resonancia magnética funcional, se han relacionado, las mejoras en la ejecución de tareas de flexibilidad mental, con la activación en múltiples regiones de la CPF y en otras regiones. Por ejemplo, Rubia et al. (2006), reportaron una mayor activación en las regiones dorsolaterales, corteza parietal y el cíngulo anterior, además observaron que dicha activación disminuyó durante la adolescencia, por lo que propusieron que el aumento de la activación de los participantes más jóvenes, sugiere que otras regiones pueden ser la base la capacidad creciente para controlar y cambiar de criterio, pero con la edad la red neuronal relacionada se vuelve más específica y eficiente (Figura 14).

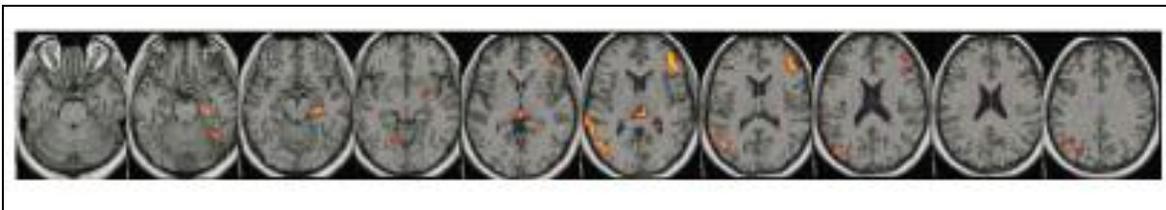


Figura 14. Correlaciones negativas relacionadas con tareas de flexibilidad mental. (Tomado de Rubia et al., 2006).

d. Planeación

La planeación es la capacidad para integrar, secuenciar y desarrollar pasos intermedios para lograr una meta (Baker, Rogers & Owen, 2006), permite formular acciones con anticipación y realizar una tarea de manera organizada, estratégica y eficiente (Anderson, 2002).

Las tareas más frecuentes para su evaluación (figura 15), son la Torre de Hanoi (TOH) y la Torre de Londres (TOL; Shallice, 1982), en la cuales se presenta (tanto a adultos como niños), una torre de 3 postes, con un número de fichas (discos de colores o esferas) que se deben mover con el fin de reproducir el modelo solicitado, en el menor número de movimientos y tiempo posible (Baker, Segalowitz, & Ferlisi, 2001). La dificultad de la tarea se relaciona con el aumento en el número de movimientos necesarios para llegar a la solución en la TOL, ó mediante el aumento del número de fichas en la TOH. Otras tareas utilizadas involucran la solución de laberintos (*Laberintos de Porteus; 1913*); mediante las cuales es posible evaluar tanto la planeación y ejecución visoespacial, así como el respeto de ciertas reglas, por ejemplo, no atravesar líneas (Stuss & Levine, 2002).

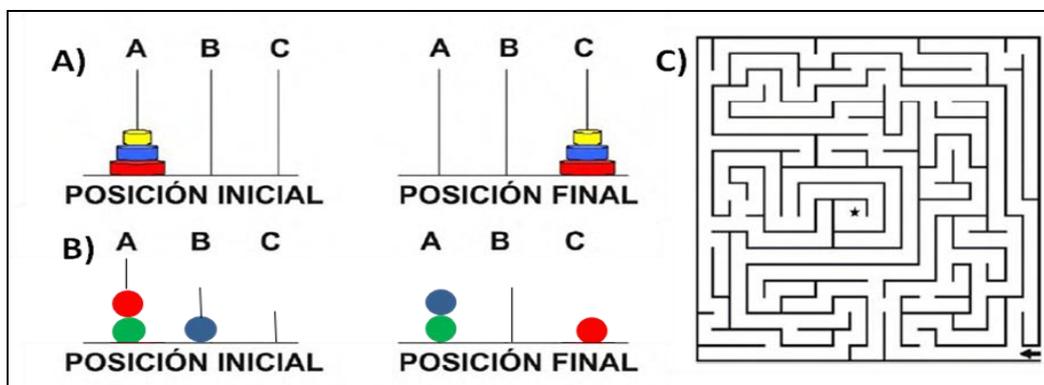


Figura 15. Tareas utilizadas para la evaluación de habilidades de planeación.
A) Torre de Hanoi B) Torre de Londres C) Laberintos

En población preescolar, se han realizado adaptaciones de las tareas antes mencionadas. Por ejemplo, la adaptación de la TOH para niños es la *familia de changos*. En esta tarea en la que los tres postes representaban árboles, y los discos a los miembros de una familia de changos, el disco más grande representa al papá, el mediano a la mamá y el más pequeño al hijo, y los niños deben de colocar las fichas siguiendo los principios de la versión original. Además se han implementado nuevos paradigmas para su valoración, cómo “la carga del camión” y “la entrega de gatitos”, en la primera, se le pide al niño que entregue las invitaciones de una fiesta, para hacerlo utilizará el camión y tendrá que planear, considerando ciertas reglas: sólo podrá tomar la carta que esté en la parte superior y no podrá regresar a las casas anteriores. Y en la entrega de gatitos, el niño debe recoger a gatitos que se encuentran en diferentes ubicaciones y entregárselos a su mamá, para eso tendrá que anticipar y seguir la ruta más corta (Carlson et al., 2004).

Se ha demostrado que la capacidad de planeación sigue un curso prolongado de tal manera que la eficacia adulta se logra en la infancia tardía ó la adolescencia (Anderson et al, 2001). Los hallazgos en la edad preescolar, sugieren (tabla 7), un aumento progresivo en la ejecución de las tareas (Atance & Jackson, 1999; Carlson, et al. (2004) y que la capacidad de planear efectivamente hasta tres movimientos está presente a la mitad de la edad preescolar (Luciana & Nelson, 1998), pero la capacidad de planear metas más complejos, parece desarrollarse hasta finales de la niñez.

Tabla 7. Hallazgos en el desarrollo de Planeación, en la edad preescolar.

Año	Autor	Método	Resultados	Conclusiones
1998	Luciana & Nelson	181 Niños (4-8 años) 24 Adultos TOL	En la condición 2, no hubo diferencias entre los niños de 4 y 8 años y entre los 8 años y la edad adulta. En la condición 3, los niños de 4 años realizaron peores ejecuciones que los adultos, pero para las condiciones 4 y 5 la ejecución de los niños fue significativamente peor que la de los adultos.	Las dificultades consisten en severos problemas para reflexionar cuando las demandas para planear incrementan (demandan mayores necesidades de mantener y manipular información (memoria de trabajo).
2004	Carlson et al.	49 niños (3-4 años) TOH (<i>adaptación changos</i>) Entrega de camión y carga de gatitos	Mejoras en la ejecución de los 3 a los 4 años diferencias de edad en la Carga del Camión y la TOH (correlacionan significativas), no así en la entrega de gatitos.	La ejecución en tareas de planeación se ve relacionada con las mejoras en la ejecución en tareas de inhibición. La inhibición impacta de manera significativa en planeación, pero ambos procesos son independientes.
2009	Atance & Jackson	72 niños (3-5 años) TOH Carga del camión	Aumento progresivo en la ejecución de las tareas	Las mejoras en tareas de planeación requieren de incrementos en habilidades de memoria de trabajo e inhibición.

En cuanto a los cambios cerebrales relacionados con el desarrollo de habilidades de planeación. Luciana, Schissel, Collins y Lim (2007) encontraron una mejoría en el rendimiento de la TOL durante la adolescencia asociados con aumentos en la organización de la materia blanca en regiones de la CPFDL.

e. Procesamiento Riesgo Beneficio

El procesamiento riesgo-beneficio se a descrito como la habilidad para detectar y anticipar elecciones en base a la estimación del riesgo ó beneficio (Bechara, 2000; Elliot, Dolan & Fritch, 2000), es decir, es necesario que consideremos nuestra experiencia, evaluar el contexto actual y emitir predicciones futuras (Garon & Moore, 2004).

La evaluación clásica en adultos, es la propuesta por Bechara y Damasio (2000) *Iowa Gambling Task* (IGT) que involucra la presentación de 4 bloques de cartas (A, B, C, D) que permiten obtener recompensas (dinero) inmediatas (Figura 16).

A	B	C	D
+ \$300 - \$1,250	+ \$250 - \$300	+ \$50 - \$100	+ \$50 - \$50

Figura 16. *Iowa Gambling Task*. las cartas A y B, permiten ganar cantidades de dinero más alta, pero también involucra la aparición de castigos de manera más frecuente, mientras que las barajas C y D, permiten obtener menores cantidades de dinero, pero involucran castigos menores (permite perder menos).

Para la evaluación en preescolares se han propuesto adaptaciones del IGT, como “el juego de la apuesta” (Kerr & Zelazo, 2004), esta tarea consiste en 50 ensayos, la presentación de dos bloques de cartas, que contienen caritas felices, como recompensas inmediatas (equivalen a dulces) y dos bloques que contienen caritas tristes, como castigos. Las cartas del bloque 2 ofrecen más premios (dulces) pero son desfavorables debido a las pérdidas ocasionales, las cartas del bloque 1 en cambio ofrecen menos premios, pero son favorables, debido a que ofrecen pérdidas de menor frecuencia (Figura 17).

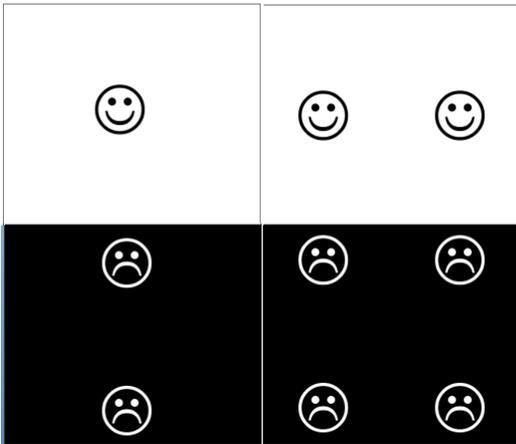


Figura 17. *Juego de Apuesta propuesto por Kerr y Zelazo (2004).* El bloque que da más recompensas inmediatas (2 dulces) es el que involucra castigos con mayor frecuencia y de mayor valor (pérdida de 4, 5 ó 6 dulces cada dos elecciones) mientras que las cartas que dan recompensas menores (1 dulce) presentan un castigo menor (un dulce cada cuatro elecciones).

Otra tarea es la adaptación hecha por Garon y More (2004), en la que se presentan 4 bloques de cartas: 2 bloques ventajosos, que tienen el dibujo de un oso y representa la ganancia de un dulce y; 2 bloques desventajosos, que contienen 2 osos, equivalente a la obtención de dos dulces, los castigos son representados con uno o dos tigres (implican la pérdida de dulces) las cartas desventajosas presentan castigos de 6, 7 y 13 tigres, mientras que las ventajosas sólo 1 tigre.

Otros paradigmas utilizados para evaluar el procesamiento riesgo- beneficio son los paradigmas de la “Demora de la Gratificación” (Mischel, 1974), “Demora del Regalo” (Carlson et. al., 2004) “Menos es más” (Carlson et. al., 2005), “Regalo Inesperado” (Lieberman et al. 2007), que consisten en escoger entre una recompensa pequeña pero inmediata y una recompensa mayor a largo plazo, ó señalar una recompensa pequeña (dos dulces) para obtener la recompensa grande (cinco dulces).

Los hallazgos (tabla 8), sugieren que el procesamiento riesgo-beneficio, sigue un aumento lineal en la edad preescolar (Atance & Jackson; 2009; Carlson & Moses,

2001; Kerr & Zelazo, 2004; Klenberg, Korkman & Latí; 2001, Liberman et al. 2007; Zelazo et al. 2002). En general se postula que los niños más pequeños, prefieren el regalo inmediato que el grande, a posteriori, a diferencia de los mayores de 4 años. Sin embargo algunas investigaciones no coinciden en estos hallazgos (Garon & More, 2004) y postulan que no existen diferencias sobre la elección de cartas en este rango de edad.

Tabla 8. Hallazgos en el desarrollo de Procesamiento Riesgo-Beneficio, en preescolares.

Año	Autor	Método	Resultados	Conclusiones
2001	Carlson & Moses	107 niños (3-4 años) Demora del regalo (Gift Delay)	Se observaron diferencias significativas en el número de veces que voltean, que disminuye de los 3 a los 4 años.	El control inhibitorio juega un rol esencial en la emergencia de las FE complejas, como el procesamiento riesgo-beneficio.
2004	Garon & More	69 niños (3-6 años) Juego de apuesta (osos-tigres)	No se reconoce efecto de la edad sobre la elección de cartas. Pero mediante la aplicación de un cuestionario que permitió evaluar la conciencia de las mejores cartas, se reconoció que los niños mayores tenían mayor conciencia al respecto.	Estos datos indican que los niños pequeños no han desarrollado el proceso de toma de decisiones a partir de la percepción costo-beneficio. Incluso en niños mayores hay una falla en el desempeño durante la tarea al elegir más cartas desventajosas aún cuando pueden reportar verbalmente qué cartas les daban más recompensas a largo plazo.
2004	Kerr & Zelazo	48 niños (3-4 años) Prueba de juego	Los niños de 4 años cometen más elecciones ventajosas que lo esperado al azar mientras que los niños de 3 años hacen más elecciones desventajosas que lo esperado para el azar y la diferencia entre ellos es significativa.	El procesamiento riesgo beneficio es influenciado por reacciones afectivas así como por la representación del valor de la recompensa.
2007	Liberman et al.	67 niños (3-5 años) Demora del regalo	Los niños mayores de 4 años toman decisiones más ventajosas que los menores de 4 años.	La ejecución de los mayores de 4 años se relaciona con una mejora en la posibilidad de esperar a futuro.
2009	Atance & Jackson	72 niños (3-5 años) Demora de la Gratificación	Los niños de 3 años, prefieren el regalo inmediato (aunque menor) y los de 4, a posteriori (pero mayor). Aumento significativo.	Mejoras relacionadas con la posibilidad de inhibir y pensar en el futuro, es decir inhibir las recompensas actuales.

La detección de condiciones de riesgo se ha relacionado la región ventromedial del área orbitofrontal (Bechara, Damasio & Damasio, 2000) y la maduración de esta región, juega un papel importante en la detección de riesgo a través del desarrollo (Zelazo & Müller, 2002).

Galvan, Hare, Parra, Penn, Voss, et al. (2006) encontraron que en niños de 8 años muestran un mayor patrón de activación en la COF asociado a tareas de procesamiento riesgo beneficio que adolescentes y adultos (figura 18).

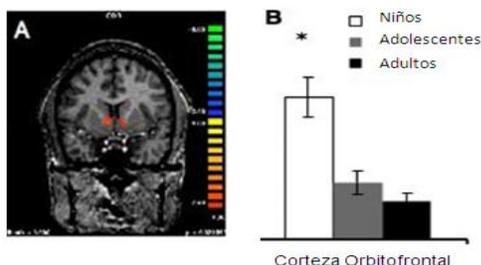


Figura 18. Patrón de Activación ante una tarea de procesamiento riesgo beneficio. A) Activación de la COF B) diferencias en el patrón de activación, entre niños, adolescentes y adultos (*p ≤ 0.05). Tomado y adaptado de Galvan et al. 2006.

f. Abstracción

Es la capacidad de analizar la información implícita presentada (Lezak, 2004), mediante el reconocimiento de reglas previamente identificadas. La teoría de control y complejidad cognitiva (Zelazo & Frye; 1998), sugiere progresos en la edad preescolar en habilidades relacionadas con la representación mental de reglas. Bunge y Zelazo (2006) proponen al menos 4 niveles de reglas (Tabla 9).

Tabla 9. Nivel de reglas propuesto por Bunge & Zelazo (2006).

Tipo de Reglas	Características
Simplees ó condicionales	Asociaciones estímulo-respuesta (E-R)
Univalentes condicionales	Asociaciones lineales estímulo-respuestas. Ante un estímulo (EX) el sujeto debe manifestar una respuesta determinada (RX). Por ejemplo ante el semáforo, ante la luz verde (E1) se debe seguir (R1)
Bivalentes	Asociaciones entre estímulos, dependientes del contexto. Por ejemplo continuando con el ejemplo anterior, la regla bivalente sería seguir ante la luz verde, pero si sucede un accidente (contexto) aun cuando la regla bivalente es presentada, la regla sería detenerse.
Alto-Nivel	Asociaciones entre estímulos, dependientes del contexto y la experiencia y la predicción al futuro. Continuando con el ejemplo anterior, la regla bivalente sería seguir ante la luz verde, pero si sucede un accidente (contexto) aun cuando la regla bivalente es presentada, la regla sería detenerse y además si según la experiencia propia en una situación similar (propia) ciertas personas auxiliaron en el accidente, la regla de alto nivel, sería detenerse, y brindar ayuda en caso de que existan heridos.

Cada nivel de reglas se ha reconocido que representa un patrón de activación diferente de la CPF y su estudio en el desarrollo refleja una diferente tasa de desarrollo en diferentes regiones de la CPF (figura 21).

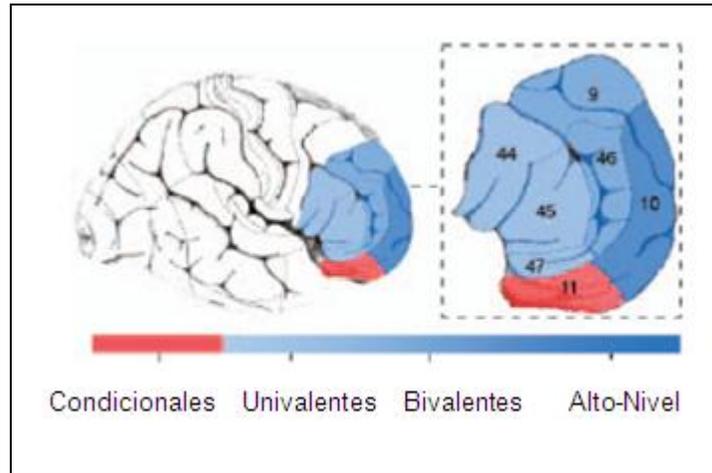


Figura 21. Modelo Jerárquico de Reglas (Tomado y adaptado de Bunge y Zelazo, 2006). La COF ha sido relacionada con el reconocimiento de reglas simples. La CPFDL (ventral) y la CPFM con reglas condicionales univalentes y bivalentes. CPFDL (anterior con reglas de alto nivel).

El uso de normas explícitas se desarrolla gradualmente a lo largo de la infancia. (Bunge & Zelazo, 2006). Cuando los niños crecen, suelen ser cada vez más expertos en la utilización reglas explícitas para resolver problemas. Los hallazgos en el desarrollo, sugieren que los niños primero adquirieren la capacidad de utilizar una sola regla, después la posibilidad de cambiar de forma flexible entre dos normas, y luego la posibilidad de cambiar de forma flexible entre dos pares de normas incompatibles (Zelazo, Muller, Frye, & Marcovitch, 2003).

Es posible evaluar diferentes niveles de abstracción de reglas a través de distintas tareas, por ejemplo mediante la tarea propuesta por Diamond (2006) en la que se pide al niño que “escoja el objeto que no corresponde al otro objeto”, esta tarea

permitiría evaluar el primer nivel de abstracción a partir de las conexiones físicas entre los elementos. Otras tareas útiles son las de “Figuras Incompletas” y “Semejanzas” (Weschler, 1981). La primera que consiste en la presentación de 20 láminas y se demanda, señalar el elemento faltante, así como la tarea de “Semejanzas” (Weschler, 1981) se presentan pares de palabras y se solicita que se explique la semejanza entre ellas; ambas tareas permiten evaluar la capacidad de abstracción que emerge a partir de la ausencia de conexiones físicas entre los elementos. Para evaluar los niveles de tercer y cuarto orden de abstracción serían útiles tareas tipo WCST y los paradigmas IOWA (Bunge & Zelazo (2006).

Zelazo & Frye (1998) sugieren que los niños cuando van creciendo son capaces de formular y usar reglas más complejas. Mientras que a los 2 años los niños tienen dificultades para mantener una regla arbitraria, a los 3 años pueden representar un par de reglas consecutivas, pero tienen dificultad para cambiar entre dos reglas. Un ejemplo de esto es la tarea DCCS (Zelazo, 1998) que requiere mantener uniones bivalentes (conejo rojo y camión azul) y alternar entre estas (Bunge & Zelazo, 2006). Y entre los 4 y 5 años los niños logran *cambiar entre una regla y otra, así como* representar reglas de alto orden por ejemplo *sí-entonces, y entonces logran* (Dibbets & Jolles, 2006), por ejemplo pueden referir que cartas les daban más puntos en el juego de apuesta.

Se ha descrito que las reglas de primer nivel incrementan dramáticamente durante los 3 primeros años, y se ha relacionado con los cambios en la COF, mientras que los aumentos en las reglas 2 y 3, muestran cambios rápidos entre los 2 y 5 años

que reflejan la maduración de regiones ventrales de la CPFDL y CPFM (Bunge & Zelazo, 2006).

A los dos años de edad, se reconocen dificultades en el empleo de pares de reglas arbitrarias (necesaria para clasificar distintos objetos), a esta edad, los niños perseveran en uno de los criterios de clasificación. A los 3 años de edad, logran representar y contrastar pares de reglas, pero exhiben dificultades en alternar ambas reglas. Dicha dificultad mejora notablemente entre los 4 y 5 años. Dichos cambios son producto del desarrollo y maduración de la CPF, señalado que tales regiones estarían involucradas de modo diferencial en la representación de reglas que favorecen la regulación de la conducta.

II. Estructura de las FE

Como ya se ha descrito, aún en la actualidad no existe una definición consensuada de FE (Senn, Espy & Kauffmann, 2004), pero la mayoría de los autores (Anderson, 2002; Lezak, 1982; Goldberg, 2002; Stuss & Levine, 2002; Zelazo, 2003) incluyen diversos componentes como parte de dicho constructo: memoria de trabajo, inhibición, flexibilidad mental, planeación, abstracción y procesamiento del riesgo-beneficio.

I. FE y modelos factoriales

Recientemente las investigaciones se han interesado en evaluar empíricamente, la estructura de las FE, es decir, si los distintos componentes, constituyen procesos independientes ó si involucran un conjunto de procesos interrelacionados (Anderson, Anderson, Notham, Jacobs & Catroppa, 2001; Huiziga, Dolan & Van de Molen, 2006; Miyake, Friedman, Emerson, Witsky, Howerter & Wagert, 2000), para hacerlo utilizan técnicas estadísticas, como el análisis factorial.

El análisis factorial tiene como objetivo reconocer, cuál es el número mínimo de variables o dimensiones necesarias para definir una variable compleja, desde los estudios sobre inteligencia a principios del siglo 20, se ha manejado que puede haber conceptos que no se pueden medir directamente, sino únicamente a través de indicadores de estos, es decir a través de variables observables. Así se han trabajado conceptos como inteligencia, agresividad, rendimiento escolar y FE.

Existen dos tipos de análisis factoriales, el de tipo exploratorio y el confirmatorio. En el análisis “exploratorio” como su nombre lo dice, se explora como se agrupan las variables en distintos factores (no se fijan las cargas o pesos de las variables) mientras que en el análisis “confirmatorio” con base a las evidencias empíricas, es posible establecer variables indicadoras de ciertos factores.

Para evaluar la estructura de las FE, Miyake, et al. (2000) probaron la unidad y diversidad de 3 procesos postulados frecuentemente, como parte de las FE: alternancia, memoria de trabajo e inhibición. Evaluaron a 137 estudiantes universitarios, mediante la aplicación de una amplia batería de FE y realizaron un análisis confirmatorio. Sus resultados evidenciaron que los constructos: alternancia, memoria de trabajo e inhibición se correlacionan moderadamente, pero son independientes, es decir no son del todo separables (Figura 22).

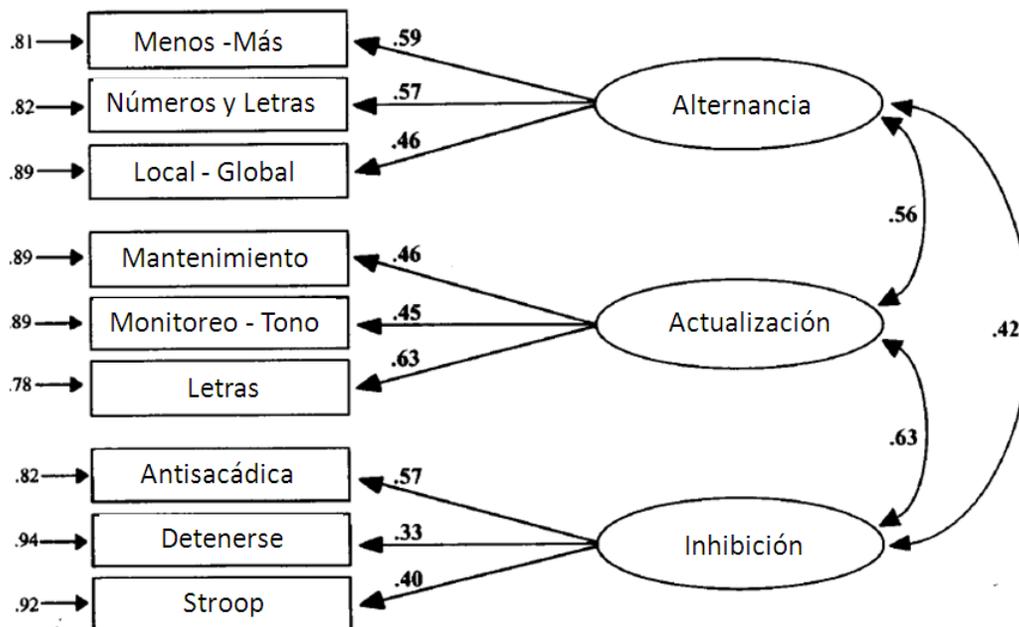


Figura 22. Modelo de tres factores usando el análisis factorial Confirmatorio (Miyake et al. 2000). Las elipses representan los tres componentes de FE (variables latentes) y los rectángulos representan las tareas individuales (variables manifiestas). Las flechas curvas representan la correlación entre las variables.

Por otro lado, Anderson et al. (2001) evaluaron a 138 participantes de entre 11 y 17 años, mediante múltiples tareas que evalúan las FE. Realizaron un análisis factorial exploratorio, identificando 5 factores, correlacionados pero independientes: velocidad de procesamiento, planeación, memoria de trabajo, flexibilidad mental y dirección de metas.

Más tarde, Huiziga et al (2006) evaluaron la estructura de las FE, a través del desarrollo. En una muestra de 284 participantes divididos en tres grupos (6-8 años, 10-16 años, 18-26 años) mediante tareas que evaluaban los tres componentes propuestos por Miyake et al. (2000): alternancia, memoria de trabajo e inhibición. Además aplicaron las tareas WCST y TOL; Mediante el análisis factorial confirmatorio, fue posible identificar 4 factores, también independientes pero relacionados (alternancia, memoria de trabajo, inhibición y velocidad).

Dichos hallazgos (Anderson, et al., 2000; Huiziniga, et al. 2006; Miyake, et al., 2000) apoyan la idea multifactorial de componentes relacionados, pero separables.

Es importante reconocer que los estudios mencionados incluyen población adulta (Miyake et al., 2000) ó diversos grupos de edad (Anderson et al., 2001, Huiziniga et al., 2006) y como ya se ha descrito los modelos explicativos del funcionamiento cognitivo en adultos, no pueden ser equiparados en niños (Espy, 2004; Paterson, et al. 2006).

Aproximaciones recientes en niños en edad escolar (Bull & Scerif, 2001; Lehto, Juujärvi, Kooistra, & Pulkkinen, 2003; St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006), también, apoyan la idea multifactorial de FE (componentes relacionados, pero separables) postulan un mecanismo común que subyace en todos los procesos de FE (Miyake et al., 2000). El común denominador es que, aunque las regiones específicas son distintas para cada proceso (Luna, et al. 2004; Rueda, et al. 2004; Nagy, et al. 2004; Luciana, et al. 2007), la activación se produce en los circuitos fronto-subcorticales (Masterman & Cummings, 1997), sugiriendo que las mejoras en los distintos componentes de FE se relacionan con una mayor especificidad en la conectividad de la CPF (Luna, et al. Garver, 2004; Rueda, et al., 2004; Nagy, et al., 2004; Luciana, et al., 2007).

Aunque la estructura de las FE refleja tanto unidad como diversidad aplicables desde la edad escolar hasta la etapa adulta (Anderson et al., 2001; Bull & Scerif, 2001; Huiziniga et al., 2006; Lehto, et al., 2003; Miyake et al., 2000; St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006), también se sabe que los modelos en niños en edad escolar, no son equiparables en niños preescolares (Espy, 2004). Por lo que recientemente el interés se ha desplazado hacia el análisis de la estructura de las en la edad preescolar (Hugues, Ensor, Wilson & Graham, 2010; Senn, Espy & Kaufman, 2004; Wiebe, Espy & Charak, 2008).

Más tarde, Wiebe et al. (2008), con el objetivo de identificar la unidad o diversidad de las FE. Evaluaron a 228 niños preescolares de 3 años de edad, mediante tareas de memoria de trabajo e inhibición. A partir del análisis factorial

confirmatorio, determinaron que la estructura de las FE, puede ser descrita por un solo factor (figura 23). De manera similar, Hughes et al. (2010) probaron un modelo unitario de FE, que se ajusta en niños de 4 a 6 años de edad (figura 24).

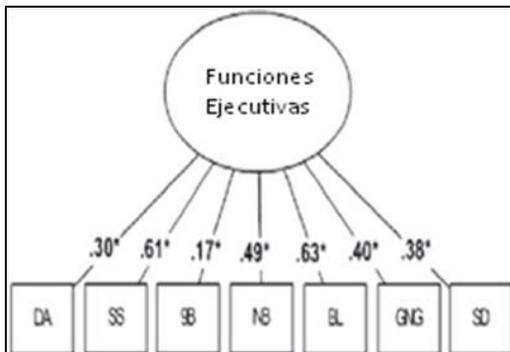


Figura 23. Modelo de un factor usando el análisis factorial Confirmatorio (Wiebe et al. 2008). Las elipses representan los tres componentes de FE (variables latentes) y los rectángulos representan las tareas individuales (variables manifiestas). Las flechas representan la correlación entre las variables.

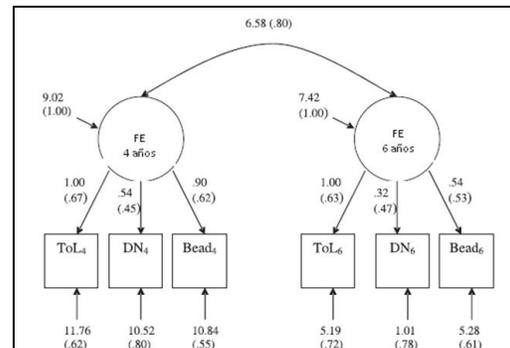


Figura 24. Modelo de un factor usando el análisis factorial Confirmatorio (Hugues et al. 2010). Las elipses representan los tres componentes de FE (variables latentes) y los rectángulos representan las tareas individuales (variables manifiestas). Las flechas representan la correlación entre las variables.

Sin embargo los hallazgos referentes a la estructura de FE en edad preescolar, son pocos (Hugues, et al., 2010; Wiebe, et al., 2008) y limitados por los rangos de edad utilizados en sus muestras que no los hace equiparables, para lograr hacer inferencias sobre la estructura del funcionamiento en la edad preescolar.

I. Relación entre los componentes incluidos en las FE

Otro aspecto que se ha tratado de elucidar es la relación entre los componentes incluidos en la estructura de las FE, subrayando, la importancia de considerar múltiples niveles de componentes de FE. Se han identificado al menos dos niveles (Senn, et al. 2004). Componentes micro (memoria de trabajo e inhibición) y componentes macro (planeación y solución de problemas). Y se ha resaltado el

estudio de la implicación de componentes micro en los componentes macro (Huiziga et al., 2006; Miyake et al., 2000; Senn, et al. 2004) a través de sus relaciones causales.

El análisis de senderos o método de coeficientes de senderos, es una forma de análisis de regresión estructurado, que incluye varios modelos de regresión ligados y permite obtener los efectos directos e indirectos de unas variables sobre otras, asumiendo la existencia de relaciones lineales entre ellas (Senn et al. 2004). En el caso de las FE, examinando la relación entre las variables micro y su impacto en variables macro. Las aproximaciones recientes han intentado integrar estos enfoques, para determinar la naturaleza de la organización de las FE (Huiziga et al., 2006; Miyake et al., 2000).

Miyake, et al. (2000) evaluaron a 137 estudiantes universitarios, mediante la aplicación de una amplia batería de FE. A partir de un análisis de senderos, examinaron la contribución de memoria de trabajo, alternancia e inhibición en el desempeño en tareas de solución de problemas (Torre de Londres: *TOL*; Shallice, 1982) y flexibilidad mental (Wisconsin Card Sorting Test: *WCST*; Grant y Berg, 1948), concluyendo que el componente alternancia predice la ejecución del componente flexibilidad mental, mientras que el componente inhibición predice al componente solución de problemas.

Más tarde, Huiziga et al (2006), estudiaron a 284 participantes divididos en tres grupos (6-8 años, 10-16 años, 18-26 años) mediante tareas que evaluaban los componentes: alternancia, memoria de trabajo e inhibición. Además aplicaron las

tareas WCST y TOL. A partir del análisis de senderos evaluaron la contribución de los 3 componentes micronivel (memoria de trabajo, alternancia e inhibición) a los componentes macronivel (flexibilidad mental y planeación). Identificaron que sólo la memoria de trabajo, contribuye fuertemente al componente de flexibilidad mental.

Senn, Espy & Kaufman (2004), con el objetivo de reconocer la organización de las FE en la edad preescolar, evaluaron a 117 niños de 3 a 6 años de edad, mediante 5 tareas que permitieron evaluar procesos de memoria de trabajo, inhibición, flexibilidad mental y solución de problemas. A partir del SEM (análisis de senderos) identificaron que la solución de problemas esta mediada por la estrecha relación ejecución entre memoria de trabajo e inhibición (Figura 25).

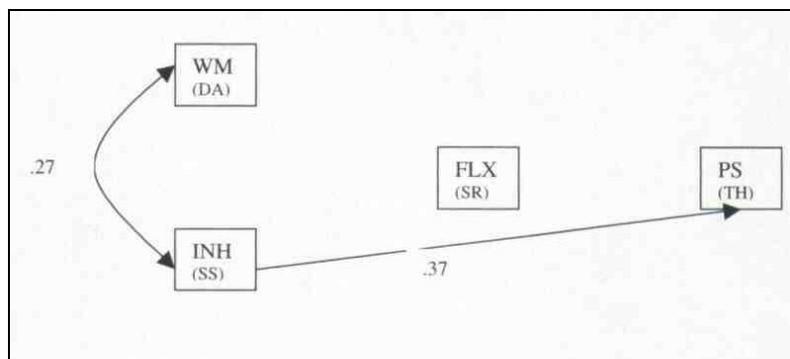


Figura 25. Análisis de Senderos que explica la incidencia de procesos de Memorias de Trabajo e Inhibición en procesos de solución de problemas. VM: memoria de trabajo; INH: inhibición; PS: solución de problemas. Tomado de Senn et al. 2004.

Aunque las aproximaciones recientes (Senn, et al. 2004) también han intentado integrar la implicación de los componentes micro, en los componentes macro, en la edad preescolar aun son muy pocos los estudios.

Una forma de deducir la estructura de las FE, es su estudio en el desarrollo temprano y el uso de métodos estadísticos avanzados que permiten identificar la interrelación de sus distintos componentes.

Capítulo IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Estudios recientes indican que las FE inician su desarrollo antes de lo que se pensaba (Luciana & Nelson, 2002; Davidson et al. 2006; Gestard et al. 2004; Zelazo et al. 2002), remarcando los cambios que ocurren durante la edad preescolar (Carlson, 2005; Kirkham, et al, 2003; Espy, 1997; Munkata & Jerris, 2001; Zelazo et al., 2003) y su relación con la maduración de la CPF (Diamond, 2002). Los objetivos del estudio de las FE, en la edad preescolar se han centrado, en identificar las trayectorias en el desarrollo de cada componente, su estructura y relación entre los componentes (Best, 2009).

A pesar de las diversas aproximaciones por tratar de Identificar las trayectorias en el desarrollo de distintos componentes de las FE, aún es imposible reconocer trayectorias completas, debido al interés de aproximación a restringidos componentes y limitados rangos de edad utilizados.

En este sentido también existe falta de consenso en el número de factores en los que es posible conceptualizar a las FE. Estudios en la etapa adulta (Anderson et. al, 2001; Miyake et al., 2000) apoyan la idea multifactorial de componentes relacionados, pero separables y consideran un mecanismo común (o mecanismos) que subyace otros procesos de FE, mientras que en la etapa preescolar se sugiere que la estructura de las FE, puede ser descrita por un solo

factor (Hughes, Ensor, Wilson & Graham, 2008; Wiebe, Espy, & Charak, 2008) que incluye 2 componentes: memoria de trabajo e inhibición.

Aunque las aproximaciones recientes (Senn, et al. 2004) también han intentado integrar la implicación de los componentes micro, en los componentes macro, en la edad preescolar aun son muy pocos los estudios.

Pese a que son pocos los estudios que los efectos directos e indirectos de distintos componentes de variables sobre otros (Miyake et al. 2000; Senn et al. 2004, Wiebe et al. 2008), estos subrayan la utilidad de la aproximación de variables latentes y la importancia de considerar múltiples niveles de FE, para determinar la naturaleza de la organización de las FE, mediante aproximaciones micro y macronivel, examinando el efecto de componentes micronivel (como, memoria de trabajo e inhibición) e investigar su impacto en componentes macronivel (planeación y solución de problemas).

El uso de técnicas estadísticas avanzadas como los modelos de ecuaciones estructurales, puede clarificar la estructura de FE (mediante el análisis factorial confirmatorio) y examinar los efectos directos en ciertas variables (mediante el análisis de senderos).

Ampliar los estudios del desarrollo de las FE en la edad preescolar, permitirá tener un conocimiento más sólido y amplio sobre su desarrollo normal en esta etapa y una precisa conceptualización de su estructura, favoreciendo un diagnóstico temprano de desarrollo normal y patológico, y en este último

beneficiaría la creación de intervenciones oportunas y eficaces, en niños con dificultades tempranas.

Objetivo General

Es por esta razón que el objetivo general de este trabajo es evaluar el desarrollo de los componentes de FE en la edad preescolar, la relación entre los componentes y sus efectos directos de componentes micro en componentes macro.

Objetivos Específicos

1. Identificar las trayectorias en el desarrollo preescolar de distintos componentes de FE, (inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad, planeación, procesamiento riesgo-beneficio, abstracción).
2. Reconocer la estructura de las FE en la edad preescolar, a partir de la relación entre distintos componentes, evaluando si es posible comprenderla como un proceso unitario o como un conjunto de múltiples procesos. En la literatura relacionada con la edad preescolar se reconocen al menos 2 componentes incluidos en las FE (memoria de trabajo e inhibición), uno de los objetivos de esta tesis es evaluar en qué medida estos dos componentes son unitarios o separables.

Si en la edad preescolar es posible identificar la estructura de las FE, como dos factores separables (inhibición y memoria de trabajo), esta modelo debe proporcionar una excelente ajuste de los datos, las correlaciones

entre las dos variables latentes proporcionará una estimación del grado en que los dos componentes están relacionados entre sí. Por el contrario, si los dos componentes (memoria de trabajo e inhibición) corresponden al mismo constructo subyacente, la estructura deberá ser considerada unitaria, es decir un modelo de un factor (todas las correlaciones entre dos tres variables latentes de 1,0) debe proporcionar un excelente ajuste a los datos.

3. Examinar los efectos directos de ciertos componentes micronivel en componentes macronivel. y especificar las contribuciones de dichos componentes “relativamente menos complejos” en componentes “más complejos”

Capítulo V. METÓDO

I. Tipo y Diseño de Investigación

Estudio no experimental de tipo transversal descriptivo

II. Definición de Variables

- Variable Independiente: Rango de Edad.
 - Grupo 1: **3 años** de edad (rango: 36-48 meses)
 - Grupo 2: **4 años** de edad (rango: 49-60 meses)
 - Grupo 3: **5 años** de edad (rango: 61-72 meses)
 - Grupo 4: **6 años** de edad (rango: 73-85 meses)
- Variable Independiente: Desempeño Neuropsicológico de FE. El desempeño neuropsicológico de FE se determinó a través de los puntajes obtenidos por los participantes en las tareas de la batería utilizada (ver instrumento). Los procesos evaluados fueron: inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad mental, planeación, abstracción, procesamiento riesgo-beneficio.
- Variables de Control: Organísmicas (sexo y preferencia manual). Sociodemográficas (asistencia a escuela pública o privada).

III. Características de la Muestra

La muestra total quedo conformada por 128 niños, distribuidos en 4 grupos: 28 niños de 3 años de edad, 28 niños de 4 años de edad, 28 niños de 5 años de edad y 28 niños de 6 años de edad. Los niños fueron considerados aptos para este estudio si cumplían con los siguientes:

a. Criterios de inclusión:

- Rango de edad entre 3 y 6 años (rango 36 -85 meses)
- Preferencia manual diestra
- Consentimiento informado por escrito y firmado por los padres

b. Criterios de exclusión:

- Antecedentes de alteración neurológica y/o psiquiátrica
- Antecedentes de TCE con pérdida de la consciencia
- Alteraciones visuales y/o auditivas no corregidas

IV. Escenario

La batería neuropsicológica se aplicó individualmente en las instalaciones de ambas instituciones, en un aula libre de ruido y distracciones.

V. Instrumentos

- Batería de Funciones Ejecutivas en la edad preescolar (Ostrosky et al., 2010).

Permite realizar una amplia valoración del funcionamiento ejecutivo en preescolares, pues agrupa pruebas neuropsicológicas con suficiente soporte en la literatura científica, para la evaluación neuropsicológica de FE en la edad preescolar.

La batería esta integrada por diecisiete subpruebas, divididas en 6 subdominios, según el proceso que evalúan

- **Inhibición**

Puño-dedo (adaptado de Luria, 1966): Consiste en 16 ensayos, en los que se le pide al niño que cuando el experimentador señale con el puño el debe mostrar su dedo índice y a la inversa. Se registra el número de movimientos parciales (comisión de error inicial pero inmediatamente corregido), el número de errores y el número de aciertos. Para el análisis se considero el número de aciertos.

Ángel-Diablo (adaptado de Kochanska et al, 1996): Consiste en 10 ensayos en los que el niño debe seguir las instrucciones del ángel e ignorar las del diablo. Se registra el número de movimientos parciales (comisión de error inicial pero inmediatamente corregido), el número de errores y el número de aciertos. Para el análisis se considero el número de aciertos.

Stroop Día-Noche (adaptado de Carlson & Moses, 2001): Consiste en 16 ensayos en los que se presentan láminas que contienen figuras del sol y la luna, el niño debe responder “noche” cuando se le presente la tarjeta del sol y “día” cuando se le presente la tarjeta de luna. Se registra el número de aciertos, errores y tiempo. Para el análisis se considero el número de aciertos.

- **Memoria de Trabajo**

Hora de la Comida (Original): Consiste en la presentación de 8 ensayos, en los que se le presenta al niño una lámina base que incluye 5 personajes con diferentes profesiones (bailarina, policía, maestra, doctor, payaso) y una lámina de una vaca, se le indica que la vaca irá a dejar leche y que el debe ayudarla en recoger los botes en orden inverso a como los repartió la vaca. Por ejemplo si la vaca entrego la leche en el orden bailarina-policía, el niño tendrá que ir a recogerla en el orden policía-bailarina. Los ensayos están divididos en 4 niveles, según el número de elementos demandado en la tarea (dos, tres, cuatro). El acierto en el primer ensayo de cada nivel equivale a dos puntos, en caso de cometer error se aplica el segundo ensayo que equivale a un punto. Se registra el número de puntos obtenidos y el nivel alcanzado. Para el análisis se considero el número de puntos obtenidos (aciertos).

Cubos de Corsi (Corsi, 1972): en Regresión: Consiste en la presentación de 10 ensayos, en los que el niño debe señalar una serie de cubos en orden inversa al que los señalo el experimentador. Los ensayos están divididos en 5 niveles, según el número de elementos demandado en la tarea (dos, tres, cuatro, cinco). El acierto en el primer ensayo de cada nivel equivale a dos puntos, en caso de cometer error se aplica el segundo ensayo que equivale a un punto. Se registra el número de puntos obtenidos y el nivel alcanzado. Para el análisis se considero el número de puntos obtenidos (aciertos).

Dígitos en regresión (Koss, 1992): Consiste en 10 ensayos en los que el niño debe repetir en orden inverso los dígitos mencionados por el experimentador. Los ensayos están divididos en 5 niveles, según el número de elementos demandado en la tarea (dos, tres, cuatro, cinco). El acierto en el primer ensayo de cada nivel equivale a dos puntos, en caso de cometer error se aplica el segundo ensayo que equivale a un punto. Se registra el número de puntos obtenidos y el nivel alcanzado. Para el análisis se considero el número de puntos obtenidos (aciertos).

- **Flexibilidad Mental**

Clasificación de Cartas I (adaptada de Zelazo, 2006): se presenta al niño 2 tarjetas estímulo (conejo grande azul y barco rojo pequeño) y se le pide que clasifique 18 tarjetas que contienen diferentes estímulos (conejo grande rojo, conejo grande azul, conejo pequeño rojo, conejo pequeño azul, barco grande rojo, barco grande azul, barco pequeño rojo, barco pequeño azul). El evaluador indica el criterio por el que se va clasificar (color, figura, tamaño), diciendo ahora vamos a jugar al juego del color (Dibujo, tamaño). Se registra el número de aciertos, número de errores, perseveraciones, perseveraciones de criterio y errores de mantenimiento. Para el análisis se considero el número de aciertos.

Clasificación de Cartas II (adaptada de Zelazo, 2006): Se muestran las cartas estímulo de la versión anterior y 30 tarjetas para clasificar, se le menciona al niño que él debe descubrir el criterio de juego correcto, para lo que el experimentador le dirá en cada ensayo si lo hizo de forma adecuada o no (cada 6 aciertos consecutivos se cambia el criterio). En este ensayo el evaluador no indica el

criterio de clasificación. Se registra el número de aciertos, número de errores, perseveraciones, perseveraciones de criterio y errores de mantenimiento. Para el análisis se considero el número de aciertos.

Cajones (adaptado de Zelazo, 1998): Consiste en 15 ensayos en los que se presenta al niño una cajonera de tres cajones y se le pide al niño que cierre los ojos mientras se esconde un dulce en algún cajón, después se le pide que abra los ojos y descubra en cual de los tres cajones está escondido el dulce. Los primeros 5 ensayos el dulce se esconde en el segundo cajón, los siguientes 5 ensayos en el tercer cajón y los últimos 5 ensayos en el primer cajón, se registra el número de aciertos, errores y perseveraciones. Para el análisis se considero el número de aciertos.

- **Planeación**

Laberintos (adaptado de Weschler, 1998): Se presentan al niño, uno por uno, ocho laberintos de dificultad creciente, se le indica que no puede atravesar las paredes, tocarlas o meterse en un camino sin salida. En cada laberinto se registra, sí el niño, inició y terminó en el lugar indicado, el número que atravesó las paredes, el número de caminos sin salida. Para el análisis se considero el número de laberintos terminados.

Cartero (adaptado de Carlson et al., 2004): Consiste en 8 ensayos, en los que se presenta un camino en una sola dirección, 5 casas (amarilla, rosa, azul, negra, roja) y 5 sobre (amarillo, rosa, azul, negro, rojo), y un camión. Se le indica que jugaremos al cartero por necesitamos que nos ayude a repartir las invitaciones

para una fiesta. Debe considerar que sólo puede tomar la carta superior, y el camión nunca puede ir en reversa, por lo que debe acomodar las invitaciones, anticipando el orden de entrega, para poder repartirlas de manera eficaz. Los ensayos están divididos en 4 niveles, según el número de elementos demandado en la tarea (dos, tres, cuatro). El acierto en el primer ensayo de cada nivel equivale a dos puntos, en caso de cometer error se aplica el segundo ensayo que equivale a un punto. Se registra el número de errores (tomar cartas de abajo, ir en reversa), el puntaje obtenido y el nivel alcanzado. Para en análisis se considero el puntaje obtenido (aciertos).

- **Procesamiento Riesgo- Beneficio**

Demora del regalo (adaptado de Carlson et al. 2004): Se le dice al niño que le llevamos un regalo y olvidamos envolver, pero mientras lo hacemos no debe mirar por lo que se debe sentar enfrente de la pared para que cuando este listo sea una gran sorpresa. Durante un minuto se registra el número de veces en que voltea parcialmente (90°) y el número de veces que voltea completamente (180°). Para el análisis de esta tarea el número de veces que volteó totalmente.

Demora de la Gratificación (adaptado de Mischel, 1974): Se presentan dos vasos, uno con una pequeña recompensa (dulces) y otro con una recompensa mayor, se le pide que decida entre obtener el vaso de la recompensa menor inmediatamente pero si se espera un tiempo puede obtener el vaso de recompensa mayor. Para el análisis de esta tarea se tomo en cuenta la opción elegida (ahora ó después).

Juego de la Apuesta (adaptado de Garon & More, 2004): Se presentan dos bloques de cartas, con una (bajo riesgo) y dos caritas (alto riesgo) que le da una recompensa (un dulce y dos dulces respectivamente) y se le indica que por cada elección el experimentador descubrirá una carta que puede contener castigo o no (caritas tristes). Para el análisis se tomo en cuenta el porcentaje de cartas de riesgo.

- **Abstracción**

Absurdos (adaptado de Stanford-Binet, 2004): Se le presentan al niño 10 láminas que incluyen elementos incongruentes (por ejemplo un señor simulando que habla por teléfono, pero con un zapato) y se le pregunta ¿Qué hay de raro en cada figura? Se registra el número de aciertos y el número de errores cometidos. Para el análisis de esta tarea se tomo en cuenta el número de aciertos.

VI. Procedimiento

Fase 1. Selección: se hizo una invitación por escrito a los padres o tutores de los posibles candidatos, a participar en el protocolo de investigación, en donde se detallaron los objetivos del protocolo, las fases, e implicaciones. En caso de aceptar participar se les pidió que firmaran el consentimiento informado y se envió un formato estructurado de historia clínica completa y en su función, se determinó si cumplían ó no, con los criterios de inclusión para participar en el protocolo. De haberse determinado que cumplían con los criterios de inclusión el niño fue incluido como parte del protocolo de investigación.

Fase 2. Evaluación: La aplicación, tuvo una duración de entre 60 y 90 minutos, dependiendo de la ejecución de cada niño.

Fase 3. Análisis de datos, integración y discusión de los resultados.

VII. Análisis de Datos

Los resultados obtenidos fueron capturados y analizados mediante el paquete estadístico SPSS 17.0.

1. Para analizar las variables sociodemográficas
 - Se realizó un análisis descriptivo
2. Para analizar las trayectorias de los componentes por el efecto de la edad se utilizaron pruebas estadísticas:
 - ANOVA de una vía (comparaciones pos hoc de Tukey y HSD de Tukey) para cada una de las variables intervalares y los totales de memoria de trabajo, inhibición, planeación y flexibilidad mental.
 - Análisis Z (comparaciones de las proporciones) para cada una de las variables categóricas
3. Para reconocer la estructura de las FE en la edad preescolar, y la relación entre los distintos componentes. Se utilizó un modelo de ecuaciones estructurales, que incluyó:
 - Análisis factorial confirmatorio

- Análisis de senderos

Dicho modelo se probó mediante el paquete estadístico EQS 6.1 en el instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (UNAM). Bajo la supervisión del Dr. Ignacio Méndez Ramírez.

El ajuste de los modelos, se evaluó mediante varias pruebas estadísticas: Chi-cuadrada (χ^2), proporciona una indicación global de ajuste del modelo. El valor χ^2 sugiere el ajuste del modelo adecuado (Brown, 2006; Schumaker & Lomax, 2004). Debido a que la prueba χ^2 es demasiado sensible a las desviaciones de ajuste perfecto en muestras grandes, los índices más utilizados para la evaluación y comparación de modelos incluye la raíz del error cuadrado de aproximación (RMSEA) (Browne & Cudeck, 1993), el índice de ajuste comparativo (CFI). Valores inferiores de RMSEA a 0,06 y los índices CFI entre 0,95 y 1,00 indican buen ajuste (Hu & Bentler, 1999). Cuando los modelos no difieren significativamente, con valor de p menor de 0,05, el modelo más simple es preferible sobre la base de la parsimonia (Bollen, 1989).

Capítulo VI. RESULTADOS

I. Características Sociodemográficas

La muestra total quedo conformada por 128 niños dividido en 4 grupos de acuerdo a su rango de edad (tabla10).

Tabla 10. Características demográficas de la muestra.

Grupo	N	Edad en meses	
		X	DE
3 años	32	41.88	3.25
4 años	32	55.32	3.18
5 años	32	66.13	3.60
6 años	32	73.22	1.55
Total	128	59.26	12.40

El 40% de la muestra acude a una escuela pública y el 60% acude a una escuela privada (Figura 26). Fue imposible equiparar el porcentaje para el grupo de 3 años, ya que el ingreso al sistema escolar público en nuestro país es a los 4 años de edad.

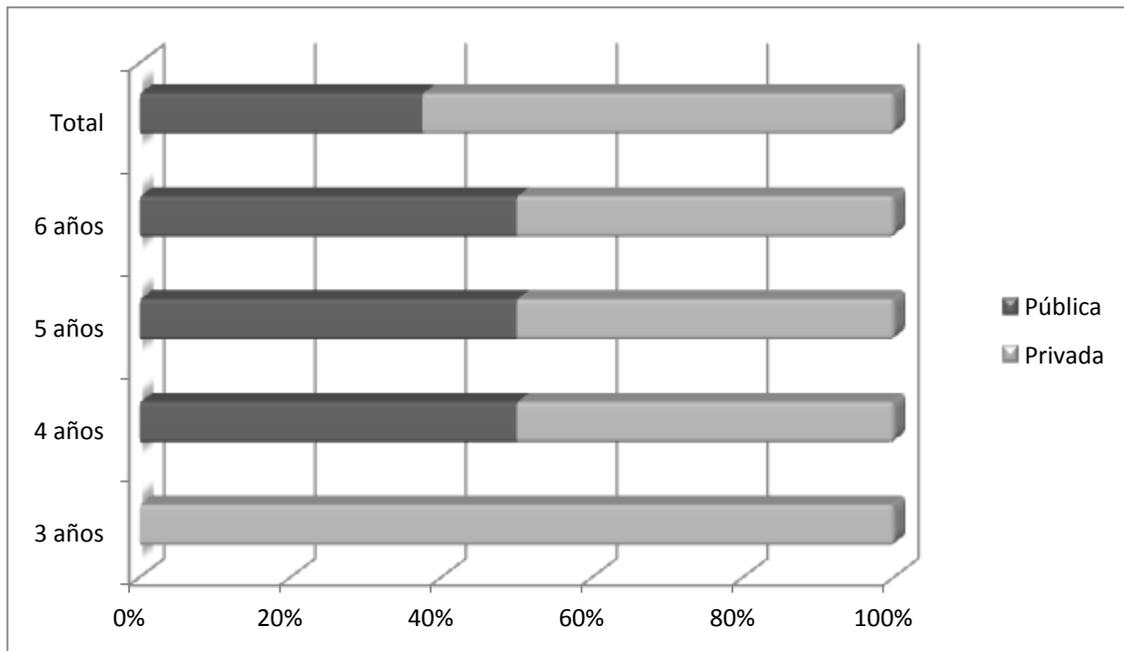


Figura 26. Distribución de la asistencia a sistema escolarizado público o privado en términos de porcentaje por grupo.

Los 4 grupos tuvieron la misma proporción de niños y niñas (Figura 27).

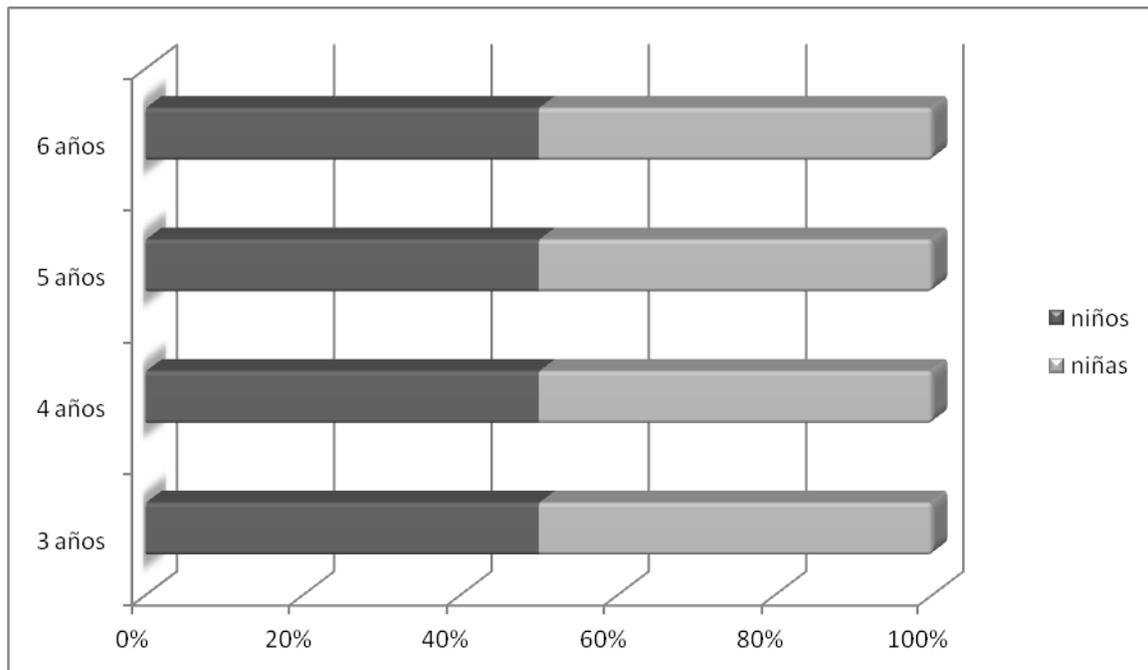


Figura 27. Distribución del sexo en términos de porcentaje por grupo.

II. Trayectorias de desarrollo

Para todas las variables intervalares se realizaron comparaciones ANOVA de una vía entre cada grupo de edad y análisis pos hoc de Tukey con ajuste de significancia $>.005$. (Tabla 11) Los resultados de cada variable, se describen en su apartado correspondiente.

Tabla 11. Comparaciones ANOVA

Tarea	3 años		4 años		5 años		6 años		ANOVA		Pos Hoc Tukey
	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	F	p	
Stroop Ángel-Diablo (aciertos)	13.00	5.49	16.71	4.92	19.43	1.04	19.75	0.67	22.37	0.00 *	3 vs 4, 3 vs 5, 3 vs 6/ 4 vs 5, 4 vs 6/
Stroop Día-Noche (aciertos)	8.41	5.90	11.47	4.34	12.72	3.19	13.13	3.30	7.79	0.00 *	3 vs 4, 3 vs 5, 3 vs 6
Puño dedo puntaje total (aciertos)	18.56	9.92	26.09	5.01	27.50	2.59	26.56	4.42	14.48	0.00 *	3 vs 4, 3 vs 5, 3 vs 6
Dígitos en regresión	.28	.63	1.03	1.40	1.88	1.62	2.13	1.72	11.37	0.00 *	3 vs 5, 3 vs 6 / 4 vs 6
Cubos en regresión	2.13	2.22	3.16	2.10	4.25	2.17	4.91	1.94	10.78	0.00 *	3 vs 5, 3 vs 6/ 4 vs 6
Hora de la comida puntaje total	1.25	1.4	1.84	1.76	3.06	2.34	4.38	2.24	15.74	0.00 *	3 vs 5, 3 vs 6/ 4 vs 6
Categorización A (aciertos)	14.53	2.14	15.91	1.61	16.38	1.97	17.09	1.20	12.15	0.00 *	3 vs 4, 3 vs 5, 3 vs 6
Categorización B (aciertos)	1.78	1.71	2.53	2.07	3.22	2.41	3.59	2.10	4.64	0.00 *	3 vs 5, 3 vs 6/ 4 vs 6
Cajones (aciertos)	5.15	2.66	5.53	3.15	5.81	3.04	5.34	2.82	2.93	0.83 *	
Laberinto (aciertos)	5.53	2.03	8.5313	1.78	9.13	1.74	9.63	0.91	38.80	0.00 *	3 vs 4, 3 vs 5, 3 vs 6/ 4 vs 6
Cartero (aciertos)	2.31	1.40	3.81	2.30	5.37	2.41	5.75	2.32	16.76	0.00 *	3 vs 4, 3 vs 5, 3 vs 6/ 4 vs 5, 4 vs 6
Absurdos puntaje total	4.25	2.15	6.41	2.59	7.50	1.65	7.97	1.51	21.47	0.00 *	3 vs 4, 3 vs 5, 3 vs 6/4 vs 6
Porcentaje carta de riesgo	51.97	23.10	50.52	24.54	49.16	13.38	46.77	20.25	0.36	0.78	
Total inhibición	39.96	16.54	54.28	9.65	59.65	4.90	59.43	6.59	25.19	0.00 *	3 vs 4, 3 vs 5, 3 vs 6
Total flexibilidad	21.46	4.67	23.96	3.87	25.40	4.85	26.03	4.00	6.87	0.00 *	3 vs 5, 3 vs 6
Total memoria de trabajo	3.65	3.02	6.03	4.02	9.18	4.67	11.40	4.40	22.41	0.00 *	3 vs 5, 3 vs 6/ 4 vs 5, 4 vs 6
Total Planeación	7.63	1.94	11.78	2.40	13.12	2.67	13.84	1.58	5.03	0.00 *	3 vs 4, 3 vs 5, 3 vs 6 / 4 vs 6

* $p \leq 0.05$; ANOVA de una vía (comparaciones pos hoc de Tukey), X: media; DE: desviación estándar.

INHIBICIÓN

Stroop Ángel-Diablo

En la prueba Stroop Ángel Diablo, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=13.00$; $DE= 5.49$) 4 años ($X=16.71$; $DE=4.92$) 5 años ($X=19.43$; $DE=1.04$) 6 años ($X= 19.75$; $DE= 0.67$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=22.37$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra todos los grupos y el grupo de 4 años contra los grupos de 5 y 6 años. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 28.

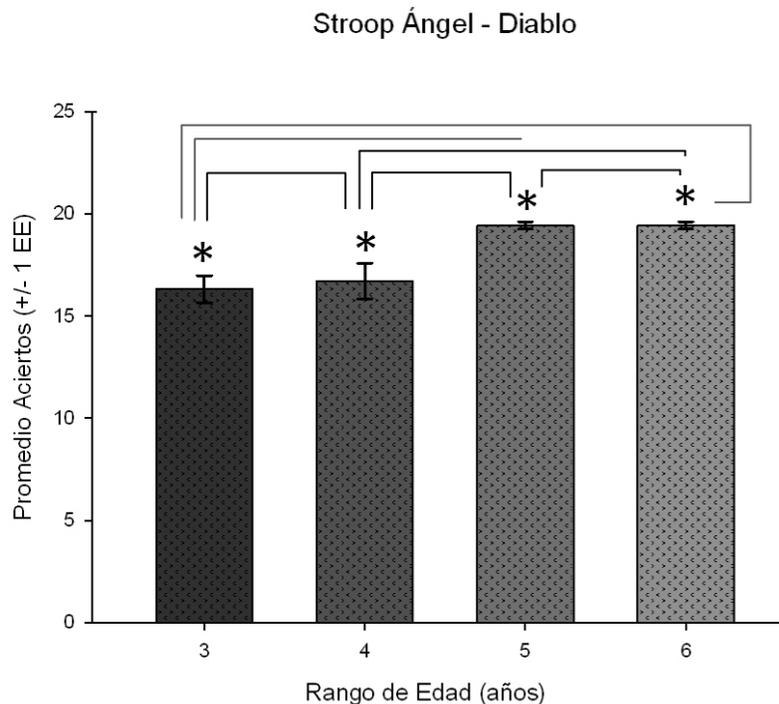


Figura 28. Gráfica del promedio de aciertos obtenidos en la prueba Stroop Ángel-Diablo, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco ($*p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en tres subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, está incluido sólo el grupo de 3 años que difiere de los siguientes subgrupos. En el subgrupo 2, está incluido sólo el grupo de 4 años que difiere del subgrupo anterior y del siguiente y el tercer subgrupo en donde están incluidos dos grupos (5 y 6 años) cuyas medias no difieren significativamente (tabla 12).

Tabla 12. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio se aciertos en la tarea Stroop Ángel-Diablo a partir del procedimiento HSD de Tukey.

Grupo	Subgrupos		
	1	2	3
	X	X	X
3 años	13.00		
4 años		16.71	
5 años			19.43
6 años			19.75

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

Stroop Día-Noche

En la prueba Stroop Día-Noche, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=8.41$; $DE= 5.90$) 4 años ($X=11.47$; $DE=4.34$) 5 años ($X=12.72$; $DE=3.19$) 6 años ($X= 13.13$; $DE= 3.30$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=7.79$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra todos los grupos. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 29.

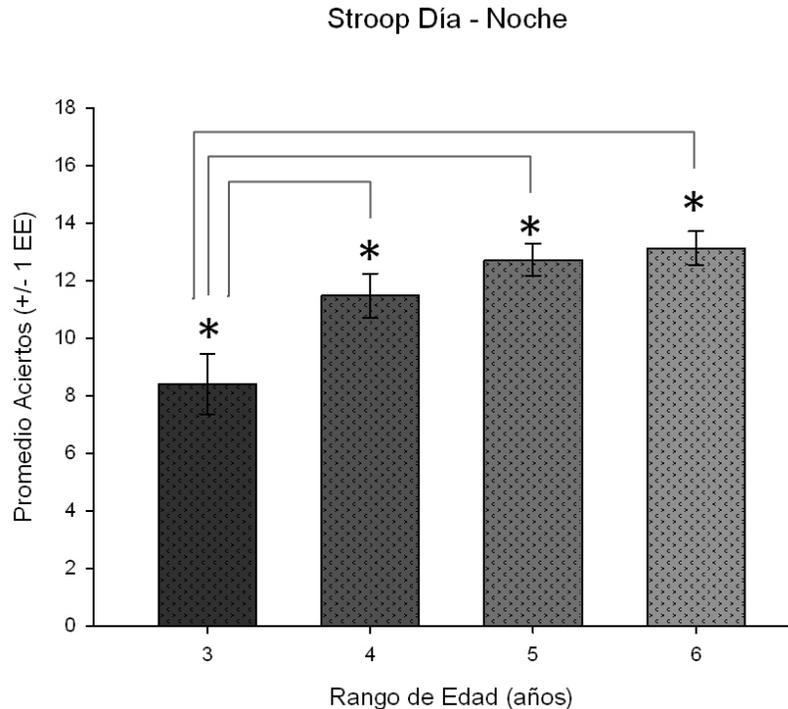


Figura 29. Gráfica del promedio de aciertos obtenidos en la prueba Stroop Día-Noche, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco (* $p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 2 subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, está incluido sólo el grupo de 3 años que difiere de los siguientes subgrupos. Y el subgrupo 2, están incluidos los grupos de 4, 5 y 6 años; cuyas medias no difieren significativamente (tabla 13).

Tabla 13. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio de aciertos en la tarea Stroop Día-Noche a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos	
	1	2
	X	X
3 años	8.41	
4 años		11.47
5 años		12.72
6 años		13.13

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

Puño-Dedo

En la prueba Puño-Dedo, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=18.56$; $DE= 9.92$) 4 años ($X=26.09$; $DE=5.01$) 5 años ($X=27.50$; $DE=2.59$) 6 años ($X= 26.56$; $DE= 4.42$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=14.48$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra todos los grupos. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 30.

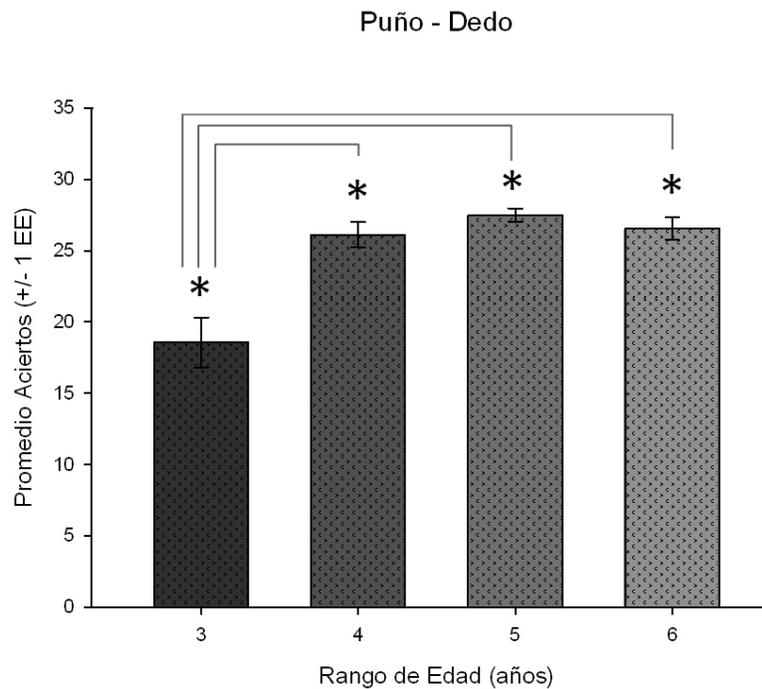


Figura 30. Gráfica del promedio de aciertos obtenidos en la prueba Puño-Dedo, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco ($*p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 2 subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, está incluido sólo el grupo de 3 años que difiere de los siguientes subgrupos. Y el subgrupo 2, están incluidos los grupos de 4, 5 y 6 años; cuyas medias no difieren significativamente (tabla 14).

Tabla 14. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio se aciertos en la tarea Stroop Puño-Dedo a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos	
	1	2
	X	X
3 años	8.41	
4 años		11.47
5 años		12.72
6 años		13.13

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

MEMORIA DE TRABAJO

Cubos en Regresión

En la prueba Cubos en Regresión, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=2.13$; $DE= 2.22$) 4 años ($X=3.16$; $DE=2.10$) 5 años ($X=4.25$; $DE=2.17$) 6 años ($X= 4.91$; $DE= 1.94$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=10.78$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra los grupos de 5 y 6 años y entre los grupos de 4 y 6 años. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 31.

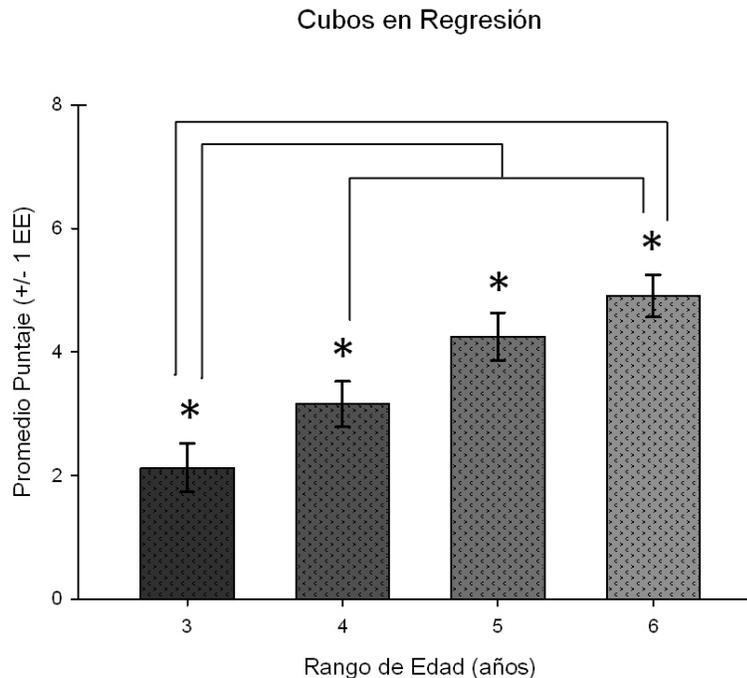


Figura 31. Gráfica del promedio del puntaje obtenido en la prueba Cubos en Regresión, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco (* $p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 3 subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, que difiere del siguiente subgrupo, están incluidos los grupos de 3 y 4 años (sus medias no difieren significativamente). El subgrupo 2, en el que está incluido el grupo de 5 años y difiere del subgrupo anterior y el subgrupo siguiente. El tercer subgrupo incluye al grupo de 6 años, que difiere de los subgrupos anteriores (tabla 15).

Tabla 15. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio se aciertos en la tarea Cubos en Regresión a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos		
	1	2	3
	X	X	X
3 años	2.13		
4 años	3.16		
5 años		4.25	
6 años			4.91

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

Dígitos en Regresión

En la prueba Dígitos en Regresión, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=.28$; $DE=.63$) 4 años ($X=1.03$; $DE=1.40$) 5 años ($X=1.88$; $DE=1.62$) 6 años ($X=2.13$; $DE=1.72$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=11.37$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra los grupos de 5 y 6 años y entre los grupos de 4 y 6 años. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 32.

Digitos en Regresión

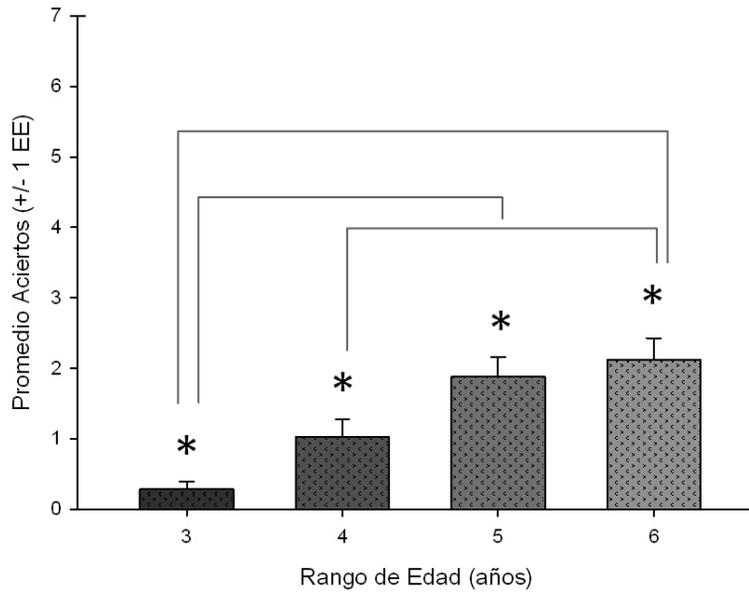


Figura 32. Gráfica del promedio del puntaje obtenido en la prueba Dígitos en Regresión, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco (* $p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 2 subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, que difiere del siguiente subgrupo, están incluidos los grupos de 3 y 4 años (sus medias no difieren significativamente). Y el subgrupo 2, en el que están incluidos los grupos de 4, 5 y 6 años; cuyas medias no difieren significativamente (tabla 16).

Tabla 16. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio se aciertos en la tarea Dígitos en Regresión a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos	
	1	2
	X	X
3 años	0.28	
4 años	1.03	
5 años		1.88
6 años		2.13

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

Hora de la Comida

En la prueba Hora de la Comida, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=1.25$; $DE= 1.4$) 4 años ($X=1.84$; $DE=1.76$) 5 años ($X=3.06$; $DE=2.34$) 6 años ($X= 4.38$; $DE= 2.24$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=11.37$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra los grupos de 5 y 6 años y entre los grupos de 4 y 6 años. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 33.

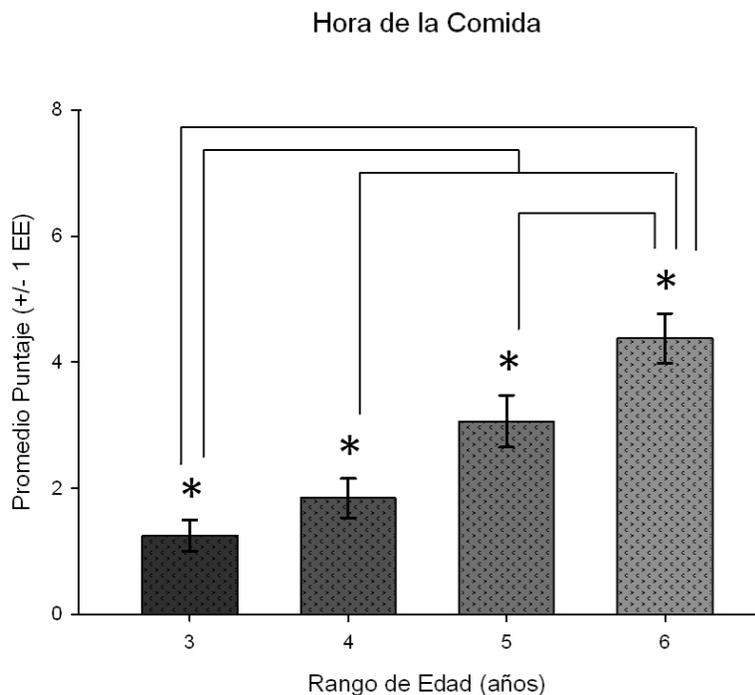


Figura 33. Gráfica del promedio del puntaje obtenido en la prueba Hora de la Comida, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco (* $p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 3 subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, están incluidos los grupos de 3 y 4 años (sus medias no difieren significativamente que difiere del siguiente subgrupo. El subgrupo 2, en el que está incluido el grupo de 5 años y difiere del subgrupo anterior y el subgrupo siguiente. El tercer subgrupo incluye al grupo de 6 años, que difiere de los subgrupos anteriores (tabla 17).

Tabla 17. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio se aciertos en la tarea Hora de la Comida a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos		
	1	2	3
	X	X	X
3 años	1.25		
4 años	1.84		
5 años		3.06	
6 años			4.38

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

FLEXIBILIDAD MENTAL

Categorización A

En la prueba Categorización A, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=14.53$; $DE= 2.14$) 4 años ($X=15.91$; $DE=1.61$) 5 años ($X=16.38$; $DE=1.97$) 6 años ($X= 17.09$; $DE= 1.20$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=12.15$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra todos los grupos. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 34.

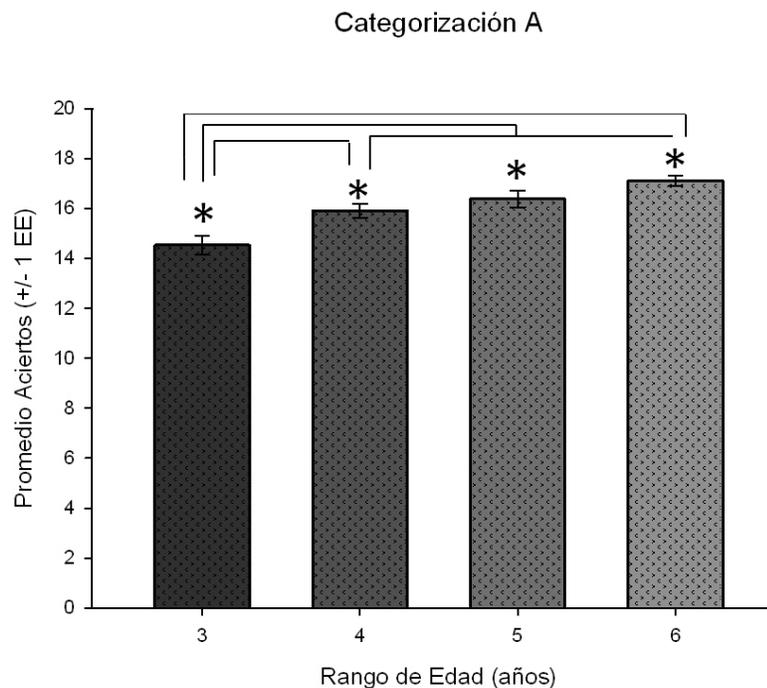


Figura 34. Gráfica del promedio de aciertos obtenidos en la prueba Categorización A, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco ($*p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en tres subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, está incluido sólo el grupo de 3 años, que difiere de los siguientes subgrupos. En el subgrupo 2, está incluido sólo el grupo de 4 años que difiere del subgrupo anterior y del siguiente subgrupo. En el tercer subgrupo en están incluidos dos grupos (5 y 6 años) cuyas medias no difieren significativamente (tabla 18).

Tabla 18. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio se aciertos en la tarea Categorización A a partir del procedimiento HSD de Tukey.

Grupo	Subgrupos		
	1	2	3
	X	X	X
3 años	14.53		
4 años		15.91	
5 años			16.38
6 años			17.09

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

Categorización B

En la prueba Categorización B, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=1.78$; $DE= 1.71$) 4 años ($X=2.53$; $DE=2.07$) 5 años ($X=3.22$; $DE=2.41$) 6 años ($X= 3.59$; $DE= 2.10$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=4.64$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra todos los grupos y entre los grupos de 4 y 6 años. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 35.

Categorización B

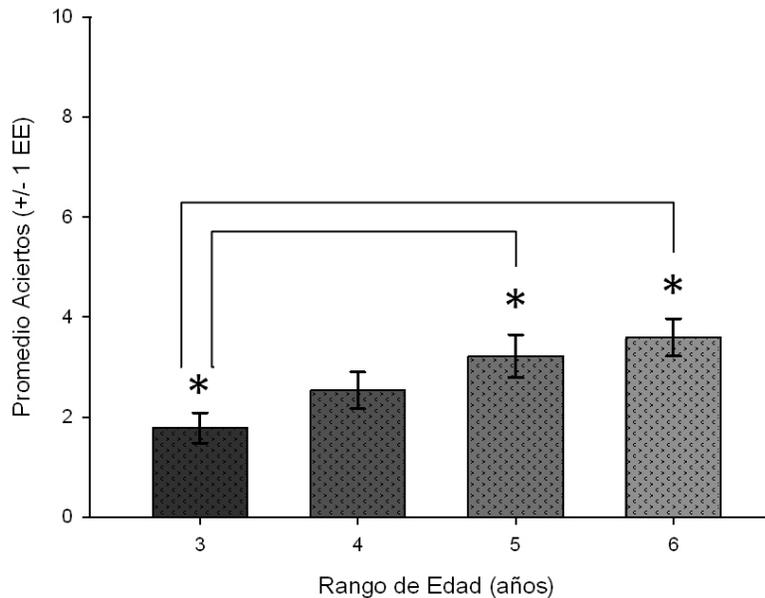


Figura 35. Gráfica del promedio de aciertos obtenidos en la prueba Categorización B, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco (* $p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 2 subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, están incluidos los grupos de 3 y 4 años. Y el subgrupo 2, en el que están incluidos los grupos de 5 y 6 años; cuyas medias no difieren significativamente (tabla 19).

Tabla 19. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio se aciertos en la tarea Categorización B a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos	
	1	2
	X	X
3 años	1.78	
4 años	2.53	
5 años		2.22
6 años		3.59

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

Cajones

En la prueba de Cajones, no se encontraron diferencias asociadas a la edad: 3 años ($X=5.15$; $DE= 2.66$) 4 años ($X=5.53$; $DE=3.15$) 5 años ($X=5.81$; $DE=3.04$) 6 años ($X= 5.34$; $DE= 2.82$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=2.93$; $p=0.83$). Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 36.

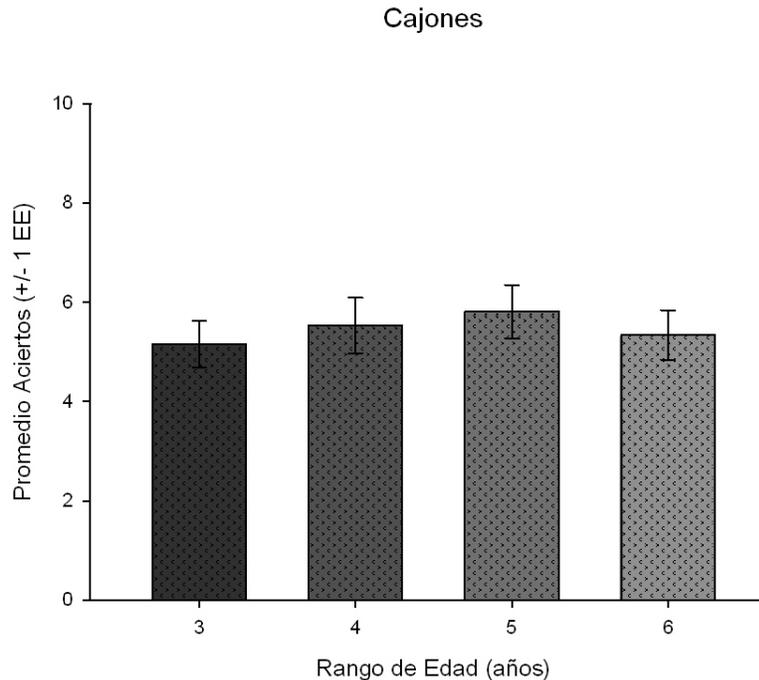


Figura 36. Gráfica del promedio de aciertos obtenidos en la prueba Categorización B, por cada grupo de edad.

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 1 sólo subgrupo, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, todos los grupos; cuyas medias no difieren significativamente (tabla 20).

Tabla 20. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio se aciertos en la tarea Cajones a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos
	1
	X
3 años	5.15
4 años	5.34
5 años	5.53
6 años	5.81

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

PLANEACIÓN

Laberintos

En la prueba de Laberintos, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=5.53$; $DE= 2.03$) 4 años ($X=8.53$; $DE=1.78$) 5 años ($X=9.13$; $DE=1.74$) 6 años ($X= 9.63$; $DE= 0.91$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=4.64$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra todos los grupos y entre los grupos de 4 y 6 años. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 37.

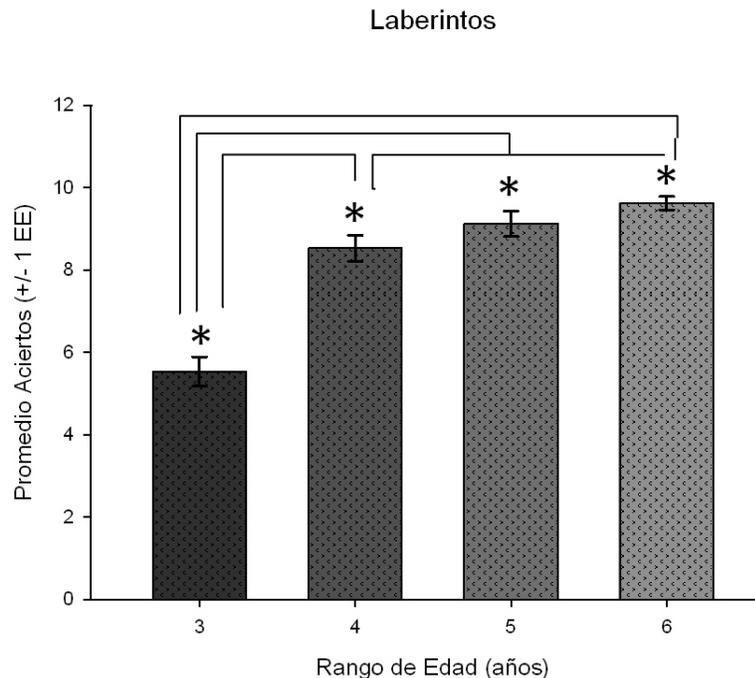


Figura 37. Gráfica del promedio de aciertos obtenidos en la prueba Laberintos, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco (* $p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en tres subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, está incluido sólo el grupo de 3 años, que difiere de los siguientes subgrupos. En el subgrupo 2, está incluido sólo el grupo de 4 años que difiere del subgrupo anterior y del siguiente subgrupo. En el tercer subgrupo en están incluidos dos grupos (5 y 6 años) cuyas medias no difieren significativamente (tabla 21).

Tabla 21. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio se aciertos en la tarea de Laberintos a partir del procedimiento HSD de Tukey.

Grupo	Subgrupos		
	1	2	3
	X	X	X
3 años	5.53		
4 años		8.53	
5 años			9.12
6 años			9.62

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

Cartero

En la prueba de Cartero, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=2.31$; $DE= 1.40$) 4 años ($X=3.81$; $DE=2.30$) 5 años ($X=5.37$; $DE=2.41$) 6 años ($X= 5.75$; $DE= 2.32$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=16.76$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra todos los grupos y entre el grupo 4 y los grupos de 5 y 6 años. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 38.

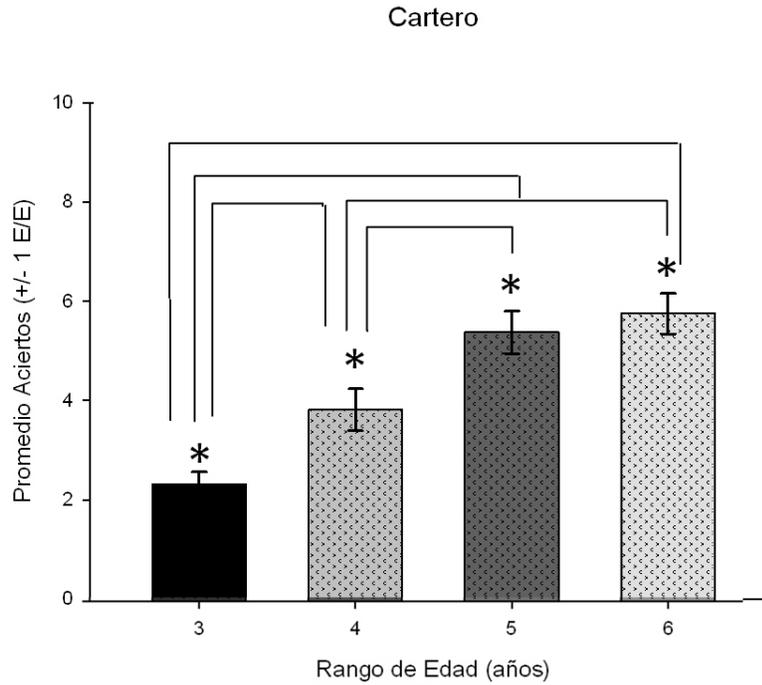


Figura 38. Gráfica del promedio de aciertos obtenidos en la prueba de Cartero, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco (* $p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en tres subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, está incluido sólo el grupo de 3 años, que difiere de los siguientes subgrupos. En el subgrupo 2, está incluido sólo el grupo de 4 años que difiere del subgrupo anterior y del siguiente subgrupo. En el tercer subgrupo en están incluidos dos grupos (5 y 6 años) cuyas medias no difieren significativamente (tabla 22).

Tabla 22. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio se aciertos en la tarea de Laberintos a partir del procedimiento HSD de Tukey.

Grupo	Subgrupos		
	1	2	3
	X	X	X
3 años	2.31		
4 años		3.81	
5 años			5.37
6 años			5.75

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

ABSTRACCIÓN

Absurdos

En la prueba de Absurdos, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=4.25$; $DE= 2.15$) 4 años ($X=6.41$; $DE=2.59$) 5 años ($X=7.50$; $DE=1.65$) 6 años ($X= 7.97$; $DE= 1.51$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=21.47$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra todos los grupos y entre los grupos de 4 y 6 años. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 39.

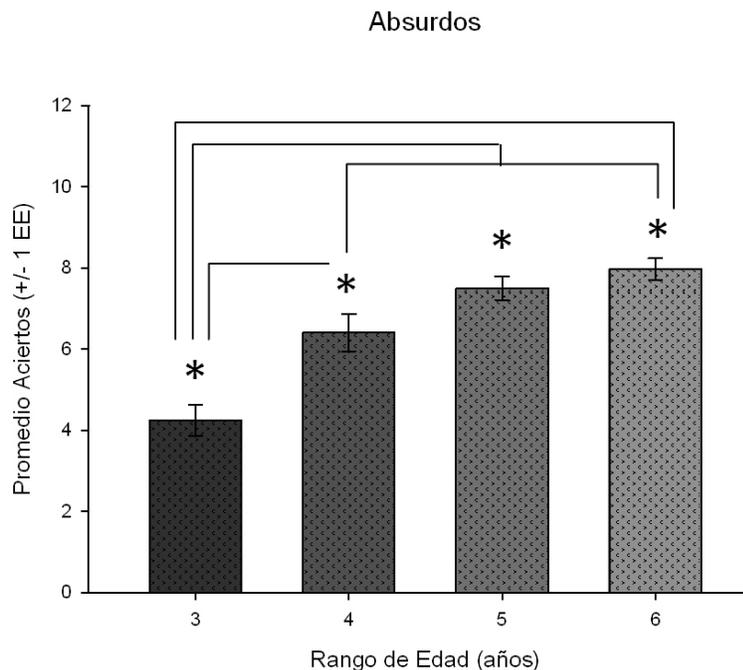


Figura 39. Gráfica del promedio de aciertos obtenidos en la prueba de Absurdos, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco ($*p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en tres subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, está incluido sólo el grupo de 3 años, que difiere de los siguientes subgrupos. En el subgrupo 2, está incluido sólo el grupo de 4 años que difiere del subgrupo anterior y del siguiente subgrupo. En el tercer subgrupo en están incluidos dos grupos (5 y 6 años) cuyas medias no difieren significativamente (tabla 23).

Tabla 23. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio se aciertos en la tarea de Absurdos a partir del procedimiento HSD de Tukey.

Grupo	Subgrupos		
	1	2	3
	X	X	X
3 años	4.25		
4 años		6.41	
5 años			7.50
6 años			7.97

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

PROCESAMIENTO RIESGO-BENEFICIO

Juego de Apuesta

En la prueba de Juego de Apuesta, no se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=51.97$; $DE= 23.10$) 4 años ($X=50.52$; $DE=24.54$) 5 años ($X=49.16$; $DE=13.38$) 6 años ($X= 46.77$; $DE= 20.25$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=.36$; $p=0.79$). Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 40.

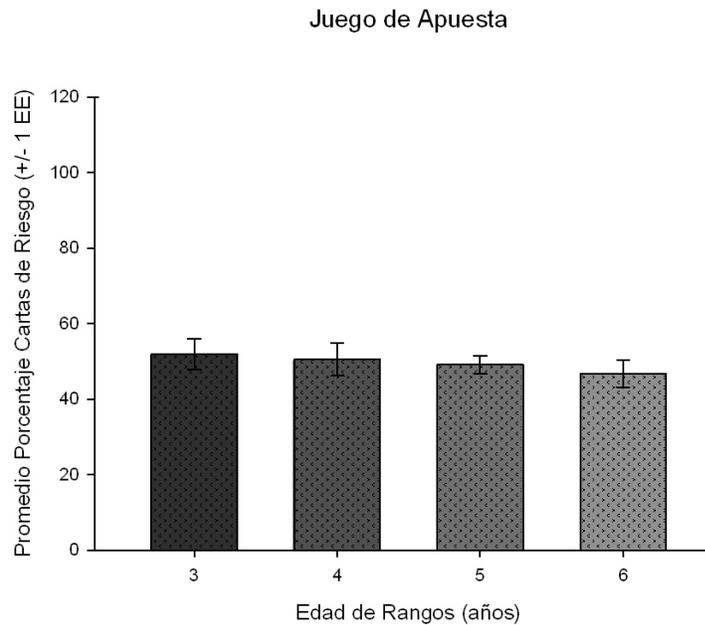


Figura 40. Gráfica del promedio de porcentaje de cartas de riesgo en la prueba de Juego de Apuesta, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco ($*p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 1 sólo subgrupo, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, todos los grupos; cuyas medias no difieren significativamente (tabla 24).

Tabla 24. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio de porcentaje de Cartas de Riesgo, en la Prueba de Juego, a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos
	1
	X
3 años	51.97
4 años	50.52
5 años	49.16
6 años	46.77

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

Demora de la Gratificación

Por medio del análisis Z se reconoció un incremento en el porcentaje de posibilidad de esperar al futuro (después) asociado a la edad asociados a la edad: 3 años (69%) 4 años (69%) 5 años (75%) 6 años (78%). Y un decremento en el porcentaje de respuestas de gratificación inmediata (ahora) asociado a la edad asociados a la edad: 3 años (31%) 4 años (31%) 5 años (25%) 6 años (21%). Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 41.

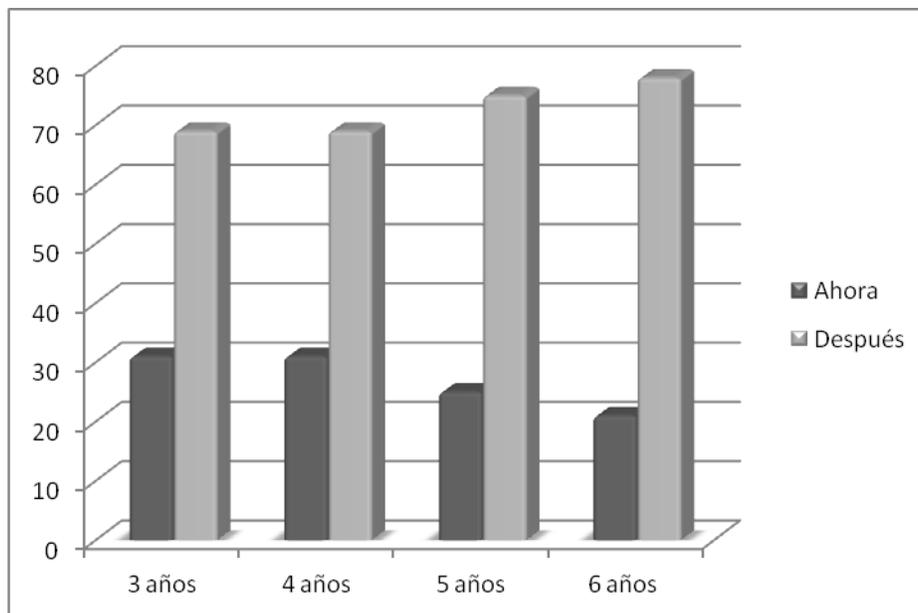


Figura 41. Gráfica del promedio de porcentaje de respuestas ahora – después, en la prueba de Demora de la Gratificación, por cada grupo de edad.

Mediante las comparaciones en dichas proporciones, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes rangos de edad.

Total de Inhibición

Para obtener el Total de inhibición se codificó la suma de los aciertos obtenidos en las tareas: Stroop Ángel-Diablo, Stroop Día-Noche y Puño –Dedo.

En el Total de Inhibición, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=39.96$; $DE= 16.54$) 4 años ($X=54.28$; $DE=9.65$) 5 años ($X=59.65$; $DE=4.90$) 6 años ($X= 59.43$; $DE= 6.59$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=25.19$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra todos los grupos. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 42.

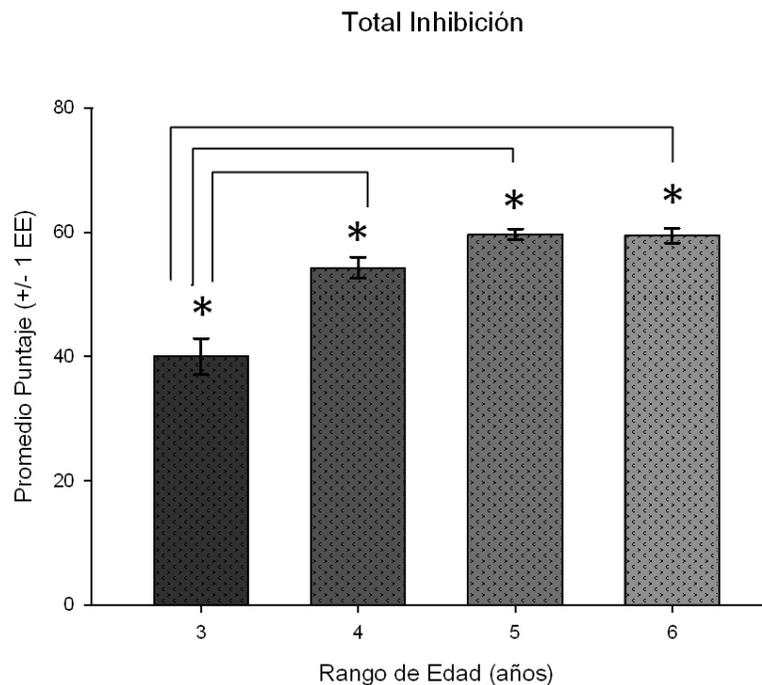


Figura 42. Gráfica del promedio del puntaje total de Inhibición, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco (* $p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 2 subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, está incluido sólo el grupo de 3 años que difiere del siguiente subgrupo. Y el subgrupo 2, están incluidos los grupos de 4, 5 y 6 años; cuyas medias no difieren significativamente (tabla 25).

Tabla 25. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio de puntaje en el Total de Inhibición a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos	
	1	2
	X	X
3 años	39.96	
4 años		54.28
5 años		59.43
6 años		59.65

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

Total de Memoria de Trabajo

Para obtener el Total de Memoria de Trabajo se codifico la suma de los aciertos obtenidos en las tareas: Cubos en Regresión, Dígitos en Regresión, Hora de la Comida.

En el Total de Memoria de Trabajo, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=3.65$; $DE= 3.02$) 4 años ($X=6.03$; $DE=4.02$) 5 años ($X=9.18$; $DE=4.67$) 6 años ($X= 11.40$; $DE= 4.40$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=22.41$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra los grupos de 5 y 6 años; así

como entre el grupo de 4 años y los grupos de 5 y 6 años. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 43.

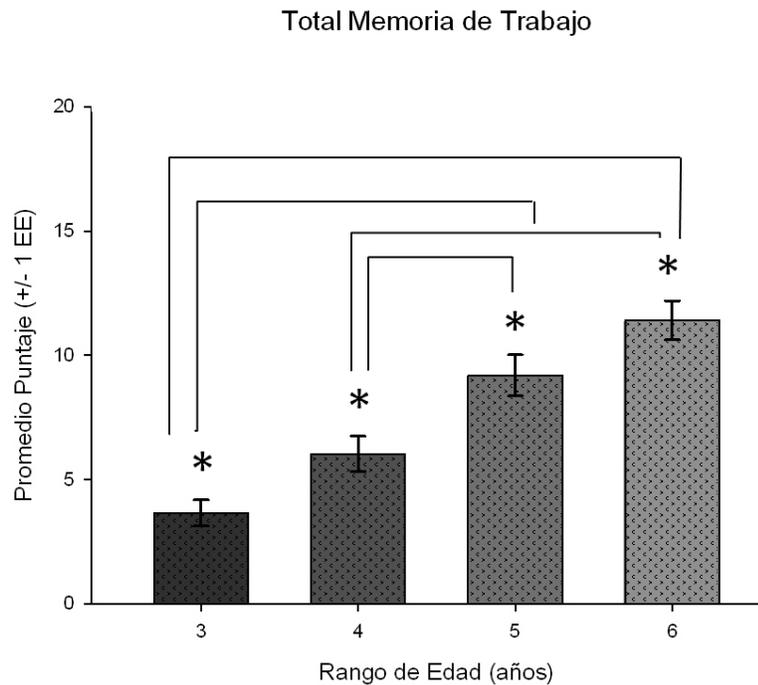


Figura 43. Gráfica del promedio del puntaje total de Memoria de Trabajo, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco (* $p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 2 subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, están incluidos los grupos de 3 y 4 años (medias no difieren significativamente). Y el subgrupo 2, están incluidos los grupos de 5 y 6 años; cuyas medias no difieren significativamente (tabla 26).

Tabla 26. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio de puntaje en el Total de Inhibición a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos	
	1	2
	X	X
3 años	3.65	
4 años	6.03	
5 años		9.18
6 años		11.40

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

Total de Flexibilidad Mental

Para obtener el Total Flexibilidad Mental, se codifico la suma de los aciertos obtenidos en las tareas: Categorización A, Categorización B y Cajones.

En el Total de Flexibilidad Mental, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años (X=21.46; DE= 4.67) 4 años (X=23.96; DE=3.87) 5 años (X=25.40; DE=4.85) 6 años (X= 26.03; DE= 4.00).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas (F=6.87; p=0.00) entre el grupo de 3 años, contra los grupos de 5 y 6 años. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 44.

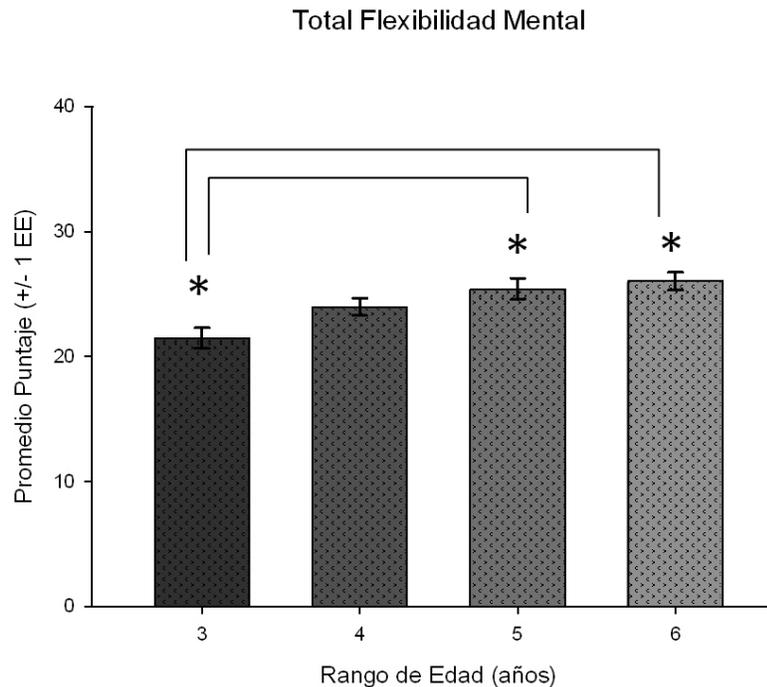


Figura 44. Gráfica del promedio del puntaje total de Flexibilidad Mental, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco (*p ≤ 0.05).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 2 subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, están incluidos los grupos de 3 y 4 años (medias no difieren significativamente). Y el subgrupo 2, están incluidos los grupos de 5 y 6 años; cuyas medias no difieren significativamente (tabla 27).

Tabla 27. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio de puntaje en el Total de Flexibilidad Mental a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos	
	1	2
	X	X
3 años	21.46	
4 años	23.96	
5 años		25.40
6 años		26.03

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

Total de Planeación

Para obtener el Total Planeación, se codifico la suma de los aciertos obtenidos en las tareas: Laberintos y Cartero.

En el Total de Planeación, se encontró un incremento continuo en el número de aciertos, asociados a la edad: 3 años ($X=7.63$; $DE= 1.94$) 4 años ($X=11.78$; $DE=2.40$) 5 años ($X=13.12$; $DE=2.67$) 6 años ($X= 13.84$; $DE= 1.58$).

Por medio del análisis ANOVA (prueba pos hoc Tukey con ajuste a nivel de significancia <0.05), se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($F=5.03$; $p=0.00$) entre el grupo de 3 años, contra los grupos; y entre los grupos de 4 y 6 años. Los resultados se presentan de forma esquemática en la figura 45.

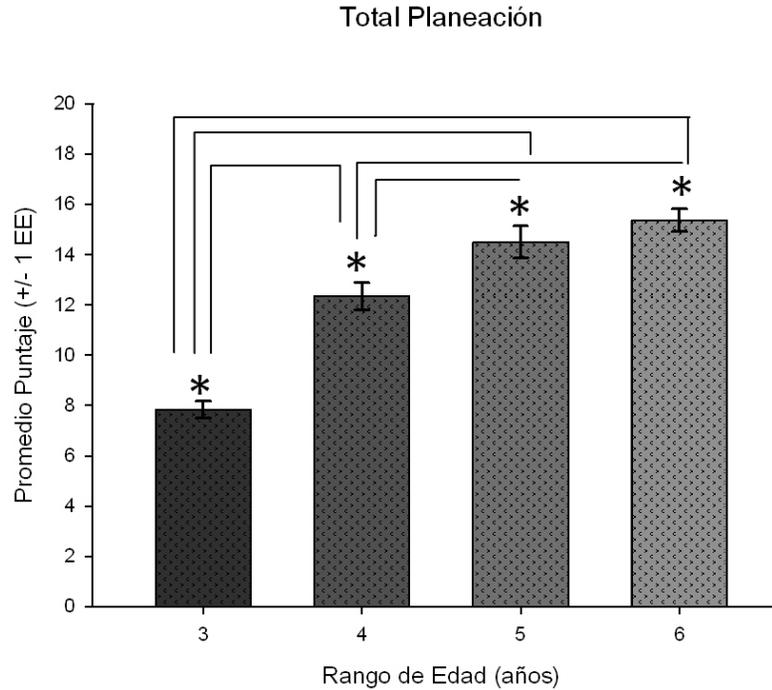


Figura 45. Gráfica del promedio del puntaje total de Planeación, por cada grupo de edad. Las diferencias estadísticamente significativas se indican mediante el asterisco (* $p \leq 0.05$).

Mediante el análisis de la diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey, es posible clasificar a los grupos, en 3 subgrupos, de acuerdo al parecido existente entre sus medias. Así, en el subgrupo 1, están incluidos el grupo de 3 años. En el subgrupo 2, está incluido el grupo de 4 años y en el tercer subgrupo se incluyen los grupos de 5 y 6 años; cuyas medias no difieren significativamente (tabla 28).

Tabla 28. Tabla de subgrupos homogéneos, según el promedio de puntaje en el Total de Planeación a partir del procedimiento HSD de Tukey

Grupo	Subgrupos		
	1	2	3
	X	X	X
3 años	7.68		
4 años		11.78	
5 años			13.12
6 años			13.84

Nota: Clasificación de los grupos basada en el grado de parecido existente entre sus medias.

III. Estructura de las FE y sus efectos directos.

Para evaluar la estructura de las FE y sus efectos directos se utilizó un Modelo de Ecuaciones Estructurales (análisis confirmatorio y análisis de senderos).

a. Análisis Factorial Confirmatorio

Para especificar el grado en que los dos componentes (memoria de trabajo e inhibición) son unitarios o separables, se utilizó el análisis factorial confirmatorio (Figura 48).

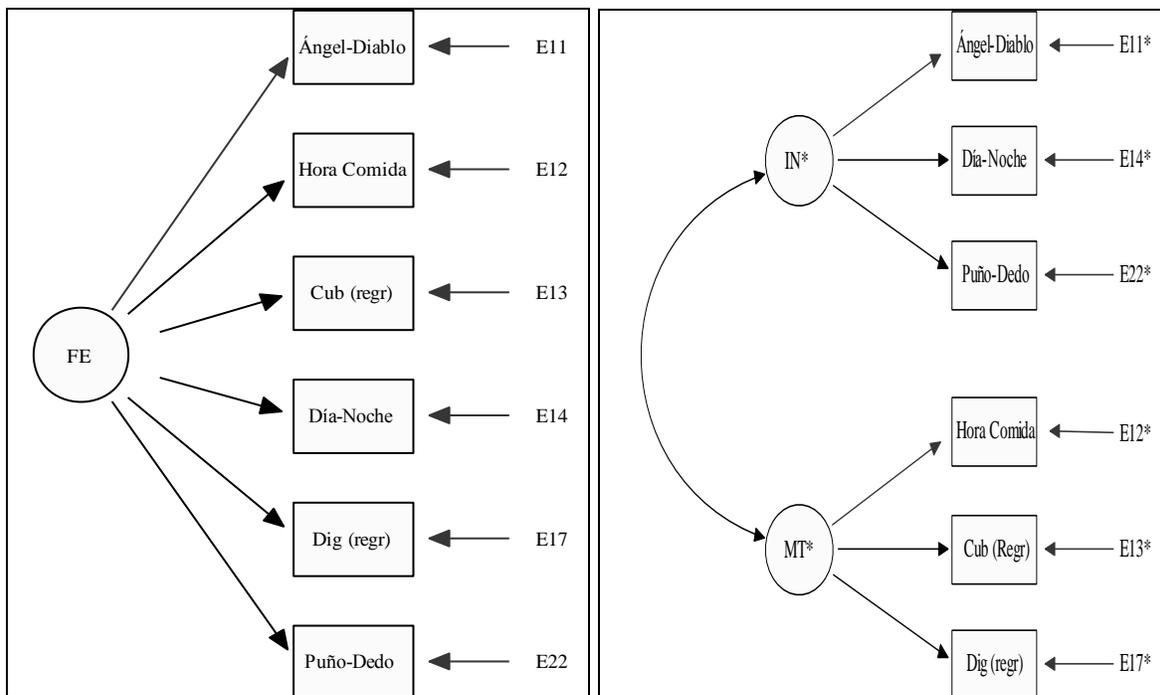


Figura 46. Se ilustra los modelos para el análisis factorial confirmatorio. A) Modelo de un factor B) Modelo de dos Factores. Los círculos en la figura representan las dos variables latente (memoria de trabajo e inhibición), mientras que los rectángulos representan las variables manifiestas (es decir, las tareas individuales) que fueron utilizados para evaluar las funciones específicas, como se indica en la recta, encabezados por una sola flecha. Las flechas curvas de doble punta representan las correlaciones entre las variables latentes. FE: funciones ejecutivas; IN: inhibición; MT: memoria de trabajo.

El ajuste de los modelos, se evaluó mediante varias pruebas estadísticas (tabla 29): χ^2 , RMSEA y CFI.

Tabla 29. Pruebas de Ajuste de los dos modelos probados

Modelo	χ^2	p	CFI	RMSEA
1 factor	6.17	0.63	1.00	0.00
2 factores	27.48	0.00	0.89	0.13

χ^2 (Chi-cuadrada), RMSEA (raíz del error cuadrado de aproximación), CFI (índice de ajuste comparativo). Valores inferiores de RMSEA a 0,06 y los índices CFI entre 0,95 y 1,00 indican buen ajuste.

El modelo que más se ajustó, fue el de dos factores (figura 47).

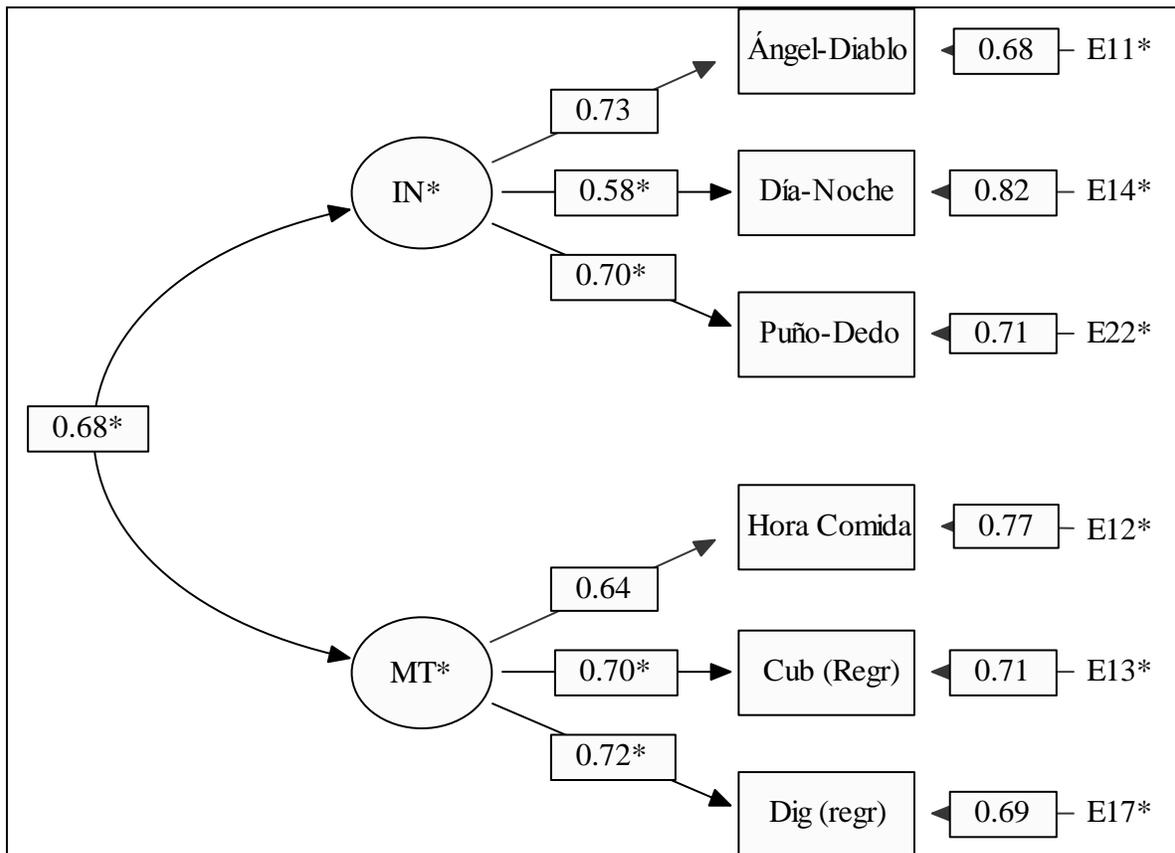


Figura 47. Modelo de 2 factores que mejor probó su ajuste. Los círculos en la figura representan las dos variables latente (memoria de trabajo e inhibición), mientras que los rectángulos representan las variables manifiestas (es decir, las tareas individuales) que fueron utilizados para evaluar las funciones específicas, como se indica en la recta, encabezados por una sola flecha. Las flechas curvas de doble punta representan las correlaciones entre las variables latentes. IN: inhibición; MT: memoria de trabajo.

b. Análisis de senderos

Para el tercer objetivo, se probaron una serie de modelos de análisis de senderos (figura 48), para examinar cómo cada uno de los componentes (memoria de trabajo e inhibición) contribuye al rendimiento de componentes más complejos (planeación y flexibilidad mental)

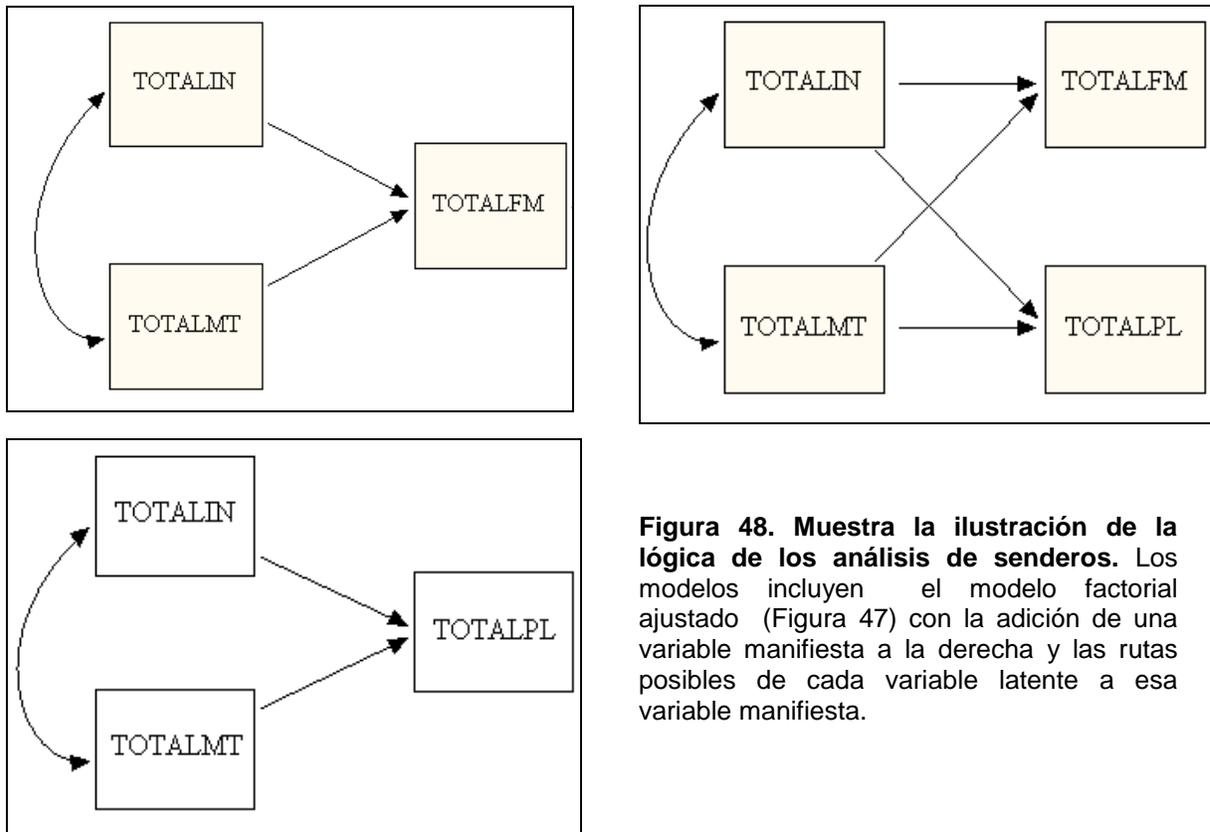


Figura 48. Muestra la ilustración de la lógica de los análisis de senderos. Los modelos incluyen el modelo factorial ajustado (Figura 47) con la adición de una variable manifiesta a la derecha y las rutas posibles de cada variable latente a esa variable manifiesta.

Mediante la realización de análisis de senderos y la comparación de diferentes modelos alternativos (modelos con tres rutas y dos rutas), se trató de determinar cuál es la manera en que realmente es necesario ajustar los datos, o que ruta se puede eliminar sin perjudicar significativamente los datos globales.

Para evaluar el mejor ajuste de los modelos (tabla 30) se evaluó el valor de χ^2 , el valor RMSEA y el índice CFI.

Tabla 29. Pruebas de Ajuste de los dos modelos probados

Modelo	χ^2	p	CFI	RMSEA
A	0.00	1.00	-9.00	-9.00
B	0.00	1.00	-9.00	-9.00
C	0.06	0.80	1.00	0.00

χ^2 (Chi-cuadrada), RMSEA (raíz del error cuadrado de aproximación), CFI (índice de ajuste comparativo). Valores inferiores de RMSEA a 0,06 y los índices CFI entre 0,95 y 1,00 indican buen ajuste.

El modelo que mejor se ajustó fue el modelo C (figura 49).

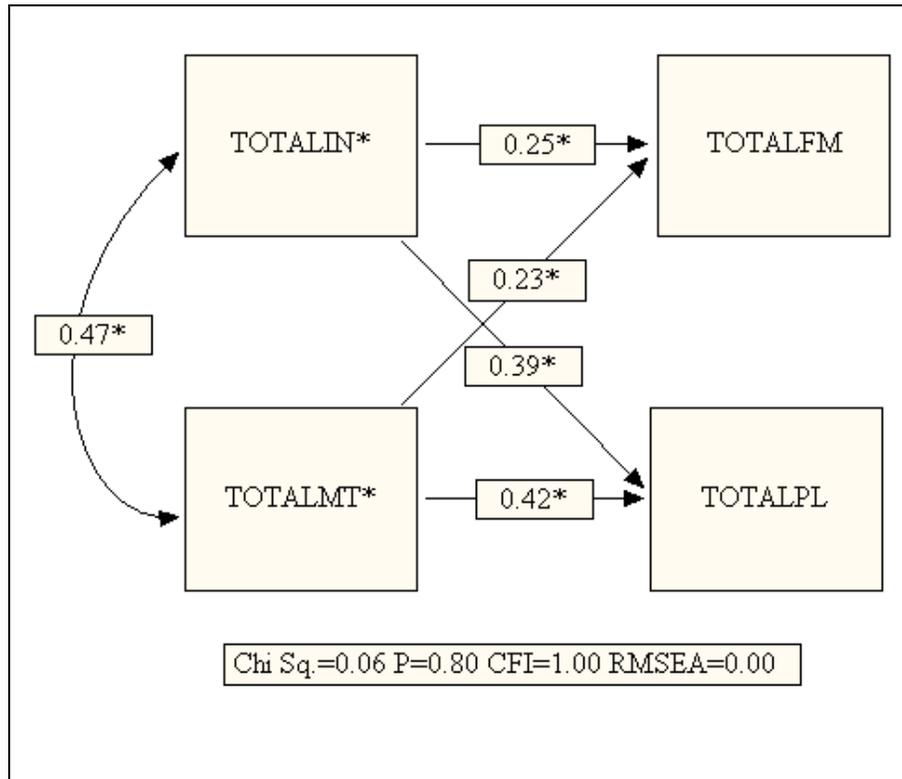


Figura 49. Modelo de senderos que mejor probó su ajuste. TOTALMT (memoria de trabajo); TOTALINH (inhibición); TOTALPLA (planeación); TOTALFM (flexibilidad mental).

Capítulo VII. Discusión

La edad preescolar es un periodo crítico de transición y de rápidos cambios en habilidades de FE (Carlson, 2005; Espy et al., 1999; Wiebe, Sheffield, Mize, Clarck, Chevalien & Espy, 2011), que como se ha descrito, se relacionan con la maduración de estructuras prefrontales (Diamond & Kirkham, 2005; Huttenlocher & Dabholkar, 1997).

Su estudio, ha girado entorno a tres objetivos principales (Best, 2009), la identificación de las trayectorias de distintos componentes, su estructura y relación entre sus componentes.

A pesar de las aproximaciones recientes por tratar de Identificar las trayectorias en el desarrollo de distintos componentes de las FE, aún es imposible reconocer trayectorias completas. Los hallazgos referentes a la estructura de FE en edad preescolar, son pocos (Hugues, et al., 2010; Wiebe, et al., 2008) para extraer el aspecto que pueden compartir las FE en la edad preescolar, para analizar cómo se relacionan estos componentes.

Por lo que el objetivo de esta tesis fue identificar las trayectorias en el desarrollo preescolar de distintos componentes de FE, incluyendo inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad, planeación, procesamiento riesgo-beneficio, abstracción.

A continuación se presentan los hallazgos en cada uno de estos componentes:

I. Trayectorias de Desarrollo

a. Inhibición

A partir de los hallazgos de esta tesis fue posible detectar un incremento rápido en la ejecución de tareas que evalúan inhibición, caracterizado por un incremento en el número de aciertos, asociados a la edad. Que se relacionan con la maduración de las CPF medial y dorsolateral (Cassey et al. 1997; Durston et al, 2006).

También fue posible identificar las diferencias en el desarrollo dependiente de la tarea utilizada (puño-dedo, stroop ángel-diablo y stroop día-noche).

La ejecución incrementa en las tareas Stroop Día-Noche y Puño-Dedo hasta los 4 años de edad, y posteriormente se mantienen sin diferencias significativas hasta los 6 años de edad. Estos datos coinciden con los hallazgos de Carlson y Moses, (2001); Klenberg et al., (2001) y Sabbagh et al,(2006). Mientras que en la tarea Stroop Ángel-Diablo, se encontró un incremento continuo y significativo de los 3 a los 4, y de los 4 a los 5 años. Los logros alcanzados a los 5 años de edad no difieren significativamente de los logros a los 6 años, estos hallazgos coinciden con los de Gestard et al. (2001).

Estas diferencias en los logros en tareas de inhibición, indican diferentes demandas cognitivas (Best & Miller, 2010), algunos autores argumentan que las tarea puño-dedo, se diferencia de las tareas Stroop Día-Noche y Stroop Ángel-Diablo en que las dos últimas no son medidas puras de inhibición (Lacoboni &

Dapretto, 2006; Simpson & Riggs, 2005), pues también requieren una cantidad mínima de memoria de trabajo.

Es posible reconocer progresos en tareas de inhibición y en tareas que demandan inhibición y memoria de trabajo en la edad preescolar (Carlson, 2005; Gerstadt et al, 1994), dichos progresos se caracterizan por un aumento en la eficiencia para anular respuestas dominantes y se diferencian de la edad escolar, en donde las mejoras implican un aumento cuantitativo en la precisión (Romine & Reynolds, 2005; Rueda et al, 2004).

Dichos resultados se relacionan con los hallazgos en estudios de neuroimagen, (como la resonancia magnética funcional), los cuales documentan la eficiencia creciente del SNC y una mayor integración de la CPF, reflejadas en la respuesta neural subyacente a las respuesta de inhibición (Casey et al., 1997).

Casey et al (1997), observaron incrementos en el volumen de activación en los niños durante la condición *no-go*, en la parte dorsal y lateral CPF. Por otra parte, Durston et al., (2006) informó que la activación en la CPF aumentó entre las edades de 9 a 11 años, particularmente en regiones ventrales y esta se correlacionó con el desempeño de tareas de inhibición, mientras que la actividad dorsolateral disminuyó con la edad. Ambos autores Casey et al., (1997) y Durston et al., (2006) sugieren que el incremento de la activación en los niños pueden corresponder a ineficiencia en el mecanismo de la inhibición ya que el desarrollo neuronal se caracteriza por el aumento de localización de la actividad de regiones del cerebro directamente relacionado con la respuesta de

comportamiento y disminución de la actividad en regiones del cerebro complementarios.

b. Memoria de Trabajo

Al igual que la inhibición, la investigación sobre las trayectorias de memoria de trabajo, ha resultado complicado por las características de las diferentes tareas de evaluación. Estas van desde tareas específicas que sólo involucran el mantenimiento de la información (por ejemplo: dígitos en progresión, recordar patrones visuales) hasta tareas complejas que requieren el mantenimiento y manipulación de la información (ejemplo: cubos en progresión).

Mediante los resultados en esta tesis, fue posible identificar, logros en la ejecución en tareas de memoria de trabajo en la edad preescolar al igual que en previas investigaciones (Carlson et al., 2005; Davidson et al., 2006; Penenquin et al., 2010), a diferencia de otros autores que proponían un desempeño estático en esta etapa (Luciana & Nelson; 1998).

Previamente se ha descrito, que las mejoras observadas en memoria de trabajo, se asocian a la complejidad y demandas de las diferentes tareas (Luciana et al., 2005). Es decir ante tareas de *dígitos en regresión* se observa un incremento continuo y significativo de los 4 a los 5 años, que permanece estable hasta los 6. Mientras que en las tareas *cubos en regresión y hora de la comida* (memoria de trabajo visoespacial), los incrementos significativos se presentan de 3 a los 5 años y de los 5 a los 6, en donde la ejecución entre los niños de 3 y 4 años no difiere, ni la ejecución de los de 5 y 6.

Estos cambios sugieren un red funcional especializada en memoria de trabajo (Klingberg, Forsberg & Westerberg, 2002), que sugieren el desarrollo gradual de habilidades relacionadas con el mantenimiento y manipulación de la información auditivo-verbal y visoespacial. Scherf, Sweeney y Luna (2006) reportaron dos cambios cualitativos (ubicación de la activación cerebral) y los cambios cuantitativos (cantidad de activación) ante la ejecución de una tarea de memoria de trabajo visoespacial, que en la niñez, se caracterizaba por ser mayor en regiones ventromediales, y en la adolescencia por un desplazamiento a la región dorsolateral derecha y en la edad adulta, la actividad fue más específica a la región dorsolateral izquierda y disminución de la activación de la CPF dorsolateral derecha.

c. Flexibilidad Mental

Los hallazgos en estas tesis sugieren que la trayectoria de procesos de flexibilidad mental, mejoran con la edad (Anderson, 2002; Cepeda, Kramer, & González de Sather, 2001; Crone, 2007; Crone et al., 2006; Garon et al, 2008;. Somsen, 2007). Las mejoras igual que en los procesos anteriores también son dependientes de la demanda y complejidad de la tarea.

En la tarea de *Categorización A*, se observó un número continuo en el número de aciertos, por efecto de la edad. Se reconoció además que las medias de los grupos de 3, 4 y 5 difieren significativamente, no así las medias de los grupos de 5 y 6 años de edad. Por otro lado en la tarea de *Categorización B* se nota un incremento significativo de los 4 a los 5 años de edad, y no se observan

diferencias entre los grupos de 3 y 4 años de edad, ni entre los grupos de 5 y 6 años. Mediante la tarea de *Cajones* no se encontraron diferencias asociadas a la edad, por lo que se sugiere que la tarea de Cajones no resulta una prueba sensible en la evaluación de procesos de flexibilidad mental en la edad preescolar.

Las diferencias en la ejecución de los niños en edad preescolar, ante las tareas de Categorización A y B, puede relacionarse, con la habilidad para cambiar con éxito entre dos conjuntos cuando las reglas son brindadas (Categorización A) ó no (Categorización B), ya que requieren de diferente grado de procesamiento (Hughes, 1998),

Diversos autores han identificado que las mejoras en el desarrollo de flexibilidad mental, ante tareas similares de Categorización A, se relacionan con la interacción entre memoria de trabajo e inhibición (Zelazo, 1996; Carlson & Moses, 2001; Renni et al., 2004, Diamond et al. 2005; Dobbins & Jolles, 2006) pues requieren que los niños mantengan la información e inhiban la regla de clasificación anterior.

Mientras que la complejidad ante tareas similares a la de Categorización B, aumenta, pues requiere que además de que los niños mantengan la información e inhiban las respuestas, deduzcan la regla correcta en ese momento, y respondan en consecuencia. Es decir además de requerir el cambio entre una tarea y otra, requiere de la posibilidad de abstraer el criterio de clasificación (Zelazo & Bunge, 2006).

Estudios de resonancia magnética funcional demuestran la implicación de múltiples regiones de la CPF y otras regiones posteriores con tareas de flexibilidad

mental. Rubia et al. (2006) reportaron una mayor activación en el giro inferior frontal y parietal, el cíngulo anterior, y la CPFDL, también demostró que en la adolescencia el patrón de actividad disminuye en la CPFDL y aumenta en el cíngulo anterior, ante el cambio de un criterio a otro. Rubia et al (2006) relacionaron el aumento de la actividad en el cíngulo anterior como reflejo de maduración de los procesos de monitoreo de conflictos, mientras que el aumento de activación de la CPFDL, refleja una mayor especificidad neural, similar a la explicación ofrecida por Casey et al. (1997) con respecto a la activación ante tareas de inhibición.

d. Planeación

A partir de los resultados de esta tesis es posible reconocer que el incremento en las habilidades de planeación secuencial y visoespacial, siguen un curso progresivo con la edad (Atance & Jackson, 1999; Carlson, et al. 2004) a diferencia de los postulado por Luciana & Nelson (1998), quienes no encontraron diferencias en la ejecución entre niños de 4 y 8 años ante una tarea de planeación secuencial (TOL).

Fue posible reconocer que ante las tareas de *Laberintos* y en la tarea de *Cartero*, no se observan diferencias en la media de aciertos entre los niños de 3 y 4 años, pero si entre los grupos de 4 y 5, además las medias de los grupos de 5 y 6 resultan homogéneas.

Estas diferencias a su vez se relacionan con la interacción entre memoria de trabajo e inhibición (Zelazo, 1996; Carlson & Moses, 2001).

En cuanto a los cambios cerebrales relacionados con el desarrollo de habilidades de planeación, estos se han caracterizan por aumentos en la organización de la materia blanca en regiones de la CPFDL (Luciana, et al. 2007).

e. Procesamiento Riesgo-Beneficio

El procesamiento riesgo-beneficio, siguió un aumento lineal y los datos concuerdan con los hallazgos de otros estudios (Atance & Jackson; 2009; Carlson & Moses, 2001; Kerr & Zelazo, 2004; Klenberg, Korkman, Latí; 2001, Liberman et al. 2007; Zelazo et al. 2002), en donde, ante tareas de menor complejidad como la tarea “demora del regalo” los niños de 3 años , prefieren el regalo inmediato (aunque menor) a diferencia de los mayores de 4 años, que prefieren el regalo demorado (que es mayor). Sin embargo estos datos no son consistentes ante la ejecución de la tarea de “juego de apuesta” en la que no se encuentran diferencias sobre la elección de cartas, de acuerdo a la edad (Garon & More, 2004). Esto probablemente se relaciona con las demandas solicitadas.

La dificultad en el juego de apuesta, puede deberse a que la tarea requiere de la abstracción, operación y formulación de dos reglas de alto nivel (Kerr & Zelazo, 2004). También se han sugerido otras posibilidades, por ejemplo Roll (1999) subraya la dificultad en la reinterpretación de reforzamiento de 2 valores. Es decir, la tarea del juego de apuesta, además de evaluar el procesamiento riesgo beneficio, demanda la representación de reglas de alto orden, por ejemplo *sí-entonces*, y *entonces logran* (Dibbets & Jolles, 2006). Adicionalmente, entre los

4 y 5 años los niños logran referir que cartas les daban más puntos, sin embargo no es posible observar cambios en su ejecución.

La detección de condiciones de riesgo se ha relacionado con la activación de la región ventromedial (Bechara, Damasio & Damasio, 2000) así como con la maduración de esta región (Zelazo & Müller, 2002).

f. Abstracción

Los hallazgos de esta tesis sugieren cambios progresivos en los niveles de abstracción en la edad preescolar, logrando identificar progresos significativos de los 3 a los 5 años que se mantienen hasta los seis años.

Estos hallazgos apoyan la teoría de Control y Complejidad Cognitiva (Zelazo & Frye, 1998). Desde esta perspectiva, los cambios relacionados con la edad también dependen del nivel de complejidad de reglas que los niños logran formular. El uso de normas explícitas se desarrolla gradualmente a lo largo de la infancia. (Bunge & Zelazo, 2006). Cuando los niños crecen, suelen ser cada vez más expertos en la utilización reglas explícitas para resolver problemas. Los hallazgos en el desarrollo, sugieren que los niños, primero adquirieren la capacidad de utilizar una sola regla, después la posibilidad de cambiar de forma flexible entre dos normas, y luego la posibilidad de cambiar de forma flexible entre dos pares de normas incompatibles (Zelazo, et al. 2003).

Pero a pesar de que a los 3 años los preescolares ya pueden representar un par de reglas consecutivas, tienen dificultad para cambiar entre dos reglas, como por

ejemplo en la tarea de *Categorización B*, que requiere mantener las reglas y cambiar entre estas (Bunge & Zelazo, 2006).

Entre los 4 y 5 años los niños logran *cambiar entre una regla y otra, así como* representar reglas de alto orden por ejemplo *sí- entonces, y entonces logran* (Dibbets & Jolles, 2006), son capaces de indicar que cartas les daban más puntos en el juego de apuesta. Sin embargo, no fue posible observar cambios en su ejecución en la edad preescolar.

Los hallazgos descritos en esta tesis son apoyados por las evidencias que indican que reglas de primer nivel incrementan dramáticamente durante los 3 primeros años, y se ha relacionado con los cambios en la COF, mientras que los aumentos en las reglas 2° y 3° nivel, muestran cambios rápidos entre los 2 y 5 años que reflejan la maduración de regiones dorsolaterales (Bunge & Zelazo, 2006).

II. Estructura de las FE

Aunque la estructura de las FE refleja tanto unidad como diversidad aplicables desde la edad escolar hasta la etapa adulta (Anderson et al., 2001; Bull y Scerif, 2001; Huiziniga et al., 2006; Lehto, et al., 2003; Miyake et al., 2000; St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006), se sugiere que en la etapa preescolar, la estructura de las FE, puede ser descrita por un solo factor (Hughes, et al., 2008; Wiebe, et al., 2008), que incluye al menos 2 componentes (memoria de trabajo e inhibición). El segundo objetivo de esta tesis fue evaluar en qué medida estos

dos componentes son unitarios o separables, para lo que se probaron dos análisis factoriales confirmatorios (un factor y dos factores).

A diferencia de revisiones anteriores en niños preescolares de 3 años (Wiebe, Espy, & Charak, 2008), nuestros resultados sugieren que las FE en la edad preescolar (incluyendo rangos de los 3 a los 6 años) no pueden considerarse un factor unitario pues incorpora al menos dos factores (memoria de trabajo e inhibición), para cada uno de las cuales se ha reconocido una trayectoria particular.

También encontramos que existen diferencias entre la población en edad escolar y adultos (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs & Catroppa, 2001; Asato, Sweeney, & Luna, 2006; Bull & Scerif, 2001; Hughes, 1998; Huizinga, Dolan & Van der Molen, 2006; Lehto, Juujärvi, Kooistra, & Pulkkinen, 2003; Miyake et al, 2000;. St. Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Se ha postulado que en los adultos es posible diferenciar al menos 4 factores dentro de las FE. Es decir aunque la estructura de las FE refleja tanto unidad como diversidad aplicable a partir de la niñez tardía hacia la adultez, se diferencia de la infancia temprana (Wiebe et al., 2008; Tucker-Drobb, 2009; Garon et al., 2008; Hugues, 2002). Estos hallazgos también sugieren que el grado de unidad e independencia de uno, dos, tres y cuatro componentes puede cambiar el desarrollo.

La unidad de los dos componentes en los 3 primeros años de vida (Wiebe et al., 2008) puede ser seguido por una independencia pero relación de los 3 a los 6

años, periodo en el que se coordinan, como lo sugieren los resultados de esta investigación.

III. Relación entre los componentes incluidos en las FE

A partir del estudio de la relación de los componentes incluidos en la estructura de las FE, se ha subrayado, la importancia de considerar múltiples niveles de los componentes de FE (Senn, et al. 2004). Componentes micro (memoria de trabajo e inhibición) y componentes macro (planeación y solución de problemas). Se ha resaltado el estudio de la implicación de componentes micro en los componentes macro, evidenciando la causalidad entre procesos de memoria de trabajo e inhibición en procesos de planeación y flexibilidad mental (Huiziga et al., 2006; Miyake et al., 2000; Senn, et al. 2004), sin embargo son poco los estudios desarrollados en la edad preescolar (Senn, et al. 2004). Por lo que el tercer objetivo de esta tesis fue evaluar en qué medida los componentes “micro” memoria de trabajo e inhibición, contribuyen al rendimiento de componentes “macro” planeación y flexibilidad mental. A partir del análisis de senderos fue posible reconocer que los logros en inhibición y memoria de trabajo, contribuyen a las mejoras en flexibilidad mental y planeación. Ya que demandan el mantenimiento y manipulación de la información y aspectos de inhibición (Garon et al., 2008).

La implicación de memoria de trabajo e inhibición en tareas de flexibilidad mental señalan que, para que los niños logren cambiar de un criterio a otro deben ser capaces de mantener una respuesta establecida (memoria de trabajo) y luego

ser capaces de inhibir la activación de una respuesta previa, para ejecutar una respuesta. Por otra parte, la implicación en habilidades de planeación, se relaciona con la demanda de mantener y manipular el número y localización de los elementos y con la posibilidad de inhibir la ruta más inmediata y realizar la más efectiva (Atance & Jackson, 2009; Carlson et al., 2004).

Conclusiones

El primer paso para entender el desarrollo de las FE en la edad preescolar, es tratando de reconocer su secuencia normal en el desarrollo (Anderson, 2002). Se ha reconocido que los diferentes componentes (memoria de trabajo, inhibición, flexibilidad mental, procesamiento riesgo-beneficio, abstracción), siguen una secuencia de desarrollo particular y las mejoras significativas en cada procesos, se presenta en distintos periodos.

Se ha encontrado una moderada relación entre los procesos de inhibición y memoria de trabajo, así como su separabilidad.

Se ha identificado que las mejoras en el desarrollo de las FE, se relacionan con la interacción entre memoria de trabajo e inhibición.

Las dificultades en tareas de flexibilidad mental y planeación se relacionan con las dificultades para mantener la información por un tiempo e inhibir respuestas dominantes.

La unidad estructural de las FE en edades muy tempranas, cambia a través del desarrollo, siendo cada vez más multifacética, que se relaciona con la maduración

e integración de diferentes regiones de la CPF. Estudios de neuroimagen reconocen que los niños presentan un patrón de actividad más difusa ante tareas de FE, y los adultos un patrón muchos más específico, sugiriendo que esta disminución indica un aumento de la eficiencia neural que se traducen en mejoras sutiles en la respuestas (caracterizadas por una mayor eficiencia y menor esfuerzo) .y la posibilidad de resolución de tareas de mayor complejidad.

Implicaciones

El primer paso para entender el desarrollo de las FE en la edad preescolar, es tratando de reconocer su secuencia normal en el desarrollo. Una forma de deducir la estructura de las FE, es su estudio en el desarrollo temprano y el uso de métodos estadísticos avanzados que permiten identificar la interrelación de sus distintos componentes.

El estudio en la edad preescolar permite identificar los inicios e cada componente, reconocer las mejoras significativas en las tareas que se producen en este periodo, reconocer las distintas trayectorias de cada componente y considerar los impedimentos como parte del proceso normal.

La identificación del desarrollo normal favorecerá la identificación del desarrollo patológico, y en este último beneficiaría la creación de intervenciones oportunas y eficaces, en niños con dificultades tempranas.

Referencias Bibliográficas

Anderson, P. (2002) Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82.

Anderson, V., Northam, E., Hendy, J., Wrennall, J. (2001). *Developmental Neuropsychology: a clinical approach*. Hove: Psychology Press.

Anderson, V., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R., Catroppa, C. (2001). Development of Executive Functions through late childhood and adolescence in an Australian Sample. *Developmental Neuropsychology*. 20 (1): 385-406.

Arnsten, A., Robbins, T. (2002) *Neurochemical modulation of prefrontal function in humans and animals*. En: Stuss, D., Knight, R. (eds) Principles of frontal lobe function. Oxford University, New York. 51–84.

Asato, M., Sweeney, J., Luna; B. (2006). Development and Psychopathology. *Cambridge University Press*. 20 : 1103-1132.

Atance, C., & Jackson., L. (2009) The development and coherence of future oriented behaviors during the preschool year. *Journal of Experimental Child Psychology*. 4: 379-391.

Baddeley, A. (1986). Working Memory. Oxford: Oxford University Press.

Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 49: 5-28.

Baddeley, A. D. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews: Neuroscience*. 4, 829-839.

Baddeley, A. (2002). Working Memory: Looking Back and Looking Forward. *Nature Reviews*. 4: 829-839.

Baker, S. C., Rogers, R. D., Owen, A. M., Frith, C. D., Dolan, R. J., Frackowiak, R. S., & Robbins, T.W. (1996). Neural systems engaged by planning: A PET study of the Tower of London task. *Neuropsychologia*. 34(6): 515-526.

Baker, K., Segalowitz, S., & Ferlisi, M. (2001). The effect of differing scoring methods for the Tower of London Task on developmental patterns of performance. *The Clinical Neuropsychologist*, 15, 309-313.

Bechara, A. (2000). The development of a card task known as 'the gambling task' *Cortex*. 10 (3): 295-307.

Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*. 10: 295-307.

- Best, J. & Miller, P. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*. 81: 1641–1660.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29: 180–200.
- Brocky, K., Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. *Developmental neuropsychology*. 26 (2), 571-593.
- Browne, M. & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. En: Bollen, K. A. & Long, J. S. (Eds.) *Testing Structural Equation Models*. pp. 136–162.
- Bull, R., Scerif, G. (2001) Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: inhibition, switching, and working memory. *Development Neuropsychology*. 19(3):273-93
- Bunge, S. , Zelazo, P. (2006). A brain-based account of the development of rule use in childhood. *Current Directions in Psychological Science*. 15(3): 118-121.
- Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*. 72: 1032–1053.
- Carlson, S., Moses, L., Claxton, L. (2004). Individual differences in executive functioning and theory of mind: An investigation of inhibitory control and planning ability. *Journal of Experimental Child Psychology*. 87: 299-319.
- Carlson, S.M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*. 28: 595–616.
- Carlson, S., Wang, T. (2007). Inhibitory control and emotion regulation in preschool children. *Cognitive Development*. 22: 489-510.
- Casey, B., Trainor R., Orendi, J., Schubert, A., Nystrom, L., Giedd, J., Castellanos, F. , Haxby, J., Noll, D., Cohen, J., Forman, S., Dahl, R., Rapoport, J. (1997). A developmental functional MRI study of prefrontal activation during performance of a go-nogo task. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 9: 835– 847.
- Casey, B., Giedd, J., Thomas, K. (2000). Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biological Psychology*. 54: 241-257.
- Cepeda, N. J., Kramer, A. F., & Gonzalez de Sather, J. C. M. (2001). Changes in executive control across the life span: Examination of task-switching performance. *Developmental Psychology*. 37: 715–730.
- Chambers, I., Colby, D., Robertson, G., Nichols, J., Lee, S., Tweedie, S., Smith, A. (2003). Functional Expression Cloning of Nanog, a Pluripotency Sustaining Factor in Embryonic Stem Cells. *Cell*. 113, 643-655

Chugani, H. (1998). Biological basis of emotions: Brain systems and brain development. *Pediatrics* 102:1225-1229.

Corsi, P. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. Dissertation. *Abstracts International*. 34, 819. University Microfilms

Crone, E., Wendelken, C., Donohue, S., Bunge, S. (2006) Neural evidence for dissociable components of task-switching. *Cerebral Cortex*. 16: 475– 486.

Damasio, A. R. (1998). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. En L. Weiskrantz (Ed.), *The prefrontal cortex: executive and cognitive functions*. Nueva York: Oxford University Press.

Damasio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A., Damasio, A. (1994). The return of Phineas Gage: The skull of a famous patient yields clues about the brain. *Science*. 264: 1102 -1105.

Davidson. M., Amso, D., Crues, L., Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and Executive Functions, from manipulations of memory, inhibition and task switching. *Neuropsychologia*. 44: 2037-2078.

De Luca, C., Wood, S., Anderson, V., Buchanan, J., Proffitt, T., Mahony, K., Pantelis, C. (2003). Normative data from the CANTAB I: development of executive functions over the lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*. 25 (2): 242-254.

Diamond et al. 2004. Genetic and neurochemical modulation of prefrontal cognitive functions in children. *American Journal of Psychiatry*. 161: 125-132

Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. En: E. Bialystok & F. Craik (eds.). *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change*. New York. Oxford University Press. 70-95

Diamond, A., Kirkham, N. (2005). Not quite as grown-up as we like to think: Parallels between cognition in childhood and adulthood. *Psychological Science*. 16: 291–297.

Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. En: Stuss, D., Knight, R. (Eds.), *Principles of frontal lobe function*. New York: Oxford. 466-503.

Diamond, A., Carlson, S., Beck, D. (2005). Preschool Children's performance in task switching on the Dimensional Change Card Sort Task: Separating dimensions aids the ability to switch. *Developmental Neuropsychology*, 28, 689-729.

Diamond, A., Kirkham, N., & Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology*. 38: 352-362.

Dibbets y Jolles, 2006 The Switch Task for Children: Measuring mental flexibility in young children

Elliot, R., Dolan, R., Frith, C. (2000). Dissociable functions in the medial and lateral orbitofrontal cortex: Evidence from human neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*. 10: 308-317.

Espy, K. (1997). The shape school: Assessing executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*. 13, 495-499.

Espy, K. (2004). Using developmental, cognitive, and neuroscience approaches to understand executive control in young children. *Developmental Neuropsychology*. 26:379–384.

Espy, K. (1997). The structure of executive function in 3-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*. 108: 436-452

Espy, K., Kaufmann, P., Glisky, M., & Mc Diarmid, M. D. (2001). New procedures to assess executive functions in preschool children. *The Clinical Neuropsychologist*. 15: 46–58.

Feuchtwanger, E. 1923. Die Funktion des Stirnhirns: Ihre Pathologie und Psychologie. *Springer*.

Flores, J. (2006). Neuropsicología de Lóbulos Frontales. México. Colección Juan Manzur Ocaña.

Flores, J. (2007). Desarrollo Neuropsicológico de funciones frontales y ejecutivas de 6 a 30 años. *Tesis de Doctorado*. UNAM. Facultad de Psicología.

Fuster, J. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*. 31; 373-385

Garon, N., Bryson, S.E., & Smith, I.M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*. 134(1), 31-60.

Gerstadt, C.L., Hong, Y.J., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: performance of children 3.5-7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition*. 53, 129-153.

Golberg, E. (2002). *The Executive Brain: Frontal Lobes and the Civilized Mind*. New York: Oxford University Press.

Goldstein, K. (1944). The mental changes due of frontal lobe damage. *Journal of Psychology*, 17: 187-203.

Gopnick y Astington, (1988). Children's understanding of representational change and its relation to the understanding of false belief and the appearance-reality distinction. *Child Development*, 59, 26-37.

Gopnik, (1993) The psychopsychology of the fringe. *Commentary in Consciousness and Cognition*, 2, 109-113.

Harlow, J. (1848). Passage of Iron Rod Through the Head. *J En Neylan, T. (1999). Frontal Lobe Function: Mr. Phineas Cage's Famous Injury. Neuropsychiatry Clinical Neurosciense*. 11:2.

Hughes y Graham, 2002; Measuring Executive Functions in Childhood: Problems and Solutions. *Child & Adolescent Mental Health*, 7, 131-142.

Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, 16, 233–253.

Huizinga, Dolan, y van der Molen, 2006; Neural basis of executive function development during childhood and adolescence. A review. *Rev. chil. neuropsicol.* 5(3): 176-184

Hunter, S., Donders, J. (2007). *Pediatric neuropsychological intervention: A critical review of science and practice*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Huttenlocher, p. (1979). Synaptic density in human frontal cortex developmental changes and effects of aging. *Brain Research*. 163 (2): 195-205.

Huttenlocher, P. (1994). Synaptogenesis, synaptic elimination and neural plasticity in human cerebral cortex. En: Nelson, C. (Eds). *Threats to optimal development: integrating biological, psychological, and social risk factors*. Hillsdales: Erlbaum. 35-54.

Jackson, L., & Atance, C. (2009). Future thinking in children with autism spectrum disorders", *Journal on Developmental Disabilities*. 40: 40-45

Kerr y Zelazo, 2004 Development of "hot" executive function: The Children's Gambling Task. *Brain and Cognition*, 55, 148-157.

Kimura, D. (2004) Human sex differences in cognition fact, no predicament. *Sexualities, Evolution and Gender*. 6: 45-53

Klenberg, 2001) An Examination of Developmental Trajectories for Attention Skills in Children

Klimkeit, E. I., Mattingley, J. B., Sheppard, D. M., Farrow, M., & Bradshaw, J. L. (2004). Examining the development of attention and executive functions in children with a novel paradigm. *Child Neuropsychology*, 10, 201–211

Klingberg, Forsberg, y Westerberg, 2002). Training of Working Memory in Children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(6): 781-791.

Kochanska, G. (2002). Committed compliance, moral self, and internalization: A mediational model. *Developmental Psychology*. 38(3), 339–351.

Lamm, C., Zelazo, P. D., & Lewis, M. D. (2006). Neural correlates of cognitive control in childhood and adolescence: Disentangling the contributions of age and executive function. *Neuropsychologia*, 44, 2139–2148.

Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21, 59–80.

Lezak, M. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17, 281–297.

Lezak, M. (2004). *Neuropsychological Assessment* (4th ed.). New York: Oxford University Press.

Luciana, M., Conklin, H. M., Hooper, C. J., & Yarger, R. S. (2005). The development of nonverbal WM and executive control processes in adolescents. *Child Development*, 76, 697–712.

Luciana, M., & Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided WM systems in four- to eight-year-old children. *Neuropsychologia*, 36, 273–293.

Luciana, M., & Nelson, C. A. (2002). Assessment of neuropsychological function through use of the Cambridge neuropsychological testing automated battery: Performance in 4- to 12-year-old children. *Developmental Neuropsychology*, 22, 595–624.

Luciana, M., Schissel, A. M., Collins, P. F., & Lim, K. O. (2007, April). The adolescent development of planning skills as assessed by the tower of London task: Behavioral and brain correlates. Poster presented at the meeting of the Society for Research in Child Development, Boston.

Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A., Lazar, N. A., & Sweeney, J. A. (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development, 75*, 1357–1372.

Luria, A. (1966). *Las Funciones Corticales Superiores del Hombre*. México. Fontamara.

Masterman, D., Cummings, J. (1997). Frontal-subcortical circuits: The anatomic basis of executive, social and motivated behaviors. *Journal of Psychopharmacology, 11*(2), 107–114.

Miller, B. (2007) *The human Frontal Lobes an Introduction*. En Miller, B. & Cummings, F. (2007) *The Human Frontal Lobes*. USA. Oxford University Press.

Miller, E. (2001). An Integrative Theory of Prefrontal Cortex Function. *Annu. Rev. Neurosci. 24*: 167:2002.

Mischel, W., & Ebbesen, E. (1970). Attention in delay of gratification. *Journal of Personality and Social Psychology. 16*(2), 329-337.

Miyake, A. Friedman, N. Emerson, M., Witzki, Howerter, Wager, T. (2000). The unity and diversity of Executive Functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” task: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*: 49-100.

Nagy, Z., Westerberg, H., & Klingberg, T. (2004). Maturation of white matter is associated with the development of cognitive functions during childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience, 16*, 1227–1233.

Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin, 126*, 220–246.

Norman, D. A. and Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In Davidson, R. J., Schwartz, G. E., and Shapiro, D., editors, *Consciousness and Self-Regulation: Advances in Research and Theory*. Plenum Press.

Paterson, S., Heim, S., Friedman, J., Choudhury, N., Benasich, A. (2006). Development of structure and function in the infant brain: Implications for cognition, language and social behavior. *Neuroscience Biobehaviour Review. 30*(8):1087-1105.

Paus, T., Collins, D., Evans, A., Leonard, G., Pike, B., Zijdenbos, A. (2001). Maturation of white matter in the human brain: a review of magnetic resonance studies, *Brain Research. 54* (3): 255- 266.

Posner, M., Dehaene, S. (1994). Attentional networks. *Trends in Neuroscience, 17*, 75-79.

Robbins, T. (1998). Dissociating executive functions of the prefrontal cortex. En: Roberts, A., Robbins, T., Weiskrants, I., (Eds). *The prefrontal cortex*. London. Oxford University Press. 117-130

Romine, C. B., & Reynolds, C. R. (2005). A model of the development of frontal lobe function: Findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology*, 12, 190–201.

Rubia, K., Smith, A. B., Woolley, J., Nosarti, C., Heyman, I., Taylor, E., et al (2006). Progressive increase of frontostriatal brain activation from childhood to adulthood during event-related tasks of cognitive control. *Human Brain Mapping*, 27, 973–993.

Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruder, D. B., Lercari, L. P., et al (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, 42, 1029–1040.

Ruff, R., Allen, C., Farrow, C. (1994). Figural fluency impairment in patients with left versus right frontal lobes lesions. *Archives for clinical neuropsychology*. 9: 41-55.

Sabbagh, M. A., Xu, F., Carlson, S. M., Moses, L. J., & Lee, K. (2006). The development of executive functioning and theory of mind: A comparison of Chinese and US preschoolers. *Psychological Science*, 17(7), 4–81.

Scherf, K. S., Sweeney, J. A., & Luna, B. (2006). Brain basis of developmental change in visuospatial WM. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 1045–1058.

Schwartz, B., Perfect, T. (2002). Introduction: Toward an applied metacognition. In T. J. Perfect & B. L. Schwartz (Eds.), *Applied metacognition*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Senn, T. E., Espy, K. A., & Kaufmann, P. M. (2004). Using path analysis to understand executive function organization in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26, 445–464.

D, Clasen L, Evans A, Rapoport JL, Giedd JN, Wise SP (2008) Neurodevelopmental trajectories of the human cerebral cortex. *Journal of Neuroscience*. 28:3586 –3594.

Simpson, A., & Riggs, K. J. (2005). Inhibitory and WM demands of the day–night task in children. *British Journal of Developmental Psychology*, 23, 471–486.

Somsen, R. J. M. (2007). The development of attention regulation in the Wisconsin card sorting task. *Developmental Science*, 10,664–680.

Sowell, E., Thompson, P., Leonard, C., Welcome, S., Kan, E., Toga, A. (2004). Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. *Journal of Neuroscience* .24: 8223–8231.

St. Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and WM. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 745–759.

Stuss D., Levine, B. (2002). Adult clinical neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes. *Annual Review of Psychology*, 53: 401-433.

Wechsler, D. (1981) Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale—Revised. Psychological Corporation, New York.

Wiebe, S. A., Espy, K. A., & Charak, D. (2008). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: I. Latent structure. *Developmental Psychology*, 44, 575–587.

Wiebe, S., Sheffield, T., Nelson, J., Clark, C., Chevalier, N., Espy, K. (2011). The structure of executive function in 3-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108 (3), 436-452.

Wood, A. G., & Smith, E. (2008). Pediatric neuroimaging studies: A window to neurocognitive development of the frontal lobes. In V. Anderson, R. Jacobs, & P. Anderson (Eds.), *Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective* New York.

Zelazo 1996 Towards a characterization of minimal consciousness. *New Ideas in Psychology*, 14, 63-80.

Zelazo (1998) Cognitive complexity and control: the development of executive function.

Zelazo et al. 2002), Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development*. Oxford: Blackwell.

Zelazo et al., 2003 The development of young children's action control and awareness. In J. Roessler, & N. Eilan (Eds.), *Agency and self-awareness: Issues in philosophy and psychology* Oxford: Oxford University Press.

Zelazo y Müller, 2002. The balance beam in the balance: Reflections on rules, relational complexity, and developmental processes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 458-465.

Zelazo, P., Müller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3).