

# DESARROLLO DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN NIÑOS PREESCOLARES: UNA REVISIÓN DE ALGUNOS DE SUS FACTORES MODULADORES

## DEVELOPMENT OF EXECUTIVE FUNCTION IN PRESCHOOL CHILDREN: A REVIEW OF SOME MODULATORS FACTORS

Florencia Stelzer\*, Mauricio Alejandro Cervigni \*\* y Pablo Martino \*\*\*  
Universidad Nacional del Rosario, Argentina

Recibido: 01 de Noviembre de 2010

Aceptado: 01 de Febrero de 2011

### RESUMEN

Durante el transcurso de las últimas dos décadas, se ha generado un creciente interés científico en el estudio del desarrollo de las funciones ejecutivas (EF) durante el periodo preescolar. Dicho interés, ha nacido en parte del notorio desarrollo que tales procesos experimentan durante este periodo. Asimismo, numerosas investigaciones han hallado un vínculo entre el rendimiento en tales procesos, y la presencia de diferentes trastornos psicopatológicos. El presente artículo, constituye una revisión del desarrollo de las EF durante el periodo preescolar. El objetivo que se persigue en el mismo, es describir los cambios observados a nivel cognitivo-comportamental en el FE durante este periodo; vinculándolos a sus posibles bases anatómico-funcionales. Asimismo, se procurará analizar el impacto de algunos factores considerados moduladores de este proceso sobre el mismo. Se concluirá destacando la necesidad de profundizar en el estudio de los factores moduladores de tal desarrollo, dada la importancia que las EF presentarían para la adaptación del individuo al ambiente.

**Palabras claves:** Factores moduladores, funciones ejecutivas, neurodesarrollo, preescolares.

### ABSTRACT

During the course of the last two decades, there has been a growing scientific interest in the study of executive functions development during preschool years. This interest arises in part in these processes experience considerable development during this period. Also, numerous studies have found a link between performance in these processes and the presence of different psychopathological disorders. This article is a review of EF development during preschool years. The objective pursued in it, is to describe the observed changes in EF in cognitive-behavioral level during this period, linking them to those potential anatomical -functional bases. Although, we will analyze the impact of some factors considered modulators of this process. We concluded emphasizing the need for further study of the factors modulating such development, given the importance of EF for individual's adaptation to the environment.

**Key words:** Modulators Factors, Executive Functions, Neurodevelopment, Preschool

### Introducción

Las funciones ejecutivas (EF) constituyen un controvertido constructo, bajo el cual se han agrupado diferentes procesos cognitivos orientados hacia la supresión o inhibición de tendencias reactivas o automatizadas y la regulación del comportamiento conforme al logro de metas (Garon, Bryson & Smith, 2008). Entre los mismos han sido considerados: la memoria de trabajo, el control atencional, el control inhibitorio, la planificación, la flexibilidad cognitiva,

entre otros. Durante el transcurso de las últimas dos décadas, se ha generado un notorio interés en el estudio del desarrollo de las EF durante la infancia. Dicho interés, ha nacido en parte del vínculo encontrado entre tales procesos y diferentes trastornos psicopatológicos y de conducta tanto en la vida adulta como en la niñez (Biederman *et al.*, 2010; Närhi, Lehto-Salo, Ahonen, & Marttunen, 2010). Asimismo, diferencias en el desempeño ejecutivo, han sido relacionadas con mayores competencias sociales y un mejor rendimiento académico (Brock, Rimm-

\*florenciastelzer@gmail.com

\*\*cervigni@irice-conicet.gov.ar

\*\*\*plablomartino@gmail.com

Kaufman, Nathanson, & Grimm, 2009; Carlson & Moses, 2001; McClelland, Cameron, Connor, Farris, Jewkes, & Morrison, 2007; Rueda, Posner, & Rothbart, 2005). Dada la importancia que el correcto desarrollo de tales procesos, implicaría para la adecuada adaptación del sujeto a su ambiente, el reconocimiento de los periodos de mayor sensibilidad en el desarrollo ejecutivo, constituye una tarea clave en el diseño de políticas educativas y sociales. Asimismo, la identificación de las diferentes variables que influirían sobre dicho proceso, facilitaría el diseño de programas de intervención específicos, destinados a poblaciones en situación de mayor vulnerabilidad.

Si bien las diferentes funciones ejecutivas, presentan curvas disímiles de desarrollo, numerosos autores han señalado que el rendimiento en diversas tareas consideradas ejecutivas, experimenta mejoras significativas durante el periodo preescolar (Carlson, 2005). Asimismo, dichos avances han sido vinculados a la maduración de regiones corticales específicas durante tal periodo (Garon, Bryson, & Smith, 2008; Gogtay *et al.*, 2004). Tales hallazgos, serían congruentes con la hipótesis de que los años preescolares, constituirían uno de los periodos de mayor sensibilidad para el desarrollo del funcionamiento ejecutivo (FE).

En función de la importancia de tal periodo, el presente artículo constituye una revisión de diferentes trabajos destinados al estudio del desarrollo del FE. En este, se aspira a describir los cambios observados en el FE a nivel cognitivo-comportamental, como así también las posibles bases anatómicas- funcionales asociadas a estos. Asimismo, se procurará analizar el impacto de algunos factores considerados moduladores de tal proceso durante este periodo: características de la crianza, estado de salud y nutricional del niño; temperamento y nivel socio – económico de este.

### ***Modelos cognitivos del funcionamiento ejecutivo.***

En la actualidad coexisten diferentes modelos cognitivos que intentan dar cuenta del constructo FE. Algunos de estos, plantean que las EF constituyen un constructo unitario que presenta una serie de sub-procesos asociados (Braddeley, 1986; Norman & Shallice, 1986). Un ejemplo de tal visión del funcionamiento ejecutivo (FE), son los modelos de Norman y Shallice (1986) y Braddeley (1986). Los primeros autores, han postulado que los procesos de

control cognitivo implicados en el FE, se caracterizan por la intervención de un sistema de supervisión atencional (SAS), que regularía diferentes sub-procesos vinculados al mismo. Por otro lado, Braddeley han concebido un modelo de FE centrado en la función de memoria de trabajo. Dicho modelo postula la existencia de un sistema ejecutivo central, el cual controla e integra la información proveniente de dos subsistemas subordinados, denominados respectivamente, bucle articulario y la agenda viso-espacial.

Por el contrario, otros autores enfatizan que existirían una serie de procesos disociados detrás del constructo FE (Carlson, Moses & Claxton, 2004; Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006). Es decir, no existiría un proceso central que module la actividad de diferentes sub-componentes. Por ejemplo, Diamond (1997) ha postulado que la memoria de trabajo y el control inhibitorio constituirían componentes disociables entre sí, que presentarían trayectorias de desarrollo independientes. Asimismo, otros autores a favor de una visión no unitaria del constructo, han empleado el análisis factorial de los resultados de diferentes pruebas consideradas ejecutivas, para el establecimiento de los diferentes componentes del FE (Miyake *et al.*, 2000). Por otro lado, otros investigadores han utilizado técnicas de neuroimagen para el reconocimiento de los diferentes componentes implicados en el control ejecutivo (Aron, Behrens, Smith, Frank, & Poldrack, 2007; Aron, Durston, Eagle, Logan, Stinear, & Stuphorn, 2007). Es decir, han vinculado los diferentes procesos implicados en el FE, a la actividad de redes neuronales específicas. Tales asociaciones posibilitarían la discriminación de los diferentes componentes del constructo.

Desde otra perspectiva, Zelazo (2003) ha propuesto una visión funcional del FE, en la cual la capacidad de resolución de problemas implicada en el mismo, podría ser parcelada en diferentes secuencias de «representación-ejecución» destinadas al logro de una meta. Tales pasos implicarían: (a) la representación del problema; (b) la planificación de la acción a realizar; (c) la ejecución del plan previamente establecido, y finalmente (d) la evaluación de los resultados obtenidos. Cada uno de dichos pasos, requeriría de la capacidad de los sujetos de generar y ejecutar sistemas de reglas condicionales (representaciones) que regulen el comportamiento, el pensamiento y la afectividad conforme

\*florenciastelzer@gmail.com

\*\*cervigni@irice-conicet.gov.ar

\*\*\*plablomartino@gmail.com

al logro de una meta. Las diferentes funciones consideradas ejecutivas, estarían involucradas de modo diferencial en los diferentes pasos destinados a la resolución de problemas. De este modo, la perspectiva funcional de las EF propuesta por Zelazo, facilitaría el estudio de los procesos de control ejecutivo en el marco de secuencias de acciones específicas destinadas a la resolución de problemas.

Por otro lado, dicho autor (Zelazo, 2003) plantea una distinción entre funciones ejecutivas de tipo «hot» y funciones ejecutivas de tipo «cool». Las primeras estarían vinculadas al control de procesos motivacionales y emocionales. Es decir, se hallarían ligadas a la representación de reglas que implican el control del comportamiento ante la presencia de estímulos asociados a un refuerzo o castigo. Por el contrario, las funciones ejecutivas de tipo «cool», estarían vinculadas a tareas de carácter abstracto o descontextualizado. Es decir, las reglas condicionales vinculadas a las mismas representan estímulos emocionalmente neutros. Un ejemplo del empleo de este tipo de reglas, se vería reflejado en las tareas de control atencional. En las mismas el sujeto debe responder de modo diferente en función de las características del estímulo disparo que se presente (Ej. Ante la presentación de un triángulo presione la tecla «x»; ante la presentación de un círculo presione la tecla «y»). Dicho estímulo y el contexto de presentación del mismo, serían en tales tareas emocionalmente neutros, esto es; no deberían fomentar una respuesta emocional en el sujeto experimental. No obstante, si los estímulos presentados, - Ej. imágenes de estímulos asociados a recompensas o castigos- evocarían una respuesta de carácter emocional o motivacional en el sujeto; y la meta de la tarea consistiría en alcanzar la regulación o inhibición de tal respuesta, las reglas que el participante debería generar implicarían procesos de control ejecutivo de tipo «hot».

### ***Desarrollo del FE a nivel cognitivo-comportamental***

Zelazo (2003) ha postulado que las mejoras en el FE observadas durante el periodo preescolar, se hallarían vinculadas a la capacidad emergente durante este periodo, de utilizar sistemas jerárquicos de representaciones mentales (reglas) para regular el comportamiento. Asimismo, estos cambios han sido correlacionados con el desarrollo de habilidades sociales y de regulación de las emociones (Carlson & Moses, 2001; Carlson & Wang, 2007; Zelazo & Cunningham, 2007).

Algunos estudios han evidenciado que a los dos años de edad, los niños presentan dificultades en el empleo de pares de reglas arbitrarias para clasificar distintos objetos (Ej. clasificar objetos que hacen ruido vs. objetos silenciosos) (Garon, Bryson & Smith, 2008). Asimismo, los niños de dicha edad tienden a perseverar en tales tareas en el uso de uno de los criterios de clasificación. Posteriormente, próximo a los 3 años de edad, los infantes adquieren la capacidad de representar y utilizar pares de reglas contrastándolas entre sí (Zelazo, Craik, & Booth, 2004). No obstante, dichos niños presentan dificultades a la hora de tener que alternar en el uso de pares de reglas incompatibles (Zelazo, 2003). Finalmente, entre los 4 y los 5 años de edad, la capacidad de alternar entre el uso de reglas contradictorias mejora considerablemente.

En congruencia con lo mencionado anteriormente, Carlson (2005) ha hallado que la capacidad de los niños de responder a tareas que implican el uso de reglas abstractas o descontextualizadas mejora considerablemente durante el transcurso de los 3 a los 5 años de edad. Asimismo, Hongwanishkul, Happaney, Lee y Zelazo (2005) han evidenciado que la performance de los niños en tareas con tales demandas mejora durante el transcurso de los 4 y los 5 años de edad. Finalmente, tales hallazgos están en sintonía con los resultados de investigaciones anteriores (Diamond, Prevor, Callender, & Druin, 1997; Frye, Zelazo, & Palfai, 1995).

Por otro lado, en lo referido al desarrollo de la capacidad de la utilización de reglas que impliquen el control sobre asociaciones estímulo-recompensa simples, -*Delay of gratification paradigms*-, Hongwanishkul *et al.* (2005) han observado que el rendimiento de los niños en tareas con tal demanda, se optimiza durante el transcurso de los 4 a los 5 años. Tales autores han postulado que dichos cambios serían el reflejo del desarrollo y maduración de los sistemas neuronales asociados a dichas funciones (corteza órbita frontal [OFC]; corteza cingulada anterior [ACC] ventral).

### ***Bases anatómico-funcionales del funcionamiento ejecutivo***

Desde el punto de vista anatómico, el funcionamiento ejecutivo (FE) ha sido vinculado principalmente a la actividad de la corteza prefrontal (CPF) (Zelazo, 2003) y la corteza cingulada anterior (ACC) (Posner, 2007). En lo

\*florenciastelzer@gmail.com

\*\*cervigni@irice-conicet.gov.ar

\*\*\*plablomartino@gmail.com

referido a la CPF, la misma ha sido asociada a la representación y utilización de reglas de regulación del comportamiento, pensamiento y afectividad. La activación de dicha región se haría notoria cuando las reglas condicionales a emplear aún no han sido automatizadas o deben ser generadas *ad hoc* en un entorno no familiar. La CPF se encuentra constituida por diferentes sub-regiones entre las cuales se pueden mencionar: la corteza órbita frontal (CPFOF), la corteza ventrolateral (CPFVL), la corteza dorsolateral (CPFDL) y la corteza rostro lateral (CPFRL). Diferentes estudios, han señalado que tales regiones estarían involucradas de modo diferencial en la representación de reglas destinadas a la regulación del comportamiento. Respecto de este punto, la CPFOF ha sido vinculada a la capacidad de generar reglas simples que regulan el comportamiento basado en asociaciones estímulo-recompensa. Dicha vinculación está basada en algunos estudios que evidencian que -tanto en humanos como en primates- el daño en dicha región, altera la capacidad de postergación de recompensas (Días, Robbins, & Roberts, 1996; Rolls, Hornak, Wade, & McGrath 1994).

Por otro lado, la CPFDL y la CPFVL han sido asociadas a la representación de conjuntos de reglas condicionales univalentes y bivalentes. Las reglas univalentes, se caracterizan por una asociación lineal entre estímulo y su correspondiente respuesta. Es decir, ante la presentación de un estímulo «X», el sujeto debe manifestar una respuesta determinada «Y». Un ejemplo de este tipo de regla lo encontraríamos en las leyes urbanas de manejo, en las cuales el conductor debe avanzar ante la luz verde y detenerse ante la luz roja. Por el contrario, en el caso de las reglas bivalentes, la respuesta requerida ante la presentación del estímulo, variaría en función de las contingencias del contexto en las cuales dicho estímulo es presentado. Siguiendo el ejemplo anterior, un ejemplo de regla bivalente sería, ante la luz verde avanzar; no obstante, si ocurriera un accidente cuando la misma se presenta, el conductor deberá detenerse. Algunos estudios en primates lesionados en la CPFVL muestran que dicha región es crítica para el aprendizaje de reglas univalentes y bivalentes. Asimismo, estudios con resonancia magnética funcional (fMRI) en humanos, evidencian que tanto la CPFVL como la CPFDL permanecen activas durante el mantenimiento de conjuntos de reglas condicionales. Asimismo, ambas regiones muestran un mayor nivel de activación cuando se trata del

mantenimiento de reglas bivalentes o de carácter abstracto (Crone, Wendelken, Donohue, & Bunge, 2006). Algunos estudios (Crone *et al.*, 2006) han evidenciado que la CPFDL se muestra particularmente comprometida cuando los sujetos deben permutar el uso de una regla bivalente por otra, suprimiendo de esta forma la regla previamente utilizada. Por otro lado, investigaciones realizadas en humanos y en primates muestran que la CPFVL se halla particularmente involucrada en el proceso de representación de conjuntos de reglas condicionales. De esta forma, la CPFDL estaría involucrada principalmente en la supresión de la interferencia de reglas aprendidas previamente, mientras que la CPFVL en la representación de las reglas condicionales.

Finalmente, la CPFRL tendría un papel crucial en la representación de reglas de orden superior, que posibilitarían la alternancia en el uso de pares de reglas contradictorias dentro de una tarea. Respecto de tal afirmación, algunos estudios han señalado que cuando un sujeto aprende un par de reglas condicionales abstractas, -ej., “Si X, entonces A; Si Y, entonces B”- y luego un par de reglas opuestas a las primeras -ej., “Si X, entonces B; si Y, entonces A”-, la CPFRL se muestra fuertemente activada en los ensayos en los cuales está implicada la ejecución de la segunda regla (Bunge, Kahn, Wallis, Miller, & Wagner, 2003; Crone *et al.*, 2006). Este hecho podría indicar que los sujetos representan la segunda regla como «la oposición de la primera» y acceden a la misma a través de ésta (Crone *et al.*, 2006). En síntesis, la CPFRL sería la encargada de representar estructuras jerárquicas de reglas que integran reglas opuestas.

### ***Desarrollo de las redes neuronales asociadas al funcionamiento ejecutivo***

Tal como mencionamos anteriormente, si bien el desarrollo de las diversas funciones ejecutivas presenta diferentes curvas madurativas, numerosas investigaciones han evidenciado que durante el período preescolar se produce un desarrollo significativo de gran parte de las mismas (Carlson, 2005; Garon, Bryson & Smith, 2008; Zelazo, Craik, & Booth, 2004). Algunos autores, han conjeturado que la emergencia de tales capacidades estarían basadas en la maduración de los circuitos neuronales implicados en el FE (Bunge, 2004). De este modo, durante este período se produciría una notoria maduración y

\*florenciastelzer@gmail.com

\*\*cervigni@irice-conicet.gov.ar

\*\*\*plablomartino@gmail.com

refinamiento de las conexiones inter-neuronales entre las redes neurales prefrontales –las cuales posibilitarían la representación abstracta de reglas destinadas a gobernar la conducta- y otras regiones cerebrales, tales como la corteza cingulada anterior (ACC) y las áreas límbicas.

Algunos estudios indicarían que de las diferentes regiones involucradas en la CPF, la región órbita frontal es la que alcanza primero los niveles adultos de configuración cerebral. Por el contrario, la CPFVL y la CPFDL madurarían de forma más tardía (Gogtay *et al.*, 2004). Asimismo, estudios transversales sugieren que la CPFRL muestra las tasas más lentas de maduración dentro del CPF (O' Donnell, Noseworthy, Levine, & Dennis, 2005).

Por otro lado, Crone *et al.* (2006) han observado -a través de la utilización de fMRI- una mayor activación de la CPFDL ante la presentación de estímulos de carácter bivalentes en niños de 8 años. No obstante, tales experimentos no han sido realizados en niños de menor edad. De este modo, existe evidencia que indicaría que los cambios experimentados en el uso de reglas en niños entre 8 a 12 años, están basados en cambios en la CPFDL. No obstante, aún se hace necesario estudiar si tales modificaciones constituyen el fundamento de los cambios comportamentales observados durante el periodo preescolar (Zelazo, Craik, & Booth, 2004).

### ***Posibles factores moduladores del desarrollo del funcionamiento ejecutivo durante el periodo preescolar***

Muchos de los factores moduladores del desempeño ejecutivo durante el periodo preescolar, presentan un impacto previo a dicho periodo sobre el desarrollo cognitivo en general y sobre las primeras manifestaciones de procesos de control ejecutivo en particular. Este hecho, dificultaría el estudio del modo en que cada una de las variables moduladoras consideradas regula el desarrollo del FE durante este periodo específico. Algunas investigaciones, han señalado como posibles factores moduladores a las características de la crianza -estimulación proporcionada por los progenitores, el modo de disciplina que los mismos ejercen sobre el niño, la sensibilidad y capacidad de respuesta de éstos-, el estado de salud y nutricional del niño, el temperamento del mismo, el nivel socio - económico de este y el estado de la salud de los progenitores. En función de los valores que tales factores podrían haber

experimentado previamente, el impacto de los mismos durante el periodo preescolar podría ser diferente. Por ejemplo, niños que han sufrido déficit de hierro prenatal, presentarán un mayor impacto de dicho factor sobre el FE de persistir dicho déficit durante el periodo considerado (Georgieff, & Schallert, 2006; Lozoff, Beard, Connor, Felt, 2006; Lukowski *et al.*, 2010).

Los trabajos de Sheese, Voelker, Rothbart y Posner (2007) y de Voelker, Sheese, Rothbart y Posner (2009) constituyen ejemplos paradigmáticos de estudios que indagan la influencia de la cualidad de crianza parental, sobre el desarrollo de mecanismos de control ejecutivo en infantes. Sheese *et al.* (2007) analizaron la influencia de la cualidad de crianza parental, sobre la expresión de genotipos infantiles que presentaban el gen involucrado en la codificación del receptor dopaminérgico D4 y niños que no presentaban el alelo 7 repetido. Dicho gen, ha sido relacionado con el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) y el rasgo de personalidad denominado "buscador de sensaciones". Estos autores hallaron que la expresión a nivel comportamental de niños con un genotipo con el alelo 7 repetido, variaba en función de la calidad de crianza de los padres. De este modo, se observó que los padres clasificados con una "elevada calidad de crianza" - si bien tenían hijos que evidenciaban características temperamentales del rasgo "buscador de sensaciones" - las puntuaciones de estos niños para dicho rasgo eran inferiores a la de los hijos de padres con puntuaciones bajas en "calidad de crianza". Estos últimos, presentaban puntuaciones elevadas para dicho rasgo. Finalmente, los niños sin el alelo 7 repetido, no mostraban una influencia de la variable crianza paterna sobre las puntuaciones para el rasgo "buscador de sensaciones".

Por otro lado, Voelker *et al.* (2009) examinaron la relación existente entre variaciones haplotípicas del gen COMT - gen involucrado en la degradación de la dopamina-, la cualidad de crianza parental y el desempeño de niños de 2 años de edad en tareas atencionales de secuenciación visual. Los resultados de tal estudio, revelaron que la presencia de determinados -haplotipos (haplotipos agrupados como de "bajo dolor" [low pain haplotypes])- presentaban un mejor rendimiento atencional solo cuando dicho grupo se hallaba vinculado a una elevada cualidad de crianza. De este modo, los resultados arrojados por

\*florenciastelzer@gmail.com

\*\*cervigni@irice-conicet.gov.ar

\*\*\*plablomartino@gmail.com

ambos estudios (Shesee et al., 2007; Voelker et al., 2009) evidenciaron que la interacción entre cualidad de crianza y constitución genética, desempeña un importante papel en el desarrollo del auto control (Shesee et al., 2007) y de las FE (Voelker et al., 2009).

Por otro lado, una porción significativa de la bibliografía referida a la relación entre nutrición y desarrollo cognitivo infantil, se ha focalizado en el impacto que una inadecuada incorporación de nutrientes podría tener sobre el mismo. Dentro de esta, se ha considerado como malnutrición, a las carencias, excesos o desequilibrios en la ingesta de energía, proteínas y/o otros nutrientes (Mata, 2008). Dicho concepto, incluiría tanto la desnutrición como la sobrealimentación.

Diversos estudios han vinculado la malnutrición a patologías funcionales y estructurales del cerebro. A nivel estructural, la malnutrición provocaría retardo en el crecimiento cerebral a nivel prenatal y posnatal, alteraciones en la diferenciación celular, reducción del número de sinapsis y de neurotransmisores, retardos en la mielinización y reducción en la expansión de la arborización dendrítica. Las alteraciones observadas en los procesos de maduración cerebral, alterarían a su vez la formación de nuevos circuitos neurales y su posterior refinamiento. Tales alteraciones podrían producir en conjunto modificaciones permanentes a nivel cognitivo (Levitsky & Strupp, 1995).

Respecto del impacto que la malnutrición tendría sobre el FE, Bhoomika, Shobini y Chandramouli (2008) han hallado que infantes que presentan deficiencias crónicas en el consumo de proteínas evidencian un retardo en el desarrollo de algunos procesos ejecutivos. Asimismo, dicha alteración podría generar déficits permanentes en el FE de los niños que no serían compensadas al aumentar su edad. En función de estos resultados, Bhoomika *et al.* postularon que dado que el FE tiene un notable desarrollo durante el período preescolar, este se vería fuertemente comprometido al experimentarse carencias nutricionales durante el transcurso del mismo.

Por otro lado, numerosas investigaciones han vinculado el nivel socio-económico del niño con la presencia de alteraciones en la nutrición, la salud infantil y la crianza. Dado que el fenómeno de pobreza constituye un fenómeno multidimensional, a los fines de este artículo, nos limitaremos a mencionar algunas de las principales alteraciones halladas en los valores de estos factores moduladores. A nivel

nutricional, se ha observado en niños criados en situaciones de pobreza estructural crónica, la presencia de déficits de hierro y ácido fólico durante el desarrollo prenatal. A nivel de la salud, alteraciones inmunológicas y del crecimiento. A nivel de la crianza, progenitores con menores capacidades de atención y cuidado de su descendencia. Estos factores impactarían en el desarrollo de los procesos de atención, control inhibitorio, planificación y memoria de trabajo (Lipina, Martelli, Vuelta, Injoque-Ricle & Colombo, 2004).

### Conclusiones y futuras direcciones

Durante el periodo escolar, el niño debe poseer la capacidad de regular su comportamiento en función de las actividades propuestas por el docente, manteniendo un nivel motivacional y atencional adecuado al óptimo desempeño en las mismas. Asimismo, el niño debe ser capaz de inhibir su respuesta ante cualquier estímulo que pueda distanciarlo del logro de la meta propuesta por el maestro. Finalmente, el infante debe haber adquirido una serie de competencias sociales, que le permitan interactuar con sus pares, ajustando su comportamiento al conjunto de reglas del sistema escolar (Ej. espera de turnos, modulación de sus manifestaciones emocionales conforme al contexto escolar [actores presentes, escenario, etc.]).

El correcto desarrollo que los procesos de control ejecutivo experimentado durante el periodo preescolar, posibilitarán al infante adaptarse a la serie de exigencias anteriormente mencionadas (Brock *et al.*, 2009; Duncan *et al.*, 2007; Graziano, Reavis, Keane, & Calkins, 2007; Howse, Calkins, Anastopoulos, Keane, & Shelton, 2003; McClelland *et al.*, 2007). Numerosas investigaciones han evidenciado que algunas alteraciones en el desarrollo del FE podrían exponer a los infantes a situaciones de fracaso escolar y marginación por sus pares y maestros (Blair, 2002; Blair & Razza, 2007; Bull & Scerif, 2001). Asimismo, déficit en el FE han sido asociados a diversos trastornos psicopatológicos y del comportamiento en la infancia y en la vida adulta (Biederman *et al.*, 2010; Närhi, Lehto-Salo, Ahonen & Marttunen, 2010). Consideramos que aún quedan muchos interrogantes por responder respecto del impacto específico de cada uno de los factores moduladores en el desarrollo del EF. Creemos que la profundización del estudio de los mismos, puede ser una posible vía para generar intervenciones más específicas, destinadas a promover un desarrollo pleno e integral de los individuos.

\*florenciastelzer@gmail.com

\*\*cervigni@irice-conicet.gov.ar

\*\*\*plablomartino@gmail.com

## Referencias

- Aron, A.R., Behrens, T.E., Smith, S., Frank, M.J. & Poldrack, R.A. (2007). Triangulating a cognitive control network using diffusionweighted magnetic resonance imaging (MRI) and functional MRI. *Journal of Neuroscience*, 27, 3743–3752.
- Aron, A.R., Durston, S., Eagle, D.M., Logan, G.D., Stinear, C.M. & Stuphorn, V. (2007). Converging evidence for a fronto-basal-ganglia network for inhibitory control of action and cognition. *Journal of Neuroscience*, 27, 11860–11864.
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Bhoomika, R.K., Shobini, L.R. & Chandramouli, B. A. (2008). Cognitive development in children with chronic protein energy Malnutrition. *Behavioral and Brain Functions*, 4:31 doi:10.1186/1744-9081-4-31
- Biederman, J., Petty, C.R., Wozniak, J., Wilens, T.E., Fried, R., Doyle, A., Henin, A., Bateman, C., Evans, M. & Faraone, S.V. (2010). Impact of executive function deficits in youth with bipolar I disorder: A controlled study. *Psychiatry Res.* doi:10.1016/j.psychres.2010.08.029
- Blair, C. (2002). School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *American Psychologist*, 57, 111–127.
- Blair, C. & Razza, R.P. (2007). Relating Effortful Control, Executive Function, and False Belief Understanding to Emerging Math and Literacy Ability in Kindergarten. *Child Development*, 78 (2), 647 – 663.
- Brock, L.L., Rimm-Kaufman, S.E., Nathanson, L. & Grimm, K.J. (2009). The contributions of 'hot' and 'cool' executive function to children's academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, 24, 337–349.
- Bull, R. & Scerif, G. (2001). Executive function as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19, 273–293.
- Bunge, S.A. (2004). How we use rules to select actions: A review of evidence from cognitive neuroscience. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience*, 4, 564–579.
- Bunge, S.A., Kahn, I., Wallis, J.D., Miller, E.K. & Wagner, A.D. (2003). Neural circuits subserving the retrieval and maintenance of abstract rules. *Journal of Neurophysiology*, 90, 3419–3428.
- Carlson, S. (2005). Developmentally Sensitive Measures of Executive Function in Preschool Children. *Developmental Neuropsychology*, 28 (2), 595–616.
- Carlson, S. & Moses, L. (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. & Wang, T.S. (2007). Inhibitory control and emotion regulation in preschool children. *Cognitive Development*, 22, 489–510.
- Crone, E.A., Donohue, S.E., Honomichl, R., Wendelken, C. & Bunge, S.A. (2006). Brain regions mediating flexible rule use during development. *The Journal of Neuroscience*, 26(43), 11239 –11247.
- Crone, E.A., Wendelken, C., Donohue, S.E. & Bunge, S.A. (2006). Evidence for separable neural processes underlying flexible rule use. *Cerebral Cortex*, 16, 475–486.
- Davidson, M.C., Amso, D., Anderson, L.C. & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44 (11), 2037-78.
- Diamond, A., Prevor, M., Callender, G. & Druin, D. P. (1997). Prefrontal cortex cognitive deficits in children treated early and continuously for PKU. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 62 (4, Whole No. 252).
- Dias, R., Robbins, T. & Roberts, A. (1996). Dissociation in prefrontal cortex of affective and attentional shifts. *Nature*, 380, 69–72.
- Duncan, G.J., Dowsett, C.J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A.C., Klebanov, P., et al. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43, 1428–1446.
- Frye, D., Zelazo, P.D. & Palfai, T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive Development*, 10, 483–527.
- 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.
- Gogtay, N., Giedd, J.N., Lusk, L., Hayashi, K.M., Greenstein, D., Vaituzis, A.C., Nugent, T.F. III, Harman, D.H., Clasen, L.S., Toga, A.W., Rapoport, J.L. & Thompson, P.M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 101, 8174–8179.
- Goldberg, E. & Bider, R.M. (1987). *The frontal lobes and hierarchical organization of cognitive control*. In E. Perecman (Ed.) *The frontal lobes revisited*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Graziano, P.A., Reavis, R.D., Keane, S.P. & Calkins, S.D. (2007). The role of emotion regulation in children's early academic success. *Journal of School Psychology*, 45, 3–19.
- Hongwanishkul, D., Happaney, K.R., Lee, W.S.C. & Zelazo, P.D. (2005). Assessment of hot and cool executive function in young children: age-related changes and individual differences. *Developmental neuropsychology*, 28 (2), 617-44.

\*florenciastelzer@gmail.com

\*\*cervigni@irice-conicet.gov.ar

\*\*\*plablomartino@gmail.com

- Howse, R. B., Calkins, S. D., Anastopoulos, A. D., Keane, S. P. & Shelton, T. L. (2003). Regulatory contributors to children's kindergarten achievement. *Early Education and Development*, 14 (1), 101–119.
- Kerr, A. & Zelazo, P.D. (2004). Development of «hot» executive function: the children's gambling task. *Brain and cognition*, 55 (1), 148-57.
- Levitsky, D.A. & Strupp, B.J. (1995). Malnutrition and the brain: undernutrition and behavioural development in children. *J Nutr*, 125, 2212-2220.
- Lipina, S.J., Martelli, M. I., Vuelta, B. L., Injoque-Ricle, I. & Colombo, J. A. (2004). Pobreza y desempeño ejecutivo en alumnos preescolares de la ciudad de Buenos Aires (República Argentina). *Interdisciplinaria: Revista de Psicología y Ciencias Afines.*, 21 (2), 153 – 193.
- Lozoff, B., Beard, J., Connor, J., Felt, B., Georgieff, M. & Schallert, T. (2006). Long-Lasting Neural and Behavioral Effects of Iron Deficiency in Infancy. *Nutrition Reviews*, 64 (5), 34-43.
- Lukowski, A.F., Koss, M., Burden, M.J., Jonides, J., Nelson, C.A., Kaciroti, N., Jimenez, E. & Lozoff, B. (2010). Iron deficiency in infancy and neurocognitive functioning at 19 years: evidence of long-term deficits in executive function and recognition memory. *Nutr Neurosci.*, 13 (2), 54-70.
- Luria, A.R. (1973). *The working brain: An introduction to neuropsychology* (B. Haigh, trans.). New York: Basic Books.
- Mata, L. (2008). Malnutrición, desnutrición y sobrealimentación. *Rev. Méd. Rosario*, 74, 17 – 20.
- McClelland, M.M., Cameron, C.E., Connor, C., Farris, C.L., Jewkes, A.M. & Morrison, F.J. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Developmental Psychology*, 43 (4), 947-959.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A. & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex «frontal lobe» tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Närhi, V., Lehto-Salo, P., Ahonen, T. & Marttunen, M. (2010). Neuropsychological subgroups of adolescents with conduct disorder. *Scand J Psychol*, 51(3), 278-84.
- Norman, D. & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In R. Davidson, G. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation* (Vol. 4, pp. 1–18). New York: Plenum Press.
- O'Donnell, S., Noseworthy, M.D., Levine, B. & Dennis, M. (2005). Cortical thickness of the frontopolar area in typically developing children and adolescents. *NeuroImage*, 24, 948–954.
- Posner, M. (2007). Evolution and Development of Self-Regulation. *James Arthur Lect.*, 77, 1-25.
- Rolls, E., Hornak, J., Wade, D. & McGrath, J. (1994). Emotion-related learning in patients with social and emotional changes associated with frontal lobe damage. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 57, 1518–1524.
- Rueda, M.R., Posner, M.I. & Rothbart, M.K. (2005). The development of executive attention: contributions to the emergence of self-regulation. *Dev Neuropsychol.*, 28 (2), 573-94.
- Sheese, B.E., Voelker, P.M., Rothbart, M.K. & Posner, M.I. (2007). Parenting quality interacts with genetic variation in Dopamine Receptor DRD4 to influence temperament in early childhood. *Developmental and Psychopathology*, 19 (4), 1039-46.
- Voelker, P., Sheese, B.E., Rothbart, M. & Posner, M.I. (2009). Variations in catechol-*o*-methyltransferase gene interact with parenting to influence attention in early development. *Neuroscience*, 164 (1), 121-30.
- Zelazo, P.D. (2003). The development of executive function. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68, 1-27.
- Zelazo, P.D., Craik, F.I.M., & Booth, L. (2004). Executive function across the life span. *Acta Psychologica*, 115, 167–184.
- Zelazo, P.D. & Cunningham, W.A. (2007). *Executive function: Mechanisms underlying emotion regulation*. In J. J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation e* (pp. 135–158). New York: Guilford.

\* Becaria Doctoral Instituto Rosario de Investigación en Ciencias de la Educación (IRICE-CONICET/UNR). Docente Adscripta Cátedra Residencia Clínica Facultad de Psicología Universidad Nacional de Rosario (UNR). Dirección postal: Córdoba 2150 piso 16 Dto. 7. Cód. Postal: 2000 (Rosario, Argentina).

\*\* Becario Doctoral Instituto Rosario de Investigación en Ciencias de la Educación (IRICE-CONICET/UNR). Jefe de Trabajos Prácticos (JTP) Cátedra Residencia Clínica Facultad de Psicología Universidad Nacional de Rosario (UNR). Jefe de Trabajos Prácticos (JTP) Cátedra Trabajo de Campo (Área Laboral) Facultad de Psicología Universidad Nacional de Rosario (UNR). Dirección Postal: 3 de febrero 721. Cód. Postal: 2000 (Rosario, Argentina).

\*\*\*Pasante y auxiliar de investigación del Instituto Rosario de Investigación en Ciencias de la Educación (IRICE-CONICET/UNR). Ayudante alumno de la Cátedra de Estructura Biológica del Sujeto I Facultad de Psicología Universidad Nacional de Rosario (UNR). Dirección Postal: 3 de febrero 721. Cód.: 2000 (Rosario, Argentina).

\*florenciastelzer@gmail.com

\*\*cervigni@irice-conicet.gov.ar

\*\*\*plablomartino@gmail.com