



Artículo de investigación

Influencia del nacimiento prematuro en el desarrollo de funciones ejecutivas de niños en edad escolar

Influence of premature birth in the development of executive functions in children at a school age

Influência do nascimento prematuro no desenvolvimento das funções executivas das crianças em idade escolar

Jorge Alexander Ríos-Flórez^{1*}, Anny Novoa-Suaza² y Verónica Isabel Hernández-Henao²

1 Director del Grupo de Estudio e Investigación en Neurociencias Hippocampus, Colombia. Docente-Investigador, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.

2 Psicóloga-Investigadora, Miembro asociado Grupo de Estudio e Investigación en Neurociencias HIPPOCAMPUS, Colombia.

Resumen

El desarrollo de las funciones ejecutivas culmina con la mielinización cerebral, tal desarrollo va a depender de la estructuración cerebral al momento del nacimiento, en este aspecto se tomó en cuenta la edad gestacional del infante en el momento del parto; a fin de identificar su influencia en el desarrollo de estas funciones se realizó un estudio con un enfoque cuantitativo de diseño descriptivo-correlacional, con una selección de muestra por modelo no probabilístico y voluntario de 160 niños entre 6 y 10 años de edad, divididos en dos grupos, uno clínico, que cumplía los criterios de prematuridad expuestos por la OMS, y el otro corresponde a los respectivos pares de la muestra clínica. En los resultados se encontró que los prematuros presentan debilidad en los niveles básicos y complejos del proceso atencional y menos flexibilidad mental, sin presentar mayor compromiso en las estrategias de automonitoreo de la conducta. Al igual que un menor desempeño en relación al desarrollo ejecutivo de capacidades relacionadas con la organización y planeación.

Palabras clave: nacimiento prematuro, funciones ejecutivas, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, conducta

Abstract

The development of executive functions ends up with brain myelination, such development depends on the structure of the brain at the time of birth, this aspect takes into account the length of the pregnancy at the time of birth, in order to identify its influence in the development of these functions, we carried out a study using a quantitative approach with a descriptive-correlation design, with a sample selected using a voluntary non-probabilistic model with a 160 students between the ages of 6 and 10, divided in two groups: a clinical group under the criteria for premature birth established by the WHO and the other group was made up of peers. The results showed that premature children presented weaknesses in basic and complex attention processes and less mental flexibility without compromising self-monitoring behavior strategies. Likewise, there was a lower performance regarding the executive development in capacities related to organization and planification.

Keywords: premature birth, executive functions, cognitive flexibility, work memory, behavior

Resumo

O desenvolvimento das funções executivas culmina com a mielinização cerebral, tal desenvolvimento vai depender da estruturação cerebral ao momento do nascimento, neste aspecto, foi tomada em consideração a idade gestacional do infante no momento do parto; a fim de identificar a sua influência no desenvolvimento dessas funções foi realizado um estudo com uma abordagem quantitativa de design descritivo-de correlação, com uma seleção de amostra por modelo não probabilístico e voluntário de 160 crianças entre os 6 e 10 anos de idade, divididos em dois grupos, um clínico, que cumpre os critérios de prematuridade expostos pela OMS, e o outro no clínico que corresponde aos respectivos pares da amostra clínica. Nos resultados, descobriu-se que as crianças prematuras apresentam fraqueza nos níveis básicos e complexos do processo atenção e menos flexibilidade mental, sem apresentar maior empenho nas estratégias de automonitoramento da conduta. Tal como um menor desempenho em relação ao desenvolvimento executivo de capacidades relacionadas com a organização e planejamento.

Palavras-Chave: nascimento prematuro, funções executivas, flexibilidade cognitiva, memória de trabalho, conduta

Introducción

El nacimiento prematuro trae consigo una serie de dificultades en el desarrollo que podrían ocasionar secuelas a corto o largo plazo, entre estas dificultades se hallan las relacionadas con funciones cognitivas, donde se han encontrado falencias en los procesos de fluidez verbal, memoria de trabajo y

la flexibilidad mental (García et al., 2001; Ríos-Flórez, Marulanda, Ruiz-Piedrahita & Jiménez-Zuluaga, 2016), por ello, dicho tema ha tomado fuerza y relevancia en los últimos años. Por su parte, Hack, Klein y Taylor (1995), Marlow (2004), Thompson (2005) y Vohr et al. (2000), expusieron en sus diferentes textos, las posibles secuelas neurológicas que pueden presentar los niños prematuros teniendo en cuenta el periodo de gestación. Dentro de las

* Correspondencia: Dr. Jorge Alexander Ríos-Flórez. UFRN, Caixa Postal 1511 - Campus Universitario, 59078-970, Laboratorio de Morfología, Centro de Biotecnologías, Natal, RN – Brasil. E-mail: alexanderriosflorez@gmail.com.

secuelas cognitivas reportadas se encontraron alteraciones relacionadas con procesos de funciones ejecutivas, asociadas con el desarrollo y paulatino funcionamiento de los lóbulos frontales, siendo procesos neurocognitivos que poco abordaje de estudio han tenido en relación a variables asociadas a la condición de nacimiento.

El nacimiento prematuro o pretérmino es definido por la Organización Mundial de la Salud como aquel parto que se da antes de la semana 37 de gestación, es decir, menos de 259 días y con peso inferior a 2.500 gramos (Kinney, Howson, McDougall, & Lawn, 2012). Con base a esto, la prematuridad puede ser clasificada a partir del número de semanas de gestación del feto: a) Prematuro general: menos de 37 semanas, b) Prematuro tardío: de la semana 34 con 0/7 días a la semana 36 con 6/7 días, c) Muy prematuro: aquellos nacidos antes de las 32 semanas, d) Extremadamente prematuro: menores de 28 semanas (Palencia, 2009).

Los partos pretérmino constituyen alrededor del 75% de las muertes neonatales y aproximadamente el 50% de la morbilidad neonatal a largo plazo. En América Latina y en el Caribe nacen alrededor de 12 millones de niños y niñas, y cerca de 400.000 mueren antes del cumplimiento de su quinto año, 270.000 mueren durante el primer año de vida y 135.000 mueren por prematuridad. Cerca del 60% de los niños con prematuridad extrema presentan discapacidades a nivel neurológico, donde se ven comprometidos el lenguaje, el aprendizaje, la atención, entre otros (Huaroto-Palomino, Pauca-Huamancha, Polo-Alvarez, & Meza, 2013). Los partos pretérmino con un peso por debajo a 750 g tienen una mortalidad del 70% (Picard, Dotto & Breslau, 2000).

Los niños con un nacimiento pretérmino presentan un estado de inmadurez que puede afectar los distintos aparatos y sistemas del organismo, así como algunas características funcionales, de allí se pueden derivar complicaciones que pueden darse en un tiempo corto o prolongado (Narberhaus & Segarra, 2004). Dentro de estas características funcionales se pueden encontrar tres categorías principales: 1) Ejecutivas, que se encargan del establecimiento y anticipación de objetivos, además del diseño de estrategias y tácticas; 2) Administrativas, que permiten hacer una valoración de los medios con los que cuenta para lograr dicho objetivo y buscar las mejores vías de solución; 3) Distributivas, que distribuyen las tareas a las redes cerebrales implicadas en la solución de las tareas (Flórez, 2006). Evidencia de estas dificultades fue referida por Bosh en 2010, quien planteó a partir de su investigación, que en niños con antecedente de nacimiento prematuro y nacidos con peso extremadamente bajo, se evidenció que, a la edad de 5 años, aún cuando presentaron niveles de inteligencia dentro de la escala normal, mostraron alteraciones marcadas en sus funciones ejecutivas, lo cual puede propiciar dificultades en sus procesos de aprendizaje, como fue reportado por Ríos-Flórez y Cardona-Agudelo (2016).

Para mejorar la adaptación de los individuos a situaciones nuevas, es necesario la adecuada marcha de las funciones ejecutivas (Burgess, 2000). Éstas son funciones de un orden más elevado, que intervienen sobre habilidades más elementales como la atención, la memoria y las habilidades motoras (Ardila & Ostrosky, 2012; Lázaro & Ostrosky-Shejet, 2012). A este tipo de funciones también se les denomina “control ejecutivo”, y se encargan de la coordinación para la consecución de un objeto determinado, la regulación y la flexibilidad cognitiva (Sastre-Riba, 2009), la planificación, la selección de las respuestas y monitoreo de éstas (González & Ortega, 2005), así mismo, de la atención selectiva y el control inhibitorio (Bosh, 2010).

Las funciones ejecutivas han sido denominadas como un conjunto de habilidades cognoscitivas, emocionales y motivacionales que facilitan la regulación de la conducta (Lázaro & Shejet, 2013). De igual manera, cumplen un papel relevante para el proceso escolar (Melzter & Krishnan, 2007) y para el cumplimiento de objetivos en el ámbito laboral (Crépeau, Scherzer, Belleville, & Desmarais, 1997). Estos procesos son de alto nivel, buscando permitir y facilitar una mayor adaptabilidad de la persona al entorno, debido a que no en todos los casos se cuentan con rutinas aprendidas que faciliten la resolución de situaciones nuevas y complejas (Introzzi, Urquijo, & Richard's, 2012). Además, permiten desarrollar un pensamiento abstracto y son la función gerencial del cerebro, brindando dirección y orientación a éste, pues se encargan de coordinar y controlar las demás funciones cognitivas (Abascal & Romero, 2012).

Shallice (1982), considera a las funciones ejecutivas como el conjunto de procesos que abarcan ideas, movimientos y acciones simples, que posteriormente son ejecutados mediante conductas más avanzadas; éstas están relacionadas con la intencionalidad, el propósito y la toma de decisiones (Goldberg, 2001). Por otra parte, han sido categorizadas como funciones metacognitivas y funciones ejecutivas emocionales, pues hacen referencia a los procesos de abstracción, memoria de trabajo, constitución de conceptos, planeación y resolución de conflictos, además de la coordinación de la cognición y la emoción/motivación (Carlson & Wang, 2007).

Aún cuando la clasificación de las funciones ejecutivas varía entre autores, las habilidades fundamentales que las integran están relacionadas con la formulación de metas, anticipación, planificación, ejecución y autorregulación de la conducta (Sholberg & Mateer, 1989; Lezak, 1982). Durante varias décadas se han atribuido a los lóbulos frontales tales funciones, al igual que la consecución de los actos motores que permiten al individuo alcanzar un objetivo o meta; pero a partir de las profundizaciones realizadas en el tema, se ha replanteado la gran labor de estos en el control de otros procesos cognitivos (Tirapu-Ustárrroz & Luna-Lario, 2014). Así, estas estructuras cerebrales son las que toman más tiempo para lograr su desarrollo y evolución (Casey, McIntire & Leveno, 2001).

La corteza prefrontal ocupa casi una cuarta parte de la corteza cerebral y se ubica en las áreas lateral, medial e inferior del lóbulo frontal (García, Enseñat, Tirapú, & Roig, 2009). El córtex prefrontal se encuentra dividido en tres zonas, las cuales son determinantes para el control ejecutivo de la conducta: dorsolateral, orbitofrontal y frontomedial (Allegrí & Hariis, 2001; Estévez, García & Barraquer, 2000; González & Ortega, 2005). La sección dorsolateral, se encuentra relacionada con procesos cognitivos como la memoria de trabajo, la atención selectiva, la formación de conceptos y la flexibilidad (Tirapu, Muñoz, Pelegrin, & Albeniz, 2005). Por el contrario, la zona ventromedial está encargada de funciones como la inhibición, detección y resolución de problemas, la regulación de la conducta y los estados de motivación (Fuster, 2002). Finalmente, el área orbitofrontal es la encargada de la recepción de información del sistema límbico, amígdala e hipocampo (Kaufer & Lewis, 1999), y regula las emociones, las conductas afectivas y sociales, y la capacidad de tomar decisiones (Damasio, 1998; Carlson & Wang, 2007).

Durante los meses iniciales de vida comienza el desarrollo de las funciones ejecutivas, aunque presentan una variabilidad en cuanto a la edad y a la forma en las que éstas se dan (Miyake et al., 2000). Adicionalmente, poseen amplia relación con los procesos de maduración cerebral (Diamond, 2002). Luego, durante la niñez este proceso se da de manera avanzada y constante, y en algunos casos se da una disminución del ritmo de desarrollo de las funciones ejecutivas conforme van pasando los años (Diamond, 2002; Huizinga, Dolan & Van der Molen, 2006; Romine & Reynolds, 2005). Concretamente, a las edades de 4 y 18 años se den grandes avances en este desarrollo, sin embargo, el proceso continúa hasta la edad adulta (Diamond, 2002). En gran variedad de estudios realizados se ha llegado a la conclusión de que las funciones ejecutivas aparecen desde los 24 meses de edad (Carlson, 2005; Diamond, 2006). A los 4 o 5 años de edad los niños ya cuentan con la capacidad para inhibir conductas, esto gracias al proceso de maduración cerebral y a las reglas establecidas (Lázaro & Ostrosky-Shejet, 2012); de los 3 a los 7 años se hace presente la capacidad para retener información (Gerstad, Hong & Diamond, 1994); desde los 12 años se desarrolla la memoria de trabajo visoespacial (Luciana & Nelson, 2002) y la flexibilidad mental, mientras que a los 15 años se desarrolla la planeación secuencial (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs, & Catropa, 2001).

En relación al interés por indagar en la correlación del desarrollo de la función ejecutiva con la infancia, particularmente ante la condición de nacimiento prematuro, se ha encontrado que las diferencias no se dan exclusivamente en torno a la capacidad intelectual, sino también en el funcionamiento ejecutivo de los niños, debido a que existe vulnerabilidad en los circuitos prefrontales, principalmente dorsolaterales. De esta manera, las deficiencias cognitivas pueden ser de tipo atencional (Li, Olsen, Vestergaard, Obel, 2011), también podrían presentarse dificultades de memoria y procesamiento complejo de lenguaje, y de razonamiento no verbal (Charkaluk, Truffert, Fily, Ancel & Pierrat, 2010; Aarnoudse-Moens, Smidts, Oosterlaa, Duivenvoorden & Weiglas, 2009; Mulder, Pitchford & Marlow, 2010).

Gracias al estudio de neuroimágenes, autores como Moore et al. (2012), reportaron algunas dificultades que pueden presentar los niños extremadamente prematuros a nivel educativo, esto debido a que muestran deficiencias en cuanto a la memoria de trabajo, la función ejecutiva, las habilidades de percepción y viso-espaciales y el control adecuado de la atención. Por su parte, Ríos-Flórez, Villegas-Vanegas y Marín-Rivera (2016), en su estudio plantearon que los niños con antecedente de nacimiento prematuro presentan alteraciones en procesos de percepción visual y auditiva, así como viso-construccionales.

Los infantes prematuros muestran inconvenientes en la organización y planeación de secuencias, además, presentan una velocidad de procesamiento mucho menor que aquellos nacidos a término (Aarnoudse-Moens, Weiglas-Kuperus, Vangoudoover & Oosterlaan, 2009). De otro lado, Ares y Díaz (2014), concluyeron en su estudio que a los niños prematuros se les dificulta dar inicio a las actividades, pues poseen una flexibilidad más baja que aquellos nacidos a término. A su vez, la formación de las ideas nuevas,

las estrategias y la planeación, resolución de situaciones y la organización de la información se ven afectadas, además de procesos de control e inhibición del comportamiento.

Sastre-Riba (2009), realizó un estudio en el que participaron 35 niños de escuelas infantiles de Logroño, 25 de ellos nacidos a término y 10 niños nacidos prematuramente, esta investigación arrojó como resultados la presencia de diferencias significativas en lo referido a las perseveraciones y mantenimiento de la conducta. Adicional a esto, menciona el mejoramiento de las dificultades en los primeros años de vida, pero con alguna pequeña constante de disfunción.

De manera significativa, en la investigación de García et al. (2012), "Alteraciones Neuropsicológicas y Emocionales en Niños Prematuros de Muy Bajo Peso al Nacer", se realizó un estudio con 25 niños nacidos prematuramente, estos autores encontraron que la memoria también se ve afectada, al igual que la conducta como problema externalizante. Más aún, a la hora de evaluar memoria episódica verbal, memoria de trabajo, razonamiento y flexibilidad, se encontró que estos procesos, en los niños prematuros, difieren de los de niños nacidos a término y se encontraron discrepancias significativas ($d = 0.8$) en las tareas afines con el lenguaje, como comprensión y fluidez, también descritas por Ríos-Flórez et al. (2016).

Los referentes en la literatura dejan por sentado que no existe un consenso sobre la clasificación de los procesos cognitivos que hacen parte de las funciones ejecutivas, sin embargo, los procesos considerados ejecutivos dentro de las diferentes propuestas son similares entre sí pese a que se organicen y/o categoricen de forma diferente, y es aún más escasa la literatura científica que asocia estas funciones a condiciones clínicas particulares, como las relacionadas al nacimiento. Por ello, se hizo necesario formular una investigación que propendió por establecer las secuelas neuropsicológicas asociadas al desarrollo de las funciones ejecutivas en niños y niñas con antecedente de nacimiento prematuro y determinar la influencia de la edad cronológica al momento de la evaluación y las semanas de gestación, sobre esta actividad cerebral.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de diseño descriptivo-correlacional. Además, se seleccionó a la muestra por modelo no probabilístico y voluntario (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

Sujetos

La muestra del estudio estuvo conformada por 160 participantes, distribuidos en dos grupos, un grupo clínico con 80 niños y niñas en condición de nacimiento prematuro, cumpliendo con los criterios referidos por la OMS y con ausencia de alteraciones neuropsicológicas, mentales, clínicas o físicas, que interfirieran con el objeto de la investigación, y un grupo control de 80 participantes nacidos a término, en condición par al grupo clínico, principalmente para edad, escolaridad y género. Todos los niños y niñas se encontraban escolarizados entre los niveles 1ro y 5to de primaria; se tomaron cantidades equitativas de sujetos por cada nivel (encontrándose conformada esta muestra por sujetos nacidos entre la semana 26 y la 36 de gestación).

Instrumentos

El protocolo de evaluación utilizado estuvo conformado por diferentes subtest de la Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas-BANFE (Lázaro, Ostrosky, Lozano, 2012). Entre éstos se encuentran: Efecto Stroop, tanto Stroop A como Stroop B, Señalamiento autorigido, Torre de Hanoi, Fluidez verbal, Metamemoria, y Clasificación semántica. De igual manera, fue usado el Test de la Figura Compleja de Rey (Rey, 2009), Test de Clasificación de Tarjetas Wisconsin (Grant & Berg, 2001) y el Test de Semejanzas, perteneciente a la Escala de inteligencia de Wechsler para preescolar y primaria (Wechsler, 2001).

Procedimiento

El protocolo de evaluación diseñado se aplicó en tres sesiones de una hora, al inicio de cada una de ellas, se aplicaron test para evaluar el estado atencional y emocional, a modo de controlar las influencias que pudieran afectar el resultado de los test. Las actividades del protocolo se distribuyeron de modo tal que no interfirieran entre sí según las tareas requeridas y los procesos y habilidades evaluadas.

Consideraciones éticas

Los procedimientos realizados en la presente investigación se diseñaron de conformidad con las directrices estipuladas por el Ministerio de Salud Nacional de Colombia (Resolución No. 8,430 de 1993), sobre la investigación con participantes humanos y el nivel de riesgo que implica. Por lo tanto, el estudio se cataloga como RIESGO MÍNIMO, debido a que no puso en riesgo la integridad física o psicológica de los participantes.

De igual forma, la investigación se ajustó a las disposiciones estipuladas por el código ético y deontológico del Psicólogo (ley 1,090 del 2006) con relación a la protección de la identidad, buen nombre, participación voluntaria y fines estrictamente académico-investigativos de los resultados de investigación. Así, la presente investigación se realizó bajo la aprobación de los participantes y su acudiente a través del consentimiento informado, previo a la realización del procedimiento de aplicación. Por tanto, se diligenció el consentimiento informado firmado por cada participante y su representante legal. Para lo anterior, se les explicó en qué consistía el procedimiento y qué implicaciones tiene el hecho de aceptar participar en el mismo, el carácter voluntario de la participación y la posibilidad de abandono con previo aviso del mismo.

Resultados

Los datos obtenidos en la recolección de información producto del protocolo aplicado, se analizaron mediante estadística descriptiva-correlacional (Hernández, Fernández Baptista, & 2014), empleando el software estadístico SPSS versión 22. Se ejecutó prueba de identificación de normalidad de los datos, de Kolmogorov-Smirnov con corrección de significación de Lilliefors, pruebas paramétricas t de Student, pruebas no paramétricas U de Mann-Whitney, coeficientes de correlación de Pearson y Spearman, Chi cuadrado, frecuencias y descriptivos generales.

Tabla 1. Datos sociodemográficos

CRITERIO	GRUPO	M	DE	Q1	Q3	Sig.
Edad	1	8.09	1.371	7.00	9.00	0.964 ^u
	2	8.09	1.31	7.00	9.00	
Semanas de Gestación	1	34.06	2.68	33.00	36.00	0.000 ^{***u}
	2	39.34	1.01	39.00	40.00	
Escolaridad	1	3.03	1.34	2.00	4.00	0.827 ^u
	2	3.08	1.32	2.00	4.00	

Nota. Grupo 1: nacimiento pre término; grupo 2: nacidos a Término; M: media; DE: desviación estándar; Q: cuartil; r1: correlación con semanas de gestación; * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$ *** $p \leq 0.001$; u: U de Mann-Whitney.

En relación a las variables sociodemográficas, la Tabla 1 indica, tal como se esperaba, diferencias estadísticamente significativas para el criterio Semanas de Gestación entre grupos. Por otra parte, los análisis realizados sugirieron homogeneidad de la muestra, para el criterio de Edad y Escolaridad entre ambos grupos, indicando la equivalencia de los mismos en relación al análisis de comparación de medias.

En la Tabla suplementaria 1, se observa que para el subtest de señalamiento autodirigido, en relación al Señalamiento de Instrucciones y Desarrollo de Estrategias, no se encontraron diferencias estadísticas entre grupos para cada criterio. Sin embargo, se halló correlación positiva intragrupo para la presencia de Conductas Perseverativas en relación a la Edad en niños de nacimiento pretérmino, indicando que a mayor edad existen mayores conductas perseverativas. En relación a este mismo criterio, el grupo control presentó correlación inversamente proporcional con el número de Semanas de Gestación, sugiriendo que a menor semanas de gestación existe una mayor presencia de perseveraciones. Además, para este mismo grupo se encontró que la cantidad de aciertos en el desarrollo de estrategias es proporcionalmente positiva y significativa cuando se correlaciona con la Edad.

Los datos estadísticos de la Tabla suplementaria 1 también indican diferencias entre grupos, en el seguimiento de una de las instrucciones para la ejecución de la torre de Hanoi, presentando el grupo clínico mayor presencia de Errores Tipo 1. Para este mismo criterio, se encontró correlación positiva intragrupo para los niños no prematuros en relación a la Edad. La presencia de Errores Tipo 2 no tuvo significancia estadística que

indicara diferencias entre los 2 grupos, sin embargo, en relación a la variable Edad, se encontró a nivel intragrupo, y para ambos grupos, correlaciones inversamente proporcionales, indicando que a mayor edad existe menor presencia de Errores Tipo 2 y seguimiento adecuado para esta instrucción. Aún así, al analizar la presencia Total de Errores, independientemente del tipo, se encontraron diferencias significativas a nivel de $p \leq 0.01$ entre grupos, cometiendo mayores errores los niños de nacimiento prematuro. De igual forma, estos niños involucraron un mayor tiempo en la ejecución de la tarea en comparación con los no prematuros, siendo esta diferencia significativa entre grupos, en la comparación estadística de medias. Por otra parte, aún cuando los 2 grupos excedieron en promedio estadístico el número mínimo de movimientos para realizar la actividad, al integrar la desviación estándar los niños pretérmino ejecutaron mayor cantidad de movimientos, pese a ello las diferencias estadísticas no son significativas.

La Tabla suplementaria 2 indica que, para el desarrollo de la curva de memoria del subtest Metamemoria de la batería de Funciones Ejecutivas, no se encontraron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico para los niños de nacimiento prematuro en comparación con los nacidos a término a lo largo de los cinco Ensayos, tampoco para los criterios Total Metamemoria y Total Intrusiones. Por otra parte, se encontró que al ejecutar la correlación con la variable Edad a partir del Ensayo 3 hay correlación positiva en el grupo clínico y en el Ensayo 4 y 5, y el Total de la Estrategia Metamemoria la misma variable de Edad se correlacionó positivamente intragrupo para ambas muestras con estos criterios, lo cual sugiere mayor tasa de recuerdo a partir del Ensayo 3 a mayor edad de los niños, así como mayores estrategias de planeación en el recobro de la información de comportamiento similar entre variables a nivel de $p \leq 0.01$. Al asociar la variable Semanas de Gestación con la tasa de recuerdo en el Ensayo 5, presentó correlación inversa para el grupo prematuros, indicando que a menor cantidad de semanas de gestación existe una mayor tasa de recuerdo en el ensayo final, los análisis anteriores se obtuvieron a partir de la comparación estadística de medias.

Los criterios del test Wisconsin contenidos en la Tabla suplementaria 3 refieren diferencias significativas desde un punto estadístico entre los niños de nacimiento pretérmino y no pretérmino, para los criterios Aciertos, Errores, Respuestas Conceptuales y Números de Categorías realizadas, obteniendo menor desempeño el grupo 1 (pretérmino), a nivel de $p \leq 0.05$. De otro lado, en un análisis intragrupo, al asociar la variable Edad con los criterios del Wisconsin, se encontró correlación positiva en Aciertos y Respuestas Conceptuales para el grupo 1, es decir, a mayor edad existe un mejor desempeño en estos elementos. Igualmente, este grupo presentó correlación inversa entre la Edad con los criterios Errores Perseverativos y Porcentaje de Errores Perseverativos. Cuando se asoció la cantidad de Semanas de Gestación con los criterios del test, se halló que para Errores, Errores no Perseverativos y Porcentaje de Errores no Perseverativos, los nacidos a término presentaron correlación positiva, mientras que en los criterios Respuestas Conceptuales y Aciertos estos niños, presentaron correlación negativa, es decir, a mayor cantidad de semanas de gestación existen menores puntuaciones.

La Tabla suplementaria 4 contiene los resultados estadísticos del Test Figura Compleja de Rey, en ella se encuentra que para el criterio Tiempo de Evocación, los niños de nacimiento pretérmino presentaron puntuaciones significativamente inferiores a los nacidos a término, esto a nivel de $p \leq 0.001$. Los demás criterios de este Test no presentan valores significativos a nivel de p entre los dos grupos. Sin embargo, al asociar la variable Edad, en un análisis intragrupo, los niños de nacimiento pretérmino, obtuvieron correlación negativa con el criterio Tiempo de Copia. De igual forma sucede en este criterio para los nacidos a término. De otro lado, el criterio Copia, Tipo de Figura de Copia y Evocación presenta correlación positiva y significativa para el grupo 2 con la variable Edad. No se hallaron puntuaciones de correlación significativa con la variable Semanas de Gestación, lo anterior, al realizar el análisis de comparación de medias e integrar la desviación estándar.

De igual forma, en referencia a los estadísticos contenidos en la Tabla suplementaria 4, asociados a tareas de Fluidez Verbal, ambos grupos presentaron desempeños similares, sin que existieran diferencias significativas desde el punto estadístico entre los dos grupos. Pese a esto, al realizar análisis intragrupo con la variable Edad, ambos grupos presentaron correlación positiva con los criterios Números de Palabras y Aciertos, adicional a ello, para el grupo 2, se encontró correlación directamente proporcional entre la edad con el criterio Instrucciones. Es de resaltar que al correlacionar con la variable Semanas de Gestación todos los criterios de Fluidez Verbal se halló correlación negativa, sin embargo, ésta es significativa únicamente para el grupo 2 a nivel de Perseveraciones, con $p \leq 0.05$. En relación al test Semejanzas, no se encontraron diferencias entre grupos para

este criterio. Sin embargo, en un análisis intragrupo, las correlaciones entre este criterio y la Edad refieren asociación positiva y significativa para los nacidos pretérmino y a término, indicando esto que a mayor edad existe un mejor desempeño en dicho criterio.

En relación al Test de Stroop, la Tabla suplementaria 5 refiere diferencias significativas desde el punto de vista estadístico entre los dos grupos para los criterios Aciertos Stroop A, Aciertos Stroop B y Total Errores Stroop B, refiriendo menores puntuaciones para los dos primeros criterios y mayor presencia de errores en los nacidos pretérmino. De otro lado, al correlacionar intragrupo con la variable Edad, los criterios Aciertos Stroop A y Aciertos Stroop B presentaron asociación positiva y significativa entre estos elementos para ambos grupos. En este mismo sentido, se presentó correlación inversamente proporcional entre la variable Semanas de Gestación y los criterios Stroop B Tiempo, Stroop B no errores Stroop y Total Errores Stroop B, para el grupo de los nacidos a término, es decir, a mayores semanas de gestación existen menores puntuaciones en estos elementos.

Los datos contenidos en la Tabla suplementaria 6 permiten visualizar que no existieron diferencias estadísticamente significativas para los criterios del Test Clasificación Semántica contenidos en ésta, entre los nacidos a término y los pretérmino. Sin embargo, al analizar la variable Semanas de Gestación con estos criterios, en un análisis intragrupo, se encontró que el grupo 1 presentó correlación positiva y significativa con el criterio Categorías Concretas, indicando esto que a mayor cantidad de Semanas de Gestación existe una mayor puntuación en esta categoría. Ahora bien, se encontró correlación negativa y significativa para el grupo 2, con los criterios Categorías Concretas, Promedio Animales Concretas, Categorías Abstractas, Categorías Totales y Puntuación Total. En este mismo sentido, al correlacionar la variable Edad con los criterios de la tabla, se halló correlación positiva para el Grupo 1, con los criterios Categorías Totales y Puntuación Total, mientras que para el Grupo 2, con los criterios Categorías Concretas y Categorías Totales.

Los análisis estadísticos realizados permitieron evidenciar diferencias en el desempeño de las tareas de función ejecutiva en los test empleados entre los niños nacidos a término y los de nacimiento prematuro, diferencias que en algunos criterios han sido generales. Sin embargo, los análisis obtenidos permiten referir desempeños específicos en tareas particulares.

Discusión

Los resultados producto del desarrollo de la investigación, ponen de manifiesto diferencias desde un punto de vista estadístico en el desempeño de las diferentes funciones ejecutivas entre los niños de nacimiento a término y aquellos nacidos pretérmino. Las diferencias obtenidas varían de forma específica a procesos y subprocesos, más que en alteraciones globales de las funciones ejecutivas y, aún más, cuando se consideran variables como la edad y las asociadas al nacimiento como la cantidad de semanas de gestación.

En este sentido, esta investigación encontró funcionamiento disminuido en niveles básicos y complejos del proceso atencional, así como fallas relacionadas con las habilidades involucradas en esta función. Lo anterior, concuerda con los hallazgos reportados por Li et al. (2011), Moore et al. (2006), Charkaluk et al. (2010), Aarnoudse-Moens et al. (2009) y Mulder et al. (2010), quienes manifestaron que los niños prematuros presentan problemas con el funcionamiento y control atencional, particularmente con el sostenimiento en las actividades, coincidiendo en este punto con lo formulado en la investigación desarrollada por García (2012), quien además sugirió que esto deriva en problemas conductuales. Adicional a lo anterior, la investigación aquí desarrollada encontró mayor presencia de errores dentro del sostenimiento y alternancia en actividades que requieren de esfuerzo atencional por parte de los niños nacidos pretérmino.

De otro lado, en los datos analizados por Charkaluk et al. (2010), Aarnoudse-Moens, Smidts y Oosterlaa et al. (2009), Mulder et al. (2010) y García et al. (2012), se encuentran reportes de alteraciones a nivel de la memoria, sin especificar en qué almacenes. De igual forma, autores como Moore et al. (2006) y Aarnoudse-Moens et al. (2009), en sus estudios también señalaron alteraciones en este proceso, sin embargo, apuntaron particularmente a memoria de trabajo. Con todo, estos estudios no clarificaron si es memoria verbal o visual. En este sentido, los datos aquí analizados no concuerdan con estos autores en referencia a memoria verbal, en los almacenes de trabajo y de corto plazo, puesto que los niños prematuros presentan igual desempeño que los nacidos a término. De igual forma, no se encontraron alteraciones en la memoria de evocación para información de material visual.

En relación a los procesos perceptuales, autores como Moore et al. (2006), Charkaluk et al. (2010), Aarnoudse-Moens et al. (2009), Mulder et al.

(2010) y Aarnoudse-Moens et al. (2009), producto de sus investigaciones, indicaron que los niños prematuros presentan problemas en las habilidades perceptuales y viso-espaciales. Esta información se corrobora igualmente con los análisis aquí llevados a cabo, donde los niños de nacimiento pretérmino presentaron compromiso en el funcionamiento adecuado de los procesos viso-perceptuales y viso-espaciales. Adicionalmente, se encontró que esto no compromete las habilidades viso-construccionales en relación a sus pares a término y en edades de etapa escolar.

Los datos obtenidos por el estudio aquí desarrollado ponen de manifiesto que los niños de nacimiento pretérmino presentan compromiso en componentes ejecutivos, relacionados con la flexibilidad mental y mayor presencia de errores, así como con tareas que exigen su funcionamiento adecuado, considerando la etapa escolar. Estos hallazgos concuerdan con los resultados de las investigaciones realizadas por Ares y Díaz (2014) y Aarnoudse-Moens et al. (2009), quienes afirmaron que los niños nacidos antes de término en su gestación presentan menos flexibilidad mental en comparación con aquellos que nacieron a término. Sin embargo, los datos anteriores van en contravía de lo expuesto por Sastre-Riba (2009), que en su estudio postuló que los niños prematuros presentan diferencias significativas y mayor desempeño en flexibilidad mental, menores perseveraciones y mejor control ejecutivo, en relación con los niños nacidos a término.

Por otra parte, Aarnoudse-Moens et al. (2009), también postularon que los niños nacidos antes de gestación completa muestran una velocidad de procesamiento inferior a sus pares no prematuros. Sin embargo, esto no concuerda con los resultados estadísticos aquí expuestos, ya que los niños prematuros obtuvieron un desempeño similar y sin diferencias estadísticas al de sus pares nacidos a término, a nivel de velocidad de procesamiento y selección de estímulos específicos, principalmente en actividades verbales, lo cual no quiere decir que el contenido se vea o no comprometido.

En lo que respecta a estrategias de planeación y organización de nivel ejecutivo, los niños pretérmino de esta investigación presentaron mayores dificultades en comparación con los nacidos a término, lo cual concuerda con lo referido por Sastre-Riba (2009), Ares y García (2014) y Aarnoudse-Moens et al. (2009), cuando señalaron que existe mayor presencia de dificultades en la organización y planeación de secuencias de acciones en los prematuros, lo que a su vez involucra fallas en la resolución de situaciones y de organización de la información.

Por último, Ares y García (2014) propusieron la presencia de alteraciones en los procesos de control e inhibición en los niños prematuros, lo cual coincide con los hallazgos aquí expuestos, en los que se evidenció que los nacidos pretérmino presentan fallas en la inhibición de respuestas automatizadas y en la modificación y regulación de sus conductas. En este punto, se pone de manifiesto que las dificultades reportadas en la literatura universal, en referencia al funcionamiento ejecutivo de los niños nacidos pretérmino, concuerdan, en su mayoría, con los datos obtenidos producto de esta investigación, y que las diferencias con otros estudios, además de metodológicas, son específicas y puntuales en relación al funcionamiento ejecutivo de estos niños en edades que comprenden la etapa escolar.

Conclusiones

Los datos producto de esta investigación refieren a aspectos significativos para el campo de la neurociencia cognitiva y a las disciplinas afines involucradas con componentes del neurodesarrollo, así como a las interesadas por cuadros de alteraciones pre y perinatales que pueden comprometer la evolución del desarrollo cerebral, particularmente en un funcionamiento a nivel ejecutivo y la asociación de éste en la maduración adecuada de los lóbulos frontales.

Los niños de nacimiento prematuro no presentaron compromiso del desarrollo de estrategias de automonitoreo de conducta en relación a sus pares nacidos a término. Sin embargo, se encontró que a mayor edad, dentro de la condición de prematuridad, existió una mayor presencia de conductas perseverativas en esta regulación, particularmente en inhibición de conductas automatizadas.

En estos niños y niñas, el nacimiento prematuro afectó el desarrollo adecuado del proceso atencional en sus diferentes niveles de complejidad, particularmente, a nivel sostenido, selectivo y alternante, lo cual deriva en el funcionamiento comprometido o no, de la velocidad de procesamiento de la información, principalmente por canales verbales, proceso que tiende a mejorar con el paso de los años, principalmente, dentro de la etapa escolar.

Los niños de nacimiento pretérmino, no tuvieron comprometido el almacén de memoria de trabajo, cuando el canal de información es verbal o visual. Esto facilita el almacenamiento y no repercute en la consolidación a

largo plazo cuando la información requiere pasar a un almacén temporal posterior, en relación a la edad de los nacidos a pretérmino, éstos requieran de mayor presencia y repetición del estímulo para consolidar temporalmente la información en los canales de memoria de trabajo.

El desarrollo adecuado de los procesos viso-perceptuales y viso-espaciales, se encontró comprometido ante la variable de nacimiento pretérmino. Pese a ello, esto no deriva en el desarrollo de dificultades viso-construccionales y tareas que requieran de esta habilidad. A medida que los niños prematuros avanzan en edad, sus estrategias constructivas tienden a mejorar en comparación con sus pares prematuros de menor edad.

Los niños de nacimiento pretérmino, presentaron menor flexibilidad mental y mayores errores en tareas que requieren de modificación de conducta y monitoreo de una actividad, dentro de las etapas de escolaridad primaria. Dentro de la condición de prematuridad, a menor edad existe mayor presencia de conductas perseverativas, lo cual tiende a mejorar con el paso de los años, asemejándose a la flexibilidad de sus pares nacidos a término.

En lo que respecta al desarrollo del pensamiento y habilidades de categorización semántica, se encuentra que aún cuando no hay diferencias en estas capacidades, en relación a los nacidos a término, en los niños prematuros existe tendencia al desarrollo de pensamiento concreto más que a pensamientos que integren funcionalidad y abstracción, limitando la categorización de la integración, cuando se relaciona con las semanas de gestación, es decir, a mayores semanas de gestación existe una mayor presencia de estas características de pensamiento.

Dentro del desarrollo ejecutivo de capacidades relacionadas con la organización y planeación de metas, así como de tareas en curso, los nacidos prematuros presentaron menor desarrollo de estrategias y mayor presencia de dificultades en estas habilidades. Lo anterior se ve favorecido a mayor edad de los niños, en cuanto a la modificación en el control metacognitivo y desarrollo de mejores estrategias de resolución de tareas, favoreciendo sus juicios de desempeño y disminuyendo los errores de planeación.

En relación a la asertividad en la toma de decisiones, los niños de nacimiento prematuro presentaron compromiso en esta habilidad, eligiendo inadecuadamente las estrategias óptimas para la resolución de problemas y perseverando en los errores cometidos pese a la retroalimentación de los mismos y de las decisiones erróneas, conductas que presentan mejoría con el paso de los años al finalizar la etapa escolar primaria.

La condición de prematuridad no compromete el desarrollo adecuado de procesos de razonamiento verbal y formación adecuada de conceptos. De otro lado, tampoco compromete la velocidad de procesamiento de la información y la selección eficiente de la información a manipular, aún cuando al emplear la información presente fallas en la regulación y control de la conducta.

En este sentido, es preciso concluir que, aún cuando se presentan compromisos en la función ejecutiva y el desarrollo de la misma, en los niños prematuros en edad escolar, estos son corregidos con el paso del tiempo, y la cantidad de semanas de gestación de estos niños parece no ser un factor decisivo a la hora de presentar los déficits, es decir, las dificultades a nivel ejecutivo se adhieren a la condición de prematuridad y son independientes al tiempo de gestación.

Es de considerar, desde los referentes teóricos y los análisis aquí desarrollados, que aún cuando los registros por neuroimagen no evidencien alteraciones estructurales en el cerebro de niños de nacimiento pretérmino, las áreas involucradas en el desarrollo de los procesos neuropsicológicos pueden verse comprometidas en funcionalidad, principalmente a nivel de funcionamiento ejecutivo en regiones de la corteza prefrontal, con mayor compromiso dorsolateral por desempeño alterado en procesos de atención, flexibilidad mental y planeación. De igual forma, regiones ventromediales de esta corteza para regulación e inhibición de conducta en estos niños, así como asociada a fallos en el desarrollo de estrategias para la resolución de problemas. Por otra parte, la región orbitofrontal pareciera ser la que menos compromiso presenta dentro de la condición de prematuridad, dada su asociación con el desarrollo y funcionamiento de habilidades y procesos ejecutivos.

En este sentido, las funciones ejecutivas deben abordarse como el conjunto de habilidades heterometacognitivas condensadas en la mielinización paulatina y el funcionamiento de los lóbulos frontales, que integran la actividad cerebral general y direccionan el actuar del individuo hacia el cumplimiento de metas y la resolución de problemas de forma eficaz y efectiva, en sus diferentes contextos de actuación, estudiadas desde la Neuropsicología, llamada también neurología comportamental. Así mismo, al abordar y conceptualizar la Neuropsicología, ésta debe considerarse y entenderse como una disciplina científica orientada al estudio del pensamiento, los procesos cognitivos y emocionales, y la conducta humana, como productos de la actividad cerebral, y que toma como base la

funcionalidad normal y/o alteración del sistema nervioso, así como su organización anatómica y fisiológica, en interacción con los demás sistemas químico-orgánicos.

Agradecimientos

A quienes hicieron posible esta investigación; a los padres, maestros y niños participantes de este estudio. A nuestro maestro A.R, por ser una guía, por su tiempo y su dedicación; a los auxiliares de investigación del Grupo Hippocampus y a aquellas personas que siempre estuvieron ahí para apoyarnos y a quienes entienden la importancia de compartir el conocimiento y facilitaron la búsqueda de la información científica.

Referencias

Aarnoudse-Moens, C., Smidts, D., Oosterlaan, J., Duivenvoorden, J., & Weiglas K. (2009). Executive Function in very preterm children at early School age. *Journal of Abnorm Child Psychol*, 37, 981-93. DOI: 10.1371/journal.pone.0055994

Aarnoudse-Moens, C., Weiglas-Kuperus, N., Vangoudoever, J., & Oosterlaan, J. (2009). Meta-Analysis of Neurobehavioral Outcomes in very preterm and/or very low birth weight children. *Pediatrics*, 124(2), 717-28. DOI: 10.1542/peds.2008-2816.

Abascal, R., y Romero, L. (2012). Disfunción ejecutiva. Síntomas y relevancia de su detección desde Atención Primaria. *Revista Clínica Médica Familiar*, 5(3), 191-197. DOI: 10.4321/S1699-695X2012000300007

Allegri, R. & Harris, P. (2001). La corteza prefrontal en los mecanismos atencionales y la memoria. *Revista de Neurología*, 32, 449-453. <http://www.uninet.edu/union99/congress/confs/syn/01Allegri.html>

Anderson, V., Anderson, P., Northam, P., Jacobs, R. & Catropa, C. (2001). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian Sample. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 385-406. DOI: 10.3922/j.psns.2013.1.12

Ardila, A., y Ostrosky, F. (2012). *Guía para el diagnóstico neuropsicológico*. Colombia: Manual moderno.

Ares, S., y C. Díaz (2014). Seguimiento del recién nacido prematuro y del niño de alto riesgo biológico. *Pediatría Integral*, 18(6), 344-355. <http://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2014/10/Pediatr%C3%ADa-Integral-XVII-6.pdf>

Bosh, E. (2010). Seguimiento del desarrollo psicomotor de prematuros extremos mediante la Escala de Desarrollo Infantil de Kern (EDIKT) cumplimentada por los padres y situación neuroevolutiva a los 2 y 5 años.). Universidad de Barcelona, Barcelona. http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2505/EAB_TES_IS.pdf?sequence=1

Burgess, P. (2000). Strategy application disorder: the role of the frontal lobes in human multitasking. *Psychological Research*, 63(3-4), 279-288. DOI:10.1007/s004269900006

Carlson, S., & Wang, T. (2007). Inhibitory control and emotion regulation in preschool children. *Cognitive Development*, 22, 489-510. DOI:10.1016/j.cogdev.2007.08.002

Casey, B., McIntire, D. & Leveno, K. (2001). The continuing value of the Apgar score for the assessment of newborn infants. *The New England Journal of Medicine*, 344(7), 467-71. DOI: 10.1056/NEJM200102153440701

Charkaluk, M., Truffert, P., Fily, A., Ancel, P., Pierrat, V., & Epipage Study Group. (2010). Neurodevelopment of children born very preterm and free of severe disabilities: The Nord-Pas Calais Epipage cohort study. *Acta Paediatric*, 99(59), 684-689. DOI: 10.1186/1471-2431-14-97

Crépeau, F., Scherzer, B., Belleville, S., & Desmarais, G. (1997). A qualitative analysis of central executive disorders in a real-life work situation. *Neuropsychological Rehabilitation*, 7, 147-165. DOI: 10.1080/713755525

Damasio, A. (1998). The Somatic Marker Hypothesis and the Possible Functions of the Prefrontal Cortex. En A. Roberts, T. Robbins, & L. Weiskrantz (Eds.), *The prefrontal cortex, executive and cognitive functions*, (pp. 36-50). New York: Oxford University Press. DOI: 10.4103/0019-5545_43634

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

London: Oxford University Press. DOI:10.1093/acprofoso/9780195134971.003.0029

Estévez, A., García, C., y Barraquer, L. (2000). Los lóbulos frontales: el cerebro ejecutivo. *Revista de Neurología*, 31,566-577. <http://www.neurologia.com/sec/resumen.php?id=2000258>

Flores, J. (2006). Neuropsicología de los lóbulos frontales. México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Fuster, J. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal Neurocytology*, 31, 373-385. DOI: 10.1023/A:1024190429920

García, M., Enseñat C., Tirapú, U., y Roig, R. (2009). Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Revista de Neurología*, 48, 435-440. <http://www.neurologia.com/pdf/Web/4808/bb080435.pdf>

García, O., Cruz-Quintana, F., Sosa, M., de la Cruz, J., Mañas, M., y Pérez-García, M. (2012). Alteraciones Neuropsicológicas y Emocionales en Niños Prematuros de Muy Bajo Peso al Nacer. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 4(2), 3-10. DOI: 10.1016/j.pedn.2015.09.007

Gerstad, C., Hong, Y. & Diamond, A. (1994). The relationships between cognition and action: performance of children 3 1/2-7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition*, 53(2), 129-153. DOI: 10.1016/0010-0277(94)90068-x

Goldberg, E. (2001). *El cerebro ejecutivo*. Barcelona: Átona. <http://www.neurologia.com/pdf/Web/4808/bb080435.pdf>

González, M., & Ortega, M. (2005). *Principios de neurociencias para psicólogos*. Buenos Aires: Paidós.

Grant, D. y Berg, E. (2001). *Test de Clasificación de tarjetas de Wisconsin*. Tea Ediciones: España.

Hack, M., Klein, N., & Taylor, G. (1995). Long-Term Developmental Outcomes of low Birth Weight Infants. *The future of children*, 5, 176-196. DOI: 10.1002/14651858

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc-Graw Hill. E

Huaroto-Palomino, K., Pauca-Huamancha, M., Polo-Alvarez, M., y Meza-Leon, J. (2013). Factores de riesgo maternos, obstétricos y fetales asociados al parto pretérmino, en pacientes de un hospital público de Ica, Perú. *Revista médica Panacea*, 3(2), 27-31. <http://www.revpanacea.pe/index.php/RMP/article/view/65>

Huizinga, M., Dolan, C., & Van der Molen, M. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017-2203. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16527316>

Introzzi, I., Urquijo, S., y Richard's, M. (2012). Función ejecutiva y uno de estrategias semánticas en niños. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 44(3), 31-40. <http://www.re-dalyc.org/pdf/805/80525022003.pdf>

Kaufer, D., & Lewis, D. (1999). Frontal lobe anatomy and cortical connectivity. En B. Miller & J. L. Cummings (Eds.), *the human frontal lobes, functions and disorders*, (pp. 27-44) New York: The Guilford Press. DOI: 10.1038/nrn1033

Kinney, M., Howson, C., McDougall, L., y Lawn, J. (2012). Resumen ejecutivo de Nacidos Demasiado Pronto: Informe de Acción Global sobre Nacimientos Prematuros. March of Dimes, PMNCH, Save the Children, Organización Mundial de la Salud. http://www.who.int/pmnch/media/news/2012/born-toosoon_execsum_es.pdf

Lázaro, E., y Shejet, F. (2013). Componentes del Temperamento y su Relación con Funciones Ejecutivas en Tareas de Inhibición y Toma de Decisiones en Niños. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 13(1), 15-26. <http://feggylab.mex.tl/images-new/7/0/4/8/6/componentes.pdf>

Lázaro, J., y Ostrosky-Shejet, F. (2012). *Desarrollo neuropsicológico de lóbulos frontales y funciones ejecutivas*. México: El Manual Moderno. DOI: 10.6018/analesps.30.2.155471

Lázaro, J., Ostrosky, F y Lozano, A. (2012). *Batería Neuropsicológica de funciones Ejecutivas y lóbulos frontales*. Manual Moderno: México.

Ley 1090 Del 2006. Código deontológico y bioético Del Psicólogo, (2006). Congreso de la Republica, Colombia.

Lezak, M. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17, 281-97. DOI: 10.1080/00207598208247445

Li, J., Olsen, J., Vestergaard, M., & Obel, C. (2011). Low apgar scores and risk of childhood attention deficit hyperactivity disorder. *Journal Pediatrics*. 158(5), 775-779. DOI: 10.1177/1087054711413550.

- Luciana, M. & Nelson, C. (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(3), 595-624. DOI: 10.3922/j.psns.2011.2.011
- Marlow, N. (2004). Neurocognitive Outcome after very preterm birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 89(3), 224-228. DOI:10.1136/adc.2002.019752
- Melzter, L., & Krishnan, K. (2007). Executive function difficulties and learning disabilities: Understandings and misunderstandings. En L. Melzter (Eds.), *Executive function in education: From theory to practice*, (77-105). New York: Guilford Press.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'frontal lobe' tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychiatry*, 4, 49-100. DOI:10.1006/cogp.1999.0734
- Moore, T., Hennessy, E., Myles, J., Johnson, S., Draper, E., Costeloe, K., & Marlow N. (2012). Neurological and developmental outcome in extremely preterm children born in England in 1995 and 2006: the EPICure studies. *B M J*, 345, e7961. DOI: 10.1136/bmj.e7961
- Mulder, H., Pitchford, N., & Marlow, N. (2010). Processing speed and working memory underlie academic attainment in very preterm children. *Arch Dis Child Fetal Neonatal*, 95(4), 267-272. DOI:10.1136/adc.2009.167965
- Narberhaus, A., y Segarra, D. (2004). Trastornos neuropsicológicos y del neurodesarrollo en el prematuro. *Anales de Psicología*, 20(2), 316-326. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16720211>
- Palencia, A. (2009). Parto prematuro. *Revista Pediatría SCP*, 9(4), DOI: 10-19. 10.4321/S1137-66272009000200011
- Picard, D., del Dotto, J., y Breslau, N., (2000). Prematurity and low birth-weight. *Pediatric Neuropsychology*. En K. Yeates, & M. Taylor (Eds.), *Pediatric Neuropsychology*, (237-251). New York: The Guilford Press.
- Resolución N° 8430 de 1993. Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Ministerio de Salud. Colombia
- Rey, A. (2009). *Test de copia de figura completa*. Tea Ediciones: España.
- Ríos-Flórez, J. A. & Cardona-Agudelo, V. (2016). Procesos de aprendizaje en niños de 6 a 10 años de edad con antecedente de nacimiento prematuro. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*. 14 (2): 1071-1085. DOI:10.11600/1692715x.14213241115
- Ríos-Flórez, J. A., Marulanda, V., Ruiz, P. A. & Jiménez-Zuluana, P. Y. (2016). Neuropsicología del lenguaje de niños entre 6 y 10 años de edad con antecedente de nacimiento prematuro. *Revista Chilena de Neuropsicología*. 11(2): 6-12. DOI: 10.5839/rcnp.2016.11.02.02
- Ríos-Flórez, J. A., Villegas-Vanegas, S. & Marín-Rivera, J. A. (2016). Neuropsicología de las Praxias y Procesos Perceptuales en el niño de nacimiento pretérmino. *Revista Argentina de Neuropsicología*. 28(1): 1-21. <http://www.revneuropsi.sonepsa.com.ar/images/stories/pdf/riosestralraps28.pdf>
- Romine, C. & Reynolds, C. (2005). A model of the development of frontal lobe functioning: findings from a meta-analysis. *Applied neuropsychology*, 12(4), 190-201. DOI: 10.1207 / s15324826an1204_2
- Sastre-Riba, S. (2009). Prematuridad: análisis y seguimiento de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 48(2), 113-118. <http://www.neurologia.com/sec/resumen.php?id=2009018>
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical transcripts of the Royal Society of London*, 298, 199-290. DOI: 10.1098/rstb.1982.0082
- Sholberg, M., & Mateer, C. (1989). Remediation of executive functions impairments. En M. Scholberg & C. Mateer (Eds.), *Introduction to cognitive rehabilitation*. New York: The Guilford Press.
- Thompson, J., Carter, R., Edwards, A., Roth, J., Ariet, M., Ross, N. & Resnick, M. (2005). A population-based study of the effects of birth weight on early developmental delay or disability in children. *American journal of perinatology*, 22(4), 227-229. DOI: 10.1111 / j.1469-8749.1990.tb08296.x
- Tirapú, U., Muñoz, C., Pelegrín, V., Y Albéniz, F. (2005). Propuesta de un protocolo para la evaluación de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 41(3), 177-186. <http://www.neurologia.com/sec/resumen.php?id=2005054>
- Tirapu-Ustárroz, J., Y Luna-Lario, P. (2014). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 60, 465-475.
- Vohr, B., Weigh, L., Dusick, A., Mele, L., Verter, J., & Steichen, J. (2000). Neurodevelopmental and functional outcomes of extremely low birth weight infants in the National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network, 1993-1994. *Pediatric*, 105(6), 1216-1226. DOI: 10.1590/S0021-75572012000600005
- Wechsler, D. (2005). *Escala de inteligencia de Wechsler para niños IV*. Pearson: España.

Material suplementario

Tabla suplementaria 1. Señalamiento autodirigido y Torre de Hanoi

CRITERIO	GRUPO	M	DE	Q1	Q3	r1	r2	Sig.
A Tiempo	1	170.44	92.43	118.00	235.00	0.158 ^s	-0.125 ^c	0.109 ^u
	2	149.34	91.57	101.25	191.50	-0.041 ^c	-0.093 ^s	
A Perseveraciones	1	2.30	1.20	1.00	3.00	0.083 ^s	0.341 ^{**s}	0.133 ^u
	2	2.88	1.17	2.00	3.00	-0.322 ^{**s}	0.062 ^s	
A Omisiones	1	2.88	3.45	1.00	3.00	-0.096 ^c	-0.096 ^c	0.303 ^u
	2	3.00	3.07	1.00	4.00	0.145 ^c	-0.169 ^c	
A Aciertos	1	18.99	4.91	14.25	23.00	-0.132 ^s	0.212 ^s	0.481 ^u
	2	19.57	4.54	16.00	23.00	-0.185 ^c	0.262 ^{*c}	
H Movimientos/14	1	17.26	13.01	9.00	22.00	-0.143 ^s	0.111 ^s	0.816 ^u
	2	15.73	9.65	9.00	20.00	0.040 ^s	0.282 ^{*c}	
H Error tipo 1	1	1.90	2.29	0.00	2.75	-0.071 ^c	-0.136 ^s	0.000 ^{***u}
	2	0.73	1.19	0.0	1.00	0.131 ^s	0.268 ^{*s}	
H Error tipo 2	1	1.15	1.96	0.0	1.00	0.129 ^c	-0.220 ^{*s}	0.229 ^u
	2	0.74	1.52	1.00	1.00	0.215 ^s	-0.240 ^{*s}	
H Total errores	1	3.06	3.49	0.0	5.00	-0.130 ^c	-0.189 ^c	0.001 ^{**u}
	2	1.46	2.16	1.00	2.00	0.135 ^c	-0.276 ^{*s}	
H Tiempo total	1	156.92	111.34	76.50	199.25	0.217 ^s	-0.263 ^{*c}	0.011 ^{**u}
	2	123.61	111.30	45.25	165.25	0.052 ^c	0.064 ^c	

Nota. Grupo 1: nacimiento pre término; grupo 2: nacidos a Término; A: Test Señalamiento Autodirigido; H: Prueba Torre de Hanoi; M: media; DE: desviación estándar; Q: cuartil; r1: correlación con semanas de gestación; r2: correlación con edad, s: coeficiente de correlación de Spearman; c: coeficiente de correlación de Pearson; * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$; u: U de Mann-Whitney.

Tabla suplementaria 2. Metamemoria

CRITERIO	GRUPO	M	DE	Q1	Q3	r1	r2	Sig.
Ensayo 1	1	3.65	1.57	2.25	5.00	0.101 ^s	0.161 ^c	0.154 ^u
	2	3.91	1.40	3.00	5.00	0.109 ^c	0.134 ^c	
Ensayo 2	1	4.53	1.77	3.00	5.75	-0.148 ^c	0.199 ^c	0.868 ^u
	2	4.53	1.68	3.00	6.00	-0.038 ^c	0.142 ^s	
Ensayo 3	1	5.20	2.00	4.00	7.00	-0.126 ^s	0.243 ^{*c}	0.076 ^u
	2	5.73	2.00	4.00	7.00	-0.134 ^c	0.167 ^s	
Ensayo 4	1	6.01	1.95	5.00	7.75	-0.093 ^s	0.388 ^{***c}	0.467 ^u
	2	6.10	2.36	4.00	8.00	-0.124 ^c	0.240 ^{*s}	
Ensayo 5	1	6.46	1.96	5.00	8.00	-0.231 ^{*s}	0.537 ^{**s}	0.121 ^u
	2	6.91	1.87	6.00	8.00	-0.110 ^s	0.312 ^{***c}	
Total Metamemoria	1	25.88	6.86	21.00	31.00	-0.143 ^s	0.387 ^{***c}	0.286 ^u
	2	27.10	6.86	22.25	31.00	-0.074 ^c	0.288 ^{**s}	
Total Intrusiones	1	2.53	3.56	0.0	3.00	-0.031 ^c	-0.059 ^s	0.222 ^u
	2	1.94	2.75	0.0	3.00	-0.065 ^c	0.168 ^c	

Nota. Grupo 1: nacimiento pre término; grupo 2: nacidos a Término; M: media; DE: desviación estándar; Q: cuartil; r1: correlación con semanas de gestación; r2: correlación con edad, s: coeficiente de correlación de Spearman; c: coeficiente de correlación de Pearson; * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$; u: U de Mann-Whitney.

Tabla suplementaria 3. *Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin*

CRITERIO	GRUPO	M	DE	Q1	Q3	r1	r2	Sig.
Intentos Utilizados	1	64.10	0.11	64.00	64.00	0.040 ^c	-0.172 ^c	0.159 ^u
	2	63.99	0.11	64.00	64.00	0.158 ^s	0.054 ^c	
Aciertos	1	38.99	8.66	34.00	46.00	-0.050 ^s	0.263 ^{*c}	0.014 ^{*u}
	2	42.21	8.11	37.00	48.75	-0.305 ^{**s}	0.115 ^c	
Errores	1	28.63	35.17	18.00	30.00	0.077 ^c	-0.231 ^s	0.032 ^{*u}
	2	22.30	8.69	16.00	27.00	0.339 ^{**s}	-0.073 ^s	
Errores Perseverativos	1	11.50	8.67	6.00	15.75	0.029 ^s	-0.294 ^{**s}	0.578 ^u
	2	10.26	6.82	5.00	14.75	0.179 ^s	-0.063 ^c	
Porcentaje Errores Perseverativos	1	16.01	13.17	6.25	23.00	0.025 ^s	-0.290 ^{**s}	0.509 ^u
	2	14.94	11.14	6.00	23.00	0.187 ^s	-0.064 ^c	
Errores no Perseverativos	1	14.31	6.83	10.00	17.00	0.089 ^s	-0.081 ^s	0.578 ^u
	2	11.86	5.36	8.00	14.00	0.377 ^{*c}	-0.147 ^c	
Porcentaje Errores No Perseverativos	1	20.11	12.48	14.00	26.00	0.119 ^s	-0.039 ^s	0.578 ^t
	2	17.40	9.74	12.00	21.00	0.322 ^{*c}	-0.077 ^s	
Respuestas conceptuales	1	30.83	11.77	24.00	39.00	-0.032 ^s	0.228 ^{*c}	0.050 ^{*t}
	2	34.54	12.80	26.25	45.00	-0.250 ^{*s}	0.108 ^s	
# de Categorías realizadas	1	1.60	0.96	1.00	2.00	-0.096 ^s	0.108 ^c	0.049 ^{*u}
	2	1.83	1.17	1.00	3.00	-0.045 ^c	0.018 ^c	
# Intentos Primera Categoría	1	181.15	13.98	10.25	27.00	0.106 ^c	0.147 ^s	0.887 ^u
	2	18.74	15.42	11.00	22.75	-0.172 ^c	0.052 ^c	
Errores para mantener el set	1	1.29	1.55	0.0	2.00	0.160 ^c	0.061 ^s	0.150 ^u
	2	1.40	1.09	1.00	2.00	-0.178 ^s	0.098 ^c	

Nota. Grupo 1: nacimiento pre término; grupo 2: nacidos a Término; M: media; DE: desviación estándar; Q: cuartil; r1: correlación con semanas de gestación; r2: correlación con edad, s: coeficiente de correlación de Spearman; c: coeficiente de correlación de Pearson; t: T de Student * p ≤ 0.05, **p ≤ 0.01, ***p ≤ 0.001; u: U de Mann-Whitney.

Tabla Suplementaria 4. *Test Figura de rey, Fluidez verbal y semejanzas*

CRITERIO	GRUPO	M	DE	Q1	Q3	r1	r2	Sig.
Copia FR	1	23.91	7.94	20	30	0.081 ^e	0.102 ^e	0.243 ^u
	2	24.84	9.01	18.25	32,75	-0.202 ^e	0.426 ^{**s}	
Tiempo de Copia FR	1	4.94	2.01	4	5.32	0.087 ^e	-0.228 ^{*e}	0.863 ^u
	2	5.02	2.28	3.57	6	-1.086 ^e	-0.312 ^{**e}	
Evocación	1	13.3	6.96	8	17.75	-0.130 ^s	0.093 ^s	0.101 ^t
	2	15.29	8.22	9	21	-0.216 ^s	0.234 ^{*p}	
Tiempo de Evocación	1	3.47	2.14	2	4.09	0.140 ^e	-0.159 ^e	0.015 ^{**u}
	2	2.64	1.83	1.34	3.89	0.158 ^s	-0.101 ^e	
Numero de palabras FV	1	13.59	4.12	10.00	16.75	-0.126 ^s	0.385 ^{**e}	0.164 ^u
	2	14.56	4.674	11.00	17.75	-0.184 ^e	0.406 ^{**e}	
Intrusiones FV	1	0.55	1.57	0.00	0.00	-0.116 ^e	-0.093 ^e	0.942 ^u
	2	0.63	1.78	0.00	0.00	-0.013 ^e	0.320 ^{*e}	
Perseveraciones FV	1	0.64	1.04	0.00	1.00	-0.068 ^e	0.031 ^e	0.607 ^u
	2	0.68	1.47	0.00	1.00	-0.263 ^{*e}	-0.031 ^e	
Aciertos FV	1	12.59	4.19	10.00	16.00	-0.064 ^e	0.402 ^{**e}	0.296 ^u
	2	13.51	4.34	10.00	16.00	-0.183 ^e	0.338 ^{**e}	
Semejanzas	1	12.43	6.81	8.0	18.00	-0.190 ^s	0.448 ^{**s}	0.332 ^u
	2	13.91	7.69	8.25	19.75	-0.079 ^s	0.305 ^{**e}	

Nota. Grupo 1: nacimiento pretérmino; grupo 2: nacidos a Término; M: media; DE: desviación estándar; Q: cuartil; r1: correlación con semanas de gestación; r2: correlación con edad; s: coeficiente de correlación de Spearman; e: coeficiente de correlación de Pearson; t: T de Student; * p ≤ 0.05, **p ≤ 0.01, ***p ≤ 0.001; u: U de Mann-Whitney; FR: figura de Rey; FV: fluidez verbal.

Tabla Suplementaria 5. *Resultados de test de Stroop*

CRITERIO	GRUPO	M	DE	Q1	Q3	r1	r2	Sig.
Stroop A Tiempo	1	205.76	117.49	130.75	261.75	0.085 ^e	0.081 ^e	0.165 ^u
	2	182.81	72.65	134.50	222.25	-0.144 ^e	-0.077 ^s	
Aciertos Stroop A	1	67.01	24.94	67.25	82.00	-0.136 ^s	0.480 ^{**e}	0.028 ^{*u}
	2	75.39	16.19	76.00	82.00	-0.084 ^e	0.296 ^{**e}	
Stroop A errores stroop	1	5.91	7.53	1.00	8.00	0.077 ^e	-0.210 ^e	0.058 ^u
	2	3.01	3.03	0.00	5.00	0.161 ^s	-0.083 ^e	
Stroop A Errores no stroop	1	4.35	11.26	0.0	2.00	0.101 ^s	-0.202 ^e	0.121 ^u
	2	1.15	2.63	0.00	1.75	-0.038 ^e	0.062 ^e	
Total errores Stroop A	1	10.14	17.62	1.00	10.00	0.118 ^s	-0.213 ^e	0.097 ^u
	2	4.16	4.62	1.00	6.00	0.129 ^s	-0.019 ^e	
Stroop B Tiempo	1	117.60	85.40	124.00	246.00	0.084 ^e	0.056 ^e	0.130 ^u
	2	183.25	79.34	140.00	219.75	-0.227 ^{*e}	-0.113 ^s	
Aciertos Stroop B	1	66.96	24.52	65.25	82.00	-0.116 ^s	0.466 ^{**e}	0.004 ^{**u}
	2	74.55	18.44	74.25	83.00	0.129 ^s	0.395 ^{**s}	
Stroop B errores stroop	1	6.63	9.16	1.00	8.75	-0.104 ^s	-0.055 ^e	0.119 ^u
	2	3.89	5.23	0.00	5.00	-0.195 ^e	-0.215 ^s	
	1	1.65	5.54	0.0	1.00	-0.215 ^e	-0.111 ^e	0.354 ^u

Stroop B no Errores stroop	2	0.59	1.39	0.00	0.00	-0.284*e	-0.173s	
Total errores Stroop B	1	8.25	12.56	1.00	9.00	-0.126e	-0.090e	0.053*u
	2	4.43	5.77	0.00	5.00	-0.242*e	0.241*s	

Nota. Grupo 1: nacimiento pretérmino; grupo 2: nacidos a Término; M: media; DE: desviación estándar; Q: cuartil; r1: correlación con semanas de gestación; r2: correlación con edad, s: coeficiente de correlación de Spearman; e: coeficiente de correlación de Pearson; * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$; u: U de Mann-Whitney.

Tabla Suplementaria 6. Clasificación semántica

CRITERIO	GRUPO	M	DE	Q1	Q3	r1	r2	Sig.
Categorías Concretas	1	0.84	0.97	0.00	1.75	0.251**s	0.011 ^e	0.504 ^u
	2	1.13	1.52	0.00	2.00	-0.263**s	0.241* ^e	
Promedio animales Concretas	1	3.03	3.42	0.00	5.90	0.164 ^s	0.088 ^e	0.894 ^u
	2	3.09	3.39	0.00	6.00	-0.238**s	0.201 ^e	
Categorías Funcionales	1	1.50	1.44	0.00	3.00	-0.163 ^s	0.020 ^s	0.577 ^u
	2	1.64	1.51	0.0	2.00	0.100 ^s	-0.048 ^e	
Promedio animales Funcionales	1	3.29	3.07	0.00	5.88	-0.086 ^s	0.114 ^e	0.306 ^u
	2	3.69	2.801	0.00	6.00	0.038 ^s	-0.050 ^e	
Categorías Abstractas	1	2.35	2.46	1.00	3.00	0.088 ^s	0.192 ^s	0.833 ^u
	2	2.53	3.17	1.00	3.00	-0.243* ^e	0.058 ^s	
Promedio animales Abstractos	1	4.71	3.30	1.00	8.00	0.136 ^s	0.101 ^e	0.663 ^u
	2	4.46	3.33	0.83	7.00	0.124 ^s	0.137 ^e	
Categorías Totales	1	4.06	1.33	3.00	5.00	0.066 ^e	0.239* ^e	0.321 ^u
	2	4.41	2.05	3.00	5.00	-0.264**s	0.232**s	
Promedio Total animales	1	6.15	2.48	4.63	8.00	0.164 ^s	0.106 ^e	0.630 ^u
	2	5.86	2.27	5.00	7.00	0.164 ^s	0.035 ^e	
Puntuación Total	1	9.20	3.28	7.00	11.00	-0.022 ^s	0.323**s	0.156 ^u
	2	9.97	4.51	7.00	12.75	-0.225**s	0.182 ^s	

Nota. Grupo 1: nacimiento pre término; grupo 2: nacidos a Término; M: media; DE: desviación estándar; Q: cuartil; r1: correlación con semanas de gestación; r2: correlación con edad, s: coeficiente de correlación de Spearman; e: coeficiente de correlación de Pearson; * $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$; u: U de Mann-Whitney.